



POLITECHNIKA  
LUBELSKA  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
I ARCHITEKTURY

ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin

Dr hab. inż. Danuta Barnat-Hunek, prof. uczelni  
Katedra Budownictwa Ogólnego  
e-mail: d.barnat-hunek@pollub.pl

Lublin, 14.01.2022 r.

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgra inż. Piotra Sokołowskiego

pt.: „Analiza pracy statycznej zginanych belek drewnianych wzmacnianych  
siatką z włókna PBO”

wykonanej pod kierunkiem

dr hab. inż. Pawła Kossakowskiego, prof. PŚk – promotora  
oraz dr Andrzeja Lenarcika – promotora pomocniczego.

### 1. Przedmiot i podstawa opracowania recenzji

Przedstawiona rozprawa doktorska dotyczy problematyki z zakresu budownictwa ogólnego, mieści się więc w dziedzinie nauk technicznych, dyscyplinie inżynieria lądowa i transport. Przedmiotem oceny, zgodnie z art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65 poz. 595), jest sprawdzenie czy praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, czy wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie oraz jego umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Podstawą formalną do wykonania recenzji rozprawy doktorskiej jest pismo Dyrektora Naukowego Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej, prof. dr hab. inż. Jerzego Wawrzeńczyka, nr BAA/D/117/2021 z dnia 25.11.2021 r.

### 2. Treść i zakres rozprawy

Oceniana rozprawa została przedstawiona w formie papierowej. Praca zawiera 262 kolejno numerowane strony opracowania zwartego i składa się na nią 9 numerowanych rozdziałów poprzedzonych spisem treści i wykazem ważniejszych oznaczeń, skrótów

wpłynęło dnia:

Data ..... 2022 -01- 2 0 .....

Podpis .....

str. 1

i akronimów. Opracowanie zawiera 167 rysunków, 55 wykresów, 150 tabel i 243 pozycje bibliograficzne.

Rozdział pierwszy stanowi krótki „Wstęp”, w którym scharakteryzowano anizotropię drewna, przyczyny uszkodzeń konstrukcji drewnianych oraz krótko opisano, jaką rolę odgrywają materiały kompozytowe służące do wzmacniania elementów konstrukcyjnych z drewna.

W rozdziale drugim Doktorant przedstawił cel i zakres pracy. Autor podjął się udowodnienia sześcioletniemu tez w oparciu o realizację badań dotyczących określenia efektywności wzmocnienia i nośności przekrojów zginanych z drewna litego wzmocnionych siatką z włókna PBO. W podrozdziale 2.4 nakreślono problem naukowy oraz uzasadniono podjęcie tematyki badań. W szczególności zwrócono uwagę na fakt, że w literaturze krajowej i zagranicznej są publikacje na temat wzmacniania konstrukcji drewnianych różnymi materiałami kompozytowymi, natomiast zdecydowanie brakuje informacji o pracy statycznej zginanych belek drewnianych wzmacnianych siatką z włókna PBO zatopionej w matrycy żywicznej oraz mineralnej.

W rozdziale trzecim dokonano syntetycznego studium literaturowego, w którym przedstawiono aktualny stan wiedzy na temat diagnostyki obiektów budownictwa drewnianego, przyczyn wzmacniania konstrukcji. Przedstawiono typowe metody wzmacniania i napraw elementów konstrukcji drewnianych jak wzmocnienia z użyciem elementów stalowych, drewnianych, prętów lub blach stalowych. W podrozdziale 3.4. rozprawy omówiono materiały kompozytowe wykorzystywane we wzmacnianiu konstrukcji drewnianych m.in. kompozyty zbrojone cząstkami, dyspersyjnie oraz różnymi rodzajami włókien. Scharakteryzowano kompozyty FRP w tym ich wytrzymałość, cechy reologiczne, kompozyty FRCM oraz kompozyt R-PBO, który jest przedmiotem badań Doktoranta. W podrozdziale 3.12, na podstawie literatury, dokładnie 64 pozycje bibliograficznych, zaprezentowano badania laboratoryjne dotyczące wzmocnień elementów drewnianych przy zastosowaniu kompozytów FRP. Natomiast w podrozdziale 3.13 przedstawiono wybrane przykłady wykorzystania materiałów FRP do wzmacniania konstrukcji drewnianych zarówno w Polsce, jak i w Europie.

Rozdział trzeci zakończono wnioskami z przeprowadzonej analizy literatury przedmiotu. Przegląd literatury zawarto na 67 stronach.

**W tej części pracy Doktorant wykazał, że posiada niezbędną wiedzę teoretyczną do przeprowadzenia pracy badawczej w deklarowanym zakresie.**

W rozdziale czwartym Autor zaprezentował badania pilotażowe. Scharakteryzowano kompozyt R-PBO, jak również opisano badania właściwości fizycznych i mechanicznych drewna oraz niektóre cechy wytrzymałościowe materiałów zastosowanych w pracy tj. siatki PBO, kleju Resin 55, zaprawy mineralnej Ruredil X Mesh M750. Rozdział podsumowano wnioskami z badań. Autor stwierdził, że wytypowane przez niego materiały do wykonania

elementów badawczych spełniają warunki i wymogi określone w normach oraz w deklaracjach producentów i ich użycie w pracy badawczej jest jak najbardziej zasadne.

Rozdział piąty, zdaniem recenzenta jest najciekawszy pod względem poznawczym i naukowym. Rozdział ten składa się z 16 podrozdziałów, które zajmują 82 strony pracy. W rozdziale tym Doktorant przedstawił autorskie wyniki badań litych belek drewnianych wzmocnionych kompozytami R-PBO oraz FRCM pracujących w warunkach normalnych oraz w warunkach podwyższonej temperatury. Opisano sposób przygotowania oraz wzmocnienia elementów drewnianych, metodykę badawczą oraz przebieg i efekty badań, które zilustrowano na pięćdziesięciu ośmiu fotografiach, jedenastu wykresach, a wyniki badań zaprezentowano w czytelny sposób w siedemdziesięciu tabelach. W podrozdziale 3.16 na ośmiu stronach Autor dysertacji przedstawił wnioski z przeprowadzonych badań eksperymentalnych. Zostały one przedstawione w syntetycznej formie, co ułatwia zapoznanie się z głównymi osiągnięciami rozprawy.

Rozdział szósty to obszerne opracowanie statystyczne wyników badań. Celem analizy jest określenie przez Doktoranta istotności wpływu wzmocnienia siatki PBO na poprawę cech wytrzymałościowych belek drewnianych. Rozdział ten składa się z sześciu podrozdziałów, a zakres przeprowadzonej analizy obejmuje między innymi analizę wariancji, analizę trendu oraz regresję wielowymiarową. Rozdział zakończony jest krótkimi wnioskami, z których wynika, że analiza statystyczna potwierdziła poprawę badanych parametrów.

W rozdziale siódmym zawarto dwustronicowe podsumowanie rozprawy doktorskiej.

Rozdział ósmy zawiera propozycję dalszych prac i eksperymentów, które mogą być kontynuacją przeprowadzonych badań lub ich ciekawą alternatywą.

Rozdział dziewiąty to bibliografia wykorzystana w pracy. Wykaz literatury jest obszerny i obejmuje 243 pozycje, wśród których można wyróżnić monografie, publikacje w czasopiśmie naukowych, referaty konferencyjne (w tym 122 pozycje obcojęzyczne), normy (w tym europejskie, polskie i amerykańskie - 19 pozycji) oraz instrukcje i karty techniczne.

### **3. Ocena rozprawy**

Ocena rozprawy została przedstawiona w dwóch częściach. W pierwszej części znajduje się ogólna ocena merytoryczna rozprawy z wyszczególnieniem wybranych pozytywnych aspektów dysertacji. Z kolei w drugiej części oceny zawarte są szczegółowe uwagi recenzenta na temat poprawności merytorycznej i stylistycznej niektórych elementów rozprawy, jak również zauważone błędy przypadkowe, które nie obniżają wartości naukowej rozprawy.



### 3.1. Ocena naukowej wartości rozprawy

Dobór tematu, zakres i cel recenzowanej dysertacji bardzo dobrze wpisują się w zagadnienia praktyczne i naukowe w dziedzinie budownictwa drewnianego obecnie rozpatrywane w Polsce i na świecie. Z punktu widzenia poznawczego praca stanowi cenny wkład w stan wiedzy na temat wzmocnienia litych belek drewnianych materiałami kompozytowymi.

Koncepcja pracy opiera się na realizacji problemu naukowego, głównego celu, jakim jest określenie skuteczności wzmocnienia i nośności przekrojów zginanych z drewna litego wzmocnionych przy użyciu siatki z włókna PBO (kompozytu R-PBO oraz kompozytu FRCM), która stanowi alternatywę obecnie stosowanych systemów wzmacniania oraz jest możliwa do zastosowania w niektórych obiektach zabytkowych.

Rozpatrywany przez Autora temat jest aktualny, ciekawy i celowy z naukowego punktu widzenia.

Z uwagi na fakt, że niektóre materiały kompozytowe, polimerowe tracą swoje właściwości wytrzymałościowe w podwyższonej temperaturze, Autor przeprowadził analizę redukcji właściwości mechanicznych elementów drewnianych wzmocnionych kompozytami pod wpływem zmieniającej się temperatury, co jest cenną inicjatywą.

Podjęcie przez mgra inż. Piotra Sokołowskiego zagadnienia polegającego na rozpoznaniu niewyjaśnionego do tej pory wpływu wzmocnienia i nośności przekrojów zginanych z drewna litego wzmocnionych kompozytami R-PBO oraz FRCM zatopionych w matrycy żywicznej oraz mineralnej, która do tej pory była wykorzystywana we wzmacnianiu konstrukcji żelbetowych jest zadaniem ambitnym i łączącym dwa zagadnienia badawcze: badań litych belek drewnianych w skali technicznej wzmocnionych kompozytami R-PBO oraz FRCM pracujących w warunkach normalnych oraz w warunkach podwyższonej temperatury, w pierwszej fazie pożaru. Zagadnienie to należy również wysoko cenić z punktu widzenia aplikacyjnego i możliwości wykorzystania w praktyce inżynierskiej.

Tytuł rozprawy jest jednoznaczny i zrozumiały, dobrze oddaje problem naukowy przedstawiony w rozprawie.

Rozwiązanie problemu badawczego wymagało odpowiednich metod badawczych, aparatury oraz korzystania z wielu źródeł informacji. Doktorant szczegółowo scharakteryzował materiały wytypowane do badań oraz w sposób czytelny omówił procedury badawcze.

Pracę otwiera obszerny i ciekawy przegląd literatury, w którym zostały szeroko uwzględnione studia krajowe i zagraniczne. Przegląd zawiera różne metody wzmacniania konstrukcji drewnianych, jednak ze względu na tematykę szczególny nacisk został położony na kompozyty FRP, FRCM i R-PBO.



Należy podkreślić, że program badań został zaplanowany w sposób poprawny. Liczby próbek i elementów konstrukcyjnych pracujących w warunkach normalnych były wystarczające do uzyskania rezultatów ważnych pod względem statystycznym.

Jak wynika z przedstawionego opisu rozprawa zawiera zarówno walory naukowe, jak i praktyczne. Przegląd piśmiennictwa i stanu zagadnienia są kompetentne i przedstawiają istotę dotychczasowych prac badawczych i uzyskanych na tym polu wyników. Przedstawiony w rozprawie problem naukowy jest jasno postawiony, a tezy są wyraźnie sprecyzowane, chociaż nie udało się do końca udowodnić tezy drugiej i czwartej, że zwiększenie ilości zbrojenia spowoduje spadek ugięcia belek w warunkach normalnych i w podwyższonej temperaturze.

Kolejnym godnym wyróżnienia aspektem recenzowanej pracy jest wykorzystanie metod statystycznych, które stanowią według recenzenta niezbędną część analizy wyników laboratoryjnych. Pan mgr inż. Piotr Sokołowski wykorzystał to podejście w analizie wariancji, analizie trendu oraz regresji wielowymiarowej. Analizie poddano trzy parametry: moduł sprężystości  $E_{m,g}$ , sztywność  $M$  oraz siłę niszczącą  $F_{max}$ .

Autor udowadnia, stosując uwydatnienie istotności statystycznej, że wzmocnienie dolne belek drewnianych istotnie zwiększa moduł sprężystości, sztywność i siłę maksymalną, natomiast wzmocnienie boczne belek zwiększa istotnie jedynie siłę maksymalną. Wyniki z analizy statystycznej poparły inne obserwacje zgodne z intuicją inżynierską i wzmocniły wyciągnięte wnioski. Jednakże formułując wnioski Autor wykazał krytycyzm i poczucie odpowiedzialności.

Należy nadmienić, że przedstawione w pracy wyniki badań mają charakter badań porównawczych. Świadomość potrzeby badań porównawczych i dogłębnej analizy statystycznej uzyskanych wyników badań dobrze świadczy o dojrzałości naukowej Autora i jego krytycznym podejściu do uzyskiwanych wyników badań.

Biorąc pod uwagę powyższe osiągnięcia Doktoranta oraz fakt, że założony główny cel pracy został osiągnięty, wyrażam pozytywną ocenę naukowej wartości recenzowanej rozprawy.

### **3.2. Szczegółowe uwagi merytoryczne**

Opublikowanie badań Autora w formie niniejszej rozprawy doktorskiej jest bardzo cenną inicjatywą, która nie tylko porządkuje dotychczasową wiedzę o wpływie wzmocnienia i nośności przekrojów zginanych z drewna litego wzmocnionych kompozytami R-PBO oraz FRCM, ale wytycza jednocześnie kierunki dalszych badań i analiz Autora.

Niezależnie od mojej pozytywnej oceny wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej, z obowiązku recenzenta wykażę poniżej jej dyskusyjne strony:





- 1) Rozdział 3.2. *Przyczyny wykonywania wzmocnień konstrukcji drewnianych* zawarty został na jednej stronie. Zdaniem recenzenta zagadnienie to zostało potraktowane zbyt powierzchownie.
- 2) Ponadto nie wydaje się być dobrą praktyką przedstawianie w pracach naukowych, co też często jest krytykowane przez polskich i zagranicznych recenzentów artykułów w prestiżowych czasopismach naukowych, takiego rodzaju sformułowań, cytując na raz większą ilość pozycji literaturowych:  
Np. str. 22 – *Temat uszkodzeń samego drewna,....został opisany obszernie w [32-38]*, czy na str. 58 – *Szerzej na temat wzmacniania konstrukcji drewnianych kompozytami CFRP można przeczytać w [127-133]*. Autor stosuje takie sformułowania dość często w przeglądzie literatury np. str. 67 – *Opis podobnych badań dotyczących wzmacniania ..... można przeczytać w [154-160]*, czy na str. 70 – *....można przeczytać w [167-174]*. W ten sposób bez szczególnej analizy, bez krytycznego rozpoznania aktualnego stanu wiedzy można powołać się na kilkadziesiąt publikacji.
- 3) Badania *pull-off*, których celem było określenie wytrzymałości na odrywanie kompozytu R-PBO od belek drewnianych, opisane od str. 90 do str. 97 rozprawy, zostały już opublikowane wcześniej w Archives of Civil Engineering w 2020 roku tom 66, nr 1 na stronach 179-196 w artykule współautorskim pt. *Pull-off adhesion strength of poly-p-phenylene benzobisoxazole (PBO) – reinforced timber*, Tabele: 18, 19, 20, 27, wykres nr 10, zdjęcia nr 81, 82 i 83 zostały bez zmian przeniesione z artykułu do rozprawy doktorskiej. Wyniki, ilość próbek przyjętych do badań, rozmieszczenie krążków na belkach zaprezentowanych w pracy doktorskiej na rysunku nr 79 są identyczne jak w artykule z 2020 roku. Podobna sytuacja dotyczy wyników pilotażowych badań belek z serii BDJ oraz BDJW wzmocnionych kompozytem R-POB przedstawionych od str. 85 do str. 90. Wyniki tych badań zostały zaczerpnięte ze współautorskiego artykułu pod numerem 205 w bibliografii w Archives of Civil Engineering z 2018 roku w tomie 64, nr 4, s. 105-121 pt. *Estimation of the modulus fir wood reinforced with pbo fiber mesh*. Dobrą praktyką jest, aby unikać prezentowania tych samych wyników, wykresów, fotografii w różnych opracowaniach. Należy jednak nadmienić, że są to badania wstępne, nie stanowiące istotnego wkładu w dysertacji. Krytyczna uwaga recenzenta może być pomocna przede wszystkim przy przygotowaniu tekstu celem wydania monografii naukowej.
- 4) Jaka była grubość kleju, czy na wszystkich belkach zachowano tę samą grubość kleju, gdyż cecha ta wpływa na rozkład naprężeń na grubości spoiny?
- 5) Badania *pull-off* - ponieważ tylko 7 z badanych 15 próbek charakteryzuje się zniszczeniem kohezyjnym w podłożu, a pozostałych 8 wykazuje zniszczenie adhezyjne między warstwą kleju, a metalowym krążkiem tzw. typu zniszczenia „Y/Z”, zdaniem

recenzenta należałoby rozważyć przyjęcie innych warunków brzegowych badania. Jak sam Autor stwierdził na str. 99 rozprawy, wyniki badań w przypadku typu zniszczenia „Y/Z” należy odrzucić zgodnie z normą PN-EN 1542 „Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Metody badań – Pomiar przyczepności przez odrywanie”. Przyczyn zaistniałej sytuacji, czyli ponad 53% wątpliwych, niewiarygodnych wyników badań przyczepności można dopatrywać się np. w zastosowaniu nieodpowiedniego kleju, żywicy do tego typu badania. Autor nie podał w pracy, opisując przebieg badania na str. 90, jakiego rodzaju zastosowano klej. Przyczepność kleju do krążka metalowego była zbyt niska, aby oderwać cały kompozyt R-PBO od belki drewnianej. Inną przyczyną może być wykonanie zbyt małego, chociaż zgodnego z normą, jedynie pięciomilimetrowego nacięcia. Np. zgodnie z normą ASTM C1583 *Standard test method for tensile strength of concrete surfaces and the bond strength or tensile strength of concrete repair or overlay materials by direct tension (pull-off method)*. West Conshohocken, PA. 2013 na powierzchni próbki zaleca się wykonanie okrągłego nacięcia o średnicy 50 mm i głębokości 15 mm za pomocą wiertła rdzeniowego. F. J. Rescalvo i in. w przypadku badań przyczepności siatek i laminatów do belek drewnianych opisanych w artykule *Acoustic emission during wood-CFRP adhesion tests* w *International Journal of Adhesion and Adhesives* z 2018 roku, zastosowali nacięcia o głębokości 10 mm. Autor poprawnie stwierdza, że wyniki badań wskazują na dobre połączenie siatki PBO z powierzchnią drewnianą i, aby oderwać metalowy krążek od podłoża, potrzeba większej siły odrywającej niż wartości uzyskane podczas badań. Jednakże w inżynierskiej pracy doktorskiej oczekuje się precyzji podczas wykonywania badań oraz w ich interpretacji, w związku z tym należało wyznaczyć wartości siły odrywającej, skoro podjęto się takich badań.

- 6) Czy podczas analizy zmian adhezji mechanicznej brano pod uwagę tarcie między warstwą kleju i drewna, czy efekt klinowania/zblokowania cząstek kleju o nierówności podłoża (chropowatość)?
- 7) Pewną słabością recenzowanej rozprawy jest brak badań struktury podłoża, jego chropowatości, do którego przyklejana jest siatka z klejem lub zaprawą mineralną. W związku z tym, na jakiej podstawie Autor wyciągnął wniosek z badań pilotażowych na str. 98, który brzmi: „stwierdzono, że na przyczepność kompozytu R-PBO ma wpływ chropowatość powierzchni wzmacnianej i jej nierówności”. Żeby to potwierdzić, należałoby wykonać badania porównawcze, zastosować podłoża o zróżnicowanej chropowatości i wyznaczyć profile chropowatości 3D podłoża. W tego typu konstrukcjach w praktyce należy poświęcić nieco więcej czasu na przygotowanie strefy kontaktu pomiędzy elementami. Np. obecnie przygotowuje się np. podłoża betonowe zwiększając szorstkość jego powierzchni (przy pomocy szlifowania, strumieniem wody

pod ciśnieniem, piaskowania) przed aplikacją FRCCM. Wyniki badań np. U. Ebeada i A. Younis przedstawione w artykule „Pull-off characterization of FRCCM/Concrete interface” Composites Part B 165 (2019), s. 545–553 wskazują, że wraz ze wzrostem chropowatości podłoża wzrost wytrzymałości na zrywanie wynosił do 74% w porównaniu z powierzchnią wzorcową. Na podstawie analizy badań autorzy stwierdzili, że na wartość siły odrywającej ma wpływ nie tylko szorstkość powierzchni, ale geometria samej siatki, tkaniny.

Biorąc pod uwagę powyższe, recenzent jest jednak świadomy, że praca dotyczy przede wszystkim pracy statycznej zginanych belek drewnianych, a badania strukturalne nie były brane pod uwagę i wykraczają poza zakres pracy. Jednakże dalsze kierunki badań mogłyby obejmować badania skuteczności wzmocnienia belek kompozytami w zależności od rodzaju tkaniny, ilości warstw siatek, rodzaju kleju, zaprawy mineralnej i ich modyfikacji domieszkami zwiększającymi przyczepność oraz wpływ metod obróbki podłoża w celu zwiększenia chropowatości.

- 8) Str. 124 – Autor, na podstawie badań własnych w Tabeli 40 podał, że wytrzymałość na zginanie zaprawy mineralnej Ruredil X Mesh M750 wynosi 174,6 MPa. Jest to raczej błąd edycyjny. Według informacji podanych w karcie technicznej wytrzymałość ta powinna być większa od 2 MPa, a według badań literaturowych wynosi 3,5 MPa. Jaką wytrzymałość na zginanie faktycznie uzyskano w badaniach?
- 9) Str. 85 – w badaniach pilotażowych uzyskano klasę wytrzymałości drewna K27 według normy PN-EN 338:2004. Na str. 127 i w pozostałej części pracy Autor używa już nowych oznaczeń C24 według tej samej normy.
- 10) Str. 99 - W rozdziale 4.4 Badania materiałowe oraz we wnioskach w rozdziale 4.8, nie podano jakiego gatunku drewno przyjęto do badań. We wnioskach podano, że uzyskano klasę wytrzymałości C24. Dopiero na str. 130 pojawia się informacja, że jest to drewno sosnowe. Natomiast wcześniej w rozdziale 4.1 na str. 85 podano, że w badaniach wstępnych użyto drewna jodłowego. W pracy doktorskiej informacje te powinny być bardziej czytelne, podanie gatunku drewna powinno być oczywiste już na początku planowania eksperymentu.
- 11) W badaniach głównych pracy w rozdziale 5 w poszczególnych seriach belek uzyskano znaczne rozrzuty pomiędzy wynikami np. z wykresu nr 18 (str. 166) można odczytać wartości ugięcia w w serii B np. 34,14 mm i 89,49 mm, czy w serii D – 39,75 oraz 95,25 mm. Podobna sytuacja jest na wykresie nr 19, czy nr 20, gdzie przedstawiono wartości modułu sprężystości  $E_{m,g}$ , np. w serii C wartość modułu belki C-3 11,35 GPa, a belki C-1 7,54 GPa. Jak również na wykresie 23 wartość naprężenia obliczeniowego  $\delta_{m,y,d}$  w serii B próbki B-2 wynosi 75 MPa, a próbki B-3 tylko 47,72 MPa. To tylko przykłady, w pracy jest ich więcej. Oczywistym jest fakt, iż drewno jest niejednorodnym materiałem



o nieprzewidywalnym rozkładzie wad, sęków, włókien i trudno uzyskać jednorodne wyniki badań eksperymentalnych. Jak sam Autor stwierdził na str. 165 – „widoczny jest jednak duży rozrzut pomiędzy wartościami...” oraz wspomniał o tym w podsumowaniu w rozdziale siódmym, wykazały to także analizy wariancji w rozdziale 6. Jednakże wszystkie wyniki znacznie odbiegające od pozostałych zostały uwzględnione w średnich z poszczególnych badań. Dlaczego? Proszę o wyjaśnienie.

12) W związku z poprzednią uwagą nasuwa się pytanie, dlaczego w rozdziale 5.9 w badaniach belek w podwyższonej temperaturze przyjęto tylko po jednej belce wzmocnionej w różny sposób (serie G1-G5), skoro uzyskano tak rozbieżne wyniki w badaniach wcześniejszych? Jak wpływa to na wiarygodność uzyskanych rezultatów? W tym przypadku niemożliwe było wykonanie analiz statystycznych. Jeżeli zamysłem Doktoranta było wykorzystanie siatek PBO w praktyce, nie można argumentować, że materiały do badań są zbyt drogie, co uniemożliwiło wykonanie większej liczby próbek w skali laboratoryjnej, o czym wspomniał Autor na stronie 208 rozprawy.

### 3.3. Uwagi dotyczące układu rozprawy, języka i redakcji pracy

Układ pracy jest czytelny, logiczny i prawidłowy. Uważam, że kolejność rozdziałów i podrozdziałów w logiczny sposób przedstawia treści pracy. Dobrą praktyką stosowaną przy opracowaniu dysertacji naukowych jest zamieszczenie na początku lub na końcu pracy streszczenia w języku polskim oraz angielskim. Niestety w recenzowanej pracy zabrakło tego elementu.

Praca napisana jest poprawną polszczyzną i czyta się ją z zainteresowaniem. Praca nie zawiera niezręczności językowych, błędów stylistycznych i gramatycznych. Ze względów redakcyjnych należałoby jednak przedstawić pewne komentarze do rozważenia przez Autora i wykonania korekty tekstu przed wydaniem monografii naukowej. Należy zwrócić szczególną uwagę na stosowaną w tekście interpunkcję, liczne błędy literowe oraz niekiedy ortograficzne. W pracy przyjęto nietypową numerację rysunków, tabel i wykresów. Z reguły numer rysunku, bądź tabeli odpowiada numeracji rozdziału, a następnie kolejności występowania w danym rozdziale np. Rys. Nr 10 posiadałby numer 3.9.

Poniżej zestawiono błędy interpunkcyjne, które pojawiają się w pracy oraz błędy redakcyjne:

Str. 16 – „zastosowane proponowanych”, powinno być „zastosowanie ...”;

Str. 18 – Tabela 1 „ciężaru Objętościowego drewna”, powinno być małe „o” - „ciężaru objętościowego...”;

Str. 18 – „co oceny, jakości...”, niepotrzebnie postawiono przecinek;

Str. 23 – „, [42-45].”, niepotrzebna kropka przed nawiasem;

Str. 28 „[71].”, niepotrzebny przecinek przed nawiasem;

Str. 30 – „0.01÷0.1” – zamiast kropki powinny być przecinki 0,01÷0,1; „rys Nr 13” – powinno być „rys. Nr 13”;

Str. 35 – Jest „ z pośród” zamiast „spośród”; „Rys. Nr, 18” – niepotrzebnie postawiono przecinek.

Str. 55 – rys. nr 34 oraz str. 63 - rys. nr 48 – praca jest napisana w języku polskim, więc rysunki i opisy również powinny być wykonane w języku polskim, a nie w angielskim.

Str. 59 – „50 belek z drewna twardego,” – powinna być kropka zamiast przecinka.

Str. 64 – „...elementów a tym samym na redukcje współczynnika..” – brakuje przecinka przed „a tym samym” oraz powinno być „redukcję”.

Str. 65 – niezręczność językowa: „wzmocnienie belek za pomocą wzmocnień...”;

Czasami w pracy niepotrzebnie pojawia się forma „dla”. Jest to najpopularniejszy rusycyzm, który wszedł do obiegu w odmianie ogólnopolskiej języka polskiego. Nie zawsze jest to możliwe do uniknięcia, ale w miarę możliwości należy tego typu błędy językowe wyeliminować w pracy. Np. str. 66 – „zwiększenie nośności wyniosło.... dla próbek”, powinno być raczej: „zwiększenie nośności próbek wyniosło...”; str. 165, 168, 171 – dla serii D, dla serii E.

Str. 74 – rys. nr 57 – „w Szwajcarii, [184]”, niepotrzebny przecinek;

Autor często stawia spację po roku np. 2003 r str. 76, ale równie często jej nie stawia np. str. 73, 77 i inne.

Str. 81 – Rozdział 3.13 nie powinien kończyć się rysunkiem (Nr 69), raczej treścią;

Str. 93 – rys. nr 80 błąd ortograficzny „stępel”, zamiast „stempel”;

Str. 96 – tabela 27 „typzniszczenia”, brakuje spacji;

Str. 97 – wykres nr 10 jest bardzo zły jakości (pochodzi z innego artykułu);

Str. 98 – pięć pierwszych wniosków z badań wstępnych zawiera niepoprawne sformułowanie: np. „wzrost nośności...wzrósł”, „wzrost wytrzymałości wzrósł” itd.

Str. 130 – w rozdziale 6.0, raczej numer rozdziału to 6;

Str. 131 – „w celu zapewnia”, zamiast „w celu zapewnienia”;

Str. 171 – wers 24 „nie mniej jednak”, powinno być „niemniej jednak”;

Str. 177 – niefortunne sformułowanie: „siły przyłożone przyłożono”;

Str. 203, 208 – zamiast symbolu stopnia Celsjusza podano w wielu miejscach zero „0”;

Str. 203 – „ugicia”, zamiast „ugięcia”;

Str. 246 – jest „zwiększa ... sztywności”, powinno być „zwiększa sztywność”.

Pomimo imponującej liczby zacytowanych pozycji bibliograficznych, należy zauważyć, że sumaryczna liczba publikacji jest mniejsza, ponieważ niektóre pozycje powtarzają się kilkukrotnie (nr 6, 13, 15, 66 czy 47 i 67). Numeracja poszczególnych pozycji bibliografii wynika z kolejności cytowania w pracy, być może stąd wynikają powtórzenia niektórych publikacji.

Przedstawione powyżej uwagi nie są istotne z punktu widzenia merytorycznej zawartości pracy i w żaden sposób nie wpływają na jej wysoką ocenę. Uwagi krytyczne recenzenta mogą być pomocne przede wszystkim przy przygotowaniu tekstu celem wydania monografii naukowej.

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska posiada potencjał, aby stać się wartościową monografią naukową, z korzyścią zarówno dla Autora, jak i jego macierzystego ośrodka naukowego.

#### **4. Wniosek końcowy**

Uważam, że główny cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty. Przedstawiona rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a Doktorant udowodnił, że ma wiedzę i posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w deklarowanym zakresie. Rozprawa wykazała bardzo dobrą ogólną wiedzę Autora w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

Opiniowaną pracę oceniam pozytywnie. Dotyczy to zarówno jej strony naukowej jak i formalnej, które nie budzą zastrzeżeń. Praca wypełnia istniejącą lukę na rynku literatury naukowej z obszaru inżynierii lądowej, uzupełniając braki w zakresie wiedzy o wzmacnianiu litych belek drewnianych kompozytami PBO i FRCM.

Uwagi krytyczne przedstawione w recenzji nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy. Mają one charakter dyskusyjny i porządkujący.

W związku z powyższym uważam, że recenzowana praca doktorska spełnia wszystkie wymagania przewidziane przez Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 r. (Dz. U. nr 65 poz. 595 z późn. zmianami) oraz Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19.01.2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzenia czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 19.01.2018, poz. 261) **i wnoszę wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.**



Danuta Barnat-Hunek