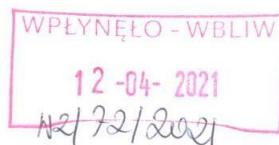


Dr hab. inż. Piotr Rapp, prof. ITD
Sieć Badawcza Łukasiewicz
Instytut Technologii Drewna
w Poznaniu



Poznań, 8. kwietnia 2021 r.

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Karolak pt.
„Analiza pracy statycznej wybranych połączeń w drewnianych
obiektach zabytkowych“
Wrocław 2021**

**Promotor: prof. dr hab. inż. Jerzy Jasieńko, PWr
Promotor pomocniczy: dr inż. Tomasz Nowak, PWr**

**Podstawę opracowania recenzji stanowi pismo Zastępcy Przewodniczącego Rady
Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Wrocławskiej
Pana dr hab. inż. Adriana Różańskiego, prof. uczelni
(znak w2/283/2021)**

1. Ocena wyboru tematyki rozprawy

Tematyka rozprawy dotyczy badania pracy statycznej wybranych połączeń ciesielskich w konstrukcjach drewnianych w obiektach zabytkowych.

Badania w tej dziedzinie mają znaczenie teoretyczne oraz praktyczne, gdyż przyczyniają się do poszerzenia wiedzy o połączeniach ciesielskich oraz do rozwoju konserwatorskich metod utrzymania, naprawy i rekonstrukcji połączeń ciesielskich w obiektach zabytkowych.

O aktualności i celowości podjętej w rozprawie tematyki badawczej świadczy duża liczba cytowanych prac z literatury polskiej i światowej.

2. Omówienie treści rozprawy

Recenzowana rozprawa zawiera następujące rozdziały:

1. Wprowadzenie (str. 12 – 13)
2. Cel i zakres rozprawy (str. 14 – 15)
3. Rozpoznanie literaturowe (str. 16 – 103)
4. Badania i analizy własne (str. 104 – 130)
5. Wyniki badań, analiza, ocena uzyskanych rezultatów (str. 131 – 234)
6. Podsumowanie, wnioski i uwagi końcowe (str. 235 – 243)

Praca zawiera również spis treści, wykaz ważniejszych oznaczeń, spis literatury obejmujący 170 pozycji oraz streszczenia w językach polskim i angielskim. Całość pracy liczy 260 stron.

„Wprowadzenie” zawiera szereg uwag ogólnych na temat znaczenia połączeń ciesielskich oraz poprawnego rozpoznania ich charakterystyki statyczno-wytrzymałościowej dla trwałości budownictwa drewnianego.

Treść rozdziału „Cele i zakres rozprawy”

Celem rozprawy jest dokonanie analizy statycznej wybranych połączeń ciesielskich. Zbadano następujące połączenia ciesielskie: połączenia belek na nakładkę prostą w płaszczyźnie pionowej, połączenia belek na nakładkę ze ścięciem w płaszczyźnie pionowej, połączenia belek na „znak pioruna” oraz połączenia jętki z krokwią na jaskółczy ogon.

Zakres pracy obejmuje przegląd literatury, opracowanie programu badań, projekt i wykonanie modeli, analizę numeryczną MES oraz analizę wyników.

Sformułowano następujące tezy pracy (cytat z rozprawy):

- *Dokładność wykonania płaszczyzny styku i kształtowanie połączeń mogą istotnie wpływać na mechanizmy ich zniszczenia, nośność i podatność.*
- *Właściwie wykonane połączenie „na znak pioruna” może okazać się zdolne do przenoszenia momentów zginających pod warunkiem wprowadzenia wzmocnienia w postaci śrub czy obwodowych obejm stalowych.*
- *Zastosowanie stalowych łączników trzpieniowych nowej generacji (np. wkrętów samowiercących) może powodować zatrzymanie procesu destrukcji elementów w przekrojach bezpośrednio sąsiadujących z połączeniami.*

Rozdział zatytułowany „Rozpoznanie literaturowe” zawiera bardzo obszerny przegląd wielu typów połączeń ciesielskich. Omówiono konstrukcje połączeń, technologie wykonania, podstawowe badania oraz elementy obliczeń. Rozdział zawiera między innymi bogate zestawienie tabelaryczne wielu typów połączeń wraz z odniesieniami literaturowymi. Omówiono również podstawowe metody badania drewna, w tym metody nieniszczące, metody akustyczne oraz metodę oporu wiercenia (metodę rezystograficzną).

Rozdział „Badania i analizy własne” zawiera opis badań materiałowych obejmujących wyznaczenie wilgotności, gęstości, modułu sprężystości oraz wytrzymałości drewna na zginanie. Kolejne opisane badania to statyczna próba zginania czteropunktowego belek z różnymi złączami w środku rozpiętości, badanie metodą cyfrowej korelacji obrazu dla belek ze złączami na „znak pioruna” oraz analizy numeryczne modeli metodą elementów skończonych.

Najobszerniejszą część rozprawy liczącą 103 strony stanowi rozdział „Wyniki badań, analiza, ocena uzyskanych rezultatów”. Rozdział ten zawiera:

- Zestawienie wyników badań materiałowych
- Zestawienie wyników zginania czteropunktowego
- Zestawienie wyników badań metodą cyfrowej korelacji obrazu
- Zestawienie wyników analizy numerycznej
- Porównanie wyników analizy numerycznej z wynikami badań modelowych
- Opis własnego modelu analitycznego wybranego połączenia na „znak pioruna”.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anny Karolak pt. „Analiza pracy statycznej wybranych połączeń w drewnianych obiektach zabytkowych” stanowi obszerne studium, w głównej mierze doświadczalne, wybranych połączeń ciesielskich w elementach belkowych oraz połączenia jętki z krokwią na jaskółczy ogon.

W rozprawie zaprezentowano bogate studium literaturowe, z którego wyprowadzono słuszny wniosek, że dotychczasowa wiedza na temat złączy ciesielskich w konstrukcjach zabytkowych powinna być poszerzona. Autorka potrafi właściwie umiejscowić problematykę rozprawy na tle osiągnięć innych autorów.

Praca ma przejrzystą budowę i świadczy o znacznym doświadczeniu Doktorantki w formułowaniu i rozwiązywaniu zadań badawczych.

Rozprawę cechuje wysoki poziom merytoryczny. Precyzyjne, obszerne opisy badanych modeli oraz ilustracje rysunkowe i fotograficzne świadczą o dużej wiedzy Doktorantki i rze-

telnym podejściu do tematu. Praca zawiera elementy wnoszące oryginalny wkład do obecnej wiedzy o złączach ciesielskich w zabytkowych konstrukcjach drewnianych i może mieć konkretne znaczenie praktyczne.

W szczególności złącza na nakładkę prostą oraz nakładkę ze ścięciem w płaszczyźnie pionowej są często stosowane w praktyce ze względu na prostotę wykonania i prosty schemat obliczeniowy. Przy odpowiednio długiej nakładce zakłada się, że złącze przenosi połowę momentu zginającego przenieszonego przez belkę o pełnym przekroju. Z badań przeprowadzonych w rozprawie wynika, że założenie to nie musi być słuszne, gdyż średnia nośność złączy nakładkowych w badanych belkach wynosiła ok. 40% nośności przekroju pełnego. Za lepsze należy uznać połączenia na nakładkę ze ścięciem.

Nośność złącza na „kształt pioruna” z dwiema śrubami wyniosła ok. 30% nośności belki o pełnym przekroju. Z analizy modelu złącza zaproponowanego w rozprawie wynika jednak, że przez wprowadzenie dodatkowych śrub nośność złącza na „kształt pioruna” można zwiększyć do ok. 60% nośności belki o pełnym przekroju, co jest wielkością znaczącą.

Odnosnie połączenia jętki z krokwią na jaskółczy ogon Doktorantka wykazała, że nośność tego połączenia istotnie wzrasta, gdy jętka jest ciasno dopasowana do krokwi. Dodatkowe wzmocnienie stanowią 4 wkręty mocujące nakładkę jaskółczego ogona do krokwi. Nośność tak uszczelnionego i wzmocnionego złącza wzrosła dwukrotnie w stosunku do nośności złącza niewzmocnionego z luzami między jętką i krokwią. Ponadto wielokrotnie zmalała podatność uszczelnionego i wzmocnionego złącza. Ten sposób wzmocnienia połączenia jętki z krokwią na jaskółczy ogon należy rekomendować do stosowania w praktyce konserwatorskiej.

4. Oryginalne osiągnięcia naukowe doktorantki przedstawione w rozprawie

1. Opracowanie oraz zrealizowanie oryginalnego programu badawczego dla wybranych typów złączy ciesielskich w elementach zabytkowych konstrukcji drewnianych.
2. Uzyskanie wyników poszerzających obecną wiedzę o złączach ciesielskich przydatną w rozwiązywaniu technicznych problemów konserwacji zabytków.
3. Opracowanie oraz twórcze zastosowanie numerycznych modeli MES do analizy złączy ciesielskich w konstrukcjach drewnianych.
4. Sformułowanie i analiza oryginalnego modelu złącza na „znak pioruna”.

5. Ocena ogólnej wiedzy teoretycznej autorki rozprawy w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo

Na podstawie lektury rozprawy oceniam, że jej autorka Pani mgr inż. Anna Karolak posiada obszerną wiedzę teoretyczną w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo.

W szczególności, w zakresie tematyki rozprawy, Doktorantka wykazała się szczegółową i obszerną wiedzą między innymi w dziedzinie nauki o drewnie oraz doświadczalnych metod badawczych.

6. Umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Doktorantka posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W szczególności umie zdefiniować, opracować oraz zrealizować aktualny pod względem naukowym i aplikacyjnym program badawczy. Umie posługiwać się sprzętem laboratoryjnym oraz wykorzystywać nowoczesne metody obliczeniowe. Umie również weryfikować wyniki badań doświadczalnych za pomocą metod obliczeniowych.

7. Wnioski końcowe

Rozprawę doktorską Pani mgr inż. Anny Karolak pt. „Analiza pracy statycznej wybranych połączeń w drewnianych obiektach zabytkowych” oceniam w pełni pozytywnie.

Doktorantka wykazała się umiejętnością samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów naukowych.

Rozprawa zawiera istotne oryginalne osiągnięcia o charakterze poznawczym i aplikacyjnym na temat wybranych połączeń ciesielskich w obiektach zabytkowych. Rezultaty pracy mogą się przyczynić do dalszego rozwoju konserwatorskich metod utrzymania, naprawy i rekonstrukcji połączeń ciesielskich w obiektach zabytkowych.

Sformułowane cele i zakres rozprawy zostały zrealizowane a tezy udowodnione.

Wobec powyższego stwierdzam, że rozprawa doktorska pt. „Analiza pracy statycznej wybranych połączeń w drewnianych obiektach zabytkowych“ spełnia wymogi określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595 z późn. zm.) i wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Anny Karolak do kolejnych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

