

**EKSPERTYZA
TECHNICZNO – KONSTRUKCYJNA**

dotyczy stanu technicznego więźby dachowej w budynku
przy ul. 1-go Maja nr 39,41 w Jeleniej Górze

Autor opracowania:

inż. Konrad Hornberger

Jelenia Góra kwiecień 2015 r.

Budynek wolnostojący zlokalizowany przy ul. 1-go Maja 39,41 . Geometryczny kształt budynku w rzucie przedstawia literę „C”. Budynek posiada 3-kondygnacje nadziemne, poddasze i strych oraz jest podpiwniczony. Budynek jest obiektem zabytkowym wybudowanym w 1710r. Wiek budynku ok. 300 lat. Wieżba dachowa – zabytkowa – była wielokrotnie naprawiana z frontu i częściowo od podwórza.

2. Opis i ocena stanu technicznego elementów wieżby dachowej i sposoby naprawy uszkodzeń elementów wieżby dachowej.

2.1. Dach i pokrycie dachowe.

Konstrukcja wieżby dachowej – złożona, rozporowo-jętkowa z podpórkami (zastrzałami), wielospadowa, wykonana jest z krawędziaków o tradycyjnych przekrojach dla danego okresu wykonania. Poszczególne elementy wieżby dachowej, takie jak krokwie, płatwie, jętki, słupy, podwaliny, zastrzały, miecze, murlaty, belki stropowe strychu – są lokalnie zaatakowane przez biologiczne szkodniki drewna – owady i grzyb domowy. Stopień zniszczeń z tego powodu jest zróżnicowany i tak:

- krokwie są zniszczone i zużyte w 47%
- płatwie są zniszczone i zużyte w 28%
- słupy nośne są zniszczone i zużyte w 16%
- murlaty są zniszczone i zużyte w 35%
- pozostałe elementy wieżby dachowej są zniszczone i zużyte w 25%

Ogólny stan techniczny wieżby dachowej jest częściowo-zły.

Pokrycie dachowe części stromej połaci jest z dachówki karpiówki w łuskę (podwójne), jest nieszczelne (brak folii zabezpieczającej przed przeciekami), o czym świadczą (licznie) występujące przecieki i zawilgocenia wieżby dachowej, poddasza i stropu strychowego. Stan techniczny pokrycia dachowego z tego powodu jest niezadowalający. Pokrycie dachowe wymaga wymiany po uprzednim wzmocnieniu wieżby dachowej, wymiany ich zniszczonych elementów, założenia folii zabezpieczającej, kontrłat i nowego pokrycia z dachówki ceramicznej – karpiówki w łuskę na nowych łątach.

2.2. Sposoby naprawy uszkodzeń elementów wieżby dachowej.

Uszkodzone murlaty wymieniać odcinkami. Przede wszystkim trzeba podeprzeć krokwie opierające na murlacie na przeznaczonym do wymiany odcinku. Nowa murlata musi być zaimpregnowana i ułożona na warstwie papy polimerowej (zgrzewalnej) w miejscach styku z murem. Podobnie przy wymianie płatwi i słupów, należy uprzednio podstemplować krokwie opierające się na płatwi. Wymianę słupa wykonujemy w sposób następujący. Ustawiamy konstrukcję odciążającą na klinach i przenosimy na nią dotychczasowe obciążenie słupa. Konstrukcję odciążającą słupa wykonujemy pod płatwiami z dwóch stron na podwalinach, aby nie uszkodzić dolnej konstrukcji stropów.

3.0. Obliczenia statyczne – sprawdzające – elementów konstrukcji dachu.

3.1. Obciążenia.

Obciążenie dachem

Dachówka karpiówka – podwójnie (w koronkę)

$0,95 \cdot 1,2 =$

$= 1,14 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie śniegiem – strefa I – $H=350 \text{ m. n.p.m.}$

$$Q_k = 0,007 \cdot 350 - 1,4 = 1,05 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie wiatrem – strefa III

$$q_k = 0,25 + 0,0005 \cdot 350 = 0,425 \text{ kN/m}^2$$

średni kąt nachylenia dachu $\alpha = 45^\circ$ - $\cos \alpha = 0,707$
rozstaw krokwi średnio ok. 1,14 m
średnia długość kroki ok. 4,80 m
zniszczenie i zużycie krokwi ok. 40% - współczynnik 0,6
dach konstrukcji rozporowej – jętkowej z podpórkami (zastrzałami) – konstrukcja złożona.
Krokwie jednoprzęsłowe (dach załamany).

3.2. Sprawdzenie nośności (wytrzymałości krokwi)

$$a_{st} = 1,14 \text{ m} \quad \text{śnieg} - C_s = 1,2 \cdot \left(\frac{60 - 45}{30} \right) = 0,6$$

$$\text{wiatr} - C_w = 0,015 \cdot 45 - 0,2 = 0,475 \quad C_e = 0,8 + 0,02 \cdot 21 = 1,22$$

$$q_{\perp} = (1,14 \cdot 0,707 + 1,05 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,707^2 + 0,425 \cdot 0,475 \cdot 1,22 \cdot 1,8 \cdot 1,3) \cdot 1,14 = 2,11 \text{ kN/m}$$

Drewno kl. C-24 (K21)

Krokwie o wymiarach średnio 14x18 cm co ok. 1,14 m

$$M = 0,125 \cdot 2,11 \cdot 4,8^2 = 6,08 \text{ kNm}$$

$$W_x = \frac{14 \cdot 18^2}{6} = 756 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W_x \cdot 0,6} = \frac{60800}{756 \cdot 0,6} = 134,04 \text{ at} = 13,4 \text{ MPa} > R_m = 10 \text{ MPa}$$

Przekroczenie normowych naprężeń wyniesie:

$$\frac{13,4 - 10,0}{10,0} \cdot 100 = 34\%$$

Sprawdzenie strzałki ugięcia

$$f = \frac{5}{48} \cdot \frac{M l^2}{EJ \cdot 1,2 \cdot 0,6} = \frac{5}{48} \cdot \frac{60800 \cdot 480^2}{80000 \cdot 6804 \cdot 1,2 \cdot 0,6} = 3,72 \text{ cm} > f_{dop} = \frac{480}{200} = 2,40 \text{ cm}$$

Przekroczenie strzałki ugięcia wynosi:

$$\frac{3,72 - 2,40}{2,40} \cdot 100 = 55\%$$

Zatem krokwie osłabione przez biologiczne szkodniki drewna należy wymienić na nowe z drewna kl. C-30 (K27) o przekroju:

$$W_x = \frac{60800}{130} = 468 \text{ cm}^3$$

Przyjęto $b \times h = 14 \times 18 \text{ cm}$

$$I_x = 6804 \text{ cm}^4$$

$$f = \frac{5}{48} \cdot \frac{6804000 \cdot 480^2}{90000 \cdot 6804 \cdot 1,2} = 2,22 \text{ cm} < f_{dop} = \frac{480}{200} = 2,40 \text{ cm} - \text{jak istniejący przekrój } b \times h - 14,18 \text{ cm}$$

3.3. Sprawdzenie nośności (wytrzymałości) płatwi

Obciążenie pionowe – $q_x = (1,14 + 1,05 * 0,6 * 1,5 * 0,707 + 0,425 * 0,475 * 1,22 * 1,8 * 1,3 * 0,707 * (4,8 * 0,5 + 0,8)) = 15,95 \text{ kN/m}$

$$M_x = 0,125 * 15,95 * 3,40^2 = 23,05 \text{ kNm}$$

Obciążenie poziome $q_y = (0,425 * 0,475 * 1,22 * 1,8 * 1,3 * 0,707) * (4,8 * 0,5 + 0,8) = 2,93 \text{ kN/m}$

Drewno klasy C-24 (K21)

Płatwie o wymiarach $b \times h = 22 \times 27 \text{ cm}$,

$$W_x = \frac{22 * 27^2}{6} = 2673 \text{ cm}^3$$

Zniszczenie i zużycie płatwi ok. 20% - współczynnik 0,80

$$I_x = \frac{22 * 27^3}{12} = 36086 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x * 0,8} = \frac{230500}{2673 * 0,8} = 107,79 \text{ at} = 10,78 \text{ MPa} > 10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y * 0,8} = \frac{123200}{2178 * 0,8} = 70,71 \text{ at} = 7,07 \text{ MPa} < 10 \text{ MPa}$$

$$M_y = 0,125 * 2,93 * 5,80^2 = 12,32 \text{ kNm}$$

$$W_y = \frac{27 * 22^2}{6} = 2178 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \sigma_x + \sigma_y = 10,78 + 7,07 = 17,85 \text{ MPa} > R_{dm} * m = 10 \text{ MPa}$$

Przekroczenie naprężeń w płatwiach wyniesie:

$$\frac{17,85 - 10,00}{10,00} * 100 = 78,50\%$$

Sprawdzenie strzałki ugięcia

$$f = \frac{5}{48} * \frac{M l^2}{EJ * 1,2 * 0,8} = \frac{5}{48} * \frac{230500 * 340^2}{80000 * 36086 * 1,2 * 0,8} = 1,00 \text{ cm} < f_{dop} = \frac{240}{200} = 1,20 \text{ cm}$$

Strzałka ugięcia płatwi nie jest przekroczone

Zatem część płatwi osłabionych przez biologiczne szkodniki drewna należy wymienić na nowe z drewna klasy C35 (K33).

$$W_x = \frac{230500}{155,0} = 1487 \text{ cm}^3 - \text{przyjęto } b \times h = 22 \times 27 \text{ cm}$$

$$I_x = \frac{22 * 27^3}{12} = 36086 \text{ cm}^4$$

$$f = \frac{5}{48} * \frac{230500 * 340^2}{100000 * 36086 * 1,2} = 0,64 \text{ m} < f_{dop} = \frac{240}{200} = 1,20 \text{ cm}$$

$$\sigma_c = \frac{230500}{2673} = \frac{123200}{2178} = 86,23 + 56,57 = 142,80 \text{ at} = 14,28 \text{ MPa} < R_{dm * m} = 15,5 - \text{jak istniejący}$$

przekrój $b \times h = 22 \times 27 \text{ cm}$

3.4. Sprawdzenie nośności (wytrzymałości) słupów nośnych płatwi j.w.

$N = 15,95 \cdot (4,60 + 7,0) \cdot 0,5 = 92,51 \text{ kN}$, drewno kl. C24(K21)

Słupy o wymiarach $22 \times 29 \text{ cm}$ – $i_y = 6,36 \text{ cm}$

$$\alpha_c = \frac{420}{6,36} = 66,04 \quad \frac{E_k}{R_{kc}} = \frac{6000}{17} = 352,94 \rightarrow k_w = 0,56$$

$$\sigma_c = \frac{N}{F \cdot k_w \cdot 0,9} = \frac{9251}{22 \cdot 29 \cdot 0,56 \cdot 0,9} = 28,77 \text{ at} = 2,88 \text{ MPa} < R_{dc \cdot m} = 9,5 \text{ MPa}$$

Zniszczenie i zużycie słupów ok. 10% - współczynnik 0,9

$$\text{Na docisk } \sigma_d = \frac{9251}{22 \cdot 29 \cdot 0,9} = 16,11 \text{ at} = 1,61 \text{ MPa} < R_{dm} = 3,50 \text{ MPa}$$

Zatem słupy posiadają właściwą nośność i nie wymagają wymiany z wyjątkiem słupów uszkodzonych przez biologiczne szkodniki drewna.

4. Zalecenia i wnioski końcowe.

4.1. Więźba dachowa – zabytkowa w obecnym stanie zachowania stwarza techniczne możliwości przeprowadzenia jej gruntownej naprawy przez wymianę zniszczonych elementów więźby dachowej przez biologiczne szkodniki drewna

4.2. Na podstawie obliczeń statycznych – sprawdzających – podstawowych elementów konstrukcji dachu, naprawa gruntowna więźby dachowej jest konieczna , **gdyż może w każdej chwili grozić awarią więźby dachowej, zagrażać bezpieczeństwu dla ludzi i mienia.**

4.3. Dalsze okresowe eksploatowanie budynku uwarunkowane jest przeprowadzeniem niezwłocznie gruntownej naprawy więźby dachowej polegającej na wykonaniu niezbędnych robót wynikających z zaleceń ekspertyzy techniczno-konstrukcyjnej, robót konserwacyjnych więźby dachowej i zabezpieczających.

4.4. Zakres robót gruntownej naprawy więźby dachowej jest następujący:

- krokwie istniejące zniszczone przez biologiczne szkodniki drewna (nawet w części) – wymienić na nowe krokwie o wymiarach jak istniejące krokwie z drewna kl. C-30 w ilości ok. 47%. Wzmocnione krokwie deskami też wymienić, gdyż wzmocnienie elementów zabytkowych deskami zmienia charakter konstrukcji zabytkowej i jest niedopuszczalny.
- płatwie zniszczone przez biologiczne szkodniki drewna wymienić w ilości ok. 28% i wykonać z drewna kl. C-35
- słupy nośne uszkodzone przez biologiczne szkodniki drewna wymienić w ilości ok. 16% i wykonać z drewna kl. C-30
- murlaty uszkodzone przez biologiczne szkodniki drewna wymienić w ilości ok. 35% i wykonać z drewna kl. C-30.
- pozostałe elementy więźby dachowej uszkodzone przez biologiczne szkodniki drewna wymienić w ilości ok. 25% i wykonać z drewna kl. C-30.

4.5. Po wymianie elementów więźby dachowej uszkodzonych przez biologiczne szkodniki drewna przystąpić do konserwacji całej więźby dachowej przez trzykrotne opryskiwanie

środkiem do zwalczania owadów żerujących w drewnie - dla obiektów zabytkowych . Zabieg powtarzać co 5 lat.

4.6. Z poddasza usunąć sprzęt w 100%, podłogi oczyścić i zaimpregnować środkami grzybobójczymi tak, alby grzyb się nie przenosił na konstrukcję więźby dachowej – zabytkowej.

Sporządził:

inż. Konrad Hornberger