

## 5.9 Płatew stalowa

### Geometria płatwi

Stal St3S :

$$f_d = 215 \text{ MPa}$$

### Rozstaw płatwi.

Przyjmuję rozstaw płatwi  $e = 1,5 \text{ m}$

### Rozpiętość.

$$L_0 = 6,52 \text{ m}$$

### Nachylenie połaci według danych producenta pokrycia lub PN-89/B-02361

Nachylenie połaci dachowej  $5,0 \text{ \%} = 0,050$

### Wysokość słupów.

$$H = 4,2 \text{ m}$$

### Zebranie obciążeń.

#### Obciążenie śniegiem.

Obciążenie śniegiem według PN-80/B-02010/Az1 "Obciążenia w obliczeniach statycznych - obciążenie śniegiem".

#### Lokalizacja obiektu - określenie strefy obciążenia śniegiem.

strefa 3

$$Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

#### Wyznaczenie współczynnika kształtu dachu C.

$C_1 = C_2 = 0,8$  - dla nachylenia mniejszego  $i=9\%$ .

#### Wyznaczenie obciążenia śniegiem połaci dachu odniesione do poziomu.

$$S_k = Q_k \cdot C = 0,960 \text{ kN/m}^2$$
$$Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2 \quad C = 0,8$$

$$S_o = S_k \cdot \gamma_f = 1,44 \text{ kN/m}^2$$
$$\gamma_f = 1,5$$

#### Wyznaczenie obciążenia śniegiem rozłożonego na połaci dachu.

$$S_k = Q_k \cdot C \cdot \cos \alpha = 0,959 \text{ kN/m}^2$$
$$Q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2 \quad C = 0,8 \quad \alpha = 2,862^\circ$$

$$S_o = S_k \cdot \gamma_f = 1,438 \text{ kN/m}^2$$
$$\gamma_f = 1,5$$

#### Obciążenie wiatrem.

#### Obciążenie wiatrem według PN-77/B-02011 "Obciążenia w obliczeniach statycznych

- obciążenie wiatrem".

strefa II b

#### Lokalizacja obiektu - określenie strefy obciążenia wiatrem.

$$q_k = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

#### Współczynnik ekspozycji $C_e$ .

Rodzaj terenu A.

z - wysokość nad poziom terenu.

Dla  $z \leq 20 \text{ m.n.p.t.}$  przyjmuję :  $C_e = 1$

#### Współczynnik działania porywów wiatru $\beta$ .

a) Logarytmiczny dekrement tłumienia - tab.1.

$$\Delta = 0,06$$

b) Okres drgań

$$T = 0,10 * \frac{H_0}{\sqrt{L_0}} = 0,163$$

$$H = 4,2 \text{ m}$$

$$L_0 = 6,52 \text{ m}$$

Część kratownicy wystająca ponad poziom podpór :  $h_0 = 0 \text{ m}$

$$H_0 = H + h_0 = 4,2 \text{ m}$$

c) Dla budowli niepodatnej :

$$\beta = 1,8$$

**Współczynnik aerodynamiczny  $C_z$ .**

2) Współczynnik dla połaci dachu.

Strona nawietrzna :  $C_z = 0$  (ssanie)

Strona zawietrzna :  $C_z = -0,9$  (ssanie)

**Wyznaczenie obciążenia wiatrem.**

$$p_k = q_k * C_e * C_z * \beta$$

$$\gamma_f = 1,3$$

$$p_o = p_k * \gamma_f$$

1) Wyznaczenie obciążenie wiatrem dla połaci dachu.

Strona nawietrzna :

$$p_k = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

$$p_o = 0,000 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 1$$

$$C_z = 0$$

$$\beta = 1,8$$

$$\gamma_f = 1,3$$

Strona zawietrzna :

$$p_k = -0,891 \text{ kN/m}^2$$

$$p_o = -1,158 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 1$$

$$C_z = -0,9$$

$$\beta = 1,8$$

$$\gamma_f = 1,3$$

**Obciążenia stałe i użytkowe połaci dachu.**

**Obciążenia stałe zależne od rodzaju połaci.**

dachowa ma schemat belki wolnopodpartej jednoprzęsłowej.

**Obciążenia użytkowe połaci p.**

$$p = 1,000 \text{ kN/m}^2$$

**Zebranie obciążeń.**

L.p.	Rodzaj obciążenia	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_f$	$q_o$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	papa termozgrzewalna 2x	0,12	1,3	0,156
2	styropian gr. 10cm	0,045	1,2	0,054
3	blacha trapezowa	0,091	1,1	0,100
4	Obciążenie użytkowe połaci.	1	1,4	1,400
	Suma obciążeń.	1,256	-	1,710

**Zestawienie obciążeń połaci dachu hali.**

**Rozłożenie obciążenia na równoległe i prostopadłe do połaci.**

**Obciążenie prostopadłe do połaci.**

$$q_y = q * \cos \alpha = q * \cos 5,0^\circ$$

**Obciążenie równoległe do połaci.**

$$q_x = q \cdot \sin \alpha = q \cdot \sin 5,0^\circ$$

**Zestawienie obciążeń połaci dachu.**

L.p.	Rodzaj obciążenia	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Obc.charakterystycz.		$\gamma_f$	Obc.obliczeniowe	
			X(II)	Y(I)		X(II)	Y(I)
1	Obc.śniegiem rozłoż. na połaci dachu	0,960	0,048	0,959	1,4	0,067	1,342
2	Obc.wiatrem - strona nawietrzna	0,000	-	0,000	1,3	-	0,000
3	Obc.wiatrem - strona zawietrzna	-0,891	-	-0,891	1,3	-	-1,158
4	Ciężar włas.pokrycia dachu - max.	1,256	0,063	1,254	1,25	0,078	1,568

**Określenie ekstremalnych obciążeń prostopadłych do połaci dachu****Obciążenie maksymalne.**

$$q_{\max,y}^k = 2,213 \text{ kN/m}^2 \quad \text{- dla obciążeń S+A}$$

$$q_{\max,y}^o = 2,910 \text{ kN/m}^2 \quad \text{- dla obciążeń S+A}$$

Pominięto obciążenia wiatrem z uwagi, że to ssanie.

**Obciążenie minimalne.**

$$q_{\min,y}^k = -0,891 \text{ kN/m}^2 \quad \text{- dla obciążeń B+W}$$

$$q_{\min,y}^o = -1,158 \text{ kN/m}^2 \quad \text{- dla obciążeń B+W}$$

Obciążenie wiatrem dla strony nawietrznej - większe ssanie.

**Określenie rozstawu podpór płyt (blach) pokrycia dachu.**

Rozstaw podpór płyt pokrycia dachowego

$$e = 1,500 \text{ m}$$

**5.9.3 Określenie schematów statycznych płyt (blach) pokrycia dachu.**

Schemat belki wolnopodpartej.

**5.9.4 Wymiarowanie płatwi dachowej.****Wstępny dobór przekroju płatwi.**

Przyjmuję dwuteownik HEB 260

**Określenie pasma zbierania obciążeń na jedną płatew.**

e - pasmo odpowiada rozstawowi płatwi na połaci.

$$e = 1,500 \text{ m}$$

**Odczytanie parametrów przekroju założonej płatwi.**

Przyjęto HEB 260 ze stali St3S

$h = 260$ mm	$R = 24$	$W_y = 395$ cm <sup>3</sup>
$b_f = 260$ mm	$I_x = 14919$ cm <sup>4</sup>	$i_x = 11,2$ cm
$t_f = 17,5$ mm	$I_y = 5135$ cm <sup>4</sup>	$i_y = 6,58$ cm
$t_w = 10$ mm	$W_x = 1150$ cm <sup>3</sup>	$f_d = 215$ MPa

**5.9.5 Zebranie obciążeń. Ciężar własny płatwi (symbol P).**

$$m^k = 0,930 \text{ kN/mb} \quad 0,9235$$

$$\gamma_f = 1,1 \quad \gamma_f = 0,9$$

$$m^o = 1,023 \text{ kN/mb} \quad m^o = 0,837 \text{ kN/mb}$$

### Wyznaczenie ekstremalnych obciążeń płatwi.

Obciążenie maksymalne - kombinacja S+A+P.

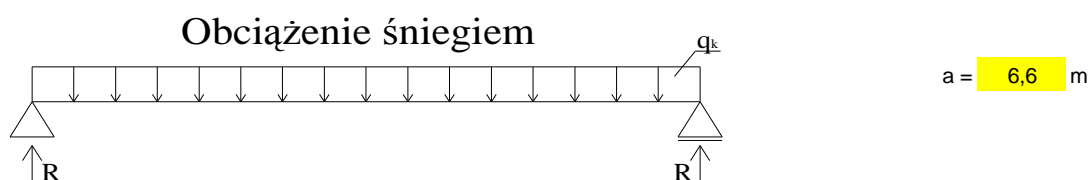
L.p.	Rodzaj obciążenia	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Obc.charakt. $q_k = g_k * e$ [kN/mb]		$\gamma_i$	Obc.obliczeniowe $q_o$ [kN/mb]	
			X(II)	Y(I)		X(II)	Y(I)
1	Obc.śniegiem rozłoż. na połaci dachu	0,960	0,072	1,438	1,4	0,101	2,013
2	Ciężar włas.pokrycia dachu - max.	1,256	0,094	1,882	1,25	0,118	2,352
3	Ciężar włas.płatwi - max. [kN/mb]	0,930	0,046	0,929	1,1	0,051	1,022
4	Suma obciążeń	-	0,212	4,249	-	0,269	5,387

Pominięto kombinację uwzględniającą działanie wiatru - obciążenie (ssanie).

### 5.9.6 Wyznaczenie ekstremalnych sił wewnętrznych.

Obliczenie sił wewnętrznych dla belki wolnopodpartej.

1) Obciążenie śniegiem.



Wartości charakterystyczne:

\*równoległe

$R = 0,236$  kN

\*prostopadłe

$R = 4,710$  kN

Wartości obliczeniowe:

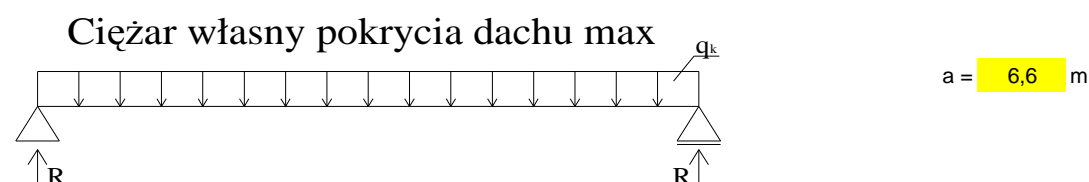
\*równoległe

$R = 0,330$  kN

\*prostopadłe

$R = 6,594$  kN

2) Ciężar własny pokrycia dachowego - max.



Wartości charakterystyczne:

\*równoległe

$R = 0,308$  kN

\*prostopadłe

$R = 6,162$  kN

Wartości obliczeniowe:

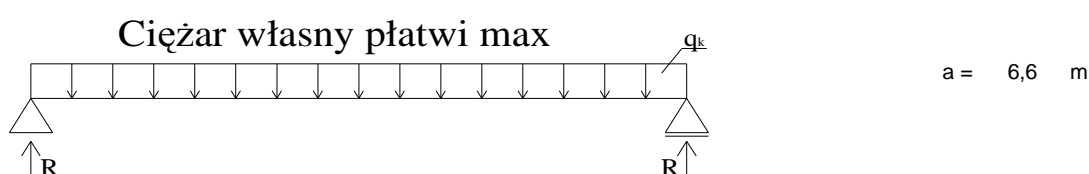
\*równoległe

$R = 0,385$  kN

\*prostopadłe

$R = 7,703$  kN

3) Ciężar własny płatwi - max.



Wartości charakterystyczne:

\*równoległe

\*prostopadłe

$$R = 0,152 \text{ kN}$$

$$R = 3,042 \text{ kN}$$

Wartości obliczeniowe:

\*równoległe

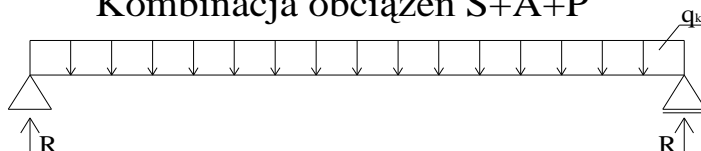
$$R = 0,167 \text{ kN}$$

\*prostopadłe

$$R = 3,346 \text{ kN}$$

**Obliczenie sił wewnętrznych dla kombinacji obciążeń : S+A+P.**

### Kombinacja obciążeń S+A+P



$$a = 6,6 \text{ m}$$

Wartości charakterystyczne:

\*równoległe

$$R = 0,696 \text{ kN}$$

\*prostopadłe

$$R = 13,914 \text{ kN}$$

Wartości obliczeniowe:

\*równoległe

$$R = 0,882 \text{ kN}$$

\*prostopadłe

$$R = 17,643 \text{ kN}$$

**Siły obliczone są w dwóch płaszczyznach analogicznie do płaszczyzn obciążeń.**

Siły wewnętrzne od kombinacji obciążeń S+A+P.

Siły wewnętrzne	Wartości charakterystyczne [kN] lub [kNm]		Wartości obliczeniowe [kN] lub [kNm]	
	$q_x (  )$	$q_y (\perp)$	$q_x (  )$	$q_y (\perp)$
Momenty zgin.				
$M_{max}$	1,139	22,785	1,445	28,891
Tnące				
$T_{max}$	0,696	13,914	0,882	17,643

**Sprawdzenie klasy przekroju.**

**Środek.**

$$\frac{b}{t} = \frac{h - (2 * t_f + 2 * R)}{t_w}$$

$$t_f = 17,5 \text{ mm}$$

$$t = t_w = 10 \text{ mm}$$

$$R = 24 \text{ mm}$$

$$h = 260 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{t} = 19,900$$

Obliczenie wartości  $\epsilon$  dla stali St3S:

$$\epsilon = \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 1,000$$

$$f_d = 215 \text{ MPa}$$

$$\frac{b}{t} \leq 66 * \epsilon \Rightarrow 19,900 \leq 66,000$$

Przekrój jest klasy pierwszej.

**Półki.**

$$\frac{b}{t} = \frac{b_f - t_w - 2 * R}{2 * t_f}$$

$$b_f = 260 \text{ mm}$$

$$t = t_f = 17,5 \text{ mm}$$

$$R = 24 \text{ mm}$$

$$t_w = 24 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{t} = 5,371$$

Obliczenie wartości  $\varepsilon$  dla stali St3S :

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 1,000 \quad f_d = 215 \quad \text{MPa}$$

$$\frac{b}{t} \leq 9 * \varepsilon \Rightarrow 5,371 \leq 9,000$$

Przekrój jest klasy pierwszej.

#### Współczynnik redukcyjny.

Współczynnik redukcyjny  $\psi = 1$  dla klas 1,2,3.

#### Wyznaczenie przekroju płaty na ścinanie.

#### Warunek smukłości ścianki przy ścinaniu.

1) W kierunku "y".

$$\frac{b}{t} = \frac{h}{t_w} \leq 70 * \varepsilon \quad - \text{warunek dla środka dwuteownika}$$

$$t_f = 17,5 \quad \text{mm}$$

$$R = 24 \quad \text{mm}$$

$$t = t_w = 10 \quad \text{mm}$$

$$h = 260 \quad \text{mm}$$

$$\frac{b}{t} = 19,900$$

Obliczenie wartości  $\varepsilon$  dla stali ST3S :

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 1,000 \quad f_d = 215 \quad \text{MPa}$$

$$\frac{b}{t} = \frac{h}{t_w} \leq 70 * \varepsilon \Rightarrow 19,900 \leq 70,000 \quad \text{Warunek spełniony.}$$

2) W kierunku "x".

$$\frac{b_f}{t_f} \leq 50 * \varepsilon \quad - \text{warunek dla półek dwuteownika}$$

$$b_f = 260 \quad \text{mm}$$

$$t_f = 17,5 \quad \text{mm}$$

$$\frac{b_f}{t_f} = 14,857$$

Obliczenie wartości  $\varepsilon$  dla stali St3S:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 1,000 \quad f_d = 215 \quad \text{MPa}$$

$$\frac{b_f}{t_f} \leq 50 * \varepsilon \Rightarrow 14,857 \leq 50,000 \quad \text{warunek spełniony}$$

Przy spełnieniu warunku smukłości według tab.7 normy PN-90/B-03200 współczynnik niestateczności przy ścinaniu  $\phi_{pv} = 1,0$ .

#### Wyznaczenie pól czynnych przy ścinaniu $A_{vx}$ i $A_{vy}$ .

1) W kierunku "y" -  $A_{vy}$ .

$$A_v = h_w * t_w = 2600 \quad \text{mm}^2 = 26,000 \quad \text{cm}^2$$

$$t_w = 10 \quad \text{mm}$$

$$h = 260 \quad \text{mm}$$

2) W kierunku "x" -  $A_{vx}$ .

$$A_v = 2 * b_f * t_f = 9100 \text{ mm}^2 = 91 \text{ cm}^2$$

$$b_f = 260 \text{ mm}$$

$$t_f = 17,5 \text{ mm}$$

**Sprawdzenie warunku nośności na ścinanie.**

**Nośność przekroju na ścinanie.**

1) W kierunku "y".

$$V_{Ry} = 0,58 * \varphi_{pv} * A_{vy} * f_d$$

$$\varphi_{pv} = 1,0$$

$$A_{vy} = 0,00260 \text{ m}^2$$

$$f_d = 215000 \text{ kPa}$$

$$V_{Ry} = 324,220 \text{ kN}$$

2) W kierunku "x".

$$V_{Rx} = 0,58 * \varphi_{pv} * A_{vx} * f_d$$

$$\varphi_{pv} = 1,0$$

$$A_{vx} = 0,009 \text{ m}^2$$

$$f_d = 215000 \text{ kPa}$$

$$V_{Rx} = 1134,770 \text{ kN}$$

**Sprawdzenie warunku nośności na ścinanie.**

1) W kierunku "y".

$$\frac{V_{\max,y}}{V_{Ry}} \leq 1,0$$

$$V_{\max,y} = 17,643 \text{ kN}$$

$$V_{Ry} = 324,220 \text{ kN}$$

$$0,054 \leq 1,0$$

2) W kierunku "x".

$$\frac{V_{\max,x}}{V_{Rx}} \leq 1,0$$

$$V_{\max,x} = 0,882 \text{ kN}$$

$$V_{Rx} = \text{##### kN}$$

$$0,001 \leq 1,0$$

**Wyznaczenie nośności przekroju pławki na zginanie.**

**Nośność na zginanie.**

1) W kierunku "y" - zginanie w pł.pótek.

$$M_{Ry} = \alpha_p * W_y * f_d$$

$$\alpha_p = 1,0$$

$$W_y = 0,000395 \text{ m}^3$$

$$f_d = 215000 \text{ kPa}$$

$$M_{Ry} = 84,925 \text{ kNm}$$

2) W kierunku "x" - zginanie w pł.środnika..

$$M_{Rx} = \alpha_p * W_x * f_d \quad \text{- dla klasy 1,2}$$

$$\alpha_p = 1,0$$

$$W_x = 0,00115 \text{ m}^3$$

$$f_d = 215000 \text{ kPa}$$

$$M_{Rx} = 247,25 \text{ kNm}$$

**Wyznaczenie współczynnika zwiczenia  $\varphi_L$ .**

**Smukłość względna przy zwiczeniu**

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 * \sqrt{\frac{M_{Rx}}{M_{cr}}}$$

**Moment krytyczny przy zwiczeniu (załącznik 3.3).**

$$M_{cr} = \pm A_0 * N_y + \sqrt{(A_0 * N_y)^2 + B^2 * i_s^2 * N_y * N_z} \quad \text{(Z 1-9)}$$

Ze względu na to, że środek ścinania leży w strefie ściskanej pierwszy człon ma znak (+).

$$N_{cr} = N_y = \frac{\pi^2 * E * I_y}{(\mu_y * l)^2} \quad \text{(Z 1-4)} \quad \text{- wyboczenie gięte wzg.osi y}$$

$$N_{cr} = N_z = \frac{1}{i_s^2} * \left[ \frac{\pi^2 * E * I_w}{(\mu_w * l)^2} + G * I_T \right] \quad \text{(Z 1-5)} \quad \text{- wyboczenie skrętne}$$

$$\mu = 1,0 \quad \text{- współczynnik długości wyboczeniowej}$$

$$L_0 = 6,52 \text{ m}$$

$$i_s = \sqrt{i_o^2 + y_s^2}$$

$$i_s = \sqrt{i_o^2 + y_s^2} = 12,990 \text{ cm} \quad - \text{biegunowy promień bezwładności względem środka ścinania}$$

$$i_o = \sqrt{i_x^2 + i_y^2} = 12,990 \text{ cm}$$

$$y_s = 0 \quad - \text{współrzędne środka ścinania}$$

$$i_x = 11,2 \text{ cm}$$

$$i_y = 6,58 \text{ cm}$$

$$A_1 = 0,61$$

$$A_2 = 0,53$$

$$B = 1,14 \quad (\text{tab. Z 1-2})$$

$$a_s = y_s - a_0 = 13 \quad - \text{różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia obc.}$$

$$a_0 = 13 \quad - \text{współrzędne punktu przyłożenia obciążenia względem środka ścinania}$$

$$b_y = y_s - 1/2 * r_x = 0$$

$$r_x = 0 \quad - \text{ramię asymetrii}$$

$$A_0 = A_1 * b_y + A_2 * a_s = 6,89$$

$$E = 205 \text{ GPa}$$

$$I_y = 5135 \text{ cm}^4$$

$$I_w = \frac{I_y * h_1^2}{4} = 988567,7 \text{ cm}^6 \quad - \text{wycinkowy moment bezwładności}$$

$$h = 260 \text{ mm} \quad h_1 = 27,75 \text{ cm}$$

$$t_f = 17,5 \text{ mm}$$

$$\mu_w = 1,0 \quad - \text{współczynnik długości wyboczeniowej przy wyboczeniu skrętnym}$$

$$I_T = \frac{1}{3} * (2 * b_f * t_f^3 + h * t_w^3) = 101,563 \text{ cm}^4 \quad - \text{moment bezwł. przy skręcaniu}$$

$$b_f = 260 \text{ mm}$$

$$t_w = 10 \text{ mm}$$

$$G = 80 \text{ GPa} \quad - \text{współczynnik sprężystości poprzecznej}$$

$$N_{cr} = N_y = \frac{\pi^2 * E * I_y}{(\mu_y * l)^2} = 2443,987 \text{ kN}$$

$$N_{cr} = N_z = \frac{1}{i_s^2} * \left[ \frac{\pi^2 * E * I_w}{(\mu_w * l)^2} + G * I_T \right] = 7603,609 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = \pm A_0 * N_y + \sqrt{(A_0 * N_y)^2 + B^2 * i_s^2 * N_y * N_z} = 17503,288 \text{ kNm}$$

Smukłość względna przy zwichrzeniu :

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 * \sqrt{\frac{M_{Rx}}{M_{cr}}} = 0,137$$

$$M_{Rx} = 247,25 \text{ kNm}$$

**Wartość współczynnika zwichrzenia.**

$\varphi_L$  - współczynnik zwichrzenia przyjmuję według tab.11.

$$\varphi(\bar{\lambda}) = (1 + \bar{\lambda}^{2*n})^{-\frac{1}{n}}$$

$$\bar{\lambda}_L = 0,137$$

$$\varphi_L = 0,019 \quad - \text{według krzywej "a"}$$

**Nośność elementów dwukierunkowo zginanych.**

$$\frac{M_x}{\varphi_L * M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} \leq 1,0$$



$M_x =$	1,445	kNm	$M_{Rx} =$	247,25	kNm
$M_y =$	28,891	kNm	$M_{Ry} =$	84,925	kNm

$$0,653 \leq 1,0 \quad \text{spełniono warunek}$$

**Warunki SGU - ugięcie płatwi.**

Obliczenie ugięcia wykonuje się dla wartości charakterystycznych.

Obliczenie ugięć w dwóch płaszczyznach jak dla belki swobodnie podpartej.

1) W kierunku "y" - ugięcia w pł.półki.

$$f_y = \frac{5}{384} * \frac{q_y^k * l_{0,y}^4}{E * I_y}$$

$$q_y^k = 4,249 \quad \text{kN/mb}$$

$$l_{0,y} = 6,6 \quad \text{m}$$

$$E = 205 \quad \text{GPa}$$

$$I_y = 5135 \quad \text{cm}^4$$

$$f_y = 0,010 \quad \text{m}$$

2) W kierunku "x" - ugięcia w pł.środnika.

$$f_x = \frac{5}{384} * \frac{q_x^k * l_{0,x}^4}{E * I_x}$$

$$q_x^k = 0,212 \quad \text{kN/mb}$$

$$l_{0,x} = 6,6 \quad \text{m}$$

$$E = 205 \quad \text{GPa}$$

$$I_x = 14919 \quad \text{cm}^4$$

$$f_x = 0,0002 \quad \text{m}$$

$$f_{wyp.} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = 0,010 \quad \text{m}$$

**Warunek dopuszczalnego ugięcia płatwi.**

$$f_{wyp.} \leq f_{dop.} = \frac{l}{200}$$

$$l = 6,6 \quad \text{m}$$

$$0,010 \leq 0,03275 \quad \text{m} \quad \text{warunek spełniono}$$

**Ograniczenie smukłości płatwi.**

Smukłość ogranicza się z uwagi na pracę płatwi w tężniku dachowym.

Sprawdzenie smukłości płatwi w dwóch płaszczyznach.

Ograniczenie smukłości do 250 dla elementów ściskanych wg 4.4.1. d.

1) W kierunku "y".

$$\lambda_y = \frac{l_{0,y}}{i_y} \leq 250$$

$$l_{0,y} = 6,6 \quad \text{m}$$

$$i_y = 0,066 \quad \text{m}$$

$$\lambda_y = 99,544$$

2) W kierunku "x".

$$\lambda_x = \frac{l_{0,x}}{i_x} \leq 250$$

$$l_{0,x} = 6,6 \quad \text{m}$$

$$i_x = 0,112 \quad \text{m}$$

$$\lambda_x = 58,482$$