

Rzeszów, 02.08.2022

dr hab. inż. Izabela Skrzypczak, prof. Ucz.

Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury
Politechnika Rzeszowska
ul. Poznańska 2,
35-211 Rzeszów
Tel. (17) 865-1013, (17) 865-1342, 693-224-610
e-mail: izas@prz.edu.pl

RECENZJA

**Rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Jaskowskiej-Lemańskiej
pt. „Metodyka określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących
konstrukcjach na podstawie badań semi-nieniszczących”**

opracowanej pod kierunkiem: **Promotor - prof. dr hab. inż. arch. Elżbiety Przesmyckiej
i Promotora pomocniczego - dr inż. Daniela Wałacha**

1. Podstawa opracowania recenzji

Niniejszą recenzję pracy doktorskiej mgr inż. Justyny Jaskowskiej-Lemańskiej pt. „Metodyka określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących konstrukcjach na podstawie badań semi-nieniszczących” wykonano na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Akademii Górniczo-Hutniczej - Pana prof. dr hab. inż. Ryszarda Hejmanowskiego z dnia 13.06.2022 r.

2. Charakterystyka rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Jaskowskiej-Lemańskiej pt. „Metodyka określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących konstrukcjach na podstawie badań semi-nieniszczących”. Praca ma charakter teoretyczno-badawczy i składa się z 8 rozdziałów, spisu literatury oraz 4 załączników. Bibliografia obejmuje 223 pozycje piśmiennictwa w proporcji 125/98 jeśli chodzi o publikacje obcojęzyczne/polskojęzyczne. Tekst rozprawy liczy 224 stron i zawiera 107 rysunków, 79 tabel oraz 20



wzorów. Dla łatwiejszego śledzenia literatury wydaje się celowym rozdzielenie pozycji bibliograficznych od norm. Na strukturę rozprawy składa się 5 rozdziałów głównych. Układ rozdziałów jest zgodny z generalną koncepcją rozprawy, przez co rozprawa jest bardzo przejrzysta.

Rozdział pierwszy to wprowadzenie do problemu badawczego, w którym omówiono problematykę zarówno budownictwa drewnianego na terenie Polski, jak i oceny stanu technicznego obiektów i elementów drewnianych, ale także zwięźle opisano zalety i wady materiału konstrukcyjnego jakim jest drewno. Rozdział ten stanowi wyjątkowo dobre uzasadnienie dla tak przejrzystej konstrukcji rozprawy.

W kolejnym rozdziale sformułowano cel główny oraz zakres wykonanych prac, a także strukturę niniejszej i tezy rozprawy doktorskiej.

Jako główny cel pracy przyjęto *opracowanie metodyki określania cech fizyko-mechanicznych elementów drewnianych wykorzystującej badania semi-nieniszczące, które w niewielkim stopniu naruszają strukturę konstrukcji*. Jako elementy częściowe pracy wskazano określenie oddziaływania poszczególnych czynników mających wpływ na wyniki przeprowadzonych badań cech fizyko-mechanicznych oraz określenie zależności korelacyjnych uzyskanych wyników z wynikami badań niszczących.

W związku ze sformułowaniem w pracy celem sformułowano następujące dwie tezy pracy:

1. Istnieje związek gatunku drewna z wynikami badań niszczących i jest on znany – nie znane są jednak te zależności dla badań semi-nieniszczących dla krajowych gatunków drewna.
2. Istnieje możliwość wyznaczenia zależności między badaniami niszczącymi i semi-nieniszczącymi konstrukcji drewnianych z uwzględnieniem poszczególnych czynników mających wpływ na parametry fizyko-mechaniczne danego materiału.

Rozdział trzeci to obszerna analiza źródeł literaturowych. Doktorantka opisuje cechy drewna jako materiału konstrukcyjnego ze szczególnym uwzględnieniem aspektów mających wpływ na wyniki badań niszczących, nieniszczących i semi-nieniszczących. Szczegółowo omówiono także czynniki, które mają wpływ na właściwości fizyko-mechaniczne nie tylko drewna świeżego, ale także właściwości drewna w istniejących konstrukcjach. W rozdziale tym przedstawiono również przykładowe obiekty budowlane z terenu Polski wraz z gatunkiem drewna z jakiego obiekty powstały. Na podstawie przeprowadzonych studiów literatury do dalszych badań własnych przyjęto materiał konstrukcyjny jakim jest drewno sosnowe, świerkowe i jodłowe.

W czwartym rozdziale przedstawiono przegląd literatury krajowej i zagranicznej w zakresie badań konstrukcji drewnianych. Doktorantka przedstawia główny podział metod diagnostycznych, a także ogólnikowo omawia każdą z nich. Szczegółowo natomiast omawia wybrane metody semi-nieniszczące tj.: badania sklerometryczne i badania oporów skrawania, które zostaną wykorzystane w przeprowadzonych przez Doktorantkę badaniach własnych. W rozdziale tym wskazano także, że w zakresie metod SDT zdecydowanie brakuje odniesień do krajowych gatunków drewna, co ogranicza możliwość ich stosowania.

Rozdział piąty to nie tylko opis metodyki stosowanych badań niszczących, nieniszczących oraz semi-nieniszczących, ale także badania własne Doktorantki obejmujące zarówno badania pilotażowe, jak i badania właściwe, wykonane zgodnie z omówioną w rozdziale czwartym metodyką badawczą. W rozdziale tym Doktorantka przedstawia również uzyskane zależności korelacyjne pomiędzy wynikami badań niszczących i semi-nieniszczących dla wybranych gatunków drewna. Na podstawie zebranych danych oraz opierając się na literaturze przedmiotu, Doktorantka scharakteryzowała czynniki determinujące przydatność konstrukcyjną drewna i szczegółowo omówiła wpływ wybranych czynników takich jak: wilgotność, temperatura i kierunek badania względem przyrostów rocznych na wyniki wybranych badań nieniszczących i semi-nieniszczących.

W rozdziale szóstym Doktorantka zaprezentowała wyniki analiz z wykorzystaniem wytypowanych metod i opracowanych krzywych korelacyjnych, a także dokonała krytycznej oceny uzyskanych wyników na tle doświadczeń innych badaczy.

Rozdział siódmy to propozycja autorskiej metodyki badawczej określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących konstrukcjach na podstawie badań semi-nieniszczących (pomiarów oporu skrawania oraz badań sklerometrycznych) z uwzględnieniem wybranych czynników mających wpływ na wynik badania. Należy podkreślić, że Doktorantka opracowała metodykę w odniesieniu do aktualnych wymagań normowych. Zawarte w tym rozdziale analizy dla dwóch różnych gatunków drewna posłużyły do zweryfikowania opracowanej przez Doktorantkę metodyki.

Ostatni ósmy rozdział zawiera podsumowanie i wnioski końcowe. Doktorantka sformułowała szereg wniosków wynikających z przeprowadzonych badań w odniesieniu do przyjętych w pracy tez oraz wskazała kierunki dalszych badań.

3. Wartość naukowa rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu i sformułowanych celów rozprawy

Zagadnienie określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących konstrukcjach na podstawie badań semi-nieniszczących jest wciąż aktualnym problemem w budownictwie, ze względu na wymiar praktyczny i poznawczy tego zagadnienia. Z drugiej jednak strony można stwierdzić, że w Polsce temat ten znajduje zainteresowanie wąskiej grupy ośrodków badawczych w porównaniu z licznymi, zagranicznymi ośrodkami naukowymi. Tego typu opinię bardzo dobrze uzasadnia niezwykle starannie przygotowany przez Autorkę rozprawy przegląd literatury. O pozycji tego tematu w kontekście naukowym i inżynierskim dowodzą wciąż aktualne publikacje z lat pięćdziesiątych ubiegłego stulecia i z ostatnich kilku lat prowadzonych głównie przez nieliczne wydziały budowlane/inżynierii lądowej oraz wydziały niebudowlane m.in. leśne na Uniwersytetach Przyrodniczych w Poznaniu, czy Wrocławiu. Aktualność określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących konstrukcjach na podstawie badań semi-nieniszczących ma szczególne znaczenie w Polsce, ze względu na kilka elementów, do których można zaliczyć:

- brak normowych wytycznych umożliwiających ocenę stanu technicznego obiektów, czy też elementów drewnianych na podstawie badań nieniszczących lub semi-nieniszczących,
- brak wyprowadzonych/opublikowanych zależności korelacyjnych badań niszczących do nieniszczących i semi-nieniszczących dla krajowych gatunków drewna konstrukcyjnego,
- występowanie na terenie Polski znacznej ilości drewnianych obiektów i elementów, dla których zachodzi potrzeba wykonania szczegółowej oceny stanu technicznego oraz określenia aktualnej nośności poszczególnych elementów,
- ostatnie dziesięciolecie znacznie zwiększyło laboratoryjny potencjał badawczy, który pozwolił lepiej rozeznaczyć czynniki, które mają wpływ na właściwości fizyko-mechaniczne drewna i krytycznie odnieść się do istniejących metod badawczych,
- liczne uszkodzenia drewnianych elementów i obiektów inżynierskich podkreślają konieczność kontynuowania badań nad problemem określania cech fizyko-mechanicznych elementów drewnianych wykorzystujących badania semi-nieniszczące, które w niewielkim stopniu naruszają strukturę konstrukcji.

Wymienione wyżej argumenty pozwalają stwierdzić, że sformułowany temat jest wciąż istotnym wyzwaniem badawczym i jest dobrze osadzony w obszarze naukowym związanym

z inżynierią lądową. Uważam także, że uzyskane rezultaty mogą stanowić podstawę do kontynuowania badań w tym zakresie, szczególnie w kontekście innych gatunków drewna, czy rozpoznania czynników, które mają wpływ na cechy fizyko-mechaniczne, a nie były objęte badaniami Doktorantki np. uwzględnienie tzw. sęków zdrowych – zarośniętych, które powodując zaburzenia splotu włókien, ale mogą pozytywnie wpływać na niektóre cechy fizyko-mechaniczne drewna. Należy również podkreślić, że wyprowadzone zależności korelacyjne, czy funkcje regresji oraz korelacje zostały opracowane dla ograniczonej statystycznie pod względem liczebności próby, w celu generalizacji wyprowadzonych zależności wymagana jest dużo większa baza danych, a więc wymaga to także większego rozpoznania.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że podjęty przez Doktorantkę temat rozprawy jest aktualny, a cel rozprawy zasadny i ważny tak z naukowego, jak i z praktycznego punktu widzenia.

3.2. Cel i sposób jego realizacji

Celem pracy było opracowanie metodyki określania cech fizyko-mechanicznych elementów drewnianych wykorzystującej badania semi-nieniszczące, które w niewielkim stopniu naruszają strukturę konstrukcji. Wymiernym efektem jest opracowana i zwalidowana metodyka pozwalająca na określanie cech fizyko-mechanicznych elementów drewnianych. Zakres pracy obejmował badania laboratoryjne, których celem było określenie zależności korelacyjnej pomiędzy wynikami badań niszczących i semi-nieniszczących (pomiarów oporu skrawania oraz badań sklerometrycznych) dla drewna sosnowego, świerkowego oraz jodłowego. Badania swoim zakresem objęły również określenie wpływu wybranych czynników na uzyskiwane wyniki testów semi-nieniszczących. Doktorantka zaproponowała również autorski schemat metodyki badawczej określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących konstrukcjach na podstawie badań semi-nieniszczących z uwzględnieniem wpływu czynników zewnętrznych.

Opracowana autorska metodyka określania cech fizyko-mechanicznych elementów drewnianych oraz przebadane i przeanalizowane przypadki przykładowych historycznych elementów konstrukcyjnych potwierdzają skuteczność zaproponowanej metody i dowodzą, że cel rozprawy został osiągnięty.

3.3. Ocena naukowej wartości rozprawy

Formułując ocenę rozprawy chciałabym stwierdzić, że osiągnięcia rozprawy obejmują kilka elementów, a mianowicie: poznawczy, metodyczny, aplikacyjny i bibliograficzny.

Przegląd literatury stanowi istotny element rozprawy, ze względu na obszerne i kompleksowe omówienie zagadnień związanych z procesem określania cech fizyko-mechanicznych elementów drewnianych w istniejących konstrukcjach.

Natomiast, za najważniejsze oryginalne poznawcze i metodyczne osiągnięcia naukowe Doktorantki uważam:

- Przeprowadzenie bardzo szerokich badań i analiz własnych w zakresie określenia cech fizyko-mechanicznych elementów drewnianych badań niszczących i semi-nieniszczących dla wybranych gatunków drewna: tj. drewna sosnowego, świerkowego i jodłowego;
- Wyznaczenie funkcji regresji i korelacji w odniesieniu do uzyskanych wyników badań;
- Opracowanie zależności korelacyjnych pomiędzy wynikami badań niszczących i semi-nieniszczących dla wybranych gatunków drewna;
- Opracowanie autorskiej metodyki określania cech fizyko-mechanicznych elementów drewnianych wykorzystującej badania semi-nieniszczące, które w niewielkim stopniu naruszają strukturę konstrukcji;
- Weryfikację zaproponowanej metodyki w zakresie oceny jej skuteczności, dla wybranych elementów drewnianych z dwóch obiektów rzeczywistych.

4. Wartość merytoryczna rozprawy

Niniejsza dysertacja dotyczy określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących konstrukcjach na podstawie badań semi-nieniszczących, ze względu na ich przydatność z jednej strony i wkład naukowy z drugiej.

W praktyce zaproponowana metodyka i opracowany model korelacyjny może stanowić istotne wsparcie dla inżynierów, czy projektantów w celu określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących konstrukcjach na podstawie badań semi-nieniszczących. Jednak zaproponowany model korelacyjny powinien być rozwijany. Na podkreślenie zasługuje fakt krytycznego podejścia do uzyskanych wyników. Doktorantka ma świadomość ograniczeń w implementacji opracowanej metodyki. Wynika to z ograniczonych danych oraz ich dostępności. Niemniej świadomość tych ograniczeń jest punktem wyjścia do doskonalenia metodyki i jej rozwoju, a jednocześnie świadczy o dużej dojrzałości naukowej Doktorantki.

5. Poprawność redakcyjna rozprawy

Układ recenzowanej pracy jest poprawny, zgodny z ogólnie przyjętymi wymogami dla tego rodzaju opracowań naukowych. Doktorantka zachowała równowagę pomiędzy stanem wiedzy a opisem badań własnych. Prezentowany styl i język jest na dobrym poziomie, praca jest napisana w sposób przystępny, a prezentowane wyniki są czytelne i wyczerpująco opisane. Strona graficzna pracy nie budzi zastrzeżeń, zestawienia tabelaryczne i prezentowane grafiki są czytelne.

6. Uwagi krytyczne

Uwagi krytyczne podzielono na trzy grupy: uwagi ogólne dotyczące pracy, uwagi ogólne dotyczące wyników pracy oraz uwagi szczegółowe.

6.1. Uwagi ogólne dotyczące pracy:

- 1) Praca jest dość obszerna dlatego uważam, że możliwe jest skrócenie tekstu pracy bez uszczerbku dla jej wartości merytorycznej i tak np.:
 - W opinii recenzenta rozdział 2. Drewno jako materiał budowlany, wydaje się dość rozbudowany, szczególnie w zakresie szczegółowych opisów dotyczących budowy drewna i jego właściwości fizyko-mechanicznych;
 - W rozdziale 5., zdaniem recenzenta, podano zbyt obszerne opisy teoretyczne w zakresie metodyki prowadzonych badań laboratoryjnych.
- 2) W rozdziale 5 oraz 6 niektóre fragmenty tekstu się potarzają, można je pominąć, co z pewnością nie wpłynie negatywnie na obniżenie jakości odbieranego tekstu.
- 3) Ponownej redakcji i uporządkowania wymaga spis literatury: dla poprawy przejrzystości sugeruję wydzielić ze spisu normy oraz strony internetowe.

6.2. Uwagi ogólne dotyczące uzyskanych wyników:

- 1) W pracy posługiwano się podstawowym aparatem statystyczno-matematycznym tj. statystykami opisowymi dotyczącymi miar pozycyjnych (średnia, wartość minimalna, wartość maksymalna) oraz miar rozproszenia (odchylenie standardowe), czy nie byłoby wskazane podanie jako miary pozycyjnej mediany, a współczynnika zmienności jako miary rozproszenia dla wszystkich wyników zamieszczonych w pracy? Współczynnik zmienności jest wielkością bezwymiarową i umożliwia porównanie wyników badań pod względem jednorodności analizowanych cech dla wybranych gatunków drewna.

- 2) Sugeruje się, aby dla prób o małej liczebności $n < 10$ do wyznaczenia odchylenia standardowego, stosować metody bazujące na rozstępie (zalecane w publikacjach m.in. prof. Brunarskiego i normach) lub statystykach odpornościowych.
- 3) Recenzent proponuje również, aby w kolejnych analizach, w celu określenia istotności różnic zachodzących między właściwościami badanego drewna wykonać analizę zmienności metodą Fishera lub Fishera-Snedecora. W obróbce statystycznej tego typu można stosować metodę ANOVA, która pozwala na akceptację lub nie dopasowanych funkcji regresji oraz określenie istotności badanych modeli.
- 4) Doktorantka podała, że badane cechy fizyko-mechaniczne charakteryzowały się rozkładem normalnym lub bliskim do normalnego (logarytmiczno-normalnym), co określano z wykorzystaniem histogramów empirycznych., jednak nigdzie nie podała ani np. wyznaczonej wartości skośności, ani również jakim testem dokonano weryfikacji dopasowania rozważnych rozkładów do danych empirycznych? Należy podkreślić, że określenie postaci rozkładu ma istotne znaczenie przy szacowaniu wartości charakterystycznych cech fizyko-mechanicznych i są podstawowymi danymi przy projektowaniu.
- 5) Doktorantka dopasowywała funkcje regresji, jednak nigdzie nie podawała uzyskanych wartości współczynnika determinacji (R^2), a przecież wartość tę można potraktować jako sposób wyjaśnienia szacowanej zmiennej zależnej, uzyskując w ten sposób informację, które funkcje mają najlepsze dopasowanie. Recenzent sugeruje również, aby w kolejnych analizach w celu określenia istotności różnic dla poszczególnych badań wykonać analizę zmienności metodą Fishera/ Fishera-Snedecora.
- 6) Recenzent proponuje stosowanie do tego typu analiz metody ANOVA, która pozwala na akceptację lub nie dopasowanych funkcji regresji oraz określenie istotności badanych modeli.
- 7) Na ile uzyskane zależności korelacyjne mają charakter użyteczny? Czy zaproponowane w pracy zależności można swobodnie wykorzystywać dla materiału drzewnego pozyskanego z innego obszaru? Czy zaproponowaną metodykę można rozbudować o inne czynniki?

6.3. Uwagi szczegółowe

Uwagi szczegółowe dotyczą przede wszystkim znalezionych w tekście niedociągnięć, głównie natury językowej. Recenzent nie ma uwag do wyglądu i układu pracy, który ocenia

bardzo wysoko. Poniżej podano wybrane miejsca znalezionych drobnych błędów językowych:

- str. 13, 6 wiersz od góry - dość niefortunnie zbudowane zdanie. pod względem stylu:
Jest: W niniejszej pracy skupiono się na budowie i właściwościach drewna iglastego, ze względu na jego obecnie jak i wcześniej najpowszechniejsze zastosowanie w konstrukcjach budowlanych.
- str. 15, 5 wiersz od góry - styl zdania budzi wątpliwości:
Jest: Twardziel pełni rolę mechaniczną nie uczestnicząc w funkcjach życiowych rośliny, co będzie miało swoje odzwierciedlenie w wynikach badań takiego elementu, w którym występuje twardziel.
Proponuję: Twardziel pełni rolę mechaniczną nie uczestnicząc w funkcjach życiowych rośliny, co ma odzwierciedlenie w wynikach badań elementu z drewna, w którym występuje twardziel.
- str. 26, 16 wiersz od góry - literówka
Jest:obniżenie wartości cech mechaniczny drewna...
Powinno być:obniżenie wartości cech mechanicznych drewna...
- str. 62, 13 wiersz od góry - błąd gramatyczny/odmiana
Jest: badania bielu i twardzielu....
Powinno być: badania bielu i twardzieli....
- str. 143, 14 wiersz od góry - wieloznaczność przyjętego oznaczenia
Na stronie 143 we wzorze (6.2) przyjęto r jako współczynnik odnoszący się do procentowej zmiany wyniku (tabela 6.8), a wcześniej było to oznaczenie stosowane do współczynnika korelacji.

7. Wnioski i ocena końcowa

Stwierdzam, że główny cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty, a Doktorantka wykazała się znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie podjętej tematyki oraz umiejętnościami rozwiązywania problemów teoretycznych i badawczych. Zaproponowała metodykę określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących konstrukcjach na podstawie badań semi-nieniszczących i przeprowadziła jej walidację. Uzyskała oryginalne wyniki i wykazała, że potrafi analizować i krytycznie oceniać uzyskane rezultaty oraz formułować poprawne wnioski. Doktorantka zauważyła również kierunki dalszych badań w tym zakresie, co świadczy o Jej przygotowaniu do prowadzenia dalszych samodzielnych prac naukowo-badawczych.

Uwagi krytyczne zawarte w recenzji nie obniżają bardzo wysokiego poziomu

merytorycznego ocenianej dysertacji. Uwagi mają charakter dyskusyjny i mam nadzieję, że będą pomocne podczas dalszej pracy naukowo-badawczej.

Przedstawiona do recenzji rozprawa potwierdza, że Doktorantka dysponuje bardzo dobrze rozwiniętym warsztatem badawczo-obliczeniowym oraz posiada ogólną wiedzę teoretyczną i umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rozprawa jest opracowana na bardzo dobrym poziomie naukowym i redakcyjnym oraz wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Justyny Jaskowskiej-Lemańskiej pt. „Metodyka określania właściwości fizyko-mechanicznych drewna w istniejących konstrukcjach na podstawie badań seminieniszczących” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 14.03.2003 roku *"O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki"* (Dz. U. z 2003 r., Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami) oraz w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *"Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce"* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, z późniejszymi zmianami) i wnioskuję o przyjęcie rozprawy doktorskiej przez Radę Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Akademii Górniczo-Hutniczej oraz dopuszczenie Pani mgr inż. Justyny Jaskowskiej-Lemańskiej do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Z uwagi na aktualny, ważny i bardzo interesujący temat badawczy, a tym samym wnikliwy charakter pracy doktorskiej, wnoszę również o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

Grzegorz