Dr hab. inż. Lech Lichołai, prof. PRz

Rzeszów, 05-XII-2019 roku

Politechnika Rzeszowska
Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury
ul. Poznańska 2
35-959 Rzeszów

...ŁOGICZNO-PRZYRODNICZY
...Jana i Jędrzeja Śniadeckich
w Bydgoszczy
Wpłynęło 20 01 2020
Numer WBiIŚ
Podpis/symbol

RECENZJA
Rozprawy doktorskiej

Pana mgr. inż. Huberta Walusiaka

pt.: „Monitorowanie odkształceń wybranych węzłów konstrukcyjnych budynku wykonanego w systemie Polytech za pomocą światłowodów z siatkami Bragga"

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowanie recenzji są pisma Pana Dziekana Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy dr hab. inż. Jana Kempy, prof. nadzw. UTP z dnia 05-VII-2019 roku:

- nr WBAiIŚ.530.462.2019 informujące o podjęciu uchwały przez Radę Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy na posiedzeniu w dniu 05-VII-2019 roku o powołaniu mojej osoby na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr. inż. Huberta Walusiaka pt.: „Monitorowanie odkształceń wybranych węzłów konstrukcyjnych budynku wykonanego w systemie Polytech za pomocą światłowodów z siatkami Bragga"
- nr WBAiIŚ.530.463.2019 zwracające się z prośbą o opracowanie recenzji rozprawy doktorskiej mgr. inż. Huberta Walusiaka pt.: „Monitorowanie

odkształceń wybranych węzłów konstrukcyjnych budynku wykonanego w systemie Polytech za pomocą światłowodów z siatkami Bragga"

2. Zawartość pracy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Huberta Walusiaka pt.: „Monitorowanie odkształceń wybranych węzłów konstrukcyjnych budynku wykonanego w systemie Polytech za pomocą światłowodów z siatkami Bragga", wykonana pod opieką promotorską Pana dr. hab. inż. Janusza Juraszka, profesora Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej.

Wykona praca doktorska składa się z dziewięciu ponumerowanych rozdziałów i czterech bez numeracji. Całość opracowania liczy 206 stron. Pracę można podzielić na pięć części.

Część pierwsza zawiera skorowidz nazw i symboli oraz informacje wprowadzające i obejmuje rozdział „Słowo wstępne" oraz rozdziały 1 i 2. Część druga jest częścią formalną, zawierającą: tezę, cel i zakres pracy oraz plan badań i obejmuje rozdziały 3 i 4. Część trzecia - obejmująca rozdziały 5 i 6, w których przedstawiona jest metodyka badań (w tym obowiązującą normę w dziedzinie badań czujnikami światłowodowymi) oraz informacje materiałowo-technologiczne dotyczące przyjętych rozwiązań budowlanych stosowanych w analizowanych przykładach. W części czwartej, na którą składają się rozdziały 7, 8 i 9 zawarte są badania własne Doktoranta wraz z przedstawieniem uzyskanych wyników i ich interpretacją. W tej części znajdują się wnioski. W części piątej zamieszczono wykaz literatury oraz streszczenia w języku polskim i angielskim.

W części pierwszej wykonanej pracy Doktorant zwraca uwagę na ważne zagadnienia dotyczące współczesnego rozwoju budownictwa, wynikającego z szybkiego postępu technologicznego, a także wzrostu liczby ludności. Wznoszenie innowacyjnych i dużych konstrukcji jest procesem trudnym i czasochłonnym. Autor zaznacza, że wielkość budowli powoduje konieczność zapewnienia rygorystycznych wymagań wytrzymałościowych, a z tym związanych właściwych standardów bezpieczeństwa, natomiast otrzymanie dokładnych wyników z zakresu monitoringu konstrukcji konkretnego obiektu możliwe jest dzięki zastosowaniu techniki wykorzystującej światłowody optyczne z czujnikami. Ta część pracy zawiera również rzetelną, literaturową analizę stanu wiedzy z zakresu przedmiotowej rozprawy doktorskiej. Przedstawiono tutaj metody badawcze stosowane przy pomiarach odkształceń, pozwalających uzyskać informacje dotyczące mechanicznych zmian w konkretnych miejscach elementów konstrukcyjnych rozpatrywanego obiektu budowlanego. Doktorant opisał metody do pomiaru odkształceń wykorzystujące czujniki strunowe, elektrooporowe, a także światłowodowe. W sposób szczególny w tej części pracy doktorskiej przedstawiono czujniki światłowodowe służące do pomiaru odkształceń, w których zasadniczym elementem jest światłowód w postaci cienkiego włókna szklanego przepuszczającego światło w swoim rdzeniu. Obszerniej zostały opisane czujniki z siatką Bragga, możliwe do zastosowania diagnostyki elementów konstrukcyjnych obiektu budowlanego. W tych urządzeniach optycznych zmiany wartości temperatury lub odkształcenie światłowodu skutkują zmianami jego cech optycznych. Doktorant zaznacza, że technologie światłowodowe stosowane są w różnych, technicznych zastosowaniach, a stosując te rozwiązania możliwe jest przesyłanie bardzo dużych ilości danych na znaczne odległości. Ponadto, Autor rozprawy przedstawił wiele przykładów

zastosowań takich czujników w różnych obszarach przemysłu, w tym w budownictwie.

W części drugiej rozprawy doktorskiej Autor wykorzystując przedstawione wcześniej informacje dotyczące możliwości kontroli stanu technicznego elementów obiektów budowlanych sformułował tezę pracy o istnieniu eksperymentalnej metody pozwalającej na wyznaczanie rzeczywistych wartości odkształceń w elementach i prefabrykatach budowlanych. W tej części pracy Doktorant określił także cel i zakres pracy, a także za pomocą schematu graficznego przedstawił plan badań z podziałem na dwie części: badanie próbek materiałowych i badanie węzłów konstrukcyjnych budynku.

W części trzeciej pracy Doktorant przedstawia metodykę i etapy badań obejmujące: przeprowadzenie badań laboratoryjnych materiału styrobetonowego zastosowanego w systemie prefabrykacji w celu określenia parametrów wytrzymałościowych, przeprowadzenie kontroli prefabrykatów zamontowanych w budynku modelowym, a także przeprowadzenie testów ściany z nadprożem. W tej części pracy Autor opisał również styrobetonowe rozwiązanie materiałowo-technologiczne (60% granulat EPS pochodzący z recyklingu i 40% odpowiednio modyfikowana zaprawa) wykorzystane do wzniesienia budynku mieszkalnego jednorodzinnego, w którym prowadzono część prac badawczych wynikających z przyjętego zakresu przedmiotowej rozprawy doktorskiej. Zamieszczona jest tutaj także dokumentacja graficzna i fotograficzna przedstawiająca budynek, w którym przeprowadzono przewidziane zakresem pracy badania doświadczalne.

Czwarta część pracy – najobszerniejsza – zawiera autorskie badania doświadczalne przyjętego materiału budowlanego i wybranych elementów

konstrukcyjnych budynku modelowego. Badano cechy wytrzymałościowe oraz określano rzeczywiste wartości odkształceń w elementach budynku i prefabrykatach budowlanych wykonanych w technologii styrobetonowej przy wykorzystaniu czujników światłowodowych z siatką Bragga. Część ta jest bogato ilustrowana za pomocą wykresów, tabel, rysunków i fotografii. Zaprezentowano wykorzystany sprzęt laboratoryjny i aparaturę badawczą. Ponadto w tej części pracy Doktorant wykonał walidację uzyskanych wyników przy użyciu urządzenia pomiarowego „ARAMIS". Ta część zawiera sformułowane przez Doktoranta wnioski wynikające z wykonanej rozprawy doktorskiej.

W części piątej Doktorant zamieścił streszczenia w języku polskim i angielskim oraz wykaz 108 pozycji literaturowych związanych z wykonaną rozprawą doktorską. Pozycje są aktualne i dotyczą piśmiennictwa polskiego, a także zagranicznego.

3. Ogólna charakterystyka pracy na tle obszaru naukowego

Zagadnienia dotyczące metod analizy stanu konstrukcji budowlanych i sposobów ich monitorowania są bardzo istotnymi rozważaniami naukowymi, mającymi ważne znaczenie dla rozwoju budownictwa. Badania w tym zakresie prowadzone są w licznych ośrodkach naukowych. W ostatnich latach obserwuje się postęp w dziedzinie metod analizy stanu elementów konstrukcji budowlanych. Współczesny postęp cywilizacyjny w zakresie rozwoju infrastrukturalnego, charakteryzuje się powstawaniem wielu nowoczesnych obiektów budowlanych. Obiekty te w zdecydowanej większości przypadków budowane są z założeniem ich długoletniego użytkowania. Są one realizowane

z zachowaniem najwyższych standardów dotyczących przenoszenia wszelkich obciążeń, działających na strukturę konstrukcyjną użytkowych rozwiązań przestrzennych. Określenie mechanicznego zachowania elementów konstrukcyjnych, a także sposoby monitorowania przy wykorzystaniu czujników ze światłowodami optycznymi są ważnym zagadnieniem o znaczeniu naukowym i aplikacyjnym. W szczególności precyzja oraz niezawodność takich pomiarów i akwizycji danych przy wykorzystaniu najnowszych i najskuteczniejszych metod badawczych jest podstawą uzyskiwania rzetelnych wyników.

W tym kontekście, wartym podkreślenia jest fakt podjęcia przez Pana mgr. inż. Huberta Walusiaka tematu pracy doktorskiej dotyczącej możliwości zastosowania czujników światłowodowych z siatką Bragga do określenia rzeczywistych wartości odkształceń w elementach budynku i prefabrykatach budowlanych wykonanych w technologii styrobetonowej.

Doktorant założył ambitny cel naukowy związany z dogłębnym przeanalizowaniem możliwości określania odkształceń w elementach konstrukcyjnych współczesnych obiektów budowlanych przy wykorzystaniu nowoczesnych technik badawczo-diagnostycznych. Ważne znaczenie wynikające z prowadzonych przez Doktoranta prac naukowych mają zagadnienia dotyczące zapewnienia bezpieczeństwa konstrukcyjnego użytkowanych obiektów budowlanych.

Wykonana rozprawa doktorska wpisuje się we współczesne kierunki prowadzonych rozważań naukowych w obszarze powstawania nowych obiektów budowlanych wraz z przedsięwzięciami dotyczącymi podejmowania działań w zakresie monitorowania stanu technicznego ich układów konstrukcyjnych podczas cyklu życia obiektów budowlanych.

4. Uwagi i ocena pracy

Wykonana rozprawa doktorska jest właściwie przygotowanym opracowaniem naukowym dotyczącym wykorzystania światłowodów z siatkami Bragga do badań odkształceń wybranych węzłów w obiekcie budowlanym. Istotną rzeczą związaną z technicznym funkcjonowaniem obiektów budowlanych jest kontrola zakładanych parametrów wytrzymałościowych, w tym dotyczących możliwych odkształceń materiałowych. Układ pracy jest przemyślany, zawiera opis stanu wiedzy wraz z odniesieniami do odpowiednich pozycji literaturowych oraz własne, naukowe rozważania i prace badawcze Doktoranta w przyjętym, merytorycznym zakresie zrealizowanej dysertacji doktorskiej. Ważną uwagą Doktoranta jest zamieszczone w początkowej części wykonanej pracy doktorskiej stwierdzenie: *„Tworzenie innowacyjnych materiałów i skomplikowanych konstrukcji jest procesem trudnym i pracochłonnym. Nowoczesne budowle dużej i małej skali, oraz materiały stosowane do ich wznoszenia, muszą spełniać coraz bardziej restrykcyjne wymagania wytrzymałościowe i odpowiednie standardy bezpieczeństwa. Uzyskanie dokładnych wyników z zakresu monitoringu konstrukcji umożliwia zastosowanie techniki wykorzystującej światłowody optyczne z czujnikami."* W kontekście tego stwierdzenia Autor pracy przeprowadził w swojej dysertacji doktorskiej przemyślane i właściwe rozważania naukowe w ramach przyjętego zakresu zrealizowanego opracowania. Teza pracy, która wskazuje na istnienie eksperymentalnej metody pozwalającej na wyznaczanie rzeczywistych wartości odkształceń w budowlanych elementach obiektów budowlanych została właściwie, merytorycznie sformułowana.

Za wartości pozytywne i oryginalne wykonane w ramach przedmiotowej rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Huberta Walusiaka uważam:

- przyjęcie właściwych metod prowadzenia badań naukowych odpowiednich do założonych celów badawczych,
- zaprojektowanie i zbudowanie systemu pomiarowego do przeprowadzenia badań naukowych wynikających z zakresu pracy. System ten został wyposażony w czujniki światłowodowe z siatką Bragga,
- przeprowadzenie badań wytrzymałościowych w zakresie ściskania i zginania przyjętego rozwiązania materiałowo-technologicznego styrobetonowego,
- wykonanie badań wybranych elementów budowlanych w zrealizowanym budynku w prefabrykowanym, styrobetonowym systemie budowlanym,
- realizację procedur kontrolnych poszczególnych badanych elementów optycznym przy pomocy precyzyjnego systemu pomiarowego „ARAMIS" służącego do pomiaru odkształceń,
- uzyskanie szczegółowych danych umożliwiających określenie wartości odkształceń wybranych elementów zastosowanych do budowy obiektu zrealizowanego w systemie prefabrykacji styrobetonowej.

Równocześnie nasuwają się pewne spostrzeżenia krytyczne - dyskusyjne:

- tytuł pracy: „Monitorowanie odkształceń wybranych węzłów konstrukcyjnych budynku wykonanego w systemie Polytech za pomocą światłowodów z siatkami Bragga" - wydaje się, że po zapoznaniu się z zawartością naukową wykonanej rozprawy doktorskiej, nie naruszając merytorycznej treści tytułu mógłby zostać sformułowany jako: *„Wykorzystanie (Zastosowanie) światłowodów z siatkami Bragga do monitorowania (określania) odkształceń wybranych węzłów konstrukcyjnych budynku wykonanego w systemie Polytech (elementów konstrukcyjnych budynku)"*,

- w podrozdziale 6.1 znajduje się stwierdzenie: „... *Po wieloletnich badaniach doświadczalnych przyjęto proporcje* ..." - należało rozszerzyć informacje dotyczące tych badań,

- warto, aby w pracy w sposób bardziej wyczerpujący (niż to się znajduje) zamieszczone były kryteria wyboru elementów budowlanych do badań (na str. 43 jest użyte określenie: „*istotne elementy konstrukcyjne*" – należało wyjaśnić jak Autor rozumie to określenie),

- wśród wniosków końcowych na str. 189 znajduje się stwierdzenie: „*Wartości odkształcenia prętów świadczą o nierównomiernym oddziaływaniu obciążenia na nadproże.*" – wydaje się, że należało precyzyjniej wyjaśnić przyczyny takiego oddziaływania obciążenia,

- w rozdziale zawierającym wnioski należało zamieścić także uwagi dotyczące kierunków i zaleceń związanych z przyszłymi, możliwymi pracami badawczymi w tematyce zrealizowanej rozprawy doktorskiej.

Od strony edytorskiej rozprawa jest ogólnie poprawie opracowana, choć nasuwają się pewne uwagi, np:

- str. 78 - jest Wyk. 5.12. - powinno być Wyk. 7.12.

- na str. 107 znajduje się Tabela 7.16 natomiast kolejna Tabela znajdująca się na str. 109 oznaczona jest jako 7.18 - powinna być oznaczona jako 7.17

- wykres 7.8. (str. 70) - trudno jest odczytać wartości poszczególnych pomiarów (może dane są naniesione zbyt szeroką linią ?),

- wykres 7.9. (str. 71) - pomocne byłoby umieszczenie legendy na wykresie,

- warto, aby w wykonanej pracy doktorskiej znajdował się spis ilustracji znajdujących się w tekście pracy (wykaz rysunków, wykresów ...),

5. Podsumowanie

Pan mgr inż. Hubert Walusiak w swojej rozprawie doktorskiej zajął się ważnym i aktualnym zagadnieniem naukowym, jakim jest możliwość zastosowania czujników światłowodowych z siatką Bragga do wyznaczania rzeczywistych wartości odkształceń występujących w elementach budynku i prefabrykatach budowlanych. Rozważania naukowe zostały przeprowadzone w sposób właściwy, sformułowana teza badawcza została udowodniona w wykonanej rozprawie doktorskiej. Zamieszczone w niniejszej recenzji dyskusyjne uwagi krytyczne nie pomniejszają merytorycznej zawartości wykonanej dysertacji doktorskiej. Przedmiotowa rozprawa doktorska została przedstawiona jako praca pisemna, do wykonanej rozprawy doktorskiej zostały dołączone streszczenia w języku polskim i angielskim.

Po szczegółowym zapoznaniu się z przedmiotową pracą doktorską wykonaną przez Pana mgr. inż. Huberta Walusiaka stwierdzam, że rozprawa doktorska pt.: „Monitorowanie odkształceń wybranych węzłów konstrukcyjnych budynku wykonanego w systemie Polytech za pomocą światłowodów z siatkami Bragga", wykonana pod opieką promotorską Pana dr. hab. inż. Janusza Juraszka, profesora Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej stanowi oryginalne rozwiązanie sformułowanego problemu naukowego, wykazuje wysoki poziom wiedzy teoretycznej Kandydata i posiada duże wartości w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej. Kandydat wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

6. Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji przedmiotowa rozprawa doktorska spełnia wymagania Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku (z późniejszymi zmianami) oraz Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (z późniejszymi zmianami).

W związku z powyższym uprzejmie wnoszę o przyjęcie przedmiotowej rozprawy doktorskiej i dopuszczenie Pana mgr. inż. Huberta Walusiaka do publicznej obrony.