

Warszawa, dnia 14.11.2023 r.

Prof. dr hab. inż. Andrzej Garbacz
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Lądowej
Armii Ludowej 16
00-637 Warszawa

RECENZJA
rozprawy doktorskiej pt.
„STANY GRANICZNE PŁYT POMOSTOWYCH Z BETONU LEKKIEGO
ZE ZBROJENIEM NIEMETALICZNYM”
autorstwa mgr inż. Agnieszki Wiater

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowi pismo mgr Urszuli Urjasz-Tryby, Kierownika Administracyjnego Wydziału Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej informujące o powierzeniu mi funkcji recenzenta rozprawy doktorskiej. Recenzję przygotowano zgodnie z wytycznymi ustawowymi dotyczącymi przewodów doktorskich w tzw. „starym trybie”.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Wiater pt. „Stany graniczne płyt pomostowych z betonu lekkiego ze zbrojeniem niemetalicznym” przygotowana w Katedrze Dróg i Mostów na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport. Promotorem rozprawy doktorskiej jest prof. dr hab. inż. Tomasz Siwowski, a promotorem pomocniczym dr inż. Ewa Michalak.

Rozprawa liczy 159 stron wydruku komputerowego, zawiera 80 rysunków oraz 30 tabel. W dalszej części nienumerowanej zamieszczono 5 Załączników (13 str.) ze szczegółowymi wynikami badań oraz streszczenie w języku polskim i angielskim (2 str.). W spisie literatury podano 142 pozycje, w tym normy i wytyczne, które zostały wykorzystane przy przygotowywaniu rozprawy.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Praca ma typowy układ rozprawy doktorskiej. Rozdział 1 zatytułowany „Wstęp” składa się z trzech podrozdziałów. W podrozdziale 1.1 pt. „Wprowadzenie” krótko przedstawiono problem trwałości elementów obiektów mostowych, zwłaszcza pomostów, konieczność wydłużenia trwałości tego elementu przez stosowanie nowych rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych. W tej analizie oparto

się na danych z bazy GDDKiA; wspomniano także o występowaniu tego problemu również w innych krajach. Omawiając to zagadnienie nie wspomniano wprost co jest przyczyną niszczenia płyt i dlatego poszukiwanie alternatywnego zbrojenia jest istotne. Z szerokiego zbioru najnowszych rozwiązań Doktoranta postanowiła jako przedmiot swoich prac badawczych wybrać betonowe płyty pomostowe wykonane z betonu lekkiego zbrojone prętami kompozytowymi GFRP (LWC/FRP). Stwierdziła, że tego rodzaju rozwiązanie materiałowo-konstrukcyjne wydaje się optymalne, gdyż łączy trwałość kompozytu (FRP?, beton też jest kompozytem) i możliwość redukcji ciężaru własnego pomostu co może prowadzić do zwiększenia jego nośności użytkowej. To stanowiło genezę prac badawczych zaprezentowanych w ocenianej rozprawie, co wprost zostało sformułowane w podrozdziale 1.2 pt. „Problem badawczy i teza rozprawy”, w którym sprecyzowano problem badawczy: doświadczalna weryfikacja wybranych stanów granicznych SGN i SGU płyt LWC/FRP i na tej podstawie zweryfikowanie istniejących procedur stosowanych do elementów z betonu zwykłego zbrojonego prętami FRP, a w konsekwencji ich ewentualne zmodyfikowanie lub opracowanie nowych procedur projektowych. Niewątpliwie, pozwoliłoby to na szersze stosowanie tego innowacyjnego rozwiązania materiałowo-konstrukcyjnego. Wymaga to potwierdzenia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa, niezawodności i trwałości płyt pomostowych typu LWC/FRP. Na podstawie przeglądu literatury oraz wstępnych analiz sformułowano tezę pracy:

„Krytycznymi stanami granicznymi warunkującymi możliwość zastosowania płyt typu LWC/FRP w pomostach drogowych są nośność na ścinanie i żywotność zmęczeniowa.”

Ponadto, Doktorantka stwierdziła, że współczesne normy i wytyczne projektowe nie pozwalają na ocenę stanów granicznych z satysfakcjonującą dokładnością, co narzuca konieczność modyfikacji istniejących procedur. W podrozdziale 1.3 pt. „Cel i zakres rozprawy” Doktoranta sformułowala cel główny oraz cele szczegółowe służące udowodnieniu postawionej tezy.

Rozdział 2 pt. „Przegląd wiedzy – State of Art” (druga część tytułu nie potrzebna) zawiera zwarty przegląd dostępnych danych badawczych dotyczących betonów lekkich (2.1) i zbrojenia niemetalicznego (2.2) oraz ich zastosowania w budownictwie. W podrozdziale 2.3 przedstawiono przykłady zastosowania betonu lekkiego zbrojonego prętami FRP w mostownictwie, a w 2.4 przykłady innych elementów wykonanych z tego typu kompozytu LWC/FRP. Podrozdział 2.5 zawiera analizę badań zmęczeniowych płyt zmęczeniowych z betonu zwykłego ze zbrojeniem niemetalicznym, oraz adnotacją, że „jedynymi znanymi badaniami są te przeprowadzone w ramach projektu Com-bridge”. W podrozdziale 2.6 sformułowano wnioski wynikające z przeprowadzonego przeglądu literatury oraz sformułowano kierunki badań własnych.

Rozdział 3 poświęcono zagadnieniom dotyczącym określania stanów granicznych elementów betonowych ze zbrojeniem niemetalicznym w świetle badań i procedur normowych (i wytycznych?). Zawiera on 7 podrozdziałów. Pierwszy to bardzo krótkie wprowadzenie z wykazem ujednoczonych oznaczeń wykorzystanych przy analizie porównawczej formuł wykorzystywanych przy projektowaniu elementów betonowych zbrojonych prętami FRP. Dotyczą one nośności granicznej na zginanie (3.2), nośności granicznej na ścinanie (3.3), rozwarcia rys (3.4), ugięcia (3.5) oraz oceny zmęczenia. Rozdział ten kończy ponownie „Wnioski i kierunki badań własnych” (podrozdział 3.7). Rozdział 3 i rozdział 2 oceniam jako wartościową część rozprawy pokazującą, różnorodność podejścia do projektowania

elementów betonowych zbrojonych prętami FRP i uzasadniająca konieczność prowadzenia badań w tym obszarze.

W rozdziale 4. Doktorantka przedstawiła program badań własnych. Został on opisany w trzech podrozdziałach. Podrozdział 4.1 zawiera badania materiałowe: betonu wykorzystanego do wykonania modeli płyt pomostowych (4.1.1) oraz dwóch rodzajów prętów GFRP użytych do zbrojenia płyt. Oba podrozdziały nie zawierają badań tylko opis materiałów wykorzystanych do badań. W podrozdziale 4.2 opisano badania płyt pod obciążeniem statycznym, a 4.3 pod obciążeniem zmęczeniowym. W każdym przypadku zawarto opis modeli badawczych, opisano stanowisko badawcze, przyłożone obciążenia statyczne lub zmęczeniowe oraz metody i punkty pomiarowe.

Rozdział 5 zawiera wyniki badań własnych i ich analizę. W podrozdziale 5.1.1 i 5.1.2 omówiono wyniki badań betonu i prętów GFRP wykorzystanych do badań. Należy zauważyć, że tylko pręty o średnicy 10mm były wykorzystywane w badaniach statycznych i zmęczeniowych, ale różniły się wytrzymałością na rozciąganie i odkształceniem granicznym i inni producenci. Pręty o pozostałych średnicach pochodzących od innych producentów stosowano albo w badaniach statycznych albo w dynamicznych. W rozdziale 5.2 zatytułowanym (ponownie) „Badania płyt pod obciążeniem statycznym” omówiono zaobserwowaną morfologię i rozwartość rys (5.2.1), ugięcie oraz postać zniszczenia płyt (5.2.2), obciążenia niszczące oraz postać zniszczenia (ponownie). Wyniki badań poddanych obciążeniom zmęczeniowym zawarto w podrozdziale 5.3. Konsekwentnie omówiono i przeanalizowano wyniki badań morfologii i rozwartości rys (5.3.1), ugięcia (5.3.2) oraz żywotności zmęczeniowej i postaci zniszczenia (5.3.3). W podrozdziale 5.4 przeprowadzono analizę wpływu czynników materiałowo-konstrukcyjnych na wybrane stany graniczne płyt pod obciążeniem statycznym i zmęczeniowym. Dotyczyły one rodzaju betonu, stopnia zbrojenia głównego i jego konfiguracji. Podrozdział 5.5 zawiera podsumowanie uzyskanych wyników.

Wyniki badań własnych zostały wykorzystane w rozdziale 6 do weryfikacji procedur projektowych zawartych w wytycznych ACI 440.1R-15. Doktorantka przeprowadziła analizę porównawczą (6.2 – 6.4) nośności na zginanie, nośności na ścinanie, momentu rysującego, rozwartości rys i ugięcia wyznaczonych na podstawie badań eksperymentalnych oraz w oparciu o wytyczne ACI wykazując dość duże różnice w obliczonych wartościach, szczególnie w przypadku płyt LWC/FRP. Natomiast, Doktorantka stwierdziła, że wytyczne ACI dają dobrą ocenę zmęczenia (6.5). Najważniejsze wnioski z przeprowadzonych analiz zestawiono w podrozdziale 6.6. Główny wniosek to stwierdzenie, że procedury obliczeniowe ACI nie pozwalają na sprawdzenie wszystkich stanów granicznych z wystarczającą dokładnością. Dotyczy to szczególnie nośności na ścinanie, zarówno w przypadku płyt zbrojonych FRP z betonu zwykłego, jak i z betonu lekkiego. Z tego względu w rozdziale 7 Doktorantka podjęła próbę wykorzystania innych procedur w oparciu o badania własne, a także wyniki zawarte w publikacjach innych autorów wskazując, że do projektowania płyt LWC/FRP najodpowiedniejsza jest procedura IStructE (bez stosowania współczynników redukcyjnych). W rozdziale 8 przeanalizowano możliwość wykorzystania zależności S-N do opisu zachowania się konstrukcji pod obciążeniem zmęczeniowym. Model zmęczeniowy S-N płyt LCW/FRP został sformułowany na podstawie badań własnych. Rozprawę kończy rozdział 9 zatytułowany „Podsumowanie i wnioski końcowe rozprawy”. Został on podzielony na podrozdziały „9.1. Uwagi ogólne”, „9.2. Uzasadnienie tez rozprawy”, „9.3. Realizacja celów rozprawy”, „9.4. Kierunki dalszych badań” oraz „9.5. Wniosek końcowy”. Rozprawę kończy zestawienie literatury wykorzystanej w części studialnej, jak i przy analizie wyników badań.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

4.1. Ocena doboru tematu

Rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki Wiater wpisuje się w aktualne trendy rozwojowe inżynierii lądowej, w tym przypadku stosowania innowacyjnych rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych w obiektach mostowych w celu poprawy ich trwałości. Doktorantka postawiła sobie zadanie badawcze, którym była „...ocena wybranych stanów granicznych (...) płyt LWC/FRP w kontekście weryfikacji wybranych procedur ich projektowania oraz wykazanie metodami eksperymentalnymi i analitycznymi możliwości zastosowania betonu lekkiego zbrojonymi prętami kompozytowymi FRP w płytach pomostowych obiektów mostowych z zachowaniem wymaganego bezpieczeństwa, niezawodności i trwałości”. Nie mam żadnej wątpliwości co do zasadności doboru tematu rozprawy doktorskiej, jako wychodzącej naprzeciw obecnym, globalnym wyzwaniom inżynierii lądowej. Wydłużenie trwałości obiektów mostowych, w tym płyt pomostowych (najczęściej ulegającym zniszczeniu), może być traktowane jako jedna z metod wdrażania zrównoważonego rozwoju w budownictwie. Doktorantka miała w pewnym sensie ułatwione zadanie, gdyż możliwość zastosowania tego rodzaju rozwiązania materiałowo-konstrukcyjnego została wykazana w projekcie Com-bridge realizowanym przez konsorcjum: Mostostal Warszawa (Lider), Promost Consulting, Politechnika Rzeszowska i Politechnika Warszawska. W relacji z wykonania w 2017 pierwszego mostu kompozytowego w miejscowości Błazowa, z zastosowaniem płyt pomostowych wykonanych z betonu lekkiego zbrojonego prętami GFRP (<https://www.youtube.com/watch?v=uCyf5lf2QHg>). Doktorantka jest współautorką kilku artykułów, zacytowanych w rozprawie doktorskiej, które popularyzują to innowacyjne rozwiązanie materiałowo-konstrukcyjne opracowane przez zespół kierowany przez promotora pracy prof. Tomasza Siwowskiego, jednego z niewielu ekspertów w Polsce w obszarze stosowania kompozytów FRP w budownictwie, posiadającego własne doświadczenia w praktycznym ich stosowaniu w budownictwie infrastrukturalnym. Wspomniane współautorstwo 5 artykułów, które ukazały się w 2017 roku świadczy o zaangażowaniu Doktorantki w promowanie innowacyjnego rozwiązania materiałowo-konstrukcyjnego pomostów mostowych wykonanych z LWC/FRP. Nie mam wątpliwości, doświadczenia zebrane podczas realizacji projektu Com-bridge wykazały konieczność kontynuacji badań w celu weryfikacji istniejących procedur projektowania, w tym sprawdzania stanów granicznych SGN i SGU elementów z betonu lekkiego zbrojonych prętami FRP. Można też przypuszczać, że było to genezą badań podjętych w ocenianej rozprawie doktorskiej pod kierunkiem prof. T. Siwowskiego.

4.2. Ocena strony naukowej rozprawy

Praca doktorska ma charakter eksperymentalno-analityczny. Jest on uzasadniony postawionym zadaniem badawczym ukierunkowanym na weryfikację istniejących procedur projektowych elementów wykonanych z betonu zwykłego zbrojonego prętami z kompozytów FRP, które mogłyby być wykorzystane przy projektowaniu płyt pomostowych z betonu lekkiego zbrojonego tym samym rodzajem kompozytów. Praca ma formę raportu z wykonanych badań. Przedstawiono w nim wyniki badań i ich analizę oraz wyciągnięto wnioski co do przydatności procedur najczęściej stosowanych przy projektowaniu tego rodzaju elementów. Na podkreślenie zasługuje obszerny program eksperymentalny prowadzony na pełnowymiarowych płytach betonowych. Świadczy to Jest to

wyzwanie logistyczne samo w sobie, nawet jeśli Doktorantka korzystała z niezbędnego wsparcia zespołu Wydziałowego Laboratorium Badań Konstrukcji, o czym wspomniała w podsumowaniu (9.1.). To tylko świadczy o umiejętności pracy w zespole, co też powinno być cechą przyszłego doktora. Przy wykonywaniu płyt, na potrzeby programu badawczego, przyjęto bez uzasadnienia schematy zbrojenia prętami GFRP. Jak można przypuszczać jest to wynikiem doświadczeń zdobytych wcześniej w Katedrze, w tym przy realizacji projektu Com-bridge.

Najczęściej występująca formą analizy uzyskanych wyników jest dość standardowy sposób określania procentowego wzrostu lub spadku wartości przenoszonego obciążenia, nośności, ugięć, itd. w odniesieniu do odpowiednich płyt referencyjnych. Jednak praca niewątpliwie poszerza wiedzę w obszarze projektowania elementów betonowych zbrojonych kompozytami FRP, zwłaszcza wykonanych z betonu lekkiego, które są stosunkowo rzadziej stosowane.

Do najważniejszych osiągnięć badawczych Doktorantki można zaliczyć:

- a) wykazanie, że krytycznymi stanami granicznymi warunkującymi możliwość stosowania płyt LWC/FRP w obiektach mostowych są nośność na ścianie i żywotność zmęczeniowa;
- b) wykazanie, że przy projektowaniu płyt pomostowych LWC/FRP można stosować procedury obliczeniowe zawarte w wytycznych ACI 440.1R-15 do:
 - obliczania nośności na zginanie przy zastosowaniu prostokątnego rozkładu naprężeń w strefie ściskanej;
 - oceny zmęczenia płyt z zaznaczeniem, że może wystąpić konieczność zastosowania oceny z wykorzystaniem modelu S-N, którego postać dla płyt LWC/FRP zastała zaproponowana przez Doktorantkę;
 - oceny zarysowania płyt (procedura jak dla betonu zwykłego);
- c) wykazanie, że do obliczania nośności na ścinanie przydatna jest procedura obliczeniowa zawarta w wytycznych IStructE, ale bez stosowania współczynników redukcyjnych.

Moim zdaniem uzyskane wyniki mogą być wykorzystane do pogłębionej analizy procedury projektowania płyt pomostowych LWC/FRP, chociażby stosowanie lub niestosowanie współczynników redukcyjnych – fakt, że stosujemy beton lekki do wykonywania płyt nie jest jedynym argumentem, a takie założenie było wykorzystywane przy interpretacji uzyskanych wyników. Na podkreślenie zasługuje to, że Doktoranta zauważyła to i sformułowała kierunkach dalszych badań.

Rozprawę kończy rozdział 9 zatytułowany „Podsumowanie i wnioski końcowe rozprawy”. Wnioski wypływając z badań i analiz Doktorantki przedstawione w tym rozdziale budzą moje zastrzeżenia co do formy ich prezentacji. Występują tu bowiem niepotrzebnie powtórzenia. W pkt 9.1 i 9.3 podane są w zasadzie te same informacje o zawartości poszczególnych rozdziałów. Ponadto, w 9.3 podano wykaz artykułów współautorstwa Doktorantki. Pokazują one Jej aktywność publikacyjną, są też w wykazie literatury, ale burzą przekaz rozdziału poświęconego wykazaniu zrealizowania postawionych celów badawczych. Podobnie, w podrozdziale 9.4. pt. „Kierunki dalszych badań” wymieniono także projekty, w których Doktorantka brała czynny udział, ale nie dotyczą one tematyki rozprawy i moim zdaniem umniejszają znaczenie wcześniej sformułowanych kierunków dalszych badań odnoszących się przedmiotu rozprawy, tj. płyt LWC/FRP. Uważam, że te kierunki są właściwie sformułowane i nie były brane pod uwagę na etapie realizacji badań przedstawionych w rozprawie. Wniosek końcowy (9.5) jest zbyt ogólny i w zasadzie jest uzasadnieniem celowości badań podjętych przy realizacji

rozprawy. Moim zdaniem, lepsza byłaby tradycyjna forma prezentacji osiągniętych wyników, tj. wnioski ogólne i szczegółowe wynikające wprost z przeprowadzonych badań.

4.3. Ocena strony edytorskiej pracy

Biorąc pod uwagę stronę edytorską można uznać, że nie budzi zastrzeżeń, oprócz stosunkowo dużej liczby literówek. Mam pewne uwagi dotyczące układu pracy:

- a) we wstępie postawiono tezę pracy oraz cel zakres pracy, po czym w rozdziale 2 (pkt 2.6) i 3 (pkt 3.7) są sformułowane kierunki badań własnych. Korzystniej byłoby tezę, cel i zakres sformułować po analizie przeglądów literatury zawartych w tych rozdziałach;
- b) nie jest zrozumiałe dlaczego „pierwsze polskie badania płyt LWC/FRP” zostały umieszczone w podrozdziale 2.4, a nie 2.3 na co wskazuje tytuł tego podrozdziału „Płyty pomostowe z betonu lekkiego ze zbrojeniem niemetalicznym”;
- c) Pkt 5.1.1 i 5.1.2 są błędnie zatytułowane Nie zawiera on wyników dla płyt obciążonych statycznie czy też zmęczeniowo, ale dla betonu i prętów, z których wykonano płyty użyte do badań;
- d) Doktorantka zbyt często używa wariantowości „.../...” co w wielu przypadkach jest zbędne, np. „normy/wytyczne” (wytyczne są stosowane gdy nie ma norm przedmiotowych) – lepiej użyć sformułowania „normy lub wytyczne „modyfikacja/uzupełnienie” (uzupełnienie jest modyfikacją);
- e) Niektóre rysunki umieszczone w rozprawie są nieczytelne, zwłaszcza te które pokazują przyjęte schematy zbrojenia płyt kompozytami FRP.

Praca charakteryzuje się zwięzłością treści, zarówno co do przedstawionego przeglądu literaturowego, jak i analizy wyników obszernego programu badawczego – czasami występują zbyt daleko idące skrót myślowe. Jasno widać, że Doktorantka starała się w sposób logiczny i klarowny tak przedstawiać wyniki badań oraz ich analizę, aby wykazać zrealizowanie postawionego celu pracy i udowodnienie postawionej tezy.

4.4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Podczas lektury rozprawy doktorskiej nasunęły mi się uwagi krytyczne, a może raczej dyskusyjne, które mam nadzieję zostaną uwzględnione przez Doktorantkę w jej dalszej działalności badawczej. Poniżej podaję uwagi najbardziej dyskusyjne i o ustosunkowanie się do nich oczekiwałbym podczas publicznej obrony:

- f) za główne osiągnięcie Doktorantki uważam istotne poszerzenie wiedzy w obszarze wykorzystania płyt pomostowych wykonanych z betonu lekkiego zbrojonego prętami FRP, mimo doświadczeń w tym zakresie uzyskanym przez zespół uczestniczącego w projekcie Com-bridge. Podstawowe pytanie jaki rodzi się po lekturze rozprawy to pytanie na ile uzyskane wyniki mają charakter ogólny. Badania były prowadzone na jednej płycie dla każdego wariantu. Czy są reprezentatywne dla tego rodzaju rozwiązania materiałowo-konstrukcyjnego? Czy gdyby powtórzyć badania uzyskalibyśmy podobne oszacowanie stanów granicznych, w szczególności przy ścinaniu?;
- g) w przypadku badań betonu płyt wykorzystanych do badania pod obciążeniem zmęczeniowym nie podano modułu sprężystości. Nie wyjaśniono dlaczego wykorzystano

różne pręty GFRP i czy miało to wpływ na wyniki badań, a przede wszystkim na formułowane wnioski w rozdziałach 6 – 8?;

- h) w rozdziale 7 pojawiają się parametry statystyczne, które wykorzystano do oceny przydatności poszczególnych metod procedur projektowania. Podejście jest interesujące, ale nie ma informacji jak zostały one wyznaczone? Czy na podstawie tabeli zawartej w załączniku 5? Czy jest to uzasadnione ze statystycznego punktu widzenia, biorąc uwagę że dotyczyły różnych wariantów materiałowo-konstrukcyjnych?
- i) Doktorantka zaproponowała własny model S-N. Czy stwierdzenie, że jest on lepszy nie jest zbyt daleko idące?

Powyższe uwagi mają charakter uwag dyskusyjnych i w żadnym stopniu nie obniżają mojej wysokiej oceny pracy. Postawiony w pracy cel badań został zrealizowany, a teza udowodniona. Doktorantka wskazała wnioski wynikające z przeprowadzonych badań z nich wynikające istotne dla ich praktycznego wdrożenia w budownictwie.

4.5. Wniosek końcowy

Zgodnie z Ustawą przedmiotem rozprawy doktorskiej jest *oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne*. Recenzowana rozprawa mgr inż. Agnieszki Wiater pt. „Stany graniczne płyt pomostowych z betonu lekkiego ze zbrojeniem niemetalicznym” jednoznacznie potwierdza, że spełnione są warunki ustawowe. Praca wyróżnia się obszernością programu eksperymentalnego, którego wyniki poszerzają stan wiedzy dotyczącej innowacyjnego rozwiązania materiałowo-technologicznego za jaki można uważać płyty pomostowe wykonane z betonu lekkiego zbrojonego prętami GFRP. Należy podkreślić, że to pogłębienie wiedzy opierało się na badaniach prowadzonych na pełnowymiarowych płytach betonowych, co jest wyzwaniem logistycznym samym w sobie. To należy zdecydowanie wyróżnić i pogratulować Doktorantce dobrego opanowania technik badawczych, jak również umiejętności wyciągania wniosków na podstawie wyników przeprowadzonych badań. Uwagi dyskusyjne zawarte w poprzednich punktach nie obniżają wartości pracy stanowiącej oryginalne osiągnięcia Autorki, które niewątpliwie wiele wnoszą do poszerzenia wiedzy w obszarze projektowania innowacyjnych płyt pomostowych zbrojonych prętami FRP. Pozwala to na stwierdzenie, że założony cel pracy został osiągnięty, a postawiona teza udowodniona.

Powyższa charakterystyka rozprawy wskazuje jednoznacznie, że Autorka spełnia wymagania stawiane przed samodzielnymi badaczami, którymi ma charakteryzować się osoba ze stopniem doktora nauk inżynierijno-technicznych.

Biorąc powyższe pod uwagę, stwierdzam, że zostały spełnione wymagania Ustawy z dn. 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2023, poz. 742). Wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Agnieszki Wiater do publicznej obrony jej rozprawy doktorskiej.