



JAN KUBICA, *Jan.Kubica@polsl.pl*

MARTA KAŁUŻA, *Marta.Kaluza@polsl.pl*

Katedra Inżynierii Budowlanej, Wydział Budownictwa, Politechnika Śląska

O PEWNYCH PROBLEMACH Z PONAD STULETNIĄ DREWNIANĄ WIĘZBĄ DACHOWĄ NAD WIDOWNIĄ TEATRU MUZYCZNEGO

ABOUT SOME PROBLEMS WITH OVER 100 YEARS OLD TIMBER ROOF STRUCTURE ABOVE MUSIC THEATRE AUDIENCE

Streszczenie W referacie przedstawiono historię ponad stuletniej drewnianej konstrukcji dachowej jednego ze znanych muzycznych obiektów Śląska. Dach ten stanowi przekrycie głównej widowni i od prawie 15 lat był eksploatowany, pomimo kategoriycznych zaleceń rozbiórki, bez przeglądów czy kompleksowej kontroli stanu technicznego. Na początku 2012 r. Zarządca obiektu zauważył na widowni fragmenty tynku spadającego z sufitu. Sytuacja ta zaniepokoiła właścicieli budynku, którzy w trybie natychmiastowym zlecieli wykonanie ekspertyzy stanu technicznego konstrukcji dachowej wraz z oceną możliwości dalszego jej użytkowania. Przeprowadzony wieloetapowy przegląd ujawnił szereg wad i uszkodzeń elementów nośnych konstrukcji, które z uwagi na swój stan, w dowolnym momencie, mogą ulec uszkodzeniu bądź zniszczeniu. W chwili obecnej najbardziej newralgiczne miejsca w konstrukcji są pod ścisłą kontrolą, a obiekt dopuszczony został warunkowo, po wykonaniu wszystkich zaleconych wzmocnień i napraw, do czasowego użytkowania (do sierpnia 2013 r.).

Abstract The history of the more than 100-year-old timber roof construction located in one of the music known objects in Silesia is presented in this paper. This is the roof decking over the main audience which for nearly 15 years has been operated, despite categorical recommendations of disassembly, without reviewing the comprehensive technical inspections. At the beginning of 2012 facility manager noticed in the audience fragments of plastering falling down from the ceiling. This situation alarmed the owner of the building who immediately arranges the execution of the technical state of the roof construction together with an assessment of it's' possibility of further use. A multi-stage investigations of analysed structure has shown a number of faults and damages of the load-bearing structure, threatening it's' failure without prior warning. At present, the most important, load-bearing parts of the structure are under constant control, and the property has been approved, after all recommended strengthening and repairs, for temporary use (up to August 2013).

1. Opis drewnianej konstrukcji dachowej

Najstarszą część budynku teatru, liczącą ponad 100 lat, stanowi widownia ze sceną i tylnym foyer. Sala widowni, o wymiarach 25,0×18,5 m i wysokości 11,5 m, na poziomie I piętra mieści balkony boczne i balkon tylny – rys. 1. Od południowej strony przylega do niej scena (o głębokości 18,0 m i wysokości 10,0 m), wzdłuż której, na poziomie parteru oraz I piętra rozmieszczone są loże – rys. 2. Przedłużeniem widowni w kierunku północnym jest budynek tylnego foyer, zawierający trzy kondygnacje użytkowe.

Przedmiotowa konstrukcja dachowa zabudowana jest bezpośrednio nad salą widowni. Wykonana została w formie poprzecznych drewnianych wiązarów wieszarowych (układ rozporowo-zastrzałowy) rozstawionych co 5,0 m, połączonych podłużnymi belkami oraz

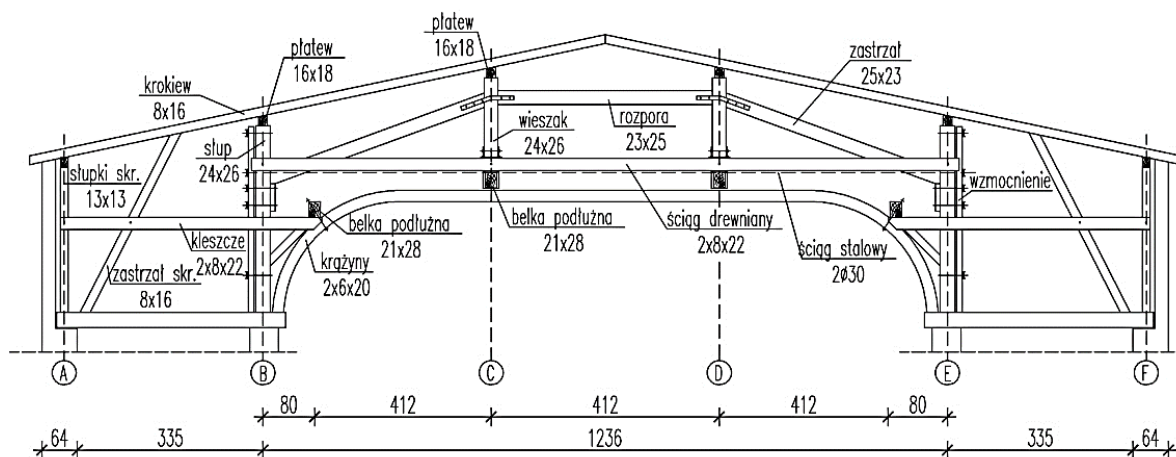
stężonych w kierunku podłużnym dwoma bądź trzema płaszczyznami deskowań. Wiązary, za pośrednictwem głównych słupów drewnianych, będących ich integralną częścią, oparto na wewnętrznych słupach budynku, a także na ceglanych podłużnych zewnętrznych ścianach budynku. Widok wiązara wraz z wymiarami jego głównych elementów pokazano na rys. 3.



Rys. 1. Sala widowiska wraz z balkonami bocznymi i tylnymi.



Rys. 2. Widok na scenę



Rys. 3. Widok wiązara konstrukcji dachowej

Głównym elementem nośnym sufitu kolebkowego rozpiętego nad salą widowiska są cztery belki podłużne, z których dwie górne podwieszono do wieszaków wiązara za pomocą stalowych obejm, pozostałe dwie – oparto na wspornikowo wysuniętych kleszczach dolnego poziomu. Sufit wykonano zgodnie z obowiązującą w okresie wznoszenia obiektu technologią, czyli z desek o grubości 1” (25 mm), które następnie otynkowano zaprawą wapienną ułożoną na trzcinie. Deski sufitu przybito do krażyn, a te podwieszono (przez podkładki) do belek podłużnych.

Pokrycie dachowe wykonano z trzech warstw papy na deskowaniu, które ułożono na krokwiach, a te z kolei na płatwiach rozmieszczonych co 4,12 m. Podparcie płatwi stanowią główne i skrajne słupy, a także wieszaki wiązarów.

W trakcie oględzin konstrukcji stwierdzono, że na całej powierzchni sklepienia ułożone były trzy warstwy izolacji. Bezpośrednio na drugiej warstwie desek stężających ułożona była warstwa papy na lepiku, a na niej wełna mineralna o grubości 0,08 m w oplocie z siatką

drucianej (pierwotna izolacja termiczna). W ostatnich latach dołożono kolejną warstwę izolacji termicznej, a mianowicie płyty z wełny mineralnej o grubości 0,20 m – rys. 4.

W trakcie wieloletniej eksploatacji budynku dokonano jego licznych przebudów, remontów i wzmocnień. Pierwsze wzmocnienia konstrukcji dachowej, a dokładniej wzmocnienia głównych słupów wiązarów, wprowadzono najprawdopodobniej zaraz po wzniesieniu konstrukcji. Zastosowano dwuteowniki I120 mocowane do słupów za pomocą stalowych obejm (kątowniki i pętle z prętów – rys. 5, 7). W kolejnych latach eksploatacji zdemontowano niektóre drewniane elementy, zastępując je stalowymi (w miejsce drewnianych kleszczy górnego poziomu wprowadzono stalowe ściąg o średnicy $2\phi 30$ mm – rys. 4, 5), a także wykonano stalowe obejmy z giętych płaskowników lub skręcanych kątowników, zabezpieczające silnie spękane elementy drewniane. Ostatni przegląd konstrukcji wraz z zaleceniami wykonania napraw, które niestety nie zostały w całości wykonane, miał miejsce w 1993 r. i dopuszczał użytkowanie tej części obiektu maksymalnie przez okres 5. lat. Okres ten przedłużył się jednak do 2012 r.



Rys. 4. Widok konstrukcji dachowej z ułożoną warstwą dodatkowej izolacji termicznej.



Rys. 5. Widok fragmentu konstrukcji wiązara po zdjęciu warstw izolacji. Widoczne wzmocnienie słupa głównego

2. Stan techniczny konstrukcji dachowej

W trakcie wykonywanych oględzin konstrukcji stwierdzono bardzo niską wilgotność powietrza w przestrzeni strychowej. Drewno w całej konstrukcji dachowej było silnie przesuszone, co z jednej strony zapobiegało niebezpiecznemu dla elementów zawilgoceniu oraz rozwojowi korozji biologicznej, z drugiej jednak powodowało bardzo wysokie zagrożenie pożarowe. Niestety, jeżeli chodzi o zapewnienie bezpieczeństwa pożarowego, konstrukcja ta nie spełniała żadnych wymogów.

W trakcie pierwszych oględzin znaczna część wiązarów oraz konstrukcja nośna sufitu była niewidoczna z powodu kolejnych warstw izolacji, jakie ułożone były na deskach stężających. Przegląd, obejmujący jedynie słupy główne, elementy skrajne i elementy, na których ułożono pokrycie dachowe (płatwie, krokwie, deskowanie) wykazał występowanie następujących wad i uszkodzeń [1, 2]:

- silne ślady po wcześniejszych zalaniach – rys. 6,
- brak mieczy podpierających płatwę środkową; miecze te najprawdopodobniej wymontowano w trakcie zakładania stalowych ściągów – rys. 7,
- brak słupka skrajnego (wraz z mieczem) w miejscu przerwania ciągłości płatwi kominem,

- silne wzdlużne spękania elementów, które miejscami przechodziły przez całą szerokość przekroju – rys. 8; w większości przypadków przekroje takie scalono obejmami – rys. 9, jednak obecnie ich liczba jest niewystarczająca,
- silne uszkodzenia biologiczne słupa głównego w wiązarze skrajnym; słup ten nadbudowano wcześniej deskami, jednak z uwagi na fakt, iż spróchniałe fragmenty są bardzo rozległe, a struktura drewna jest silnie rozluźniona, dołożone elementy są niewystarczające,
- widoczne ugięcie środkowych fragmentów górnych płatwi.



Rys. 6. Ślady wcześniejszego zalania deskowania i płatwi



Rys. 7. Obustronny brak mieczy podpierających płatew środkową



Rys. 8. Silne spękania wieszaka w wiązarze skrajnym



Rys. 9. Scalony stalowymi obejmami silnie spękany zastrzał

Uszkodzenia te nie były jednak powodem zauważonych wcześniej niepokojących objawów, a mianowicie fragmentów tynku spadających z sufitu nad widownią. Raczej należało przypuszczać, że któreś z elementów bezpośrednio podtrzymujących kolebkowy sufit mogą być poluzowane, bądź uległy nadmiernym przemieszczeniom. Zapadła zatem decyzja o niezwłocznym usunięciu wszystkich warstw izolacji. Prace te wykonano z zachowaniem szczególnej ostrożności z uwagi na wysokie zagrożenie pożarowe, a także możliwość uszkodzenia elementów wiązarów, bądź naruszenia płaszczyzny stężającej, tworzonej przez kolejne warstwy deskowań.

W trakcie kolejnych oględzin odnotowano następujące uszkodzenia:

- silne spękania wzdłużne wieszaków – rys. 6, bardzo niebezpieczne zwłaszcza w miejscu połączenia wieszaka z belką podłużną (pęknięcie przechodzi przez śrubę łączącą stalowe obejmy, przytrzymujące belki podłużne sufitu – rys. 10),
- bardzo groźne rozluźnienie połączeń między kolejnymi odcinkami skrajnej belki podłużnej – rys. 11,
- brak bądź uszkodzenia drewnianych podkładek, co powoduje obluźowanie połączenia krążyn z belkami podłużnymi,
- poluzowanie i lokalnie brak części desek w zewnętrznej warstwie stężającej.



Rys. 10. Pęknięcie przechodzące przez śrubę mocującą stalową obejmę do wieszaka



Rys. 11. Obluzowanie połączenia kolejnych odcinków belki podłużnej

Niestety, dokładne oględziny środkowych belek podłużnych, połączenia krążyn z deskami sufitu i samych desek sufitu były niemożliwe, gdyż elementy te były zabudowane deskami stężającymi, których rozluźnienie bądź zdemontowanie zagroziłoby stabilności całego układu.

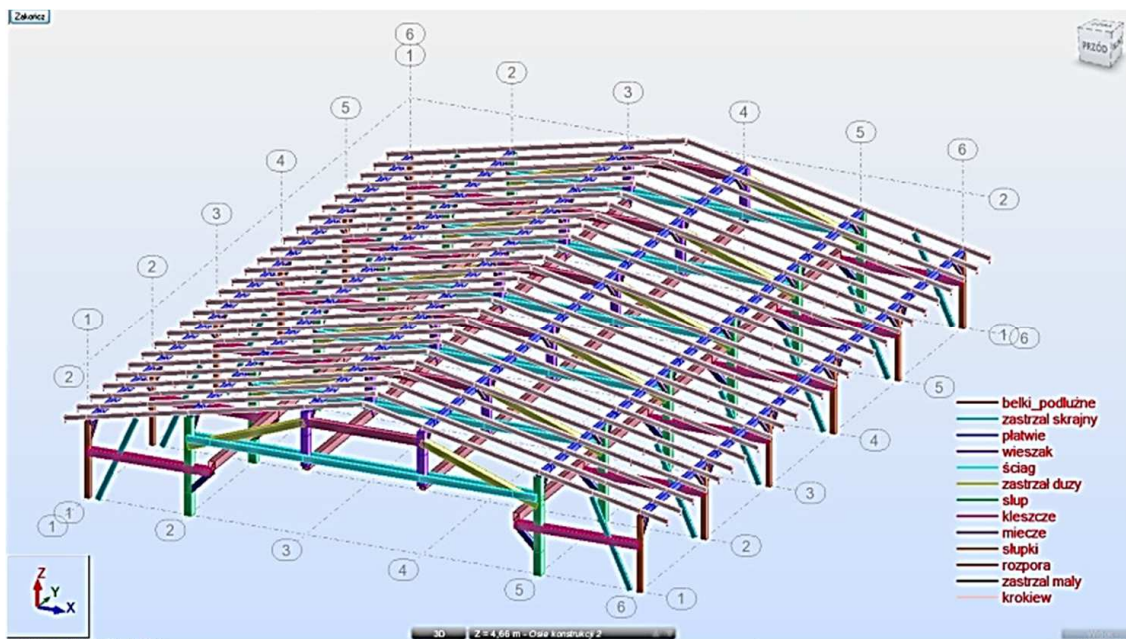
3. Analiza obliczeniowa

We wszystkich (dostępnych) wcześniejszych opracowaniach ekspertyzowych przedmiotowej konstrukcji stropodachu nad widownią (wykonywanych od lat 50. ubiegłego do pierwszych lat bieżącego wieku) wykazywano obliczeniowo niewystarczającą nośność znacznej liczby jej elementów składowych, między innymi belek podłużnych, zastrzałów, rozpór i stalowych ściągow. W efekcie, każdorazowo zalecano bezwzględną wymianę istniejącej konstrukcji na nową. Sytuacja taka trwała ponad 50 lat – i mimo niewymienienia konstrukcji – sala widowiskowa jest użytkowana nieprzerwanie do dnia dzisiejszego. Powstaje zatem pytanie, dlaczego przy tak istotnych przekroczeniach nośności znacznej liczby elementów konstrukcji oraz postępującej degradacji materiału (drewna) i połączeń elementów – sala mogła być użytkowana nieprzerwanie do dnia dzisiejszego?

Przede wszystkim, trzeba mieć na uwadze fakt, że we wszystkich wcześniejszych obliczeniach zamieniano złożoną konstrukcję przestrzenną na układ prostych schematów płaskich, co oczywiście wówczas było w pełni zasadne, niemniej nie pozwalało na dokładną analizę stanu wyężenia w elementach konstrukcji z uwzględnieniem ich przestrzennej współpracy. Po drugie, za wyjątkiem powstałych już dawno (prawdopodobnie jeszcze przed II Wojną Światową), typowych dla procesu wysychania, spękań odrzeniowych w elementach drewnianych (słupach, krokwiach, belkach, itp.) nie stwierdzono, aby dochodziło do systematycznego niszczenia struktury drewna na skutek wilgoci i korozji biologicznej. Pokrycie dachu było

z reguły (poza nielicznymi wyjątkami) szczelne, a przestrzeń poddasza wykazywała niską zawartość wilgoci. W efekcie, przez ponad 100 lat drewno zachowało się w dość dobrym stanie, a elementy stalowe wykazują jedynie niezbyt intensywną korozję powierzchniową. Na podstawie powyższych czynników można przyjąć, że w rzeczywistości niedobory nośności nie były aż tak drastyczne i konstrukcja mogła być bezpiecznie użytkowana przez tak długi okres bez większych wzmocnień i zabezpieczeń.

Pozostał jednak problem bezpieczeństwa dalszego użytkowania budynku teatru muzycznego, szczególnie w aspekcie planowanego zintensyfikowania jego wykorzystania (także z udziałem imprez muzycznych o dużym natężeniu dźwięku). Wykonano zatem obliczenia sprawdzające drewnianej konstrukcji przekrycia jako ustroju przestrzennego. Analizę obliczeniową przestrzennego modelu konstrukcji dachowej (rys. 12) przeprowadzono w programie Autodesk Robot Structural Analysis. Zamodelowano wszystkie wymagane elementy konstrukcji (także brakujące) i założono nominalne przekroje elementów drewnianych, bez uwzględnienia uszkodzeń w postaci skrośnych pęknięć wzdłuż włókien, gdyż znaczna większość elementów, w których obserwowano tego typu uszkodzenia, miała założone stalowe obejmy scalające przekrój. Po szczegółowych oględzinach elementy drewniane zakwalifikowano, bazując na intensywności wad, jako odpowiadające obecnej klasie C22. Obliczenia prowadzono przyjmując dwa przypadki obciążenia: stan początkowy, w którym przyjęto wszystkie warstwy izolacji obciążające sufit kolebkowy oraz stan obecny, w którym nie uwzględniono warstw izolacyjnych.



Rys. 12. Model konstrukcji dachowej

Przeprowadzona analiza obliczeniowa wykazała, że w chwili obecnej (strop bez warstw izolacji) nie dochodzi do przekroczenia nośności, a maksymalne wyętnienie poszczególnych elementów nie przekracza 85%. Nawet w przypadku nierealnie niskiej klasy drewna C14 tylko w nielicznych elementach (krokwie i zastrzały skrajne) dochodzi do nieznacznych, rzędu kilkunastu procent, przekroczeń nośności.

Obliczenia stanu początkowego (ponownie przy założeniu drewna klasy C22) wykazały kilkuprocentowe przekroczenie nośności w głównych słupach i w belkach podłużnych.

Dodatkowo sprawdzono także newralgiczny węzeł konstrukcji, a mianowicie połączenie rozciąganego wieszaka z rozporą i zastrzałem [3]. Wyteżenie rozciąganego wieszaka, którego pole przekroju poprzecznego uległo znacznemu zmniejszeniu (połączenie na wrąb czołowy) nie było przekroczone i wynosiło niespełna 60%.

4. Ocena stanu technicznego konstrukcji dachowej oraz zalecenia użytkowe

Analiza stanu technicznego więźby dachowej wraz z konstrukcją sufitu kolebkowego oraz wyniki wykonanych obliczeń wykazały brak możliwości bezpiecznego użytkowania konstrukcji w obecnym stanie.

Ogólny stan drewna w konstrukcji oceniono jako zadowalający, jednak brak dostępu do części elementów (przede wszystkim do środkowych belek podłużnych, dolnych warstw desek stężających i elementów łączących krążyny z deskami), liczne stwierdzone uszkodzenia i wady, a także przekroczenia nośności i wcześniejsze dopuszczenie do przeciążenia konstrukcji (dociążenie warstwą dodatkowej izolacji) stwarzają realne zagrożenie bezpieczeństwa. Dodatkowym, poza planowaną przebudową i adaptacją całego budynku teatru muzycznego do nowych funkcji, czynnikiem decydującym o decyzji wymiany konstrukcji przekrycia na nowe, był także całkowity brak odporności ogniowej konstrukcji drewnianej pozbawionej zabezpieczeń przeciwpożarowych. Elementy są obecnie silnie przesuszone i silnie spękane podłużnie. Uszkodzenia te są niebezpieczne, zwłaszcza w ściskanych elementach, jednak, na szczęście, większość spękanych przekrojów została wcześniej scalona stalowymi obejmami.

Z uwagi na zaplanowane wcześniej przedstawienia i ważną rolę, jaką odgrywa ten obiekt w rozwoju kultury Śląska, zgodzono się na czasowe, ale warunkowe użytkowanie obiektu (do sierpnia 2013 r.). Okres ten pozwoli Zarządy obiektu na wykonanie projektu remontu budynku, a następnie przeprowadzenia wymaganych prac budowlanych bez długoterminowego zamykania obiektu (wykorzystanie przerwy wakacyjnej). Warunkiem dopuszczenia do czasowego użytkowania jest stała kontrola, zwłaszcza newralgicznych miejsc w konstrukcji (np.: połączenie belki podłużnej z wieszakiem przy użyciu stalowych obejm), a także wykonanie niezbędnych doraźnych prac remontowych i wzmocniających.

W ramach doraźnych prac remontowych zalecono uzupełnienie brakujących elementów (miecze i słupki skrajne), wzmocnienie bądź wymianę uszkodzonych elementów, a także założenie dodatkowych stalowych obejm scalających, w miejscach, gdzie ich liczba była niewystarczająca. Wszystkie te prace wykonano w grudniu 2012 r., a na rys. 13 i 14 przedstawiono widok zabezpieczonej konstrukcji.



Rys. 13. Uzupełniony miecz podpierający płatów, a także wymienione podkładki



Rys. 14. Wzmocnienie uszkodzonego korozyjnie słupa głównego

Obecnie trwają prace projektowe w zakresie docelowego remontu, przebudowy oraz adaptacji istniejącego budynku teatru muzycznego do nowych potrzeb i wymagań – łącznie z projektem (za zgodą władz konserwatorskich) nowego przekrycia nad widownią.

5. Podsumowanie

Opisany w referacie przypadek starej, ponad stuletniej drewnianej konstrukcji przekrycia widowni w budynku teatru muzycznego stanowi dość typowy oraz reprezentatywny przykład problemów, z jakimi można się spotkać w odniesieniu do tego rodzaju złożonych konstrukcji dachowych. Z jednej strony, ekspertyzy i opinie od ponad 50. lat nakazywały – z uwagi na stwierdzone uszkodzenia (głównie podłużne spękania) elementów drewnianych oraz wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych – rozbiórkę istniejącej konstrukcji i wykonanie nowej, z drugiej zaś przez te wszystkie lata użytkowania obiektu konstrukcja przekrycia nie uległa jednak ani zawaleniu, ani nawet bardziej intensywnemu uszkodzeniu. Wykonanie szczegółowych oględzin stanu oraz dokładnych obliczeń sprawdzających konstrukcję w schemacie jej rzeczywistej pracy przestrzennej dało dopiero odpowiednią podstawę do podjęcia decyzji strategicznej dotyczącej wykonania generalnego remontu oraz wzmocnienia istniejącej konstrukcji lub jej rozbiórki i wymiany na nową.

W omawianym przypadku podjęcie właściwej decyzji było dodatkowo warunkowane koniecznością jak najkrótszego okresu wyłączenia obiektu z eksploatacji oraz coraz częściej organizowanymi imprezami muzycznymi z wykorzystaniem silnego nagłośnienia. Pierwotna drewniana konstrukcja przekrycia sali koncertowo-widowiskowej w pełni odpowiadała imprezom muzycznym z naturalną emisją dźwięków, zaś obecnie wykorzystuje się silne nagłośnienie, w wyniku którego konstrukcja ulega dodatkowym drganiom, a tynk na trzcinie pęka i wykrusza się. Stąd, po rozważeniu aspektów technicznych, repertuarowych (użytkowych) oraz kosztowych zdecydowano o wymianie konstrukcji przekrycia na nową, z wcześniejszym wykonaniem doraźnych napraw pozwalających na odsunięcie tego przedsięwzięcia o pół roku.

Literatura

1. Rudziński L.: Konstrukcje drewniane. Naprawy, wzmocnienia, przykłady obliczeń, Wydawnictwo Politechnika Świętokrzyska 2010 r., wyd. II.
2. Jasieńko J.: Połączenia klejone i inżynierskie w naprawie, konserwacji i wzmacnianiu zabytkowych konstrukcji drewnianych, Dolnośląskie Wyd. Edukacyjne, Wrocław 2003.
3. Michniewicz W.: Konstrukcje drewniane, Arkady, Warszawa 1958.