

Kraków, 25.04.2021

OCENA

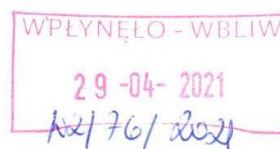
rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Karolak
pt.: „*Analiza pracy statycznej wybranych połączeń w drewnianych obiektach zabytkowych*”
wykonanej pod kierunkiem Prof. dr. hab. Jerzego Jasieński
na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej

1. Podstawa opracowania

- 1.1. Uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej z dnia 24 lutego 2021 i zlecenie Z-cy Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Dr hab. inż. Adriana Różańskiego prof. PWr. z dnia 1 marca 2021.
- 1.2. Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. (Dz.U. z 2003 r. Nr 65. Poz. 595 ze zm., Rozporządzenie MNiSW z dnia 3.10.2015 r, Ustawa z dnia 3.07.2018 (Dz.U. z 2018 r. poz. 1669 ze zm.), oraz Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85).
- 1.3. Rozprawa doktorska w jednym wolumenie.
- 1.4. Inne dokumenty formalne.

2. Treść recenzji

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anny Karolak
pt.: „*Analiza pracy statycznej wybranych połączeń w drewnianych obiektach zabytkowych*”



wykonana pod kierunkiem Prof. dr. hab. Jerzego Jasieński mająca formę Raportu serii PRE nr 2/2021 złożonego w Redakcji Wydawnictw Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej składa się z 6 rozdziałów (260 stron), zakończonych zestawem literatury, streszczeniami w języku polskim i angielskim. Praca zawiera liczne graficzne schematy połączeń i rozkładu sił w połączeniach, numeryczne modele badawcze połączeń, geometrie badanych połączeń, mapy naprężeń i ugięć badanych elementów i połączeń, fotograficzne dokumentacje stanowisk i narzędzi badawczych, wykresy i tabelaryczne zestawienia wyników badań, wykonane niezwykle starannie i wspomagające narrację oraz wywód naukowy.

W sensie metodologicznym konstrukcja pracy jest oparta na schemacie „klasycznym”: po wprowadzeniu do problematyki badawczej oraz zdefiniowaniu obszaru badawczego, celu naukowego oraz tezy, następuje krytyczny przegląd stanu badań, prezentacja badań własnych i ich analiza, wreszcie ujęcie syntetyczne, podsumowanie wyników i wnioski końcowe.

Na wstępie niniejszej recenzji jako architekt konserwator i historyk architektury i budownictwa, chciałbym podkreślić szczególną oryginalność tematu badawczego nad połączeniami ciesielskimi w zabytkowych obiektach o konstrukcji drewnianej, swoistego fenomenu budowlanego, które Autorka kwalifikuje jako „*układy wielokrotnie statycznie niewyznaczalne*”, a których praca statyczna pomimo rozwoju badań w tym zakresie wciąż jest nie w pełni rozpoznana i naukowo uporządkowana (s. 13). Warto ten aspekt podkreślić jako wkład rozprawy doktorskiej do badań mających także istotne znaczenie dla metod konserwatorskich wzmocnienia i ochrony tego typu konstrukcji, które mają tysiące lat tradycji i są wynikiem stałego pozyskiwania wiedzy doświadczalnej i jej przekazu przez pokolenia budowniczych prowadzących do stałego doskonalenia warsztatu. Warto może przypomnieć, że drewniane konstrukcje szkieletowe były znane już w neolicie - także w starożytnym Egipcie i Mezopotamii, na Dalekim Wschodzie w Chinach i Japonii w V-VII wieku n.e. a w coraz szerszym zakresie są wciąż odkrywane w Europie i na ziemiach polskich (Słonowice, grobowce megalityczne – ok. 3000 p.n.e., Biskupin – ok. 750 r. p.n.e.). Autorka prezentuje szeroką wiedzę na ten temat, znajomość tematu i na dalszych stronach rozprawy często wraca do przykładów historycznych, także z okresu nowożytnego, akcentując wyrafinowanie i mistrzostwo twórców renesansu, którzy pokonywali znaczne rozpiętości poprzez konstrukcje wykorzystujące połączenia podłużne (s. 35).

Autorka rozprawy doktorskiej stawia sobie jasno zdefiniowane cele wszechstronnego zbadania „*pracy statycznej wybranych połączeń ciesielskich w elementach zginanych oraz*

rozciąganych” (s. 14), aby nie tylko świadomie i racjonalnie kształtować nowe połączenia, ale poznawszy ich istotę naukowo definiować zakres i charakter (model) interwencji w kontekście połączeń istniejących w obiektach zabytkowych. Z punktu widzenia poszukiwania optymalnego w ramach zasad ochrony modelu interwencji rozprawa stanowi niezwykle cenny wkład badawczy o charakterze aplikacyjnym pozwalający na programowanie „*wytucznych do podejmowania działań konserwatorskich dotyczących naprawy lub wzmacniania złączy ciesielskich oraz weryfikacji skuteczności ich zastosowania*” (s. 14).

Warto docenić także, że Autorka jest w pełni świadoma podstawowego paradygmatu ochrony zabytkowej substancji autentycznej, oczywiście w zakresie jaki to dopuszcza stan techniczny tej substancji, stwarzając dzięki swym badaniom możliwość wzmacniania i odtwarzania historycznych złączy z wykorzystaniem starego, oryginalnego materiału, wprowadzając zarazem materiał nowy i nowoczesny, tam gdzie dopuszcza to doktryna konserwatorska korygowana praktycznymi możliwościami utrzymania substancji autentycznej. Na tle tak zdefiniowanego celu badawczego bardzo interesująca właśnie z praktycznego punktu widzenia racjonalnej ochrony historycznych konstrukcji drewnianych wydaje się być trójczłonowa teza rozprawy zakładająca, że po pierwsze: dokładność i staranność w wykonaniu połączenia może być istotnym czynnikiem ograniczającym mechanizmy zniszczenia, nośność i podatność, po drugie: właściwie wykonane połączenie na tzw. „znak pioruna” może przenosić większe momenty zginające pod warunkiem zastosowania śrub i obejm stalowych, po trzecie: „*zastosowanie stalowych łączników trzpieniowych nowej generacji (np. wkrętów samowiercących) może powodować zatrzymanie procesu destrukcji elementów w przekrojach bezpośrednio sąsiadujących z połączeniami*” (s. 15). Być może zastosowanie tego typu interwencji byłoby uwarunkowane wartością historyczną konstrukcji i ograniczone do zabytków o mniejszym znaczeniu naukowym. historycznym, czy artystycznym, oraz potwierdzone przez dedykowane badania specjalistyczne.

Punktem wyjścia do badań i analizy pracy statycznej połączeń w konstrukcjach drewnianych jest autorska propozycja klasyfikacji połączeń ciesielskich pod względem geometrii i zastosowania (s. 20 i dalsze). Połączenia ciesielskie generalnie podzielone zostały na te które pracują wewnątrz elementów i połączenia pracujące pomiędzy poszczególnymi elementami. Równie klarowna i przekonująca jest zaproponowana klasyfikacja połączeń ciesielskich pod względem ich geometrii. Ta klasyfikacja została odniesiona do dwóch poziomów wzajemnych relacji: „modelu” przestrzennego styku – *podłużne, pod kątem prostym lub ostrym i krzyżujące się* i sposobu łączenia ciesielskiego jak stykowe, *zakładkowe,*

czopowe, widelkowe i wrębowe. Szczególnym przypadkiem jest tu połączenie *stykowe*, stosowane w przypadku łączenia dwóch elementów o niewystarczającej ich oryginalnej długości. Ten typ połączeń był stosowany w budowlach historycznych tam, gdzie zachodziła potrzeba pokonania większych rozpiętości. Autorka wyczerpująco charakteryzuje ten szczególny i kolejny typy połączeń, rozwijając typologię połączeń w przypadku ścian wieńcowych w narożach i połączeń w ścianach szkieletowych, wreszcie połączenia stosowane w konstrukcjach więźb dachowych. Należy ocenić, że zastosowana terminologia i typologia w odniesieniu do historii sztuki a architektury nie budzi zastrzeżeń i jest w pełni poprawna. Tu jednak w niektórych przypadkach, np. w tabeli 3.1. na str. 28 (i dalsze) należałoby podać bezpośrednio źródło ¹, pomimo ogólnego odniesienia opisu połączenia do literatury przedmiotu.

Szczególnie ważnym zagadnieniem z punktu widzenia ochrony historycznych konstrukcji drewnianych jest zagadnienie rozwinięte w podrozdziale 3.3. *Analiza zachowania statycznego połączeń historycznych*. Mając świadomość określonej trwałości tych połączeń wynikających z czynników degradujących sam materiał, a w konsekwencji jego nośność, spowodowaną z jednej strony niewłaściwym użytkowaniem i zmianami pierwotnego schematu statycznego spowodowane działalnością człowieka, z drugiej zaś czynnikami zewnętrznymi: korozją mechaniczną i biologiczną (m. in. wilgoć, insekty i grzyby), poznanie pracy stycznej samych połączeń ma kluczowe znaczenie dla przyjęcia najwłaściwszych metod konserwatorskich połączeń i zabezpieczenia stabilności budowlanej całego obiektu. Dlatego, mając na uwadze ten kierunek badań zaproponowany przez Panią mgr inż. Annę Karolak i osiągnięte rezultaty, pragnę bardzo wysoko ocenić ich wartość dla budowy nowoczesnej metodologii ochrony zabytków drewnianej architektury i budownictwa.

Bardzo wysoko należy także ocenić wnikliwą analizę najnowszej literatury przedmiotu europejskiej i amerykańskiej w zakresie badań nad rozkładem naprężeń w belkach łączonych z uwzględnieniem analiz numerycznych, czy połączeniach na jaskółczy ogon metodą elastooptyczną, stosowaną m. in. przez badaczy naukowego ośrodka wrocławskiego (Jasieńko, Engel, Kadysz). Autorka analizuje i zwraca szczególną uwagę na ten typ połączenia, ponieważ należy ono do historycznych i szeroko rozpowszechnionych połączeń ciesielskich znanych tak na ziemiach polskich jak i w całej Europie, którego bardziej skomplikowane i rozbudowane schematy są charakterystyczne dla więźby dachowej w zabytkowych obiektach sakralnych wysokiej klasy i wymagają zatem każdorazowo

¹ Tabela ta jest „cytatem” z artykułu J. Jasieńko, T. Nowak, A. Karolak, *Historyczne złącza ciesielskie / Historical carpentry joints*, w: *Wiadomości Konserwatorskie / Journal of Heritage Conservation* / 40/2014

indywidualnego i starannego podejścia w kwestii konserwacji lub naprawy i wzmocnienia połączeń.

W procesie programowania i projektowania konsolidacji i wzmocnienia drewnianych konstrukcji w obiektach zabytkowych istotne znaczenie ma dobór odpowiednich metod badawczych dotyczących wartości parametrów fizycznych i mechanicznych drewna tak, by pobrane próbki, a później działania interwencyjne w niewielkim stopniu były nieniszczące (wg Autorki quasi-nieniszczące, s. 96) lub całkowicie nieniszczące. Autorka wyszczególnia dwie grupy badań: badania „globalne” (może lepiej: ogólne?) jak np. ocena wizualna, inaczej organoleptyczna, czy akustyczna, oraz badania „lokalne” do których zalicza się badanie oporu wierzienia. Zachodzi tu oczywiście ważne pytanie, czy obie te metody (SDT i NDT) są na tyle skuteczne dla uzyskania wiarygodnych, lub bliskich wiarygodnie wyników dających podstawę dla projektowania wzmocnień i napraw bez ryzyka niepowodzenia? Na to pytanie nie ma chyba jednoznacznej odpowiedzi, ale jak konstatuje Autorka choć wiedza na temat pracy statycznej połączeń ciesielskich jest systematycznie coraz większa, to „*wciąż jeszcze nie jest kompletna i wymaga uzupełniania i usystematyzowania*” (s. 103). Wobec faktu, że zarówno normy i standardy nie dają jednoznacznej odpowiedzi na temat kształtowania czy wzmocniania zabytkowych złączy ciesielskich, pozostaje pamiętać, że w konserwacji, podobnie jak w medycynie każdy przypadek jest indywidualny i wymaga jednostkowych, nietypowych i nienormatywnych działań z pamięcią o hipokratesowej maksymie *primum non nocere*.

Omówiony powyżej rozdział 3 zatytułowany „Rozpoznanie literaturowe”, nie jest jedynie jak można by na pierwszy rzut oka sądzić tzw. typowym stanem badań, czyli komentowaną analizą dotychczasowej literatury, ale jest to obszerny, kompetentnie zarysowany przegląd problematyki badawczej zgodnej z tematem podjętej przez Autorkę rozprawy doktorskiej, oparty na wnikliwej analizie najważniejszych rezultatów badawczych w tym zakresie osiągniętych w różnych międzynarodowych ośrodkach naukowych. W tym także w ośrodku wrocławskim, w których to badaniach bierze Ona czynny udział. Jest to znakomita podstawa i punkt odniesienia dla własnych badań, które Autorka przedstawiła z kolei w rozdziale 4 „Badania i analizy własne”.

Rozdział ten w ocenie recenzenta, choć dokonanej z perspektywy dyscypliny architektura i urbanistyka uwzględniającej problematykę ochrony dziedzictwa kulturowego i cywilizacyjnego w obszarze budowl i konstrukcji inżynierskich będących obiektami historycznymi i zabytkowymi, jest znakomitym dowodem naukowej dojrzałości i perfekcyjnego profesjonalizmu i co więcej ma istotne znaczenie dla prezentacji tego

znaczącego osiągnięcia badawczego, za jakie można uznać autorską metodologię badawczą pracy statycznej wybranych połączeń w drewnianych obiektach zabytkowych. Przeprowadzone badania takich parametrów jak: wilgotność, gęstość, wytrzymałość na zginanie statyczne, modułu sprężystości przy zginaniu oraz badania nieniszczące uzupełniające (s. 104) mogą pozornie wyglądać jak rutynowe, czy standardowe, ale pamiętać należy, że pomiary takie w warunkach obiektu zabytkowego muszą być dalekie od rutynowych i standardowo prowadzonych, właśnie z uwagi na autentyczną materię która w tym kontekście jest wartością nadrzędną. Wymaga to zatem nie tylko wiedzy specjalistycznej historycznej, ale szczególnej umiejętności doboru miejsca badań i stosownych narzędzi o wysokich właściwościach. Do takich urządzeń wykorzystanych w badaniach własnych Autorki należą aparaty pomiarowe ultrasonograficzne i rezystograficzne firm Fakopp Microsecond Timer, Fakopp Ultrasonic Timer i Sylvatest Trio, oraz IML RESI PD-400S. Szczególnie cenne i nowatorskie wydają się być znane z medycznych zastosowań ultrasonografometry mierzące prędkość fali dźwiękowej w materiale i wyznaczające dynamiczny moduł sprężystości, który można powiązać ze statycznym modułem sprężystości (s. 109).

Recenzent pragnie także zwrócić uwagę na zastosowanie przez Autorkę w badaniach nad zginaniem belek z zastosowaniem połączeń ciesielskich typu „znak pioruna” często występujących w konstrukcjach więźb dachowych o dużych rozpiętościach. Do badań wykorzystano modele elementów i połączeń ciesielskich na podstawie wymiarów zastosowanych w konkretnych obiektach historycznych. Zastosowana w tym przypadku metoda „symulacji” pracy statycznej wzorców pochodzących z konkretnych obiektów historycznych i zabytkowych – wzorców - stwarza nowe możliwości badawcze i perspektywy dla wzmacniania zagrożonych budowli, stworzenia unikalnego atlasu „kalibracyjnego” zapisującego relacje pomiędzy wartościami wskazanymi przez badany model symulacyjny a wartościami samego wzorca.

Obszerny i znakomicie udokumentowany rozdział 5 będący syntezą „Wyników badań, analizą i oceną uzyskanych rezultatów” jest wysoce przekonującym dowodem doskonałego warsztatu badawczego Autorki rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Karolak i jej naukowej kompetencji. Wyniki podane w formie tabel, wykresów, obliczeń oraz dokumentacji i obrazów badanych próbek połączeń i modeli są bez wątpienia cennym materiałem doświadczalnym mającym kluczowe znaczenie dla poznania statycznej pracy historycznych ustrojów budowlanych i zarazem w poważny sposób uzupełniającym braki naszej wiedzy, o czym na wstępie swej rozprawy doktorskiej zaznaczyła Pani mgr inż. Anna

Karolak. Spełniła tym samym jeden z głównych celów, za jaki uważam cel praktyczny zadeklarowany w rozprawie doktorskiej: „*stworzenie wytycznych do podejmowania działań konserwatorskich dotyczących naprawy lub wzmocnienia złączy ciesielskich oraz weryfikacji skuteczności ich zastosowania*” (s. 14)

3. Podsumowanie i wnioski końcowe

Recenzowana praca doktorska Pani mgr inż. Anny Karolak pt.: „*Analiza pracy statycznej wybranych połączeń w drewnianych obiektach zabytkowych*” w pełni spełnia w ocenie recenzenta wszelkie wymogi stawiane pracom doktorskim, cechując się istotnymi walorami poznawczymi w zakresie zaproponowanego problemu badawczego i stanowi ważny wkład w rozwój dyscypliny *Inżynieria Lądowa i Transport*, a także bliskiej jej dyscypliny architektura i urbanistyka, co szczegółowo uzasadniono w tekście recenzji.

Praca jest napisana językiem naukowym, ale nie hermetycznym i pomimo licznych wzorów matematyczno-fizycznych niezbędnych do udokumentowania wyników obliczeń, zrozumiałym nawet dla szerszych kręgów czytelniczych, cechuje ją zwięzła i przejrzysta konstrukcja, logiczna narracja i czytelny wywód, w toku którego pozostaje stale obecna i towarzysząca programowaniu badań laboratoryjnych wiodąca myśl o ochronie dziedzictwa drewnianego budownictwa i architektury zabytkowej.

Wszystko to razem pozwala ocenić rozprawę jako nowatorskie metodologicznie dzieło naukowe dedykowane ochronie tytułowych „drewnianych obiektów zabytkowych” w bardzo trudnym obszarze utrzymania ich formie oryginalnych drewnianych układów statycznych i w ramach tych układów integralnie powiązanych połączeń ciesielskich. Cennym elementem rozprawy jest także krytyczna analiza literatury omawiającej najnowsze badania i rozwiązania tych zagadnień przez wiodące ośrodki badawcze i akademickie.

Recenzent niniejszym stwierdza, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anny Karolak pt.: „*Analiza pracy statycznej wybranych połączeń w drewnianych obiektach zabytkowych*” wykonana pod kierunkiem Prof. dr. hab. Jerzego Jasieński na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej spełnia wymogi Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* i zgodnie z wymogami art. 187. 1. prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie *Inżynieria Lądowa i Transport*, oraz jest dowodem umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Kandydatkę.

Recenzent potwierdza, że przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego jakim jest autorska analiza pracy statycznej wybranych połączeń w drewnianych obiektach zabytkowych, pozwalająca poznać uwarunkowania dla programowania i projektowania inżynierskich interwencji niezbędnych do dalszego utrzymania i funkcjonowania tych zabytków. Jest to zatem także rozprawa posiadająca znaczący walor aplikacyjno-wdrożeniowy, ponieważ przedstawione wyniki badań mogą być zastosowane w praktyce, ale także są przydatne w tworzenia teoretycznych podstaw ochrony dziedzictwa kulturowego. Zdaniem recenzenta ma on również istotne znaczenie społeczno-gospodarcze.

Tym samym recenzent przedstawiając Radzie Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej niniejszą w pełni pozytywną opinię i stwierdzając spełnienie wymagań określonych w art. 186 ust. 1 pkt 5. Ustawy (j.w.) wnioskuje tym samym o dopuszczenie Pani mgr inż. Anny Karolak do dalszych etapów procedury i publicznej obrony rozprawy doktorskiej.



Prof. dr hab. inż. arch. Andrzej Kadłuczka
Institut Historii Architektury i Konserwacji Zabytków
Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej