

Przyjmuje pod względem
formalnym 19.01.2026
K. Osiecki-Nela

Prof. dr hab. inż. Lech Lichołai
Politechnika Rzeszowska
Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury
Katedra Budownictwa Ogólnego
al. Powstańców Warszawy 12
35-029 Rzeszów

Rzeszów, 22-XII-2025 roku



RECENZJA

Rozprawy doktorskiej

Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza

pt. „**Hybrydowe drewniane konstrukcje budowlane z drewna
masywnego i lekkich paneli szkieletowych –
propozycje rozwiązań i ocena ich efektywności**”

wykonanej pod opieką naukową:

Promotor: dr hab. inż. Arkadiusz Węglarz, prof. uczelni

Promotor pomocniczy: dr inż. Jan Pełczyński

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Pani dr hab. inż. Katarzyny Osińskiej-Skotak, prof. uczelni - Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Warszawskiej RND.ILGiT.196.10.2025, z dnia 09.10.2025, informujące, że Rada Naukowa Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Warszawskiej powołała moją osobę na Recenzenta rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza pt.: „Hybrydowe drewniane konstrukcje budowlane z drewna masywnego i lekkich paneli szkieletowych - propozycje rozwiązań i ocena ich efektywności” wraz z prośbą o opracowanie recenzji.

Dołączone zostało także pismo z Uchwałą nr 148/2025, z dnia 7 października 2025 r. Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport w sprawie wyznaczenia recenzentów rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza, podpisane przez Panią dr hab. inż. Katarzynę Osińską-Skotak, prof. uczelni - Przewodniczącą Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Warszawskiej.

2. Informacja dotycząca tytułu rozprawy doktorskiej stanowiącej podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora

Tytuł rozprawy doktorskiej „Hybrydowe drewniane konstrukcje budowlane z drewna masywnego i lekkich paneli szkieletowych - propozycje rozwiązań i ocena ich efektywności” jest właściwy, mając na uwadze naukową treść całego opracowania. Zawiera on w sposób jednoznaczny zwrócenie uwagi na przyjęte do przeanalizowania zagadnienia naukowe, który Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz rozwija w kolejnych rozdziałach swojej dysertacji. Tytuł rozprawy doktorskiej stanowiącej podstawę ubiegania się w obecnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora jest należycie sformułowany, a jego znaczenia naukowe zostało rozpatrzone w prowadzonych przez Doktoranta zadaniach badawczych, realizowanych zgodnie z przyjętą merytoryczną kolejnością.

3. Ocena układu rozprawy doktorskiej, w tym informacje o jej poszczególnych częściach składowych

Wykonana recenzja dotyczy rozprawy doktorskiej pt. „Hybrydowe drewniane konstrukcje budowlane z drewna masywnego i lekkich paneli szkieletowych - propozycje rozwiązań i ocena ich efektywności”, której Autorem jest Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz. Praca została zrealizowana pod opieką Promotora Pana dr hab. inż. Arkadiusza Węglarza, prof. uczelni oraz Promotora pomocniczego Pana dr inż. Jana Pełczyńskiego.

Rozprawa doktorska została napisana w języku polskim. Dysertacja zawiera Streszczenie w języku polskim (str. 5), a także Abstract w języku angielskim (str. 6).

Praca doktorska liczy 284 strony i składa się z siedmiu ponumerowanych rozdziałów: 1. Wstęp (str. 11), 2. Cel i zakres pracy (str. 14), 3. Podstawa pracy – materiał, użyte pojęcia i typologie (str. 19), 4. Uszczegółowienie zakresu pracy – oryginalne klasyfikacje (str. 46), 5. Krytyczny przegląd nowoczesnych konstrukcji drewnianych (str. 54), 6. Propozycja hybrydowej drewnianej konstrukcji z drewna masywnego i lekkich paneli szkieletowych (str. 154), 7. Podsumowanie, wnioski, kierunki dalszych badań (str. 260). Ponadto w pracy znajdują się rozdziały, które nie posiadają numeracji: Najczęściej używane skróty (str. 10), Literatura (str. 268), Spis rysunków (str. 276), Spis fotografii (str. 282). Tak zaproponowany układ rozprawy doktorskiej należy uznać za właściwy, poszczególne rozdziały umieszczone są w poprawnej kolejności, biorąc pod uwagę wymagania formalne i merytoryczne.

Rozdział pierwszy - Wstęp - zawiera informacje wprowadzające do tematyki rozprawy doktorskiej. Autor zaznacza, że drewno było jednym z pierwszych, używanych przez ludzi materiałów budowlanych, jego popularność wzrastała, jednak w kolejnych etapach rozwoju cywilizacyjnego zostało wypierane przez stosowanie stali, a także betonu w budownictwie. Zauważa się w obecnym wieku powrót do konstrukcji drewnianych, mogących mieć zastosowanie we współczesnych rozwiązaniach budowlanych w kontekście zrównoważonego rozwoju, uwzględniającego potrzeby życiowe przyszłych pokoleń. Doktorant zwraca uwagę, że reguły budownictwa zrównoważonego mogą być spełniane poprzez powszechniejsze stosowanie technologii budowlanych wykorzystujących zasady budownictwa drewnianego. Ponadto budynki wykonywane w oparciu o surowiec drewniany mogą być efektywne energetycznie, zarówno na etapie realizacji jak i użytkowania. Współczesne technologie pozwalają na stosowanie konstrukcji drewnianych w kontekście korzystnych cech dla ludzi i otoczenia. Doktorant proponuje w tym temacie hybrydyzację nowego typu, będącą hybrydyzacją w pełni drewnianą, stosując wyłącznie konstrukcje z materiałów drewnianych i drewnopochodnych, uwzględniając możliwość połączenia różnych technologii i systemów z nich kształtowanych.

W rozdziale drugim zawarty jest cel i zakres pracy. W podrozdziale: „Cel pracy” Doktorant sformułował sześć pytań dotyczących merytorycznych problemów, których rozważanie jest istotą kompleksowych badań realizowanych w ramach niniejszej pracy doktorskiej. Zakres dysertacji został przez Autora pracy ograniczony do konstrukcji budynków o minimum dwóch kondygnacjach drewnianych.

W tym miejscu, w podrozdziale: „Zakres pracy – analiza rozwiązań istniejących” została sformułowana teza, która brzmi: *„możliwe jest racjonalne zaprojektowanie budynku o minimum dwóch kondygnacjach w technologii hybrydowej drewnianej, w której łączą się cechy drewna masywnego i paneli z lekkiego szkieletu”*.

W rozdziale trzecim - „Podstawa pracy - materiał, używane pojęcia i typologie” zawarte są informacje o początkach stosowania materiałów drewnianych do rozwiązań konstrukcyjnych spotykanych w obiektach historycznych. Ponadto przedstawione są obecnie stosowane konstrukcyjne materiały drewniane i drewnopochodne wraz ze szczegółami dotyczącymi technologii, połączeń, montażu. Wyszczególnione są charakterystyczne pojęcia mające związek z klasyfikacją konstrukcji drewnianych. Opisane są w sposób szczegółowy zagadnienia dotyczące drewna masywnego, lekkiego szkieletu drewnianego, ściany usztywniającej, panelu, modułu wolumetrycznego, rdzenia usztywniającego. Zamieszczone liczne ilustracje są wartościowym dopełnieniem części opisowej tego rozdziału.

Rozdział czwarty – „Uszczegółowienie zakresu pracy - oryginalne klasyfikacje” rozpoczyna się rozważaniami dotyczącymi zdefiniowania elementów konstrukcyjnych, mając na uwadze kryterium materiału z jakiego zostały wykonane, w postaci graficznej

przedstawiony jest schemat klasyfikacji elementów konstrukcyjnych. Opisane są: homogeniczny element konstrukcyjny, hybrydowy element konstrukcyjny, drewniany element konstrukcyjny, drewnopochodny element konstrukcyjny, drewniany hybrydowy element konstrukcyjny. Ważną częścią tego rozdziału jest merytoryczne zdefiniowanie przyjętych kategorii naukowych rozważanych w ramach wykonywanej pracy doktorskiej w postaci wypunktowanych zaleceń. Graficznie przedstawiona jest klasyfikacja układów konstrukcyjnych wykorzystujących elementy drewniane biorąc pod uwagę składowe elementów konstrukcyjnych.

Rozdział piąty - „Krytyczny przegląd nowoczesnych technologii konstrukcji drewnianych” - zawiera analityczne rozważania dotyczące wyboru konstrukcji wykorzystujących drewno i materiały drewnopochodne, które stosowane są we współczesnym budownictwie. Celem tych analiz jest określenie cech dla rozważanych rozwiązań konstrukcyjnych, ich zalet i wad w kontekście możliwości praktycznego stosowania. Przedstawione są konstrukcje z drewna masywnego, lekkie konstrukcje drewniane, hybrydowe konstrukcje mieszane, hybrydowe konstrukcje drewniane. Jest to rozdział bardzo obszerny, zawierający szczegółowe opisy poszczególnych układów konstrukcyjnych wraz z licznymi ilustracjami. Analityczne rozważania przeprowadzono w oparciu o konkretne przykłady zrealizowanych obiektów w opisywanych technologiach. Interesującą składową tego rozdziału jest zestawienie zależności wynikających z przeprowadzonej analizy przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych, a dotyczących: sposobów zapewniania sztywności przestrzennej, wysokości użytkowej kondygnacji, wysokości konstrukcyjnej stropu i jego rozpiętości. Zależności te dla dwunastu analizowanych przykładów. Doktorant przedstawił w postaci tabelarycznej oraz wykonał szczegółowe, merytoryczne interpretacje poszczególnych zależności oraz zamieścił wnioski z analiz własnych, a także z analiz literaturowych. W podsumowaniu tego rozdziału Autor rozprawy zaznacza, że hybrydowe konstrukcje drewniane (hybrydowe konstrukcje z drewna masywnego i hybrydowe lekkie konstrukcje drewniane) wymagają dalszych badań, między innymi w zakresie opracowania nowych sposobów ich łączenia. Doktorant widzi w tym obszarze kolejne prace badawcze w kontekście szerszego i optymalniejszego ich zastosowania.

Rozdział szósty - „Propozycja hybrydowej drewnianej konstrukcji z drewna masywnego i lekkich paneli szkieletowych” zawiera rozważania analityczne dotyczące określonych wcześniej ograniczeń konstrukcji drewnianych, zarówno masywnych, a także z lekkiego szkieletu oraz hybrydowych. Na potrzeby zbiorczej analizy Doktorant zestawiał ograniczenia w dwóch grupach: cech dotyczących konstrukcji stropów, umożliwiając określenie granic związanych z rozpiętością, wysokości konstrukcyjnej, ograniczenia ryzyka kolizji z instalacjami, bezpośrednio związanych z wysokością rzeczywistą kondygnacji oraz cech związanych z zapewnieniem globalnej stateczności budynku, umożliwiając określenie warunków ograniczających,

w których hybrydowe drewniane elementy konstrukcyjne mogą mieć racjonalne zastosowanie. Autor rozprawy zakłada, że te analizy pozwolą na wyciągnięcie wniosków w celu przedstawienia potencjalnych rozwiązań, których stosowanie w rozpatrywanych układach jest uzasadnione, a uzyskane wyniki pozwolą na krytyczną ocenę analizowanych układów konstrukcyjnych. Kolejne składowe tego rozdziału zawierają szczegółowe analizy i oceny optymalnych rozwiązań dla trzech przyjętych przez Doktoranta układów konstrukcyjnych (zawierających także różne wariantowe konfiguracje): drewniana konstrukcja stropu w siatce modularnej 8,1 x 8,1 m, drewniana konstrukcja stropu w siatce modularnej 5,4 x 5,4 m oraz hybrydowy drewniany rdzeń usztywniający.

Rozdział ten zawiera liczne wnioski sformułowane przez Autora rozprawy, wynikające z przeprowadzonych analiz. Dla pierwszej analizy między innymi: *„Skonstruowanie stropów w siatce modularnej 8,1 x 8,1 m wykazało niemożność wykorzystania elementów z lekkiego szkieletu drewnianego czy hybrydowych konstrukcji drewnianych. W związku z tym należy przeanalizować siatkę o zredukowanych wymiarach”*, Dla drugiej analizy między innymi: *„Można z powodzeniem konstruować stropy w konstrukcji drewnianej dla układów 5,4 x 5,4 m. Wyniki oceny wypadają zdecydowanie korzystniej niż w poprzednim analizowanym przypadku, układu 8,1 x 8,1 m”*, *„Analiza dowodzi, że w układzie 5,4 x 5,4 m hybrydowe konstrukcje drewniane mogą stanowić właściwe rozwiązanie”*. Dla trzeciej analizy między innymi: *„Najwyższym budynkiem biurowym o proponowanym rdzeniu usztywniającym może być obiekt trzykondygnacyjny, dodatkowo obciążony ograniczeniem w postaci centralnej lokalizacji rdzenia”*. Rozdział ten, będący bardzo ważną częścią pracy jest właściwie opracowany, zawiera rzetelne rozważania naukowe i posiada liczne, wartościowe zestawienia wnioskowe, będące rezultatem przeprowadzonych prac badawczych.

Rozdział siódmy - „Podsumowanie, wnioski, kierunki dalszych badań” zawiera odpowiedzi na pytania zawarte w początkowej części opracowanej rozprawy doktorskiej. Doktorant stwierdza, że założone cele pracy zostały zrealizowane. Zrealizowana rozprawa doktorska powiększa wiedzę o hybrydowych konstrukcjach drewnianych z drewna masywnego i paneli z lekkiego szkieletu. Wykonane w ramach przedmiotowej pracy doktorskiej rozważania naukowe mogą przyczynić się do powszechniejszego zastosowania analizowanych, drewnianych układów konstrukcyjnych w budownictwie co może być korzystne w kontekście rozwoju cywilizacyjnego, społecznego i w zagadnieniach ochrony środowiska.

Pozostałe rozdziały o charakterze formalnym (Literatura, Spis rysunków, Spis fotografii są wymaganym i ważnym uzupełnieniem merytorycznej zawartości przedmiotowej rozprawy doktorskiej i zostały właściwie opracowane.

Przedstawiony przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza układ rozprawy doktorskiej jest właściwy. Poszczególne rozdziały umiejscowione są w logicznej kolejności, a ich zawartość naukowa jest ważna i interesująca w badawczych obszarach realizowanych w Dyscyplinie Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport. Układ pracy jest czytelny, całość została starannie opracowana.

4. Ocena zastosowanego piśmiennictwa w ramach rozprawy doktorskiej

Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz zestawiał i wykorzystał na potrzeby realizacji niniejszej pracy doktorskiej obszerny zastaw piśmiennictwa (zamieszczony na str. 268-276). Rozdział „Literatura” składa się z trzech części: Książki i artykuły, Normy, akty prawne i aprobaty techniczne, Broszury producentów i organizacji, strony internetowe. Część „Książki i artykuły” zawiera pozycje opracowane w języku polskim ale zwraca uwagę duża liczba zamieszczonych pozycji zagranicznych. Część „Normy, akty prawne i aprobaty techniczne” zawiera dokumenty dotyczące polskich oraz zagranicznych przedmiotowych wymagań, podobnie część „Broszury producentów i organizacji, strony internetowe” zawiera odniesienia do polskich i zagranicznych materiałów źródłowych. Strony internetowe posiadają adnotacje dotyczące daty skorzystania z danego źródła. Zwraca uwagę aktualność zamieszczonego w dysertacji zestawu piśmiennictwa. Zamieszczone w wykazie pozycje literaturowe posiadają znaczną wartość naukową i są ściśle związane z merytoryczną zawartością opracowanej pracy doktorskiej. Skorzystanie z potencjału zestawionego piśmiennictwa jest właściwe na poszczególnych etapach prowadzonych przez Doktoranta rozważań naukowych, w kolejnych rozdziałach pracy doktorskiej. Na podkreślenie zasługuje dotarcie do właściwych i potrzebnych pozycji literaturowych przez Autora pracy doktorskiej. Zestawienie i wykorzystanie przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza przedstawionego w dysertacji zestawu piśmiennictwa należy ocenić pozytywnie.

5. Wskazanie oraz ocena celu pracy Kandydata do stopnia doktora

Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz w sposób właściwy określił cel pracy i wskazał potrzebę prowadzenia rozważań naukowych, zgodnie z przyjętymi założeniami. Cel pracy związany jest z zawodową działalnością Doktoranta, która dotyczy projektowania i wykonawstwa konstrukcji drewnianych w technologiach drewna masywnego, a także lekkiego szkieletu drewnianego. Te rozwiązania konstrukcyjne pracują zwykle samodzielnie, jednak mogą wystąpić wzajemne powiązania między

sobą, a także z elementami z innych materiałów. Ma to związek z optymalnym wykorzystaniem ich poszczególnych właściwości, aby zwiększyć nośność, trwałość, funkcjonalną pracę lub zmniejszyć koszty wykonania takich konstrukcji. Zdaniem Doktoranta te działania powodują powstawanie wielu kwestii, które zasługują na wyjaśnienie. W tym celu Doktorant przedstawił w pracy sześć pytań z intencją poszukiwania odpowiedzi na poszczególnych etapach prowadzonych rozważań naukowych w ramach realizowanej pracy doktorskiej. Zagadnienia przedstawione w pytaniach są ważne i ukierunkowują prowadzenie przez Autora rozprawy usystematyzowanych prac badawczych, zgodnie z przyjętymi założeniami naukowymi. Mając na uwadze cel pracy, Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz w sposób właściwy, systematyczny i uporządkowany prowadził przedmiotowe badania naukowe, których odwzorowanie znajduje się w kolejnych rozdziałach zrealizowanej dysertacji doktorskiej. Wskazanie oraz ocenę celu pracy należy ocenić pozytywnie, prowadzone przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza doktorskie prace badawcze, zgodnie z wyznaczonym celem wnoszą ważne wartości poznawcze o charakterze naukowym i użytecznym do Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

6. Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych

Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz w wykonanej rozprawie doktorskiej w sposób precyzyjny określił cel i zakres pracy oraz właściwie sformułował tezę pracy. Na potrzeby prowadzenia założonych prac badawczych Doktorant poprawnie przyjął i wykorzystał różne metody badawcze. W początkowej części rozprawy Autor dokonał wnikliwej analizy obecnie występujących konstrukcyjnych układów drewnianych; homogenicznych, hybrydowych drewnianych, a także hybrydowych mieszanych, w których materiał drewniany łączy się z innymi materiałami, na przykład ze stalą czy też żelbetem. Ważnym efektem tych badań było przedstawienie podstawowych niedoskonałości konstrukcji z drewna masywnego oraz lekkich konstrukcji szkieletowych. W obszernej części pracy Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz dokonał analizy wielu wariantów homogenicznych i hybrydowych drewnianych konstrukcji stropów w układach o dwóch siatkach modularnych (8,1 x 8,1 m oraz 5,4 x 5,4 m). Przeanalizował także hybrydowe drewniane rdzenie usztywniające, które składają się z paneli z lekkiego szkieletu wkomponowanego w ramy z drewna masywnego. Doktorant prowadził analityczne rozważania naukowe sięgając do metod normowych, literaturowych, a także wykonywał analizy numeryczne wykorzystując metodę elementów skończonych.

W efekcie zastosowanych metod badawczych w dysertacji, Autor zamieścił oceny i uwagi, które przedstawiają możliwości stosowania tych rozwiązań konstrukcyjnych.

Istotną składową wykonanej pracy są przedstawione informacje o kierunkach i możliwościach prowadzenia dalszych badań w tematycznym obszarze przedmiotowej rozprawy doktorskiej. Ocena dotycząca wskazania i zastosowania metod badawczych w rozważaniach naukowych obejmujących wykonaną pracę doktorską jest pozytywna.

7. Ocena części rozprawy doktorskiej dotyczącej omówienia wyników badań

Dużą wartością wykonanej przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza pracy doktorskiej są uzyskane oryginalne wyniki, będące konsekwencją prowadzonych - zgodnie z przyjętymi założeniami - rozważań naukowych. Na podkreślenie zasługuje fakt, że kolejne składowe dysertacji podsumowywane są przez Doktoranta częściowymi wynikami, przedstawiając między innymi zalety i wady rozważanych kolejnych układów konstrukcyjnych. Zwracają uwagę również zamieszczane autorskie komentarze do uzyskiwanych kolejnych wyników z prowadzonych prac badawczych. Zamieszczane są także w pracy - na poszczególnych jej etapach - wnioski i uwagi dodatkowe, a także analiza porównawcza uzyskanych wyników. Dużo ważnych wyników i wniosków wraz z ich oceną zostało zawartych w podrozdziałach: 6.4.5 oraz 6.5.6. Doktorant zadbał, aby były to wyniki - w formie opisowej i tabelarycznej - precyzyjne i konkretnie wynikające z prowadzonych prac badawczych. W sposób kompleksowy wyniki badań zostały przedstawione w obszernym rozdziale „Podsumowanie, wnioski, kierunki dalszych badań”. Znajdują się tutaj przede wszystkim odpowiedzi na sformułowane przez Doktoranta pytania i zawarte w początkowej części przedmiotowej pracy doktorskiej. Odpowiedzi są wyczerpujące i mają ścisły związek z prowadzonymi w ramach zrealizowanej dysertacji prac badawczych. W rozdziale tym Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz przedstawia informacje dotyczące proponowanych kierunków dalszych badań w naukowym obszarze wykonanej pracy doktorskiej.

Uzyskane przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza wyniki badań w ramach wykonanej pracy doktorskiej, są interesujące, ważne, wartościowe oraz posiadają charakter aplikacyjny w obszarze naukowym wchodzącym w skład Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport. Omówienie wyników badań zostało wykonane prawidłowo.

8. Informacja dotycząca praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań

Tematyka prowadzonych badań naukowych przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza, które zostały przedstawione w przedmiotowej rozprawie doktorskiej ma związek z innowacyjnymi rozwiązaniami technologicznymi, mogących znaleźć zastosowanie w drewnianych układach konstrukcyjnych obiektów budowlanych. Zagadnienia dotyczące praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań przeprowadzonych przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza są ważne i posiadają możliwości wdrożeniowe. Na pozytywną uwagę zasługuje fakt podjęcia badań naukowych w obszarze konstrukcji drewnianych, drewno, które ma szerokie zastosowanie w budownictwie zaliczane jest do surowców odnawialnych. Stosowanie drewna w budownictwie ma pozytywny związek z rozwojem zrównoważonym. Produkcja wyrobów drewnianych i drewnopochodnych charakteryzuje się niewielką energochłonnością i powstawaniem niewielkiej ilości odpadów, które mogą zagrozić środowisku naturalnemu. W ramach możliwości praktycznego zastosowania rozważanych w dysertacji układów konstrukcyjnych Doktorant zaproponował, przeanalizował i krytycznie ocenił homogeniczne i hybrydowe drewniane konstrukcje stropów w układach o różnych charakterystykach wymiarowych, a także hybrydowy drewniany system z intencją zapewnienie globalnej stateczności przestrzennej konstrukcji. Doktorant zaznacza, że należy poszukiwać nowych sposobów dotyczących połączenia elementów w technologicznych układach konstrukcji drewnianych, jak również zwraca krytycznie uwagę na obszary zastosowania, w których konstrukcje drewniane hybrydowe będą niewłaściwe czy niewystarczająco efektywne. Prowadzone w pracy rozważania naukowe wraz ze spostrzeżeniami podsumowującymi przedstawionymi przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza wskazują na możliwości praktycznego zastosowania uzyskanych w rozprawie doktorskiej wyników badań. Dodatkowo, Doktorant przedstawia propozycje przyszłych badań, które także mogą przyczynić się do praktycznego zastosowania uzyskanych kolejnych rezultatów badań, wykonana dysertacja posiada potencjał aplikacyjny.

9. Informacje o ewentualnych nieprawidłowościach, które pojawiły się w ocenianej rozprawie doktorskiej

Dysertacja doktorska wykonana przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza jest wartościowym opracowaniem naukowym, została poprawnie zrealizowana, porusza ważne oraz aktualne zagadnienia i problemy warte do rozważenia we współczesnych pracach badawczych dotyczących budownictwa. Praca jest starannie opracowana pod

względem merytorycznym i formalnym. Po wnikliwym zapoznaniu się z całością opracowania nasuwają się pewne spostrzeżenia o charakterze krytyczno-dyskusyjnym:

- teza pracy (str. 15) - została poprawnie sformułowana - jednak wydaje się, że powinna być umieszczona w dysertacji w postaci oddzielnego podrozdziału,

- w podrozdziale 2.2. znajduje się przyjęte przez Doktoranta założenie: „*Zakres pracy ograniczono do konstrukcji budynków o minimum dwóch kondygnacjach drewnianych*” - niemniej budynki jednokondygnacyjne są i będą realizowane (Autor pracy zaznacza to wraz z przykładami na str. 14). Czy sięgając do przodu, próbując przewidzieć rozwój budownictwa można w przyszłości rozważać podjęcie prac badawczych w tematyce niniejszej dysertacji, a dotyczących również budynków jednokondygnacyjnych ?

- w pracy w wielu miejscach pojawiają się ważne informacje związane z liczbą kondygnacji, np. „... *ograniczenie liczby kondygnacji, związane m.in. z wyzwaniem związanym ze skurczem długotrwale ściskanych drewnianych poziomych elementów konstrukcyjnych*.”... (str. 261, przy omawianiu przez Doktoranta ograniczeń homogenicznych konstrukcji z drewna masywnego), w innym miejscu w pracy (str. 264) „...*Wskazały także wyraźne ograniczenie zastosowania - konstrukcję o nie więcej niż trzech kondygnacjach nadziemnych*.”... - warto podczas obrony, dyskusji rozszerzająco odnieść się do zagadnienia dotyczącego racjonalnej, maksymalnej liczby kondygnacji budynków, posiadających rozwiązania konstrukcyjne rozważane w przedmiotowej pracy doktorskiej,

- czy rozważania prowadzone w ramach niniejszej dysertacji można rozszerzyć w kontekście naukowym i aplikacyjnym o budowlę inżynierskie czy też obiekty małej architektury ?

- warto podczas obrony, dyskusji odnieść się do zagadnień związanych z efektywnością energetyczną, ochroną cieplną budynków, oczywiście w pracy pojawiają się informacje na ten temat np: (na str. 12) „...*W stosunku do alternatyw umożliwia wykonanie budynków efektywnych energetycznie, zarówno na etapie budowy jak i użytkowania*.”... (czy też na str. 156): „...*Konstrukcyjne oraz pozakonstrukcyjne warstwy stropów muszą spełniać wymagania stawiane tego typu obiektom nie tylko pod względem nośności czy odporności ogniowej, ale także z uwzględnieniem wysokich wymagań użytkowości (dla ugięć i drgań) oraz kryteriów akustycznych (izolacyjności przegród stropowych na dźwięki powietrzne i uderzeniowe, z pominięciem analizy mostków wynikających np. z ukształtowania połączeń i zabezpieczenia przebiegów)*.”... - jakie rozważania w przyszłości można prowadzić w tym obszarze nauki, dotyczącym połączenia zagadnień energetycznych z proponowanymi w dysertacji konstrukcjami drewnianymi ?

- jakie badania laboratoryjne (dotyczące wybranych cech mechanicznych, czy też fizycznych) można prowadzić w przyszłości w tematyce niniejszej pracy doktorskiej dla poszerzenia wiedzy ?

10. Ocena, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz zrealizował rozprawę doktorską, która wpisuje się w problematykę dotyczącą analiz i rozważań współczesnej nauki w obszarze Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport. Zgodnie z przyjętymi założeniami Doktorant przedstawił rozważania naukowe dotyczące stosowania drewnianych rozwiązań konstrukcyjnych we współczesnym budownictwie.

Do najistotniejszych, oryginalnych aspektów dotyczących rozwiązania problemu naukowego można zaliczyć:

- zestawienie stanu wiedzy wraz z krytyczną analizą w obszarze hybrydowych układów konstrukcyjnych stosowanych w budownictwie,
- zestawienie najważniejszych pojęć i definicji w postaci opisowej i graficznej dotyczących konstrukcyjnych układów drewnianych stosowanych we współczesnym budownictwie wraz z ich klasyfikacją dla jednoznacznych i precyzyjnych, naukowych rozważań realizowanych w ramach przedmiotowej dysertacji doktorskiej,
- wskazanie na podstawie własnych analiz głównych ograniczeń, dotyczących homogenicznych konstrukcji drewnianych, co stało się podstawą do zaproponowania nowych, oryginalnych rozwiązań oraz ich krytycznej oceny,
- przeanalizowanie stropów drewnianych, homogenicznych i hybrydowych, przyjmując układy o dwóch siatkach modularnych (8,1 x 8,1 m i 5,4 x 5,4 m),
- zaproponowanie nowego, hybrydowego drewniany systemu, umożliwiającego ukształtowanie rdzenia usztywniającego konstrukcję o kondygnacji otwartej, wolnej od dodatkowych przegród,
- wykonanie analiz rozważanych układów konstrukcyjnych z wykorzystaniem metod normowych, literaturowych, a także przeprowadzenie obliczeń z zastosowaniem Metody Elementów Skończonych, co umożliwiło ich ocenę oraz wskazanie możliwości zastosowania, a także przedstawienie dalszych kierunków rozwoju tej tematyki wraz ze zwróceniem uwagi na potrzebę prowadzenia dalszych prac badawczych.

Zrealizowana rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz wniósł wkład naukowy do Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport w obszarze konstrukcji drewnianych. Autor rozprawy doktorskiej prowadził rozważania naukowe i prace badawcze w sposób właściwy zgodnie z przyjętymi założeniami.

11. Ocena, czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata do stopnia doktora w dyscyplinie Inżynieria lądowa, geodezja i transport oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Po dokładnym zapoznaniu się z przedmiotową rozprawą doktorską wykonaną przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza, stwierdzam, że wykonana rozprawa prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata do stopnia doktora w dyscyplinie Inżynieria lądowa, geodezja i transport. Doktorant prowadził prace badawcze mające ścisły związek z wiedzą teoretyczną. Kandydat realizując kolejne etapy dysertacji doktorskiej wykazał się wiedzą teoretyczną potrzebną do właściwego prowadzenia rozważań naukowych, zgodnie z przedstawionymi w pracy celem, zakresem i tezą. Zamieszczone rozważania w rozdziale piątym niniejszej pracy doktorskiej rozszerzyły wiedzę teoretyczną Kandydata, niezbędną do prowadzenia dalszych prac badawczych w ramach przyjętych założeń naukowych. Wykonane przez Autora pracy liczne analizy obliczeniowe i numeryczne potwierdzają teoretyczną wiedzę Kandydata. Wartość naukowa zrealizowanej dysertacji doktorskiej przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza świadczy, że Kandydat wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w dyscyplinie Inżynieria lądowa, geodezja i transport.

12. Podsumowanie

Pan mgr inż. Piotr Brodniewicz w zrealizowanej rozprawie doktorskiej pt: „Hybrydowe drewniane konstrukcje budowlane z drewna masywnego i lekkich paneli szkieletowych - propozycje rozwiązań i ocena ich efektywności”, wykonanej pod opieką naukową Promotora Pana dr hab. inż. Arkadiusza Węglarza, prof. uczelni oraz Promotora pomocniczego Pana dr inż. Jana Pełczyńskiego zajął się ważną tematyką naukową oraz istotną w aspektach aplikacyjnych, a dotyczącą możliwości stosowania hybrydowych konstrukcji drewnianych w budownictwie. Przedmiotowa praca doktorska wnosi nowe wartości naukowe w zakresie stosowania współczesnych drewnianych konstrukcji hybrydowych w budownictwie. Zamieszczone w pracy wyniki świadczą, że założone cele zostały osiągnięte, a sformułowana teza została pozytywnie udowodniona. Doktorant przeanalizował różne warianty homogenicznych i hybrydowych drewnianych konstrukcji stropów. Wykonana analiza pozwoliła na stwierdzenia, że potencjalnie właściwym rozwiązaniem hybrydowym drewnianym są układy posiadające siatkę wymiarową 5,4 x 5,4 m, a hybrydowe drewniane rozwiązanie rdzenia usztywniającego, może znaleźć zastosowanie w budynku o liczbie kondygnacji większej niż dwie, równocześnie stwarzając możliwości do zachowania

otwartej kubatury kondygnacji. Przedmiotowa praca doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie sformułowanego problemu naukowego, a także posiada duże wartości dotyczące możliwości zastosowania otrzymanych wyników badań naukowych w sferze gospodarczej. Zamieszczone w recenzji dyskusyjne uwagi krytyczne nie pomniejszają merytorycznej wartości wykonanej pracy doktorskiej.

13. Wniosek końcowy

Po szczegółowym zapoznaniu się z rozprawą doktorską pt: „Hybrydowe drewniane konstrukcje budowlane z drewna masywnego i lekkich paneli szkieletowych - propozycje rozwiązań i ocena ich efektywności”, wykonaną przez Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza, pod opieką naukową Pana Promotora dr hab. inż. Arkadiusza Węglarza, prof. uczelni oraz Pana Promotora pomocniczego dr inż. Jana Pełczyńskiego, stwierdzam, że przedmiotowa rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

W związku z powyższym przedstawiam jednoznaczną, pozytywną konkluzję i uprzejmie wnoszę o przyjęcie przedmiotowej rozprawy doktorskiej oraz wniosku do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie Pana mgr inż. Piotra Brodniewicza do kolejnych etapów przewodu doktorskiego.

Równocześnie zgłaszam wniosek o wyróżnienie niniejszej rozprawy doktorskiej. Uzasadnieniem wniosku jest wysoka jakość merytoryczna opracowanej dysertacji, aktualność podjętej tematyki w kontekście rozwoju naukowego obszaru budownictwa związanego z konstrukcjami drewnianymi. Przeprowadzone przez Doktoranta prace badawcze w ramach wykonanej rozprawy mają ścisły związek z możliwościami praktycznego wdrożenia uzyskanych wyników, przyczyniając się do powstania innowacyjnych rozwiązań w obszarze hybrydyzacji drewnianych układów konstrukcyjnych w budownictwie. Wykonana dysertacja jest oryginalnym, otwierającym nowe obszary badawcze, naukowym opracowaniem doktorskim, posiada duże możliwości aplikacyjne, a także wpisuje się swoimi rozważaniami we współczesne zagadnienia zrównoważonego rozwoju, bardzo istotne przy prowadzeniu prac naukowych w ramach Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.



