



ANALIZA PRZYCZYN KATASTROFY BUDOWLANEJ KONSTRUKCJI DACHOWEJ ZESPOŁU PAŁACOWEGO W GORZANOWIE

DANIEL WAŁACH, *walach@agh.edu.pl*

PIOTR DYBEŁ

JUSTYNA JASKOWSKA-LEMAŃSKA

JOANNA CZAJA

Akademia Górniczo-Hutnicza

Streszczenie: W pracy zaprezentowano wyniki analizy, jaką przeprowadzono w celu określenia przyczyn katastrofy budowlanej konstrukcji dachowej zespołu pałacowego w Gorzanowie. Niniejsza katastrofa spowodowana była następstwem rozwoju korozji biologicznej wywołanej znacznym zawilgoceniem konstrukcji więźby, złym stanem technicznym obiektu oraz źle przeprowadzonych prac remontowych pokrycia. W artykule przedstawiono ocenę stanu technicznego omawianego obiektu, zarejestrowane uszkodzenia oraz wyniki obliczeń numerycznych na podstawie, których określono główne przyczyny utraty stateczności konstrukcji.

Słowa kluczowe: katastrofa budowlana, więźba dachowa, zespół pałacowy w Gorzanowie.

1. Wprowadzenie

Zabytkowe zespoły pałacowe są nieodzowną częścią krajobrazu Dolnego Śląska. Jednak ostatnie dziesięciolecia dla wielu z nich to czas powolnej degradacji oraz utraty swoich walorów artystycznych. Wynika to często z braku uregulowanych praw własnościowych oraz niejednokrotnie konieczności przeprowadzenia dużych prac modernizacyjnych w celu doprowadzenia ich do stanu użytkowania. Podobna sytuacja wystąpiła w przypadku zespołu pałacowego w Gorzanowie, gdzie ze względu na brak odpowiednich zabezpieczeń oraz wykonywania niezbędnych prac modernizacyjnych doprowadzono do stanu katastrofy budowlanej. Częste zmiany właściciela omawianego obiektu oraz brak bieżących remontów spowodowały niejednokrotnie trwałe uszkodzenia elementów konstrukcyjnych.

Zespół pałacowy w Gorzanowie (woj. dolnośląskie) powstał w 1573 r., później był wielokrotnie modernizowany, a swoją obecną formę przyjął podczas ostatniego remontu w latach 1900–1906 (rys. 1). Obecnie pałac złożony jest z czterech skrzydeł otaczających wewnętrzny dziedziniec o powierzchni 250,0 m² z głównym reprezentacyjnym korpusem od wschodu. Do skrzydeł pałacu od południa i północy przylegają boczne, nieregularne dziedzińce częściowo otoczone dodatkowymi skrzydłami, a od zachodu duży prostokątny dziedziniec zamknięty budynkami gospodarczymi [2, 3].

Po II wojnie światowej pałac podzielił losy innych zabytków, zagospodarowano oficyny i pomieszczenia gospodarcze a korpus główny został opuszczony. Zachowane obiekty pałacowo-parkowe niszczały, były dewastowane i rozkradane. W latach 90. XX wieku gmina sprzedała je w ręce prywatne. Kolejni właściciele nie radzili sobie z ilością prac, jakie należałoby wykonać by przywrócić świetność zabytku [1].

Obiekt zmienił właściciela w 2012 r. Obecnie w pałacu prowadzone są liczne prace zabezpieczające murarskie oraz dekarские realizowane przez Fundację Pałac Gorzanów, co

napawa optymizmem i pozwala sądzić, że uda się przywrócić dawną świetność pałacowi jak i całemu jego otoczeniu.

a)



b)



Rys. 1. Ogólny widok wieży i dziedzińca pałacowego: a) stan aktualny, b) stan z okresu międzywojennego ubiegłego stulecia [5]

2. Stan techniczny konstrukcji więźby dachowej

Przeprowadzone przez autorów prace inwentaryzacyjne pozwoliły określić główne uszkodzenia występujące w omawianej konstrukcji więźby, do których można zaliczyć:

- nadmierne zawilgocenie elementów konstrukcyjnych,
- korozję biologiczną,
- nadmierne odkształcenia elementów składowych więźby,
- uszkodzenia krokwi w strefach przypodporowych.

Jako główną przyczynę większości zarejestrowanych uszkodzeń należy przyjąć niekorzystne oddziaływanie wody na elementy konstrukcyjne. Spowodowane to było nieszczelnością dachu na styku krokwi koszowej z murem lukarny (rys. 2) oraz całkowitym brakiem dachu w części centralnej pałacu wywołane jego zniszczeniem. Dodatkowo, korozja biologiczna elementów drewnianych więźby (rys. 3) oraz nadmierne jej zawilgocenie spowodowało znaczne obciążenia poszczególnych elementów konstrukcyjnych.

Źle wykonane wykończenia na styku krokwi koszowych z murami lukarn spowodowały lokalne, ale intensywne oddziaływanie wody również na znajdujące się poniżej stropy drewniane. Powyższe oddziaływanie wskutek całkowitej degradacji stropu najwyższej kondygnacji, przekazywane było na stropy kolejnych poziomów powodując ich zniszczenie (rys. 4).

Dodatkowo drewniane elementy stropów oraz więźby dachowej wykazywały lokalne zniszczenia wywołane korozją biologiczną. Spowodowane to było długoletnią eksploatacją, brakiem odpowiednich warunków klimatycznych i konserwacji stropu a także bezpośrednim oddziaływaniem wody. Największe uszkodzenia wystąpiły w strefach podparć elementów np. oparcia belek stropowych na murach, a lokalnie również w innych strefach.



Rys. 2. Widok uszkodzeń krokwi w wyniku zawilgocenia oraz korozji biologicznej



Rys. 3. Widok uszkodzeń wywołanych zawilgoceniem oraz działaniem grzyba domowego białego

a)



b)

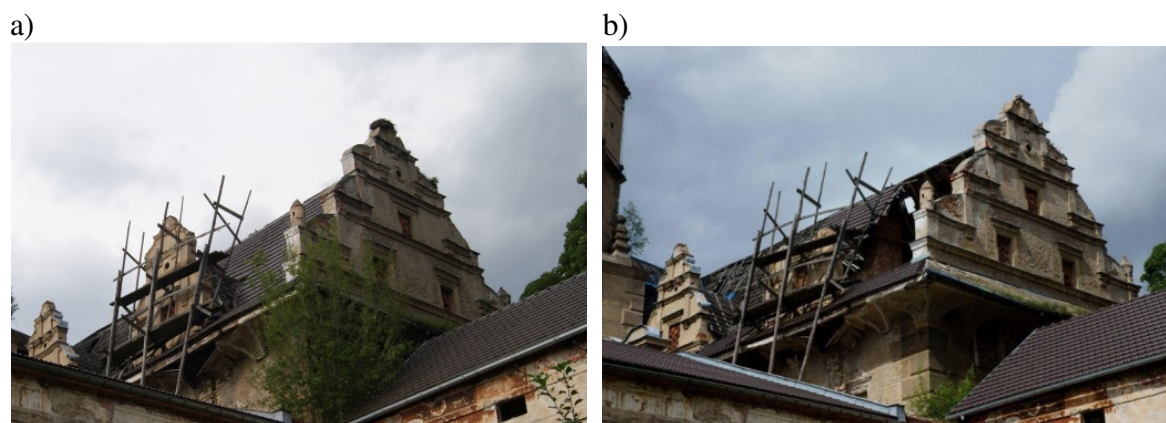


Rys. 4. Uszkodzenia stropów kolejnych kondygnacji wywołane lokalnym oddziaływaniem wody:
a) uszkodzenia stropu kondygnacji III, b) uszkodzenia stropu kondygnacji II

3. Opis katastrofy budowlanej

Prace remontowe omawianego pokrycia dachowego rozpoczęto w 2006 r. Jednak ze względu na problemy finansowe inwestora nie zostały one ukończone, a późniejsze zmiany własnościowe spowodowały, że prace te zostały zaprzestane bez prawidłowego zabezpieczenia pozostałej części remontowanego dachu (rys. 5a). Zimą 2011 r. nastąpiła katastrofa budowlana, wskutek której zawaleniu uległa konstrukcja więźby dachowej oraz niżej znajdujące się stropy kondygnacji III i II w skrzydle wschodnim pałacu w Gorzanowie (rys. 5b i 6).

Można założyć, że katastrofa budowlana spowodowana była następstwem rozwoju korozji biologicznej wywołanej znacznym zawilgoceniem konstrukcji więźby, złym stanem technicznym obiektu oraz źle przeprowadzonych prac remontowych pokrycia. Należy pokreślić, że pierwotnie pokrycie pałacu wykonane było z czerwonego gontu a następnie dachówki kamiennej (łupka). Podczas prac remontowych obiektu dokonano jego wymianę na dachówkę ceramiczną. W trakcie tego remontu nie wzmocniono drewnianej konstrukcji więźby dachowej, w której ze względu na zły stan pokrycia występowała korozja biologiczna wywołana licznymi zawilgoceniami. Na tej podstawie założono, że obciążenie więźby przy równoczesnym obniżeniu parametrów mechaniczno-wytrzymałościowych konstrukcji pod wpływem rozwoju korozji biologicznej spowodowało zawalenie się tej części dachu.



Rys. 5. Widok remontowanej części dachu pałacu: a) stan przed katastrofą, b) stan po katastrofie

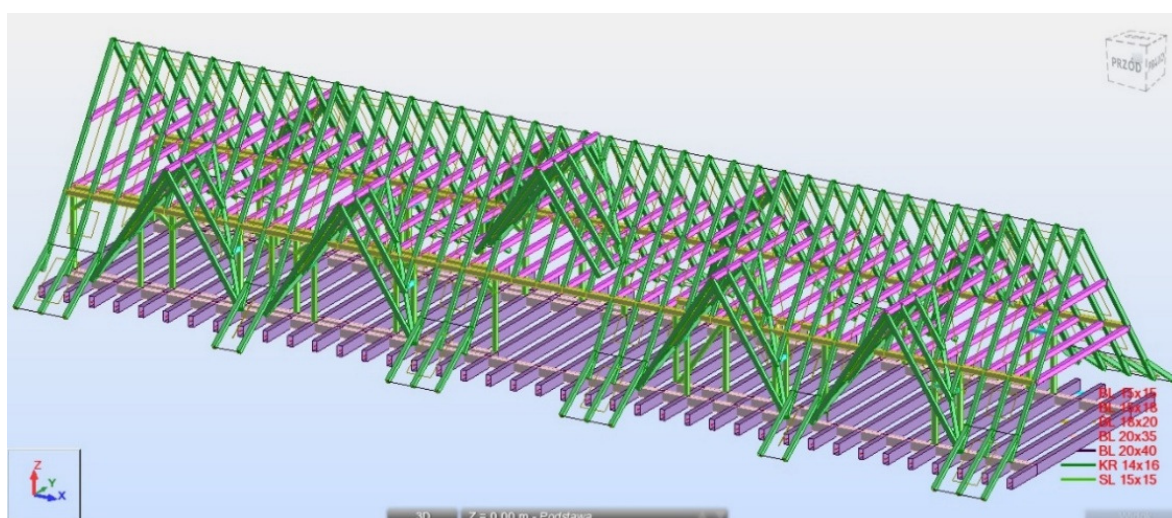


Rys. 6. Widok zniszczeń w centralnej części budynku wywołane zawaleniem się dachu

4. Analiza przyczyn powstałej katastrofy budowlanej

Zarejestrowane uszkodzenia konstrukcji więźby dachowej potwierdzają pogląd, że zmiana parametrów wytrzymałościowych drewna wynikająca z procesów korozyjnych jest funkcją czasu, która w dłuższej perspektywie prowadzi do przekroczenia stanów granicznych – nośności i użyteczności elementu lub całej konstrukcji. W związku z powyższym przeprowadzono obliczenia numeryczne, których celem było jednoznaczne określenie przyczyn powstania zaistniałej katastrofy budowlanej.

Przeprowadzone prace badawcze pozwoliły wykonać inwentaryzację konstrukcji więźby dachowej, co posłużyło do budowy modelu numerycznego (rys. 7) oraz określić parametry fizyko-mechaniczne drewnianych elementów więźby dachowej na podstawie badań niszczących i nieniszczących. Znaczące dla analizy przedmiotowej więźby okazały się zarejestrowane zawilgocenia i zacieki pochodzące z nieszczelności pokrycia dachowego oraz brak sprawnego systemu odwadniania połaci dachu.



Rys. 7. Model numeryczny więźby dachowej skrzydła głównego

Zespół pałacowy poddany był licznym przebudowom i modernizacją na przestrzeni wieków, co spowodowało, że poszczególne układy konstrukcyjne odbiegają od klasycznych rozwiązań. Przedmiotowa konstrukcja więźby dachowej cechuje się brakiem symetrii rozmieszczenia słupów, co mogło być związane z kolejnymi zmianami wyglądu gzymsu koronującego ścian szczytowych czy też lukarn. Należy podkreślić, że konstrukcja więźby w strefie zaistniałej katastrofy została zamodelowana na podstawie dokumentacji archiwalnej oraz uwzględniając zastosowane rozwiązania konstrukcyjne w pozostałej części dachu.

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji przyjęto, że konstrukcja dachu składała się z następujących elementów:

- podwalina o wymiarach 0,20×0,35 m (BL 20×35),
- płatew o wymiarach 0,18×0,20 m (BL 18×20),
- jętki o wymiarach 0,15×0,18 m (BL 15×18),
- słupy o wymiarach 0,15×0,15×4,2 m (SL 15×18),
- krokwie o wymiarach 0,14×0,16 m (KR 14×16).

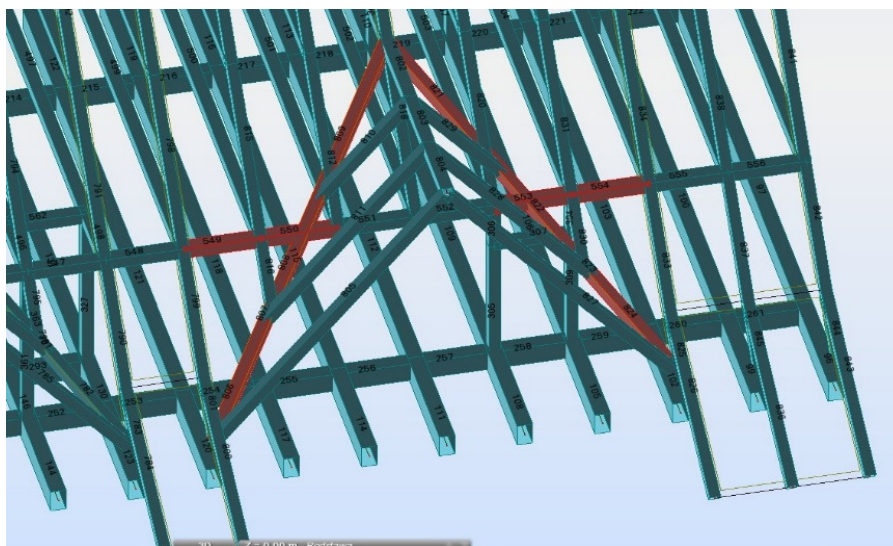
Konstrukcja więźby dachowej oparta została na ścianach kolankowych oraz na drewnianej konstrukcji stropu najwyższej kondygnacji pałacu. W obliczeniach uwzględniono również występowania lukarn oraz innych rozwiązań. Przyjęty model konstrukcji został opracowany uwzględniając aktualny stan obiektu oraz elementy, które uległy zniszczeniu.

W obliczeniach przyjęto obciążenia stałe wynikające z ciężaru własnego konstrukcji i warstw wykończeniowych oraz obciążenia zmienne eksploatacyjne oraz klimatyczne. Klasę drewna przyjęto na podstawie przeprowadzonych badań jako C24.

Analizę wytrzymałościową konstrukcji więźby dachowej przeprowadzono na podstawie normy PN-EN 1995-1:2005/1:2008 [4]. Weryfikacji zostały poddane wszystkie elementy konstrukcji więźby z uwzględnieniem oddziaływania poszczególnych kombinacji obciążeń. Obliczenia zostały przeprowadzone w programie *Autodesk Robot Structural Analysis*.

Początkowo obliczenia przeprowadzono dla konstrukcji przed rozpoczęciem robót remontowych (etap I). W ten sposób określono elementy o największych wyężeniach (rys. 8), których lokalizacja pokrywa się równocześnie z miejscami występowania największych uszkodzeń i zawilgoceń (połączenie krokwi lukarny i płatwi). Uszkodzenia te spowodowane były przede wszystkim brakiem prawidłowych wykończeń dekarских w tych miejscach oraz brakiem prawidłowego zabezpieczenia przed wpływami czynników atmosferycznych na drewniane elementy konstrukcyjne więźby dachowej. Występujące zawilgocenia przenoszone były także na elementy belkowe stropu najwyższej kondygnacji, na którym podparto konstrukcję więźby dachowej, powodując ich przegnicia w gniazdach. W związku z powyższym dalszą analizę ograniczono do elementów znajdujących się w okolicy lukarny, która uległa częściowemu zawaleniu i przeprowadzono ją w kolejnych etapach:

- etap II uwzględniający prowadzone prace remontowe połaci dachu, poprzez zmianę rozkładu obciążeń stałych,
- etap III uwzględniający przegnicie dwóch belek stropu najwyższej kondygnacji w gniazdach po jednej stronie analizowanej lukarny, poprzez usunięcie ich podpór,
- etap IV uwzględniający przegnicie czterech belek stropu najwyższej kondygnacji w gniazdach po obu stronach analizowanej lukarny, poprzez usunięcie ich podpór,
- etap V uwzględniający przegnicie krokwi koszowej po jednej stronie analizowanej lukarny, poprzez usunięcie jej podpory,
- etap VI uwzględniający przegnicie krokwi koszowej po obu stronach analizowanej lukarny, poprzez usunięcie ich podpór.



Rys. 8. Analizowane elementy więźby dachowej

Przeprowadzone obliczenia pozwoliły określić wyężenia analizowanych elementów więźby dachowej a uzyskane wyniki zestawiono w tab. 1.

Tabela 1. Zestawienie wyteżeń analizowanych elementów więźby dachowej

Nr pręta	Rodzaj pręta	Profil	Wyteżenie					
			Etap I	Etap II	Etap III	Etap IV	Etap V	Etap VI
549	płatw	BL 18×20	0,08	0,30	0,31	0,31	0,99	1,92
550	płatw	BL 18×20	0,10	0,36	0,47	0,47	1,11	2,34
553	płatw	BL 18×20	0,13	0,82	0,69	0,70	0,97	1,38
554	płatw	BL 18×20	0,17	0,88	0,71	0,71	0,69	1,19
806	krokiew	KR 14×16	0,05	0,23	0,20	0,20	0,63	1,13
808	krokiew	KR 14×16	0,08	0,41	0,36	0,36	0,92	1,16
809	krokiew	KR 14×16	0,03	0,17	0,13	0,13	0,46	0,78
821	krokiew	KR 14×16	0,04	0,34	0,17	0,17	0,34	0,67
822	krokiew	KR 14×16	0,08	0,47	0,28	0,28	0,71	1,31
824	krokiew	KR 14×16	0,08	0,24	0,29	0,29	0,29	0,58

Na podstawie uzyskanych wyników obliczeń można stwierdzić, że zwiększenie obciążenia pochodzącego od nowego pokrycia dachowego (etap II) faktycznie spowodowało zmiany w nośności analizowanych prętów. Niemniej jednak wyteżenie zarówno elementów płatwi jak i wybranych krokwi nie przekroczyło wartości normowe.

Zniszczenie gniazd belek stropowych (etap III i IV) nie spowodowało przekroczenia stanu granicznego nośności w płatwiach znajdujących się na połączeniu z krokwią kosзовą analizowanej lukarny.

Najbardziej niekorzystny przypadek zaobserwowany został dopiero w sytuacji obustronnego zniszczenia podpór krokwi kosзовych (etap VI). W tym przypadku wyteżenie zarówno elementów płatwi jak i wybranych krokwi przekroczyło znacznie wartości normowe, co można przyjąć, jako punkt inicjujący zniszczenie konstrukcji więźby dachowej.

5. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy oraz obliczeń statyczno-wytrzymałościowych konstrukcji dachu można sformułować następujące wnioski:

Drewniana konstrukcja więźby dachowej znajdowała się w złym stanie technicznym wskutek braku bieżącej konserwacji pokrycia dachowego oraz wieloletnich zaniedbań eksploatacyjnych.

W trakcie inwentaryzacji obiektu zarejestrowano liczne uszkodzenia elementów składowych więźby wywołane przede wszystkim znacznym zawilgoceniem oraz rozwijającą się korozją biologiczną.

Następstwem występowania uszkodzeń oraz braku konserwacji dachu była katastrofa budowlana, która obejmowała drewnianą konstrukcję dachu oraz drewniane stropy znajdujące się poniżej.

Punktem inicjującym zaistniałą katastrofę wydają się być uszkodzenia w obrębie podparć krokwi kosзовych, co mogło być spowodowane zarówno błędami wykonawczymi jak i ich złym stanem technicznym (przegnicia, korozja biologiczna).

Katastrofa postępująca wywołana była zarówno nadmiernym i dynamicznym obciążeniem stropów jak i korozją belek kolejnych stropów w obrębie gniazd.

Wieloletnie błędy eksploatacyjne, szczególnie w odniesieniu do konstrukcji drewnianych, powodują zmianę parametrów wytrzymałościowych drewna wynikające z procesów korozyjnych, co może prowadzić do przekroczenia stanów granicznych – nośności i użyteczności elementu lub całej konstrukcji. Należy, zatem podkreślać wagę okresowych przeglądów

technicznych obiektów budowlanych oraz zwracać uwagę na konieczność stosowania odpowiednich zabezpieczeń i konserwacji, szczególnie w przypadku obiektów zabytkowych.

Literatura

1. Łuczyński R.M. Losy rezydencji dolnośląskich w latach 1945–1991, Atut 2010.
2. Mazurski K.R. Ziemia Kłodzka – część południowa, Sudety 1996.
3. Pilch J. Leksykon zabytków architektury Dolnego Śląska, Arkady 2005.
4. PN-EN 1995-1-1 – Eurokod 5 – Projektowanie konstrukcji drewnianych. Postanowienia ogólne. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.
5. Materiały udostępnione przez Towarzystwo Miłośników Gorzanowa, <http://tmg.gorzanow.prv.pl/>

ANALYSIS OF THE CAUSES OF CONSTRUCTION DISASTER WITHIN THE ROOF STRUCTURE IN GORZANOW PALACE

Abstract: This paper presents the results of the analysis, which was conducted to determine causes of construction disaster of the roof truss in Gorzanow Palace. Following reasons were identified, such as development of biological corrosion due to high wood humidity, poor technical condition of the object and incorrectly performed of roofing renovations. This paper presents an assessment of the technical condition of the palace, as well as registered damage and the results of numerical calculations. On this basis, the main causes of the loss of stability of the structure were determined.

Keywords: construction disaster, roof truss, Palace Complex in Gorzanow.