

dr hab. inż. Marcin Gajewski, prof. PW  
Warszawa, 26.08.2023  
Wydział Inżynierii Lądowej  
Politechnika Warszawska  
Al. Armii Ludowej 16  
00-637 Warszawa  
e-mail: marcin.gajewski@pw.edu.pl

## Recenzja

rozprawy doktorskiej mgra inż. Artura Matusiaka pt.: "ANALIZA WPLYWU POWŁOKI Z POLIMOCZNIKA NA PARAMETRY WYTRZYMAŁOŚCIOWE WYBRANYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH".

### 1 Podstawa recenzji

Recenzja rozprawy została opracowana na podstawie uchwały Rady ds. Stopni Naukowych Politechniki Łódzkiej w dyscyplinach Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport oraz Architektura i Urbanistyka z dnia 16 czerwca 2023 roku oraz pisma zlecającego z dnia 16.06.2023 roku podpisanego przez Przewodniczącego Rady ds. Stopni Naukowych w dyscyplinach Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, Architektura i Urbanistyka prof. dra hab. inż. Dariusza Gawina.

Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Jacek Szafran, prof. PŁ, zatrudniony w Katedrze Mechaniki Konstrukcji, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej.

Celem recenzji jest ocena czy rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2022 poz. 574) wraz z późniejszymi zmianami.

### 2 Sylwetka Doktoranta

Doktorant z powodzeniem łączy pracę zawodową projektanta z pracą naukowo-dydaktyczną na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej. W roku 2014 obronił pracę inżynierską pt.: „Projekt konstrukcji stalowej wiaty nad stacją benzynową”, a w roku 2015 obronił pracę magisterską, pt. „Projekt stalowej konstrukcji wsporczej pod taśmociąg przemysłowy”. W roku 2018 rozpoczął studia doktoranckie na tym samym wydziale i swoje zainteresowania naukowe zwrócił w kierunku izolacji natryskowych w budownictwie z uwzględnieniem piany PUR i polimocznika. Jest współautorem 12 publikacji naukowych oraz 6 wystąpień konferencyjnych, a jego praca dydaktyczna została zwieńczona tytułem „Najlepszego Nauczyciela roku 2020/2021 wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej”, w ramach plebiscytu pt. „Najlepszy Nauczyciel roku 2020/2021”. Równolegle do pracy naukowo-badawczej Doktorant rozwija swoje doświadczenie zawodowe pracując kolejno na stanowiskach: inżyniera budowy, asystenta projektanta, asystent projektanta konstrukcji oraz inżyniera

techniczno-handlowego. Aktywność zawodowa pozwoliła mu na zdobycie w 2019 roku uprawnień budowlanych do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno – budowlanej.

### 3 Treść i zakres rozprawy doktorskiej

Rozprawa rozpoczyna się od przedstawienia *Wykazu ważniejszych oznaczeń i skrótów* oraz *Wprowadzenia*. Zasadnicza część pracy składa się z 7 rozdziałów. Rozprawa jest przedstawiona na 157 stronach formatu A4 oraz dodatkowo zawiera 5 załączników o objętości łącznej 16 stron, w których znajdują się karty produktów oraz potwierdzenia z Urzędu Patentowego RP przyjęcia dwóch wniosków o udzielenie patentu na wynalazek (Sposób zabezpieczania belki żelbetowej warstwową powłoką z polimocznika oraz Stanowisko badawcze do badań belek żelbetowych pokrytych powłoką z polimocznika). W Rozdziale 11 znajduje się zestawienie wykorzystywanej literatury zawierającej 112 publikacji oraz 15 norm. Rozdział 12 stanowi listę publikacji, wystąpień konferencyjnych oraz innych osiągnięć Autora rozprawy.

We wprowadzeniu (**Rozdział 1**) Autor przedstawił w sposób zwięzły ideę stosowania powłok z polimocznika do napraw i konserwacji budowli. Wskazał również, że brak jest w literaturze prac podejmujących wpływ nakładanych membran z polimocznika na właściwości mechaniczne elementów konstrukcji, co stanowi motywację jego rozprawy doktorskiej. Stwierdził, że rozprawa dzieli się zasadniczo na trzy zasadnicze części, w których przedstawiono szeroki przegląd literatury, badania eksperymentalne oraz modele obliczeniowe dla zginanych belek zbrojonych z powłoką z polimocznika.

W **Rozdziale 2** Autor nakreślił cel i zakres pracy. Następnie sformułował pięć tez rozprawy:

1. Aplikacja powłoki z polimocznika na elementy konstrukcyjne korzystnie wpływa na ich parametry wytrzymałościowe.
2. Membrany polimocznikowe posiadają nieprzeciętne właściwości użytkowe i mogą być aplikowane w wielu rozwiązaniach technicznych.
3. Nośność elementów z betonu komórkowego, betonu i żelbetu, pokrytych polimocznikiem wzrasta, a ich mechanizmy zniszczenia ulegają zmianom.
4. Powłoki polimocznikowe dobrze mostkują rysy w elementach z betonu komórkowego, betonu i żelbetu.
5. Metoda optycznej korelacji obrazu (na przykładzie systemu ARAMIS) może być potencjalnym narzędziem do diagnostyki zarysowania i deformacji elementów konstrukcji pokrytych warstwą polimocznika.

Wśród postawionych tez uwypuklił, jako najważniejsze twierdzenie, że aplikacja powłoki z polimocznika na elementy konstrukcyjne korzystnie wpływa na ich parametry wytrzymałościowe, a teza ta ma odzwierciedlenie w tytule rozprawy.

**Rozdział 3** stanowi przegląd literatury, którego punktem wyjścia jest diagnostyka stanu technicznego elementów konstrukcyjnych, jako element motywujący do zastosowań powłok z polimocznika do ich napraw powierzchniowych. Wobec tego w dalszej części przedstawione są podstawowe metody napraw elementów konstrukcyjnych wraz z kryteriami doboru materiałów do napraw. Kryteria te wskazują na uniwersalność powłok z polimocznika, którym poświęcona jest dalsza część tego rozdziału. Należy zaznaczyć, że

w rozdziale tym zacytowano wiele prac z literatury przedmiotu, ale w pewnych fragmentach tekstu nazbyt je grupując.

**Rozdział 4** zatytułowany jest „Badania powłok polimocznikowych” i zawiera wyniki badań rozciągania próbek wykonanych z polimocznika. Badania prowadzone są przy różnych prędkościach deformacji z użyciem standardowego oprzyrządowania stosowanego w próbach jednoosiowego rozciągania oraz z zastosowaniem kamery termowizyjnej. Wyniki badań są interpretowane przy zastosowaniu teorii małych odkształceń, a więc wyznaczany jest moduł Younga oraz wytrzymałość na zerwanie. Polimocznik zachowuje się w sposób charakterystyczny dla polimerów i elastomerów i jest wrażliwy na prędkość deformacji, co ujawnia jego właściwości dyssypatywne (lepkie lub plastyczne).

W kolejnych **Rozdziałach 5, 6 i 7** znajdują się właściwe wyniki badań przeprowadzonych odpowiednio na próbkach walcowych z betonu komórkowego, zgniatanych żelbetowych kręgach i zginanych belkach żelbetowych. W pierwszym przypadku próbki walcowe pokryte w całości (albo częściowo) są ściskane w prasie, a wyniki uzyskane w eksperymencie są odnoszone do wyników dla próbek niepokrytych powłoką. Ten schemat powtarza się zarówno dla kręgów jak i żelbetowych belek zginanych. Każdy z eksperymentów jest bardzo dobrze oprzyrządowany (pomiar sił, przemieszczeń i odkształceń), a elementy podane badaniom bardzo drobiazgowo przygotowane zarówno pod względem ich wykonania jak i aplikacji powłoki z polimocznika. W przypadku badań belek zbrojonych (o różnym stopniu zbrojenia) do pomiaru przemieszczeń, odkształceń i rozwoju rys zastosowano system optycznej korelacji obrazu ARAMIS. Jest to nowoczesne narzędzie do pomiaru bezkontaktowego całych pól przemieszczeń i odkształceń - w przypadku przeprowadzonych eksperymentów był to obszar o wymiarach 1250x100 mm i głębokości 100 mm. Uzyskane wyniki przedstawiono szczegółowo na str. 112-122, ale należy podkreślić, że dokumentacja w postaci wykonanych cyklicznie zdjęć może być w dowolnej chwili opracowywana przy odmiennych założeniach (łącznie z analizą i interpretacją). Prowadzenie tego typu rejestracji ma głęboki sens, gdyż uzyskane w ten sposób dane mogą być w późniejszym czasie wykorzystane w inny sposób niż to zaplanowano w przeprowadzonych eksperymentach. W **Rozdziale 7** zamieszczono również dwa analityczne modele obliczeniowe dotyczące belek żelbetowych z powłoką z polimocznika. Modele te służą do wyznaczenia momentu rysującego (SGU) oraz momentu granicznego (nośności w SGN).

**Rozdział 8** zawiera podsumowanie i wnioski do przeprowadzonych badań. Autor wyróżnia stwierdzenie, że „pokrycie elementów konstrukcyjnych powłokami z polimocznika wpływa korzystnie na część ich parametrów wytrzymałościowych. Zgodnie z tym główna teza pracy została udowodniona.”

#### 4 Ocena merytoryczna rozprawy

Zagadnienie poruszane przez Doktoranta w recenzowanej rozprawie jest oryginalnym problemem badawczym. Zgodnie z przedstawionym przeglądem literatury postawiony problem badawczy nie jest popularny i recenzowana praca wypełnia lukę w literaturze przedmiotu. Badania eksperymentalne są prowadzone metodycznie i szczegółowo przedstawione w rozprawie. Pozytywny efekt zastosowania powłok z polimocznika jest widoczny w uzyskiwanych wynikach na nośność kręgów zgniatanych i żelbetowych belkach zginanych. W przypadku ściskanych próbek walcowych z betonu komórkowego efekt

nałożenia powłoki z polimocznika jest negatywny i zaskakujący. Trochę szkoda, że Autor nie podjął próby wyjaśnienia tego zjawiska, ale można założyć, że jego postawa badacza pozwoli mu wyjaśnić to zjawisko w przyszłych pracach naukowych.

Autor wykazał się umiejętnościami do samodzielnego prowadzenia badań eksperymentalnych w przypadku bardzo złożonych i wielowątkowych zagadnień. Wielość zastosowanych urządzeń pomiarowych i rejestracyjnych oraz świadome z nich korzystanie do realizacji określonych celów badawczych świadczy o jego dojrzałości, szczegółowości i szerokiej wiedzy. W ostatnich latach w pracach doktorskich z naszej dyscypliny dominują zagadnienia, do których rozwiązywania wykorzystuje się wyłącznie różnego typu narzędzia numeryczne, tym bardziej należy pochwalić wysiłek Doktoranta, który podjął trud przeprowadzenia badań doświadczalnych w skali technicznej i skali rzeczywistej, wymagających współpracy z wieloma osobami i odpowiedniego zarządzania zasobami ludzkimi i technicznymi w laboratorium. Naukowcy prowadzący badania eksperymentalne wiedzą jak wiele elementów się składa na ostateczny wynik i jak wiele problemów trzeba rozwiązać w trakcie prowadzenia badań mimo wcześniejszego szczegółowego planu eksperymentu. Doktorant w pracy przedstawił metody projektowania żelbetowych elementów zginanych pokrytych membraną z polimocznika, jednak należy podkreślić, że przedstawione przez niego wyniki doświadczalne mogą posłużyć, nie tylko jako dane do weryfikacji relacji konstytutywnych membran z polimocznika i zbrojonych betonów, ale także jako zagadnienia pozwalające na weryfikację modeli współpracy betonu, stali i powłoki z polimocznika.

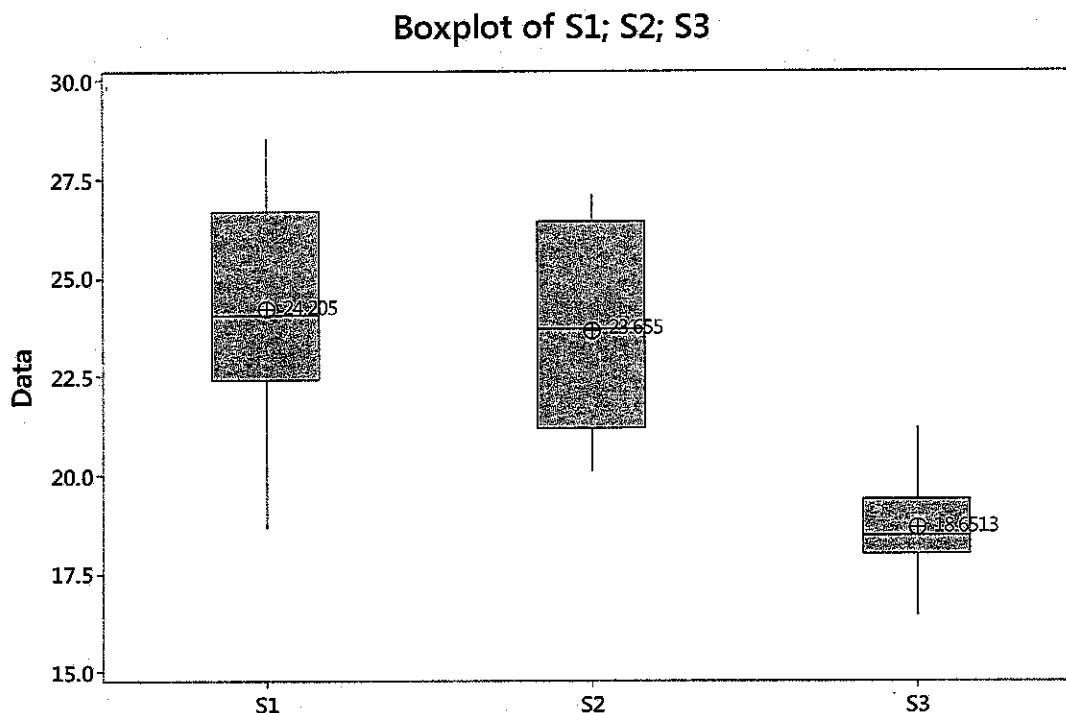
Podsumowując wysoko oceniam poziom merytoryczny przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej i uważam, że mgr inż. Artur Matusiak powinien być dopuszczony na jej podstawie do publicznej obrony.

## 5 Uwagi merytoryczne, redakcyjne i pytania dotyczące rozprawy

Po zapoznaniu się z treścią rozprawy przedstawiam następujące uwagi o charakterze ogólnym:

I. Praca w przeważającej części dotyczy badań doświadczalnych wykonywanych na próbkach (próbki walcowe, próbki membran z polimocznika) bądź elementach konstrukcyjnych (kręgi, belki zginane). Ze względu na pracochłonność i poziom komplikacji przygotowywanych próbek i elementów konstrukcyjnych zrozumiałe jest, że nie było możliwe zwiększanie liczebności powtórzeń takich samych wariantów, tak aby możliwe było przeprowadzenie ich analizy statystycznej. Niemniej jednak już na podstawie przedstawionych w pracy wyników możliwe są pierwsze oszacowania. Przykładowo dla próbek z betonu komórkowego wykonano po 8 powtórzeń, patrz Tab. 5.3 (dla próbek membranowych z polimocznika wykonano badania z pięcioma powtórzeniami). Dla pierwszej serii pomiarowej uzyskano średnią wartość siły niszczącej na poziomie 24.20 kN i nie określono błędu (odchylenie standardowe). Już najprostsza analiza wyników odnośnie siły niszczącej dowodzi, że w zbiorze wyników nie ma wyników odstających (outlierów), błąd standardowy średniej arytmetycznej wynosi 1.09 kN, odchylenie standardowe wynosi 3.07 kN, wartość pierwszego (dolnego) kwartyla wynosi 22.41 kN, zaś trzeciego (górnego) kwartyla wynosi 26.71 kN. Co z tego wynika dla dalszej analizy? Otóż informacja, że w przypadku drugiej serii pomiarowej uzyskano wynik o 2.2% mniejszy jest statystycznie nieistotna (nieuzasadniona), ale już wynik mniejszy o 22.9% w trzeciej serii jest statystycznie

istotny. Podobne analizy można przeprowadzić dla drugiej i trzeciej serii pomiarowej, albo przedstawić wynik w postaci wykresu pudełkowego jak poniżej, z którego wynika, że jedynie wynik w trzeciej serii pomiarowej odstaje od dwóch pozostałych oraz, że rozrzut wyników w pierwszej serii pomiarowej jest największy.



Rys.1. Wykres pudełkowy nośności w teście ściskania walców z betonu komórkowego w pierwszej serii (kółko z krzyżykiem – wartość średnia, linia pozioma – mediana, niebieski prostokąt – zakres między Q1 i Q3, wąsy – zakres danych wyznaczonych w eksperymencie).

Dalej w rozdziale 6 mamy wyniki dla zgniatanych wzdłuż tworzącej kręgów betonowych, zaś w rozdziale 7 wyniki dla zginanych belek zbrojonych. Tutaj jednak mamy już tylko trzy powtórzenia, co jest uzasadnione z punktu widzenia kosztowności i pracochłonności przeprowadzonych eksperymentów, więc dyskusja o statystyce jest już tylko teoretyczna.

**II.** W przypadku przedstawionych w rozdziale 5 wyników badań przeprowadzanych na walcowych próbkach w trzech wariantach (stanie oryginalnym, z powłoką z polimocznika na powierzchni bocznej (pobocznicę walca) oraz powłoką z polimocznika na powierzchni całej próbki) nie podjęto próby wyjaśnienia, dlaczego nośność w przypadku próbki w całości pokrytej polimocznikiem jest najniższa (istotny spadek o prawie 23%). Według recenzenta efekt ten uzyskano wprowadzając niezamierzone płaszczyzny poślizgu na górnej i dolnej podstawie próbki walcowej. Test ściskania osiowego próbki walcowej jest tak naprawdę zagadnieniem kontaktowym (na podstawie dolnej i górnej powierzchni kontaktu). Dla typowych betonów tarcie między tłocznikami a próbką ma znaczną wartość (wysoki współczynnik tarcia), natomiast w przypadku próbek serii III poprzez natryśnięcie membrany z polimocznika ułatwiono poślizg w kierunkach stycznych do powierzchni kontaktu. Utworzył się interfejs o nieznanymi właściwościami, który w sposób

istotny wpłynął na nośność elementu ściskanego między tłocznikami. Postawiona przez recenzenta hipoteza, może być prawdziwa albo nie, w związku z tym proszę Autora o ustosunkowanie się do niej.

III. W teście rozciągania próbek z polimocznika (Rozdział 4) wykorzystano maszynę wytrzymałościową Instron 5582 z głowicą pomiaru siły o zakresie  $\pm 100\text{kN}$ . W maszynie tej realizowano testy rozciągania próbek polimocznika o przekroju  $5 \times 2\text{mm}$ . Maksymalne naprężenia nominalne (tj. odniesione do przekroju w konfiguracji początkowej) przy zerwaniu próbek (widoczne na wykresach zamieszczonych na Rys. 4.6) wynoszą około  $26\text{MPa}$ . Z prostego rachunku ( $26 \times 5 \times 2 = 260\text{N}$ ) wynika, że maksymalna siła wynosi  $260\text{N}$ . Widać, że jest to bardzo mały ułamek zakresu czujnika siły. Czy w tym kontekście Autor mógłby się wypowiedzieć na temat dokładności tego pomiaru?

IV. W trakcie badań rozciągania próbek z polimocznika użyto kamery termowizyjnej. Uzyskane wyniki potwierdzają, że prędkość obciążenia ma wpływ na wartość średniej temperatury w obszarze pomiarowym. Wzrost prędkości powoduje zwiększenie temperatury, czego należało się spodziewać. Wyniki te potwierdzają, że polimocznik jest materiałem lepko-sprężystym o charakterze dyssypatywnym (wpływ prędkości obciążenia, wzrost temperatury przy zniszczeniu). Uzyskane wyniki mogłyby posłużyć do wyskalowania jednowymiarowego modelu termo-lepko-sprężystości, jednak w pracy nie podjęto tego typu działań. Innymi słowami Autor przeprowadził bardzo ciekawe badania, z których nie skorzystał w pracy. Należy przyjąć, że miał plany, których nie udało się zrealizować do końca. Proszę o pewne wyjaśnienia w tej kwestii, choćby w kontekście dalej planowanych działań (po doktoracie)?

V. W podpunkcie 10 Rozdziału 7 przedstawiono model obliczeniowy zginanej belki żelbetowej, pokrytej powłoką z polimocznika w stanie granicznym użyteczności. W tym punkcie Autor na podstawie pracy [Goszczyńska i Tworzewska, 2014] określił wartości momentu rysującego. Wartość momentu rysującego ogranicza pierwszą fazę pracy żelbetu, a przy jego obliczeniach przyjmuje się, że materiał pracuje w zakresie sprężystym. W przypadku belek bez powłoki z polimocznika ograniczeniem dla zarysowania jest naprężenie odpowiadające wytrzymałości na rozciąganie betonu (w rozprawie wyznaczono wytrzymałość na rozłupywanie) w skrajnych najbardziej wyężonych włóknach belki. W rozprawie podano dwie formuły (7.2) i (7.3), które różnią się tym czy uwzględniono wpływ zbrojenia podłużnego ze stali. Dodatkowym elementem, który uwzględniono w określeniu momentu rysującego była powłoka z polimocznika. Jak rozumiem przy określeniu momentu rysującego w tym przypadku przyjęto zamiast wytrzymałości na rozciąganie betonu odpowiednio wytrzymałość polimocznika wyznaczoną w pkt. 4.3 uzyskując wartości momentów rysujących wielokrotnie większe niż bez uwzględnienia powłoki z polimocznika. Recenzent ma wątpliwości odnośnie takiego postawienia sprawy, ponieważ zerwanie powłoki z polimocznika następuje przy odkształceniach wielokrotnie większych (por. Rys. 4.6) niż w przypadku betonu. Czy to oznacza, że moment rysujący w przypadku belek pokrytych powłoką z polimocznika jest interpretowany inaczej? Proszę o wyjaśnienia w tej sprawie.

VI. W przypadku badań rozciągania membrany z polimocznika w trzeciej serii pomiarowej nie wyznaczono modułu sprężystości przy rozciąganiu. Dlaczego?

**VII.** W Tab. 7.3 zestawiono składniki mieszanki betonowej, gdzie w ostatnim wierszu wymieniono „Domieszki”. Pytanie brzmi: jakie domieszki zastosowano i w jakim celu?

W dalszej części zamieszczam uwagi o charakterze szczegółowym, które nie zmieniają mojej pozytywnej oceny pracy, a mogą być wykorzystane przy tworzeniu przyszłych prac naukowych na podstawie recenzowanej rozprawy:

**I.** W Rozdziale 3 pojawiają się wielokrotne cytowania, por. np. str. 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 32, 33 i 37. Taki sposób cytowania nie jest odpowiedni i w przyszłości proszę go unikać.

**II.** Rys. 4.3 i Tab. 4.1 dublują informacje. Ten błąd pojawia się także w dalszych rozdziałach.

**III.** Str. 42 – drugi akapit od dołu: „z płaskich mat materiału i z użyciem skalpela oraz szablonu”.

**IV.** Str. 52 - przedostatnia linia: „wartości Modułów Younga” – modułów z małej litery.

**V.** Str. 63: „W elementach pokrytych powłoką z polimocznika (II i III seria pomiarowa) odnotowano identyczne mechanizmy powstawania i propagacji rys jak dla próbek referencyjnych.” – proszę wyjaśnić w jaki sposób?

**VI.** W odniesieniu do czujników wykorzystujących zjawisko zmieniającej się rezystancji w wyniku wydłużenia/skrócenia Autor używa określenia „elektryczno-oporowych”...może lepiej byłoby „elektrooporowych”?

**VII.** Tab. 7.2 to powtórzona Tab. 6.2 i 5.2 oraz wyniki z Tab. 4.4. Wydaje się, że jest to niepotrzebne powielanie tych samych informacji.

**VIII.** Rys. 7.6 – Siłomierz w podporze „B” – w jakim celu go zastosowano?

**IX.** Str. 97 – opis systemu ARAMIS – „obiektywy kamer wynoszące 12,5 mm” – chodzi chyba o ogniskową?

**X.** Str. 125 - czy zdanie: „W przypadku belek pokrytych powłoką z polimocznika, za średnią wytrzymałość na rozciąganie betonu (fctmC) przyjęto średnią wartość wytrzymałości na rozciąganie powłoki z polimocznika, przy prędkości badania równej 100 mm/min (przyjęto mniejszą wartość spośród wyników dla dwóch prędkości badania).” jest poprawne, por. także uwagę ogólną V.

**XI.** Tab. 7.10 – w trzecim wierszu od dołu w pierwszej kolumnie znajduje się fctmC/fctmP, co sugeruje, że jest to stosunek wytrzymałości na rozciąganie betonu i polimocznika, podczas, gdy tak naprawdę chodzi o to że podane dalej wartości dotyczą wytrzymałości na rozciąganie betonu albo polimocznika w zależności od tego w której kolumnie się znajdują.

## 6 Podsumowanie oceny rozprawy

Na podstawie przeprowadzonej oceny rozprawy stwierdzam, że rozprawa dotyczy bardzo ważnego i jednocześnie bardzo złożonego zagadnienia badawczego. Podjęcie tak złożonego zadania doświadczalnego należy ocenić, jako ambitne i nowatorskie. Autor przedstawił bogaty przegląd wiedzy, wykazał się znajomością zagadnień związanych

z technologią aplikacji powłok z polimocznika, umiejętnością prowadzenia złożonych badań eksperymentalnych i wnioskowania na ich podstawie. Praca jest napisana właściwym językiem pod względem technicznym i na bardzo wysokim poziomie edytorskim. Przedstawione w pkt. 5 uwagi nie umniejszają walorów pracy. Ich wykorzystanie przez Autora może być przydatne w prowadzeniu dalszych prac, ale również w aspekcie wykorzystania wyników rozprawy w kolejnych publikacjach naukowych.

## 7 Wniosek końcowy

Stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska mgra inż. Artura Matusiaka pt.: "ANALIZA WPŁYWU POWŁOKI Z POLIMOCZNIKA NA PARAMETRY WYTRZYMAŁOŚCIOWE WYBRANYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH" spełnia wszystkie wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. o szkolnictwie wyższym i nauce.

Przedkładam Wysokiej Radzie ds. Stopni Naukowych w dyscyplinach Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, Architektura i Urbanistyka Politechniki Łódzkiej niniejszą recenzję z wnioskiem o przyjęcie pracy jako rozprawy doktorskiej oraz dopuszczenie do publicznej obrony.

26.08.2023

Marcin Gopewski