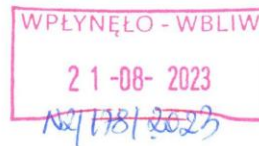




Warszawa dnia 27 czerwiec 2023 r.

dr hab. inż. Paweł Ogrodnik prof. SGGW
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Instytut Inżynierii Lądowej
ul. Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa



RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgra inż. Łukasza Zawiślaka

pt. „Identyfikacja modelu zniszczenia elewacji wentylowanej z okładziną z płyt włóknisto-cementowych pod wpływem oddziaływania pożaru”

1. Podstawa formalna

Podstawę formalną do wykonania niniejszej recenzji stanowią:

- Uchwała nr 310/49/RDND06/2021-2024 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Wrocławskiej z dnia 24 maja 2023 r.,
- Pismo Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Wrocławskiej z dnia 25 maja 2023 r., podpisane przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Pana prof. dra hab. inż. Wojciecha Puła.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pana mgra inż. Łukasza Zawiślaka pt. „Identyfikacja modelu zniszczenia elewacji wentylowanej z okładziną z płyt włóknisto-cementowych pod wpływem oddziaływania pożaru”. Promotorem pracy doktorskiej jest Pan prof. dr hab. inż. Krzysztof Schabowicz, promotorem pomocniczym dr inż. Paweł Sulik. Dysertacja opublikowana została w formie dwustronicowego zadrukowanego raportu w miękkiej oprawie i liczy 273 strony. Praca została napisana w języku polskim, zawiera 9 rozdziałów w tym bibliografię stanowiącą łącznie 168 pozycji literaturowych. Dysertacja zaopatrzona została również w spis najważniejszych oznaczeń i symboli, a także w streszczenie w języku polskim i angielskim. Rozprawa doktorska jest przygotowana w zakresie dyscypliny



naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport należącej do dziedziny nauk inżyniersko-technicznych.

3. Ogólny cel oraz tezy rozprawy

Przystępując do oceny tematyki i postawionych celów należy na wstępie podkreślić, że tematyka podjęta w recenzowanej rozprawie doktorskiej jest aktualna szczególnie biorąc pod uwagę występujące w ostatnich latach na całym świecie pożary okładzin elewacji. Za przykład istotności tej tematyki może posłużyć tutaj tragiczny w skutkach pożar Grenfell Tower w Londynie w 2017 roku. Problemem naukowym pracy była identyfikacja modelu zniszczenia elewacji wentylowanej z okładziną z płyt włóknisto-cementowych pod wpływem oddziaływania pożaru. Warto zauważyć, że nowoczesne elewacje wentylowane stanowią rozwiązania, które obecnie są coraz chętniej wybierane zarówno przez projektantów, jak i inwestorów w kraju i za granicą. Tego typu systemy elewacyjne znajdują zastosowanie praktycznie we wszystkich rodzajach nowych oraz rekonstruowanych budynkach, między innymi w obiektach biurowych, przemysłowych, zamieszkania zbiorowego, a także w budynkach użyteczności publicznej i infrastruktury komunikacyjnej.

Jak napisano w pracy głównymi celami rozprawy było:

1. Opis przebiegu badania na modelach wielkoskalowych i ocena elewacji wentylowanej w zakresie odpadania elementów okładzin zewnętrznych oraz destrukcji pozostałych elementów kompletnego systemu elewacji wentylowanej pod wpływem oddziaływania pożaru.
2. Opracowanie lokalnych map rozkładu temperatur dla grupy badań na modelach wielkoskalowych, modelach rzeczywistych i elewacji w budynku modelowym w zakresie oddziaływania pożarem.
3. Opracowanie globalnych map rozkładu temperatur dla badań na modelach rzeczywistych w zakresie oddziaływania pożarem.
4. Porównanie badań na modelach rzeczywistych elewacji z badaniami na elewacjach w budynku modelowym w zakresie oddziaływania pożarem.
5. Opis zniszczenia płyt włóknisto-cementowych w zakresie fazy matrycy cementowej i fazy rozproszonej w oddziaływaniu pożarem na modelach wielkoskalowych.
6. Opracowanie globalnych map destrukcji elewacji dla badań na modelach rzeczywistych w zakresie oddziaływania pożarem.
7. Określenie krytycznej strefy dla okładzin elewacyjnych na podstawie matrycy temperatur wskazującej istotną oraz krytyczną destrukcję.
8. Identyfikacja modelu zniszczenia elewacji wentylowanej z okładziną z płyt włóknisto-cementowych pod wpływem oddziaływania pożarem.



9. Identyfikacja globalnego problemu odpadania elementów okładzin elewacyjnych w warunkach oddziaływania pożarem.

W pracy Autor sformułował także dwie tezy badawcze. W ocenie recenzenta należy uznać, że szczególnie druga jest bardzo śmiała.

4. Charakterystyka i ocena poszczególnych rozdziałów dysertacji

Recenzowana rozprawa doktorska została podzielona na dwie główne części studialną i badawczą. Za część studialną należy uznać rozdziały 1-3 natomiast za część badawczą pracy rozdziały 4-8. Pierwszy rozdział zatytułowany „Wprowadzenie w problematykę pracy” poświęcony został przedstawieniu ogólnych informacji dotyczących elewacji wentylowanych. W zwięzły sposób scharakteryzowano poszczególne elementy systemu, w tym również płyty włóknisto-cementowe, a także odniesiono się do wymagań technicznych jakie winny one spełniać. Istotną częścią tego podrozdziału prezentującą niejako realizowany w kolejnych rozdziałach problem badawczy jest opis problematyki elewacji wentylowanej w warunkach pożaru. Na kilku przykładach opisano skutki pożarów rozwijających się po elewacjach budynku w tym tragiczny w skutkach pożar Grenfell Tower w Londynie w 2017 roku. Rozdział kończy uzasadnienie doboru modeli wielkoskalowych zniszczenia elewacji wentylowanej z okładziną z płyt włóknisto-cementowych jako najbardziej optymalnych z uwagi na zachowaną skalę. Podkreślić należy, że przedmiotowa analiza została przygotowana w sposób uporządkowany i przejrzysty co w znaczący sposób podnosi jej odbiór.

W kolejnym – drugim rozdziale pracy zaprezentowano cel pracy, problem naukowy, a także tezy dysertacji. W rozdziale tym Autor wskazał także oryginalne osiągnięcia naukowe w odniesieniu do zidentyfikowanych braków w literaturze przedmiotu.

Kolejny rozdział dysertacji został zatytułowany „Analiza literatury przedmiotu”, rozpoczyna go omówienie wymagań formalnych stawianych płytom włóknisto-cementowym i elewacji wentylowanej w zakresie pożarowym. Autor syntetycznie prezentuje zakres wymagań techniczno-prawnych jaki winny spełniać systemy elewacji wentylowanych. Szczególnie dużo uwagi poświęcone zostało badaniom w zakresie klasy reakcji na ogień. Autor scharakteryzował szereg stosowanych metod badawczych zgodnych z obowiązującymi normatywnymi klasyfikacyjnymi. Bardzo ważną częścią tego rozdziału jest zestawienie tabelarycznie, które prezentuje porównanie wymagań uniemożliwienia odpadania elementów elewacji w warunkach pożaru. Autor jednoznacznie wskazuje, że Polskie wymagania w tym zakresie, a dokładniej warunek kryterium energii dotyczący uniemożliwienia odpadania elementów podczas pożarów, jest problematyczny w ocenie co bez wątpienia wskazuje na konieczność realizacji badań w tym zakresie. W dalszej części tego rozdziału przybliżone zostały modele rzeczywiste elewacji oraz sposoby badania oddziaływania pożaru. Jako standard badań wykonywanych na świecie opisano modele w skali średniej i dużej. Sentencją



przeprowadzonych analiz jest tabela, w której Autor pracy porównał procedury, wymiary platform, a także rodzaje źródła ognia stosowane do symulowania warunków pożarowych stosowane w różnych krajach. Z analizy jasno wynika, że z uwagi na różnorodność wymagań w opisanych procedurach krajowych praktycznie nie ma możliwości stosowania pozytywnie przebadanego systemu w innych krajach. Autor zwraca na to uwagę wskazując jednocześnie, że Komisja Europejska zaproponowała nową formułę badania modelu rzeczywistego elewacji w skali naturalnej. Dalsza część tego rozdziału poświęcona została problemowi rozprzestrzeniania się ognia pomiędzy kondygnacjami po elewacji. Opierając się na badaniach literaturowych w tym badaniach numerycznych opisano wpływ wielkości otworów na kształt i wielkość wydobywających się płomieni, a także zjawisko transferu pożaru pomiędzy kondygnacjami. W elewacjach wentylowanych powszechnie występującym zjawiskiem jest efekt ciągu kominowego. Bazując na materiałach własnych, a także analizie dostępnej literatury tematu dokonano szczegółowej analizy tego zjawiska co należy uznać za niezwykle istotne z punktu widzenia osadzenia tematyki pracy w praktyce. Rozdział zakończony jest szeroko rozumianą analizą kompozytów włóknisto-cementowych. Opisano ich podstawowe cechy materiałowe, wytrzymałościowe oraz inne cechy użytkowe, a także ich właściwości w przypadku oddziaływania wysokiej temperatury. W ostatniej części rozdział został w sposób spójny i syntetyczny podsumowany. Autora enumeratywnie wskazał braki w literaturze przedmiotu, które podkreślają konieczność realizowania dalszych prac badawczych. Należy podkreślić, że wszystkie przeprowadzone w tym rozdziale analizy poparte zostały bardzo solidnym przeglądem literatury. Jednocześnie przedstawione opisy są szczegółowe, a sam rozdział z uwagi na szereg rycin, schematów, jest obszerny co należy uznać za atut, ponieważ pozwala czytelnikowi na zapoznanie się ze wszystkimi zagadnieniami dotyczącymi elewacji wentylowanych.

W czwartym rozdziale pracy Doktorant opisał zakres przeprowadzonych badań własnych. Obejmował on wykonanie serii badań i analiz okładziny elewacyjnej wykonanej z płyt włóknisto-cementowych. Poszczególne przypadki badawcze zestawiono z pomocą schematu co ułatwia ich odnalezienie w rozprawie. Następnie przedstawiono opis materiałów okładzin zastosowanych do badań modeli wielkoskalowych. Poza płytami włóknisto-cementowymi w celach porównawczych zastosowano także okładziny ceramiczne i płyty HPL. Następnie Autor szczegółowo przedstawił stanowisko, metodologię, stosowane opomiarowanie, a także niezbędny sprzęt do realizacji badań modeli rzeczywistych elewacji według procedury ITB. Niezmiernie ważnymi w opinii recenzenta są badania oddziaływania pożaru na elewacje w budynku modelowym zbudowanym na bazie konstrukcji szkieletowej. Bez wątpienia ta część badań w znaczący sposób podnosi wartość aplikacyjną dysertacji. W dalszej części tego rozdziału Doktorant opisał metodykę prowadzenia badań wytrzymałościowych i strukturalnych prezentując jednocześnie stanowiska do ich przeprowadzenia. Rozdział kończy opis założeń przyjętych do modelu stopnia destrukcji płyt włóknisto-cementowych. Z przedstawionego opisu wyraźnie wynika, że zakres oraz skala zrealizowanych badań świadczy



o dużych możliwościach badawczych, którymi dysponował Doktorant. Należy także podkreślić, że zaplanowane badania są spójne i bardzo dobrze ukierunkowane.

Najistotniejsza część pracy została przedstawiona w rozdziale piątym zatytułowanym „*Wyniki badań i ich analiza*”. Początek rozdziału Doktorant poświęcił opisowi wyników badań na modelach wielkoskalowych w zakresie oddziaływania pożarem. Zakres badań obejmował w sumie dziesięć serii. Wszystkie wyniki tych badań zaprezentowano w pracy w formie raportów zawierających część opisową eksperymentu uzupełnioną bogatą dokumentacją zdjęciową. Takie podejście jest w ocenie recenzenta słuszne, ponieważ umożliwia wnikliwą prezentację zmian, które powstają w czasie badania. Następnie zaprezentowane zostały wyniki pomiaru rozkładu temperatury w czasie badań modeli rzeczywistych. Pomiarów te były ciekawe, gdyż termoelementy pomiarowe umieszczone zostały zarówno na powierzchni elewacyjnej jak i w przestrzeni wentylacyjnej. Pozwoliło to dodatkowo na określenie fazy przedstawiającej zmiany temperaturowe oraz zmiany destrukcji materiałowej. Wszystkie wyniki badań zostały przez Autora przedstawione w bardzo przystępnej formie tj. za pomocą schematów i wykresów, które w znaczący sposób poprawiają odbiór całej pracy. Szczególnie ciekawe są wykonane przez Doktoranta globalne mapy temperatur. W niemal identyczny sposób przedstawione zostały wyniki badań w budynku modelowym. Kolejną część tego rozdziału prezentuje analizę destrukcji płyt włóknisto-cementowych po oddziaływaniu pożaru. Na potrzeby tej analizy zostały przygotowane próbki referencyjne i pozyskano próbki po badaniach na modelach wielkoskalowych. Analizy te obejmowały badania struktury z wykorzystaniem SEM, badania powierzchni, przełomu, a także badania wytrzymałościowe. Doktorant z dużą starannością zaprezentował część graficzno-rysunkową uzupełniając ją o cenne opisy, zestawy tabelaryczne oraz wykresy. Tak jak w poprzednich częściach zrealizowanych badań również tutaj zaprezentowane zostały *wyniki badań prowadzonych dla budynku modelowego*. Wszystkie uzyskane wyniki zostały przez Doktoranta wzorowo przedstawione, a następnie opisane. Rozdział kończy podsumowanie, w którym na szczególną uwagę zasługują niezmiernie ważne z praktycznego punktu widzenia globalne mapy destrukcji w podziale na powierzchni okładzin i w przestrzeni. Wskazują one strefę krytyczną materiału kompozytowego. Jak już wcześniej wspomniano zakres zrealizowanych badań ich analiza i sposób prezentacji należy uznać za dobrze przemyślany i ukierunkowany świadczy on również o dobrym warsztacie badawczym Doktoranta.

Rozdziały szósty, a następnie siódmy stanowią niejako uzupełnienie części badawczej. Doktorant szczegółowo opisuje elementy innowacji jakie wprowadzone zostały do autorskiej metody pozwalającej określić stopień destrukcji co w konsekwencji umożliwiło realizację celu jakim była identyfikacja modelu zniszczenia elewacji wentylowanej z płyt włóknisto-cementowych. Analizując przeprowadzone badania, a także wymagania stawiane przez przepisy techniczne potwierdzone zostały tezy pracy zaprezentowane w rozdziale drugim.



Ostatni ósmy rozdział pracy stanowią wnioski i uwagi końcowe. Po krótkim podsumowaniu całej dysertacji Doktorant w punktach zaprezentował wnioski wynikające zarówno z części studialnej jak i badawczej. W ocenie recenzenta pozytywnie należy ocenić prezentację kierunków dalszych badań, a także przedstawienie praktycznych elementów opracowania. Podkreśla to użyteczny charakter całej dysertacji.

Jednym z istotnych elementów charakteryzujących całą dysertację, który został już zasygnalizowany, jest interdyscyplinarność przeprowadzonych badań, wymagająca od Autora znajomości wielu zagadnień i metod badawczych. Przedstawione w pracy założenia, zaproponowana metodyka i zrealizowane na jej podstawie badania, a szczególnie ich skala i zakres należy ocenić bardzo wysoko. W ocenie recenzenta sam układ pracy jest poprawny, a język odpowiada standardom pracy naukowej. Autor pracy wykazał się wysokimi kompetencjami przy tym należy pochwalić także jego warsztat naukowo-badawczy. Na pochwałę zasługuje również fakt biegłości posługiwania się przez Doktoranta poprawną terminologią w zakresie pożarnictwa i budownictwa. Praca jest także bogato ilustrowana co znacząco poprawia jej odbiór. Bibliografia jest aktualna, choć zawiera również pozycje, które są nieco starsze, nie została jednak podzielona na części dotyczące opracowań zwartych, normatywnych itd. Nie podano również daty dostępu do stron internetowych zawartych w bibliografii. Na podkreślenie zasługuje fakt zebrania w pracy 168 pozycji literaturowych w tym 9 pozycji przygotowanych przez zespół z udziałem Doktoranta. Odwołania do pozycji literaturowych są prawidłowe. Niestety praca nie zawiera spisu tabel oraz spisu wykresów.

5. Uwagi ogólne i szczegółowe

Na wstępie należy podkreślić, że całościowa merytoryczna ocena pracy jest pozytywna. Pomimo tego, że jak już wspomniano powyżej sama praca została napisana generalnie poprawnym językiem można w niej napotkać kilka drobnych błędów stylistycznych i językowych na przykład str. 22, str. 23, str. 58.

W tekście pracy występują różne zapisy jednostek, dotyczy to na przykład zapisu jednostek „°C”. W większości pracy Doktorant stosuje zapis łączny w niektórych miejscach np. str. 28 oraz str. 33 wykorzystywana jest spacja. Występują także drobne błędy oznaczeń jak np. oznaczenie średnicy na str. 108. Nie są to jednak błędy liczne wpływające negatywnie na odbiór całej pracy.

Mam także pewne wątpliwości, jeżeli chodzi o trafność zatytułowania rozdziałów 5.1.11 oraz 5.1.14. Zaproponowane tytuły są niepoprawne stylistycznie i wydaje się, że znacznie lepiej brzmią w postaci np. „Wyniki pomiaru temperatury...”. Podkreślić należy, że w sumie ilość błędów jest niewielka i nie wpływają one w żaden sposób negatywnie na wartość merytoryczną dysertacji. Podsumowując całą rozprawę doktorską Pana mgra inż. Łukasza



Zawiślaka należy uznać, że podjęta tematyka jest oryginalna i aktualna. Wiąże się ona bezpośrednio z bezpieczeństwem zarówno użytkowników obiektów budowlanych jak i ekip ratowniczych prowadzących działania gaśnicze podczas sytuacji wyjątkowych takich jak pożary. Recenzent szczególnie docenia praktyczny charakter dysertacji. Korzystając z okazji przekazania opinii jaką umożliwia proces oceny pracy doktorskiej recenzent chciałby zwrócić uwagę na kilka zagadnień do których Doktorant może się odnieść. Mają one głównie charakter porządkowy przedstawionych treści i mogą zostać wykorzystane podczas opracowywania publikacji naukowych w prestiżowych periodykach. I tak:

1. W rozdziale 3.1.1 Doktorant przedstawia podstawowe informację oraz definicję klasy reakcji na ogień jednocześnie wymieniając stosowane oznaczenia. Jednocześnie prawdopodobnie przez nieuwagę nie została wykazana klasa F.
2. W rozdziale 4.2 opisując stanowisko badawcze modeli rzeczywistych wskazano, że w poszczególnych seriach występowały różnice w typie podkonstrukcji, detalami zamontowania, rodzajem i wymiarami okładzin elewacyjnych itp. czy Doktorant może rozwinąć tą myśl wskazując różnice.
3. Podczas wszystkich badań „ogniowych” mowa jest o pomiarach z wykorzystaniem termoelementów. Nie odnalazłem informacji jaki typ termoelementów był wykorzystywany. Czy we wszystkich prowadzonych badaniach wykorzystano termoelementy tego samego typu?
4. Podczas badań elewacji na modelowym budynku Doktorant opisując prędkość wiatru dość często używa pojęć wietrznej lub bezwietrznej pogody. W opinii recenzenta podczas tych badań powinien być prowadzony stały monitoring prędkości wiatru. Czy były jakieś obiektywne przyczyny, które uniemożliwiały prowadzenie takich pomiarów?
5. W pracy Doktorant skupił się na realizacji badań w zakresie okładzin elewacyjnych z płyt włóknisto-cementowych. Jakie przesłanki kierowały Autorem pracy podczas doboru dodatkowo przebadanych okładzin ceramicznych czy też płyt HPL?
6. W rozdziale 5 w wybranych przypadkach Autor opisuje montaż płyt w sposób adhezyjny. W opinii recenzenta wymaga to uzupełnienia poprzez podanie rodzaju zastosowanego kleju. Czy we wszystkich omawianych przypadkach stosowano ten sam rodzaj kleju?



6. Wniosek końcowy

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgra inż. mgra inż. Łukasza Zawisłaka pt. „Identyfikacja modelu zniszczenia elewacji wentylowanej z okładziną z płyt włóknisto-cementowych pod wpływem oddziaływania pożaru” stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport. Rozprawa świadczy o wysokim poziomie wiedzy Kandydata, a także umiejętności prowadzenia pracy naukowej. Przedstawiona praca doktorska spełnia w pełni wymagania stawiane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z późniejszymi zmianami) oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 19 stycznia 2018 r. Wnoszę o dopuszczenie pracy doktorskiej Pana mgra inż. Łukasza Zawisłaka do publicznej obrony. Jednocześnie mając na uwadze wartość merytoryczną rozprawy doktorskiej, a szczególnie jej aplikacyjny charakter wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Łukasza Zawisłaka.

Prof. G. G. G.