

OPINIA TECHNICZNA

**dotycząca oceny stanu technicznego
konstrukcji dachu nad budynkiem Zespołu Szkolno – Przedszkolnego w Zalesiu**

Obiekt: Zespół Szkolno - Przedszkolny w Zalesiu

Adres: Marianów 12a, 98-105 Wodzierady
dz. nr ewid. 197/1

Zamawiający: Gmina Wodzierady

Autor : mgr inż. Jarosław Snowarski
upr. bud. LOD/1989/PWOK/12

Zduńska Wola, 23.08.2023r.

1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowi zlecenie dla opracowania dotyczącego realizacji projektu instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 12 kWp zasilającej budynek Zespołu Szkolno – przedszkolnego w Zalesiu

Opinia techniczna została opracowana przede wszystkim w oparciu o oględziny podczas wizji lokalnej oraz niezbędne pomiary. Dokumentacji archiwalnej brak. Brak możliwości dokonania odkrywek

2. Przedmiot, cel i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszej opinii jest ocena stanu technicznego elementów konstrukcyjnych dachu pod kątem dodatkowego obciążenia dla planowanej instalacji paneli PV. W zakres opracowania wchodzi propozycja ewentualnych wzmocnień konstrukcji.

3. Ocena techniczna

Ocenie technicznej poddano następujące elementy

a) Konstrukcja dachu

Na podstawie oględzin oraz dokonanych pomiarów stwierdzam dach w konstrukcji tradycyjnej drewnianej krokwiowo-płatwiowej z elementami spinającymi w postaci belek typu jętki. Konstrukcja oparta na stropie gęstożebrowym typu Teriva. Widoczne ugięcia i odkształcenia płatwi, niepełne przekroje elementów drewnianych, mieczy na słupkach brak.

b) Stan pokrycia dachowego i obróbek blacharskich

Dach pokryty blachą stalową na łątach 2,5x10cm w rozstawie około 57cm. Brak warstwy wstępnego krycia.

c) Kominy

Przewody kominowe o otwartych wylotach, bez zakończeń, nie spełniają wymogów normowych. W ramach przyszłej inwestycji kominy doprowadzić do stanu zgodnego z przepisami, docelowo zaleca się ocieplenie przewodów oraz obłożenie ich blachą.

d) Dostęp na dach

Dostęp na poddasze przez wylaz wewnętrzny, z poddasza na dach poprzez wylaz dachowy.

UWAGA

Nie wyklucza się innych uszkodzeń, nieprawidłowości których nie można było zidentyfikować podczas oględzin. W przypadku wątpliwości należy dalsze czynności skonsultować z autorem niniejszej opinii.

4. Założenia projektowe i obliczeniowe

Zakłada się montaż paneli fotowoltaicznych na stelażu mocowanym do blachy. Przyjęto system aluminiowych mostków i szyn montażowych.

Obciążenia panelami i konstrukcją przyjęto zgodnie z kartą techniczną na poziomie $0,20\text{kN/m}^2$ (panel o wymiarach $2,19\text{m} \times 1,10\text{m}$ i masie $26,5\text{kg}$, 2 x szyna montażowa $0,83\text{ kg/mb}$ + podkładki)

5. Wnioski i zalecenia

Stwierdzam, że elementy konstrukcyjne dachu drewnianego znajdują się w nienależytym stanie technicznym. Przeprowadzone obliczenia konstrukcyjne dla stanu istniejącego wykazują przekroczenia stanów granicznych nośności i użytkowania. W przypadku nie dociążania dachu panelami PV należy dokonać wzmocnień płatwi poprzez dogęszczenie podparć i zastosowanie siodełek. Jednocześnie przeprowadzono obliczenia sprawdzające dla planowanego dociążenia dachu panelami PV. Obliczenia wykazały, że możliwe jest dociążenie dachu panelami fotowoltaicznymi zgodnie z projektem branży elektrycznej **jedynie po uprzednim wzmocnieniu konstrukcji dachu**. Proponuje się wzmocnienie w postaci wykonania dodatkowych słupków $12 \times 12\text{cm}$ w rozstawie poprzecznym nie większym niż $2,5\text{m}$ z zastosowaniem siodełek. Dodatkowo analizie poddano łąty gdzie nośność w przypadku dociążenia dachu będzie przekroczona, należy dogęścić rozstaw łąt do wartości max 30cm . Z uwagi na małą nośność krokwi podczas montażu stosować elementy nośne niezależne (nie chodzić po łątach). W przypadku rozstawu krokwi większego niż zmierzony ($0,84\text{cm}$) należy dokonać wzmocnienia krokwi lub wprowadzić krokwie pośrednie. W przypadku prac zastosować membranę wstępnego krycia jako warstwę pod blachą. Niezależnie do dalszych zamierzeń inwestycyjnych całą konstrukcję zaimpregnować preparatami grzybo i owadobójczymi z zabezpieczeniem konstrukcji w zakresie ochrony p.poż. Elementy oczyścić z kory. Zalecane jest opracowanie projektu wzmocnienia konstrukcji dachu.

6. Uwagi końcowe

Podczas robót stosować wyłącznie wyroby dopuszczone do stosowania w budownictwie zgodnie z przeznaczeniem. Zachowywać odstępy technologiczne. W trakcie prac monitorować stan konstrukcji. Ostateczny wybór co do dalszych działań należy do Inwestora. Wszelkie podane w opracowaniu nazwy własne firm lub produktów nie służą wskazaniu konkretnej marki, służą jedynie wskazaniu parametrów technicznych przyjętego w projekcie produktu, dopuszcza się zastosowanie produktu innej marki pod warunkiem zachowania równoważnych (nie gorszych) parametrów techniczno-użytkowych. Wszelkie prace prowadzić po uzyskaniu stosownej zgody administracyjnej. Podczas prac należy przestrzegać ogólnych zasad bhp. Prace prowadzić należy zgodnie z zasadami wiedzy technicznej. Autor opracowania nie odpowiada za wady ukryte, których nie można było stwierdzić w czasie wizji lokalnej. Z uwagi na brak możliwości wykonania nie wyklucza się istnienia innych niż opisane w niniejszym opracowaniu wad i nieprawidłowości wykonania. Niniejsza dokumentacja może posłużyć do jednorazowego przeprowadzenia inwestycji, której dotyczy. Wszelkie kopiowanie, powielanie i dokonywanie zmian w projekcie bez zgody autora jest niedozwolone (Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych z dn. 04.02.1994r.).

7. Wyniki obliczeń

7.1. Krokiew szkoła

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 7,0$ cm

Wysokość $h = 12,0$ cm

Zacios na podporach $t_k = 3,0$ cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C18**

→ $f_{m,k} = 18$ MPa, $f_{t,0,k} = 11$ MPa, $f_{c,0,k} = 18$ MPa, $f_{v,k} = 2$ MPa, $E_{0,mean} = 9$ GPa, $\rho_k = 320$ kg/m³

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

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

Rozstaw krokwi $a = 0,84$ m

Długość rzutu poziomego wspornika $l_{w,x} = 0,90$ m

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego $l_{d,x} = 2,16$ m

Długość rzutu poziomego odcinka górnego $l_{g,x} = 1,72$ m

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe $g_k = 0,950$ kN/m² połaci dachowej; $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono ciężar własny krokwi

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

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

- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, strefa I, H=300 m n.p.m., teren A, z=H=10,0 m, budowla zamknięta, wymiary budynku H=10,0 m, B=10,0 m, L=10,0 m, nachylenie połaci 12,0 st., $\beta = 1,80$):

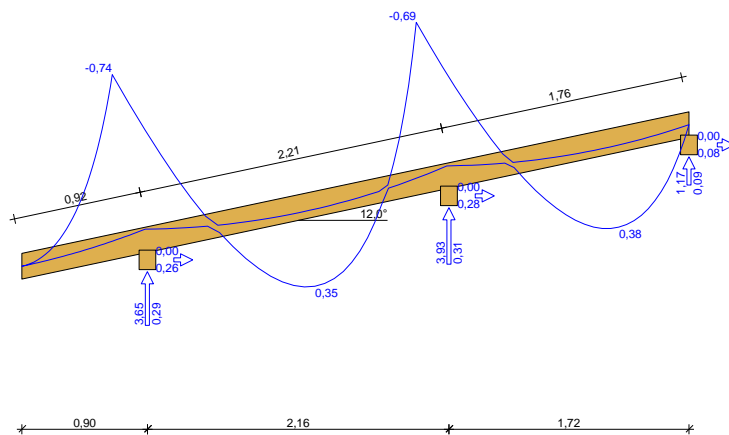
$p_k = -0,486$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie ociepleniem $g_{kk} = 0,000$ kN/m² połaci dachowej

WYNIKI:

— M [kNm]

— R [kN]



Zginanie:

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

Moment obliczeniowy:

$M_{podp} = -0,74$ kNm

Warunek nośności - podpora:

$\sigma_{m,y,d} = 7,85$ MPa, $f_{m,y,d} = 8,31$ MPa

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,945 < 1$

Ugięcie (wspornik):

$u_{fin} = 2,77$ mm < $u_{net,fin} = 2,0 \cdot l / 200 = 9,20$ mm (30,1%)

Ugięcie (odcinek górny):

$u_{fin} = 1,32$ mm < $u_{net,fin} = l / 200 = 8,79$ mm (15,0%)

7.2. Płatew szkoła

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 12,5 \text{ cm}$

Wysokość $h = 12,5 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C18**

→ $f_{m,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 11 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 9 \text{ GPa}$, $\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Płatew podparta tylko słupami

Rozstaw słupów $l = 4,20 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe $[0,100 \cdot (0,5 \cdot 2,16 + 1,72) / \cos 12,0^\circ]$

$G_k = 0,286 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem $[0,720 \cdot (0,5 \cdot 2,10 + 1,72)]$

$S_k = 1,994 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem (pionowe) $[(-0,486 \cdot (0,5 \cdot 2,10 + 1,72) / \cos 12,0^\circ) \cdot \cos 12,0^\circ]$

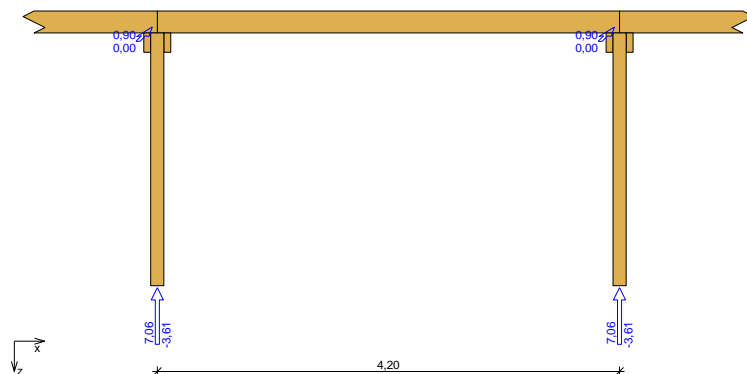
$W_{k,z} = -1,346 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem (poziome) $[(-0,486 \cdot (0,5 \cdot 2,10 + 1,72) / \cos 12,0^\circ) \cdot \sin 12,0^\circ]$

$W_{k,y} = -0,286 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

WYNIKI:

$\begin{cases} R_z \text{ [kN]} \\ R_y \text{ [kN]} \end{cases}$ dla jednego odcinka (prześla)



Zginanie:

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

Momenty obliczeniowe

$M_{y,max} = 7,41 \text{ kNm}$; $M_{z,max} = 0,00 \text{ kNm}$

Warunek nośności:

$\sigma_{m,y,d} = 22,76 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 11,08 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ MPa}$, $f_{m,z,d} = 11,08 \text{ MPa}$

$k_m = 0,7$

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 1,438 > 1$ (!!!)

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 2,054 > 1$ (!!!)

Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$u_{fin,z} = 68,50 \text{ mm}$; $u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$

$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 68,50 \text{ mm} > u_{net,fin} = 21,00 \text{ mm}$ (326,2%) (!!!)

7.3 Płatew szkoła + PV

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 12,5 \text{ cm}$

Wysokość $h = 12,5 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C18**

→ $f_{m,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 11 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 9 \text{ GPa}$, $\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Płatew podparta obustronnie siodełkami

Rozstaw słupów $l = 2,50 \text{ m}$

Długość wysięgu siodełek $a_m = 0,70 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe $[0,950 \cdot (0,5 \cdot 2,16 + 1,72) / \cos 12,0^\circ]$

$G_k = 2,719 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,10$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem $[0,720 \cdot (0,5 \cdot 2,10 + 1,72)]$

$S_k = 1,994 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem (pionowe) $[(-0,486 \cdot (0,5 \cdot 2,10 + 1,72) / \cos 12,0^\circ) \cdot \cos 12,0^\circ]$

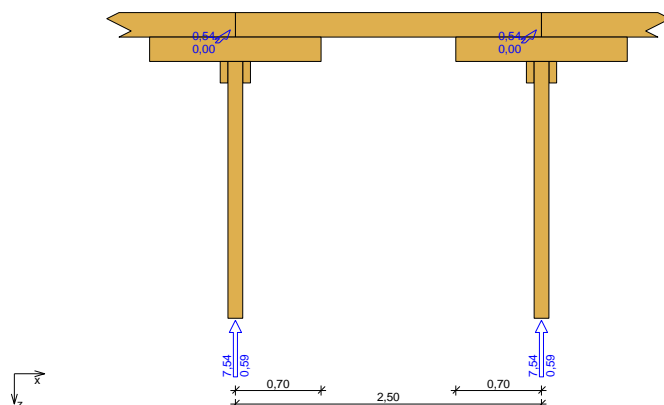
$W_{k,z} = -1,346 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem (poziome) $[(-0,486 \cdot (0,5 \cdot 2,10 + 1,72) / \cos 12,0^\circ) \cdot \sin 12,0^\circ]$

$W_{k,y} = -0,286 \text{ kN/m}$; $\gamma_f = 1,50$

WYNIKI:

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



Zginanie:

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

Momenty obliczeniowe

$M_{y,max} = 2,44 \text{ kNm}$; $M_{z,max} = 0,00 \text{ kNm}$

Warunek nośności:

$\sigma_{m,y,d} = 7,51 \text{ MPa}$, $f_{m,y,d} = 8,31 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ MPa}$, $f_{m,z,d} = 8,31 \text{ MPa}$

$k_m = 0,7$

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,633 < 1$

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,904 < 1$

Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$u_{fin,z} = 6,10 \text{ mm}$; $u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$

$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 6,10 \text{ mm} < u_{net,fin} = 9,00 \text{ mm} \quad (67,7\%)$

7.4. Łata szkoła

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 10,0$ cm

Wysokość $h = 2,5$ cm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C18**

→ $f_{m,k} = 18$ MPa, $f_{t,0,k} = 11$ MPa, $f_{c,0,k} = 18$ MPa, $f_{v,k} = 2$ MPa, $E_{0,mean} = 9$ GPa, $\rho_k = 320$ kg/m³

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

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

Rozstaw łat $a_1 = 0,57$ m

Rozstaw podparć $a = 0,84$ m

Schemat: belka dwuprzęsłowa

Obciążenia:

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

$g_k = 0,200$ kN/m² połaci dachowej; $\gamma_f = 1,10$

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

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 10,0$ m):

$p_k = 0,000$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

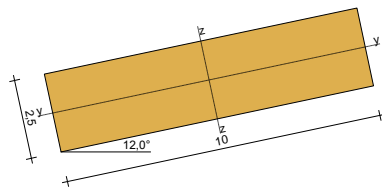
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, strefa I, $H=300$ m n.p.m., teren A, $z=H=10,0$ m, budowla zamknięta, wymiary budynku $H=10,0$ m, $B=10,0$ m, $L=10,0$ m, nachylenie połaci $12,0$ st., $\beta=1,80$):

$p_k = -0,486$ kN/m² połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie skupione $F_k = 0,00$ kN; $\gamma_f = 1,20$

WYNIKI:

$A = 25,0$ cm²
 $W_y = 10,4$ cm³
 $W_z = 41,7$ cm³
 $J_y = 13,0$ cm⁴
 $J_z = 208$ cm⁴
 $m = 0,80$ kg/m



Zginanie:

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

Momenty obliczeniowe:

$M_y = 0,06$ kNm; $M_z = 0,01$ kNm

Warunek nośności:

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,410 < 1$

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,564 < 1$

Warunek stateczności:

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

$\sigma_{m,y,d} = 6,03$ MPa $< k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 11,08$ MPa (54,4%)

$\sigma_{m,z,d} = 0,32$ MPa $< k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d} = 11,08$ MPa (2,9%)

Ugięcie:

decyduje kombinacja: A (obc.stałe+śnieg)

$u_{fin} = 1,60$ mm $< u_{net,fin} = a / 200 = 4,20$ mm (38,1%)

7.5. Łata szkoła + PV

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 2,5 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C18**

→ $f_{m,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 11 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 18 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 9 \text{ GPa}$, $\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

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

Rozstaw łat $a_1 = 0,30 \text{ m}$

Rozstaw podparć $a = 0,84 \text{ m}$

Schemat: belka dwuprzęsłowa

Obciążenia:

- obciążenie stałe $g_k = 1,000 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej; $\gamma_f = 1,10$

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 2, nachylenie połaci $12,0 \text{ st.}$):

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

- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 10,0 \text{ m}$):

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

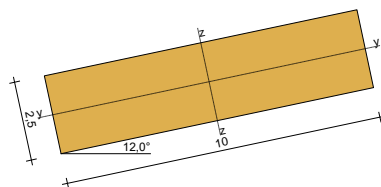
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, strefa I, $H=300 \text{ m}$ n.p.m., teren A, $z=H=10,0 \text{ m}$, budowla zamknięta, wymiary budynku $H=10,0 \text{ m}$, $B=10,0 \text{ m}$, $L=10,0 \text{ m}$, nachylenie połaci $12,0 \text{ st.}$, $\beta=1,80$):

$p_k = -0,486 \text{ kN/m}^2$ połaci dachowej, $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie skupione $F_k = 0,00 \text{ kN}$; $\gamma_f = 1,20$

WYNIKI:

$A = 25,0 \text{ cm}^2$
 $W_y = 10,4 \text{ cm}^3$
 $W_z = 41,7 \text{ cm}^3$
 $J_y = 13,0 \text{ cm}^4$
 $J_z = 208 \text{ cm}^4$
 $m = 0,80 \text{ kg/m}$



Zginanie:

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

Momenty obliczeniowe:

$M_y = 0,06 \text{ kNm}$; $M_z = 0,01 \text{ kNm}$

Warunek nośności:

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,486 < 1$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,669 < 1$$

Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 5,36 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 8,31 \text{ MPa} \quad (64,5\%)$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,28 \text{ MPa} < k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d} = 8,31 \text{ MPa} \quad (3,4\%)$$

Ugięcie:

decyduje kombinacja: A (obc.stałe+śnieg)

$$u_{fin} = 1,82 \text{ mm} < u_{net,fin} = a / 200 = 4,20 \text{ mm} \quad (43,3\%)$$

8. Dokumentacja fotograficzna



Fot. 1 Konstrukcja dachu – widoczne niepełne przekroje elementów drewnianych



Fot. 2 Widoczne odkształcenia płatwi



Fot. 3 Widok ogólny dachu z góry, oznaczenie dachu analizowanego

9. Załączniki

ZAŁĄCZNIK NR 1

Kserokopia uprawnień i zaświadczenie o przynależności do okręgowej izby inżynierów budownictwa