

SPIS ZAWARTOŚCI

1. Podstawy opracowania.
2. Przedmiot i cel opracowania.
3. Zakres opracowania.
4. Opis stanu istniejącego i charakterystyka więźby dachowej.
5. Opis i ocena stanu technicznego.
6. Obliczenia statyczne
7. Wnioski końcowe.
8. Dokumentacja fotograficzna.

1. Podstawy opracowania.

Podstawą opracowania niniejszej dokumentacji są:

- Zlecenie Inwestora,
- Wizja lokalna,
- Pomiary inwentaryzacyjne,
- Dokumentacja fotograficzna,
- Wywiad środowiskowy,
- Dziennik Ustaw nr 75 z dn.15.06.2002 r. wraz z późniejszymi zmianami.

2. Przedmiot i cel opracowania.

Przedmiotem opracowania jest budynek ASP mieszczący się przy ul. Karmelickiej 16 w Krakowie.

Celem opracowania jest ocena stanu technicznego więźby dachowej w/w obiektu dla potrzeb termomodernizacji budynku oraz montażu instalacji fotowoltaicznej.

3. Zakres opracowania.

Zakresem opracowania jest opinia o stanie technicznym więźby dachowej budynku w branży konstrukcyjnej.

4. Opis stanu istniejącego.

4.1. Ogólny opis obiektu:

Opisywany obiekt jest budynkiem wykonanym w technologii tradycyjnej, ściany murowane, stropy i drewniana więźba dachowa. Budynek składa się z czterech kondygnacji nadziemnych i jednej podziemnej.

Budynek zadaszony jest na części rzutu dachem dwuspadowym a na pozostałej części dachem jednospadowym o nachyleniu połaci 14°.

4.2. Opis rozwiązań konstrukcyjnych:

Konstrukcja dachu drewniana, o układzie konstrukcyjnym płatwiowo-kleszczowym, słupy oparte na tramach.

Dach dwuspadowy i jednospadowy o nachyleniu połaci 14° , nieocieplony, pokryty papą ułożoną na deskowaniu pełnym.

Krokwie wykonane zostały jako ciągłe o wymiarach #10/12cm w rozstawie ~1,2m, oparte na płatwiach i murlatach #14/14cm.

Płatwie oparte na słupach #14/14, oraz na ścianach nośnych, rozstaw słupów do 4,0m. Połączenie płatwi i słupów usztywnione mieczami.

Słupy są oparte na podwalinach oraz na tramach.

Dodatkowo sztywność w kierunku poprzecznym zwiększono wykonując zastrzały o wymiarach #12x12cm.

Wszystkie połączenia wykonano na złącza ciesielskie, w niektórych miejscach wzmacniane dodatkowo elementami stalowymi.

5. Opis i ocena stanu technicznego.

Konstrukcja dachu oraz pokrycie dachowe:

Konstrukcja dachu oraz pokrycie dachowe jest w dobrym stanie technicznym oraz pozwala na bezpieczne wykonanie przewidzianych prac termomodernizacyjnych oraz montaż paneli fotowoltaicznych.

6. Obliczenia statyczne.

Dla analizowanej więźby dachowej przeprowadzono obliczenia statyczne.

6.1. Krokiew dachowa

6.1.1. Obliczenia krokwi dachowej dla stanu istniejącego:

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 12,0 \text{ cm}$

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

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 $a = 1,20 \text{ m}$

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

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 2,80 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 2,80 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

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

$g_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 3, $A=200 \text{ m n.p.m.}$, nachylenie połaci $40,0 \text{ st.}$):

$S_k = 0,960 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, strefa I, $H=200 \text{ m n.p.m.}$, teren A, $z=H=25,0 \text{ m}$, budowla zamknięta, wymiary budynku $H=25,0 \text{ m}$, $B=15,0 \text{ m}$, $L=40,0 \text{ m}$, nachylenie połaci $40,0 \text{ st.}$, $\beta=1,80$):

$p_k = 0,275 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

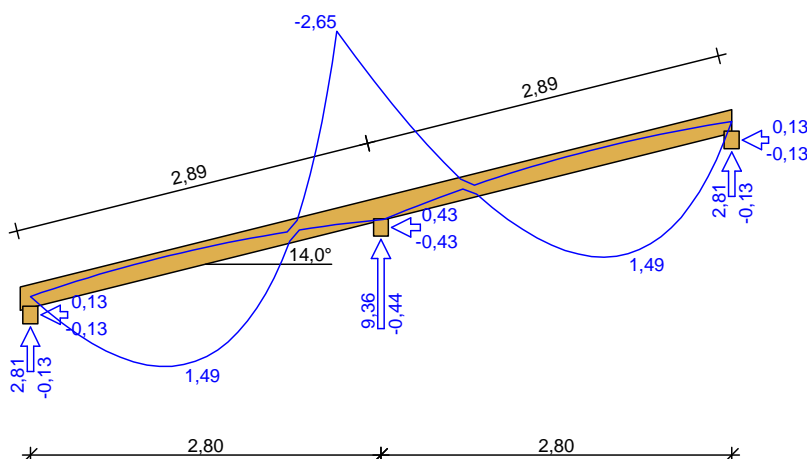
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac zawietrzna, strefa I, $H=200 \text{ m n.p.m.}$, teren A, $z=H=25,0 \text{ m}$, budowla zamknięta, wymiary budynku $H=25,0 \text{ m}$, $B=15,0 \text{ m}$, $L=40,0 \text{ m}$, nachylenie połaci $40,0 \text{ st.}$, $\beta=1,80$):

$p_k = -0,275 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

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

WYNIKI:

— M [kNm]
— R [kN]



Zginanie:

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

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -2,65 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 11,03 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,747 < 1$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{\text{fin}} = 4,86 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 14,43 \text{ mm} \quad (33,7\%)$$

6.1.2. Obliczenia krokwi dachowej dla stanu projektowanej termomodernizacji:

Dodatkowe obciążenie wynikające z planowanej termomodernizacji dachu:

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Płyty GKF - 1 warstwa [0,200kN/m ²]	0,15	1,20	--	0,18
2.	Wełna mineralna luzem grub. 20 cm [1,2kN/m ³ ·0,20m]	0,24	1,30	--	0,31
3.	Technologiczne - instalacje [0,100kN/m ²]	0,10	1,40	--	0,14
Σ :		0,49	1,29	--	0,63

Wyniki obliczeń statycznych:

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 12,0 \text{ cm}$

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

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Obciążenia dachu:

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

$$g_k = 0,300 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,10$$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 3, A=200 m n.p.m., nachylenie połaci 40,0 st.):

$$S_k = 0,960 \text{ kN/m}^2 \text{ rzutu połaci dachowej}, \gamma_f = 1,50$$

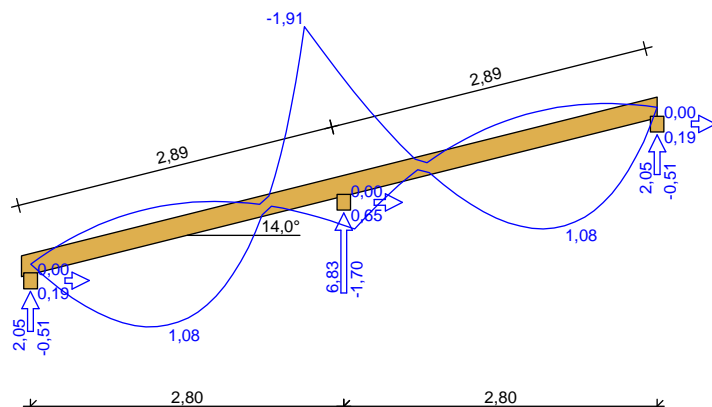
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, strefa I, H=200 m n.p.m., teren A, z=H=25,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=25,0 m, B=15,0 m, L=40,0 m, nachylenie połaci 14,0 st., $\beta = 1,80$):

$$p_k = -0,620 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,490 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej na całej krokwi; $\gamma_f = 1,20$

WYNIKI:

— M [kNm]
— R [kN]



Zginanie:

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

Moment obliczeniowy:

$$M_{podp} = -1,91 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 7,96 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,539 < 1$$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$$u_{fin} = 4,91 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 14,43 \text{ mm} \quad (34,1\%)$$

6.1.3. Obliczenia krokwi dachowej dla stanu projektowanej termomodernizacji i instalacji paneli fotowoltaicznych:

Dodatkowe obciążenie wynikające z planowanej termomodernizacji dachu i instalacji paneli fotowoltaicznych:

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Panele fotowoltaiczne [0,200kN/m ²]	0,20	1,20	--	0,24
2.	Płyty GKF - 1 warstwa [0,200kN/m ²]	0,15	1,20	--	0,18
3.	Wełna mineralna luzem grub. 20 cm [1,2kN/m ³ ·0,20m]	0,24	1,30	--	0,31
4.	Technologiczne - instalacje [0,100kN/m ²]	0,10	1,40	--	0,14
Σ:		0,69	1,26	--	0,87

Wyniki obliczeń statycznych:

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 12,0 \text{ cm}$

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

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 dachu:

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

$g_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 3, $A=200 \text{ m n.p.m.}$, nachylenie połaci $14,0 \text{ st.}$):

$S_k = 0,960 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

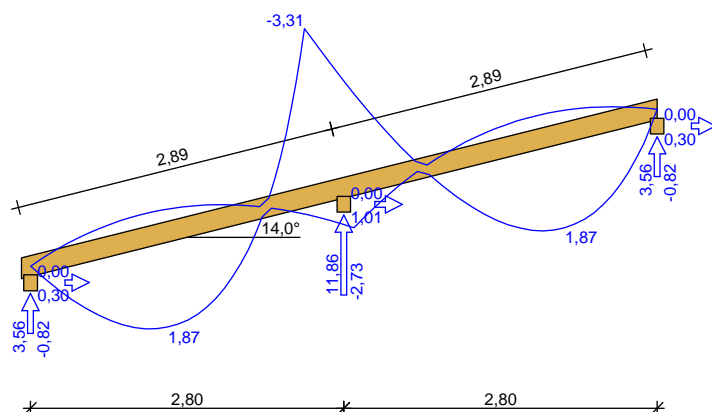
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, strefa I, $H=200 \text{ m n.p.m.}$, teren A, $z=H=25,0 \text{ m}$, budowla zamknięta, wymiary budynku $H=25,0 \text{ m}$, $B=15,0 \text{ m}$, $L=40,0 \text{ m}$, nachylenie połaci $14,0 \text{ st.}$, $\beta=1,80$):

$p_k = -0,620 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,690 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej na całej krokwi; $\gamma_f = 1,26$

WYNIKI:

— M [kNm]
— R [kN]



Zginanie:

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

Moment obliczeniowy:

$M_{podp} = -3,31 \text{ kNm}$

Warunek nośności - podpora:

$\sigma_{m,y,d} = 13,81 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,935 < 1$

Ugięcie (odcinek środkowy):

$u_{fin} = 8,62 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 14,43 \text{ mm} \quad (59,8\%)$

$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 7,42 \text{ mm} < u_{net,fin} = 11,50 \text{ mm} \quad (64,5\%)$

6.1.4. Obliczenia krokwi w strefie powiększonego przęsła dla stanu projektowanej termomodernizacji:

Dodatkowe obciążenie wynikające z planowanej termomodernizacji dachu:

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Płyty GKF - 1 warstwa [0,200kN/m ²]	0,15	1,20	--	0,18
2.	Wełna mineralna luzem grub. 20 cm [1,2kN/m ³ ·0,20m]	0,24	1,30	--	0,31
3.	Technologiczne - instalacje [0,100kN/m ²]	0,10	1,40	--	0,14
Σ:		0,49	1,29	--	0,63

Wyniki obliczeń statycznych:

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 10,0$ cm

Wysokość $h = 12,0$ cm

Zacios na podporach $t_k = 0,0$ 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 $\alpha = 14,0^\circ$

Rozstaw krokwi $a = 1,25$ m

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,00$ m

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 2,80$ m

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 4,50$ m

element w remontowanym obiekcie starym

Obciążenia dachu:

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

$g_k = 0,300$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połąć bardziej obciążona, strefa 3, $A=200$ m n.p.m., nachylenie połaci $40,0$ st.):

$S_k = 0,960$ kN/m² rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

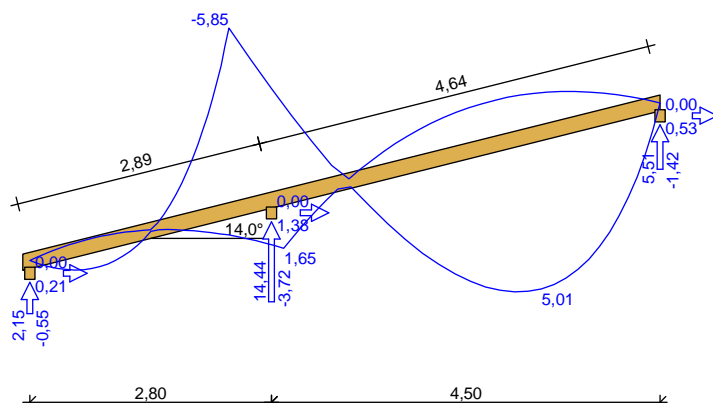
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połąć nawietrzna, strefa I, $H=200$ m n.p.m., teren A, $z=H=25,0$ m, budowla zamknięta, wymiary budynku $H=25,0$ m, $B=15,0$ m, $L=40,0$ m, nachylenie połaci $14,0$ st., $\beta=1,80$):

$p_k = -0,620$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,490$ kN/m² połaci dachowej na całej krokwi; $\gamma_f = 1,20$

WYNIKI:

— M [kNm]
— R [kN]



Zginanie:

decyduje kombinacja B (obc.stała max.+ocieplenie+śnieg)

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -5,85 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 24,39 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1,651 > 1 \quad (!!!)$$

Ugięcie (odcinek górny):

$$u_{\text{fin}} = 66,76 \text{ mm} > u_{\text{net,fin}} = 1,5 \cdot l / 200 = 34,78 \text{ mm} \quad (191,9\%) \quad (!!!)$$

Określenie wymaganego przekroju płatwi:

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 16,0 \text{ cm}$

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

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

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

Rozstaw krokwi $a = 1,25 \text{ m}$

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

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 2,80 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 4,50 \text{ m}$

element w remontowanym obiekcie starym

Obciążenia dachu:

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

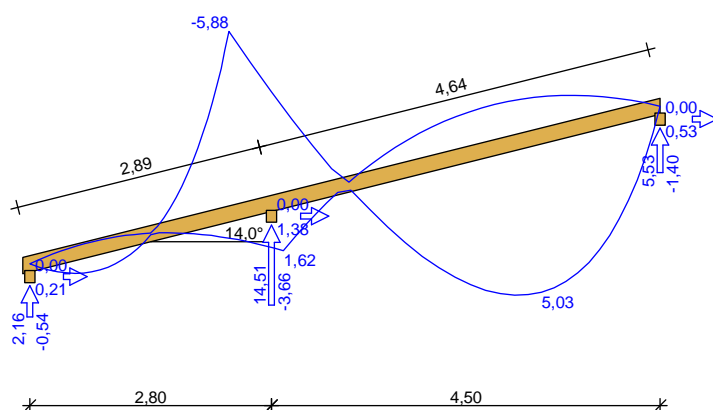
$$g_k = 0,300 \text{ kN/m}^2 \text{ połaci dachowej}, \gamma_f = 1,10$$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 3, $A=200$ m n.p.m., nachylenie połaci $40,0$ st.):
 $S_k = 0,960 \text{ kN/m}^2$ rzutu połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, strefa I, $H=200$ m n.p.m., teren A, $z=H=25,0$ m, budowla zamknięta, wymiary budynku $H=25,0$ m, $B=15,0$ m, $L=40,0$ m, nachylenie połaci $14,0$ st., $\beta=1,80$):
 $p_k = -0,620 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,490 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej na całej krokwi; $\gamma_f = 1,20$

WYNIKI:

— M [kNm]
 — R [kN]



Zginanie:

decyduje kombinacja B (obc.stała max.+ocieplenie+śnieg)

Moment obliczeniowy:

$$M_{podp} = -5,88 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 13,78 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,933 < 1$$

Ugięcie (odcinek górny):

$$u_{fin} = 28,36 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1,5 \cdot l / 200 = 34,78 \text{ mm} \quad (81,5\%)$$

Krokiew w strefie z większym przęsłem, zaznaczoną na rys.1 w celu przeniesienia dodatkowego obciążenia wynikającego z termomodernizacji, powinna zostać wzmocniona do przekroju poprzecznego o wymiarach 10x16cm.

6.2. Płatew dachowa pośrednia

6.2.1. Obliczenia płatwi pośredniej dla stanu istniejącego:

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:

Płatew podparta obustronnie mieczami

Rozstaw słupów $l = 4,80 \text{ m}$

Odległość podparcia płatwi mieczem $a_m = 1,20 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe $[0,300 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 1,00) / \cos 14,0^\circ]$

$G_k = 0,773 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem $[0,960 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 1,00)]$

$S_k = 2,400 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem (pionowe) $[(-0,620 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 1,00) / \cos 14,0^\circ) \cdot \cos 14,0^\circ]$

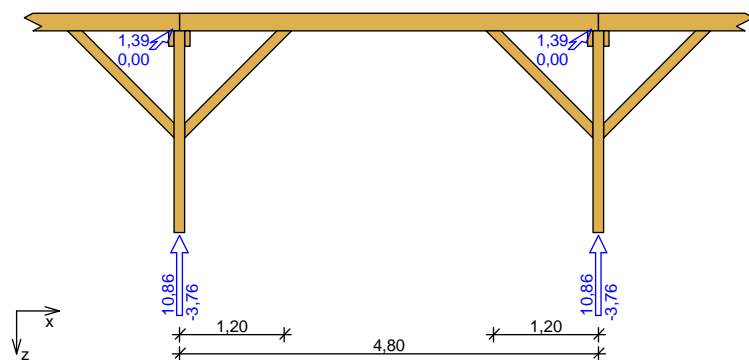
$W_{k,z} = -1,549 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem (poziome) $[(-0,620 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 1,00) / \cos 14,0^\circ) \cdot \sin 14,0^\circ]$

$W_{k,y} = -0,386 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

WYNIKI:

$R_z [\text{kN}]$
 $R_y [\text{kN}]$ } dla jednego odcinka (przęsta)



Zginanie:

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

Momenty obliczeniowe

$M_{y,max} = 3,26 \text{ kNm}$; $M_{z,max} = 0,00 \text{ kNm}$

Warunek nośności:

$\sigma_{m,y,d} = 7,13 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ MPa}$, $f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$

$k_m = 0,7$

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,338 < 1$

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,482 < 1$

Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$u_{fin,z} = 5,90 \text{ mm}$; $u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$

$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 5,90 \text{ mm} < u_{net,fin} = 12,00 \text{ mm} \quad (49,2\%)$

6.2.2. Obliczenia płatwi pośredniej dla stanu projektowanej termomodernizacji:

Dodatkowe obciążenie wynikające z planowanej termomodernizacji dachu:

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Płyty GKF - 1 warstwa [0,200kN/m ²]	0,15	1,20	--	0,18
2.	Wełna mineralna luzem grub. 20 cm [1,2kN/m ³ ·0,20m]	0,24	1,30	--	0,31
3.	Technologiczne - instalacje [0,100kN/m ²]	0,10	1,40	--	0,14
Σ:		0,49	1,29	--	0,63

Wyniki obliczeń statycznych:

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 14,0$ cm

Wysokość $h = 14,0$ 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:

Płatw podparta obustronnie mieczami

Rozstaw słupów $l = 4,80$ m

Odległość podparcia płatwi mieczem $a_m = 1,20$ m

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe $[(0,300+0,490) \cdot (0,5 \cdot 3,00+1,00)/\cos 14,0^\circ]$

$G_k = 2,035$ kN/m; $\gamma_f = 1,20$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem $[0,960 \cdot (0,5 \cdot 3,00+1,00)]$

$S_k = 2,400$ kN/m; $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem (pionowe) $[(-0,620 \cdot (0,5 \cdot 3,00+1,00)/\cos 14,0^\circ) \cdot \cos 14,0^\circ]$

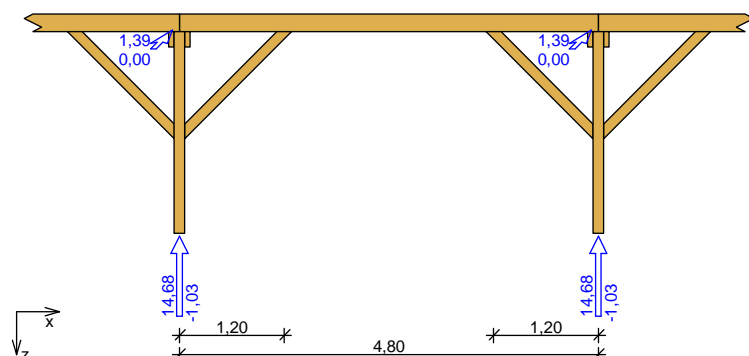
$W_{k,z} = -1,549$ kN/m; $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem (poziome) $[(-0,620 \cdot (0,5 \cdot 3,00+1,00)/\cos 14,0^\circ) \cdot \sin 14,0^\circ]$

$W_{k,y} = -0,386$ kN/m; $\gamma_f = 1,50$

WYNIKI:

R_z [kN]
 R_y [kN] } dla jednego odcinka (przęsta)



Zginanie:

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

Momenty obliczeniowe

$$M_{y,max} = 4,40 \text{ kNm}; \quad M_{z,max} = 0,00 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} = 9,63 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,456 < 1$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,652 < 1$$

Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$$u_{fin,z} = 8,87 \text{ mm}; \quad u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$$

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 8,87 \text{ mm} < u_{net,fin} = 12,00 \text{ mm} \quad (73,9\%)$$

6.2.3. Obliczenia płatwi pośredniej dla stanu projektowanej termomodernizacji i instalacji paneli fotowoltaicznych:

Dodatkowe obciążenie wynikające z planowanej termomodernizacji dachu i instalacji paneli fotowoltaicznych:

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Panele fotowoltaiczne [0,200kN/m ²]	0,20	1,20	--	0,24
2.	Płyty GKF - 1 warstwa [0,200kN/m ²]	0,15	1,20	--	0,18
3.	Wełna mineralna luzem grub. 20 cm [1,2kN/m ³ ·0,20m]	0,24	1,30	--	0,31
4.	Technologiczne - instalacje [0,100kN/m ²]	0,10	1,40	--	0,14
Σ:		0,69	1,26	--	0,87

Wyniki obliczeń statycznych:

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:

Płatew podparta obustronnie mieczami

Rozstaw słupów $l = 4,80 \text{ m}$

Odległość podparcia płatwi mieczem $a_m = 1,20 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe $[(0,300+0,690) \cdot (0,5 \cdot 3,00+1,00) / \cos 14,0^\circ]$

$$G_k = 2,551 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,21$$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem $[0,960 \cdot (0,5 \cdot 3,00+1,00)]$

$$S_k = 2,400 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem (pionowe) $[(-0,620 \cdot (0,5 \cdot 3,00+1,00) / \cos 14,0^\circ) \cdot \cos 14,0^\circ]$

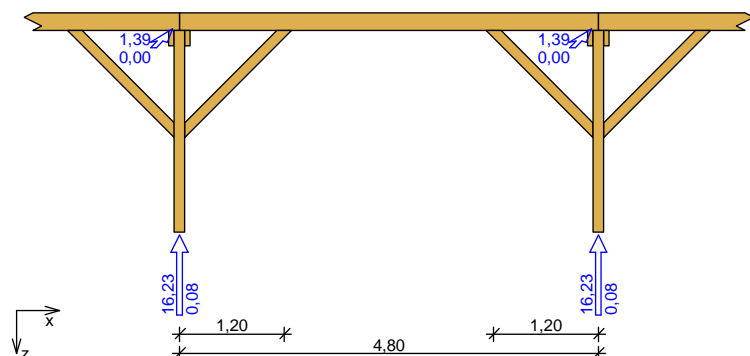
$$W_{k,z} = -1,549 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem (poziome) $[(-0,620 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 1,00) / \cos 14,0^\circ) \cdot \sin 14,0^\circ]$

$$W_{k,y} = -0,386 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

WYNIKI:

R_z [kN]
 R_y [kN] } dla jednego odcinka (przęsta)



Zginanie:

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

Momenty obliczeniowe

$$M_{y,max} = 4,87 \text{ kNm}; \quad M_{z,max} = 0,00 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} = 10,65 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,505 < 1$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,721 < 1$$

Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$$u_{fin,z} = 10,08 \text{ mm}; \quad u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$$

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 10,08 \text{ mm} < u_{net,fin} = 12,00 \text{ mm} \quad (84,0\%)$$

6.3. Wnioski:

- Projektowana termomodernizacja konstrukcji dachu oraz montaż instalacji fotowoltaicznej nie spowoduje przekroczenia stanów granicznych nośności i użytkowalności krokwi dachowych poza częścią środkową zaznaczoną na rys. 01.
- Projektowana termomodernizacja konstrukcji dachu oraz montaż instalacji fotowoltaicznej nie spowoduje przekroczenia nośności płaty pośredniej rozpatrywanej więźby.
- **Przed rozpoczęciem prac związanych z termomodernizacją i montażem paneli fotowoltaicznych należy wykonać wzmocnienie dłuższych przęseł krokwi dachowych w strefie zaznaczonej na rysunku poprzez nabicie od spodu łąt drewnianych o przekroju 10x4cm. Wzmocnienia należy wykonać w taki sposób, aby krokiew wraz z łątami pracowały, jako przekrój jednolity.**

7. Wnioski końcowe.

Na podstawie przeprowadzonych oględzin konstrukcji oraz analizy danych należy stwierdzić:

- Konstrukcja więźby dachowej jest w dobrym stanie technicznym, a przewidziane roboty związane z termomodernizacją dachu oraz montaż paneli fotowoltaicznych są możliwe do wykonania.
- Przewidziane w opracowaniu prace nie wpłyną negatywnie na istniejący stan konstrukcji dachu.
- **Przed przystąpieniem do termomodernizacji dachu należy dokonać wzmocnienia krokwi dachowych w zaznaczonym obszarze na rysunku 01.**
- Pamiętać należy również, że część konstrukcji więźby dachowej jest obecnie zakryta i nie sposób jednoznacznie określić jej stanu technicznego ani nośności.
- W trakcie wykonywania prac, w razie stwierdzenia korozji biologicznej lub znacznego zużycia elementów więźby dachowej, należy dokonać wzmocnień lub wymiany poszczególnych elementów.

8. Dokumentacja fotograficzna.

Konstrukcja więźby dachowej



Konstrukcja więźby dachowej



Konstrukcja więźby dachowej



Konstrukcja więźby dachowej



Widok więźby dachowej



Projektował: mgr inż. Łukasz Zboch

.....