

Prof. dr hab. inż. Łukasz Drobiec
Katedra Konstrukcji Budowlanych
Zespół Konstrukcji betonowych i murowych
Wydział Budownictwa
Politechnika Śląska
Ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice

Gliwice, 2.04.2021 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Paula Bryanta

pt. **„A SEMI QUANTITATIVE METHOD FOR THE EVALUATION OF HOLISTIC FIRE STRATEGIES FOR NON STANDARD PUBLIC BUILDINGS”**.

W polskim tłumaczeniu tytuł brzmi: „Półilościowa metoda oceny holistycznych strategii przeciwpożarowych dla niestandardowych budynków użyteczności publicznej”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest uchwała Rady ds. Stopni Naukowych z dnia 15.02.2021 r. Politechniki Łódzkiej (zgodnie z pismem Dziekana Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej prof. dr hab. inż. Dariusza Gawina z dnia 22.02.2021 r.).

2. Charakterystyka rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Paula Bryanta pt. „Półilościowa metoda oceny holistycznych strategii przeciwpożarowych dla niestandardowych budynków użyteczności publicznej”. Praca ma charakter teoretyczno-badawczy i składa się z 7 rozdziałów, bibliografii, curriculum vitae, listy publikacji autora oraz pięciu załączników. Bibliografia obejmuje 171 pozycji piśmiennictwa, w tym 12 autorskich i współautorskich pozycji Doktoranta. Tekst rozprawy liczy 168 stron i zawiera 57 rysunków, 23 tabele oraz 28

ponumerowanych wzorów. Na początku pracy zamieszczono streszczenie pracy w języku angielskim i polskim, spis treści, listy rysunków, tabel oraz opis podstawowych oznaczeń i skrótów.

W rozdziale 1 (General Introduction), opisano strategie przeciwpożarowe dla budynków stosowane w różnych krajach. Na podstawie ich analizy stwierdzono, że nie cechują się one spójnym podejściem i mogą się znacznie różnić. Zdaniem Autora strategie przeciwpożarowe dla budynków to zagadnienie interdyscyplinarne, łączące wiele dyscyplin zarówno z dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych jak i nauk społecznych, w tym między innymi inżynierię lądową, inżynierię chemiczną, inżynierię środowiska, inżynierię mechaniczną, czy wreszcie nauki o bezpieczeństwie i nauki o zarządzaniu. Tym niemniej Doktorant wskazuje, że inżynierię pożarową można uznać przede wszystkim za podzbiór inżynierii lądowej. Na końcu rozdziału opisano krótką historię inżynierii pożarowej oraz jej wpływ na inżynierię lądową.

W rozdziale 2 (Fire safety regulations and standards) opisano rozwój przepisów przeciwpożarowych na świecie oraz współczesne rozwiązania inżynierii pożarowej. Zdefiniowano pojęcie "strategia przeciwpożarowa" i opisano jego interpretację w krajowych i międzynarodowych normach oraz przepisach przeciwpożarowych. Wykonano analizę podstawowych wymagań przepisów przeciwpożarowych w sześciu krajach: Chiny, Indie, Iran, Nowa Zelandia, Polska, Wielka Brytania i USA. Wykazano, że w wielu obszarach wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego istnieją pomiędzy nimi duże podobieństwa.

W rozdziale 3 (A review of the current status of the use of fire strategies) wprowadzono autorskie pojęcie holistycznych strategii przeciwpożarowych. Zaproponowano globalne ujednoczenie metody oceny tych strategii. Opisano podstawowe cele strategii przeciwpożarowych, takie jak ochrona życia ludzi, mienia, ciągłości produkcji i środowiska naturalnego. Każdy z powyższych celów Autor podzielił na cztery cele cząstkowe. Zaproponowano, aby każda strategia przeciwpożarowa uwzględniała wszystkie cele cząstkowe, czyli w sumie 16 elementów. W rozdziale poruszono ponadto kwestie spójności proponowanej metody z podejściem rozwoju zrównoważonego. Na koniec podano możliwości wdrożenia metody do nowoczesnych technik projektowania przy użyciu BIM (building information modelling).

Rozdział 4 (Fire scenario analysis: Determining the most appropriate fire scenario within a public building for further evaluation) zamieszczono przegląd metod oceny poziomu bezpieczeństwa pożarowego i ryzyka pożarowego budynków. Zaproponowano ponadto nową metodę oceny ryzyka dla przyjętego scenariusza pożarowego, opartą na analizie prawdopodobieństwa zapłonu i prawdopodobieństwa rozwoju pożaru w aspekcie przewidywanych skutków jego wystąpienia. W metodzie tej uzyskuje się wartość Scenariuszowego Ryzyka Pożaru, która pozwala na wytypowanie najbardziej niekorzystnych scenariuszy pożarowych dla danego budynku.

W rozdziale 5 (A Fire Strategy value indexing system) Doktorant opisuje autorską, półilościową metodę indeksową do oceny strategii przeciwpożarowej. Metoda oparta jest na punktowej ocenie ośmiu podstawowych środków zabezpieczeń przeciwpożarowych ((1) zapobieganie powstawaniu i rozprzestrzenianiu się pożaru, organizacja i zarządzanie ochroną przeciwpożarową, (2) ograniczenie materiałów palnych i źródeł zapłonu, (3) bierne ograniczenia rozprzestrzeniania się pożaru i dymu, (4) detekcja i sygnalizacja, (5) systemy gaśnicze, (6) wentylacja pożarowa i warunki ewakuacji, (7) dyspozycyjność systemów ochrony przeciwpożarowej oraz (8) działania ratowniczo-gaśnicze). Zaproponowana metoda jest metodą porównawczą, w której ocena prawidłowości zastosowanych w danym budynku rozwiązań polega na porównaniu wartości indeksu ryzyka strategii przeciwpożarowej rzeczywistej ($FSRI_{\text{actual}}$) ze wstępnie przygotowanym poziomem odniesienia, jakim jest indeks ryzyka strategii przeciwpożarowej oczekiwanej ($FSRI_{\text{baseline}}$). Autorska metoda oceny strategii przeciwpożarowej została zainspirowana brytyjskimi zasadami tworzenia strategii przeciwpożarowych opracowanymi przez Doktoranta w brytyjskiej normie PAS 911:2007.

W ramach opracowanej metody, dla każdego ze środków zabezpieczeń opracowano listę sześciu szczegółowych pytań, które pozwalają na dokonanie jego oceny punktowej w skali od 0 do 25.

Uzyskane wskaźniki i parametry liczbowe strategii przeciwpożarowej powiązane zostały przez autora zależnościami matematycznymi, pozwalającymi na obliczenie indeksu ryzyka strategii przeciwpożarowej, stanowiącego podstawę do dokonania oceny analizowanego obiektu. Zaproponowana metoda umożliwia także dokonywanie porównań różnych strategii

przeciwpożarowych dla jednego budynku bądź podobnych strategii w różnych budynkach. Dodatkowo w rozdziale tym przedstawiono, opracowane przez autora, domyślne wartości współczynników wagowych dla poszczególnych środków zabezpieczeń, które także zostały odniesione do profili ryzyka budynku.

Rozdział 6 (Applying the methodology: Three test cases) zawiera trzy przykładowe analizy strategii przeciwpożarowych następujących obiektów: Centrum Nauki i Techniki EC1 (City of Culture) w Łodzi (Polska); Hotel Zamek Ryn w Rynie (Polska) - pierwotnie średniowieczny zamek krzyżacki (XIV w), przebudowany w latach 90-tych na obiekt hotelowy (budynek użyteczności publicznej (ZLV)) o nietypowej architekturze, z rozległym przekrytym dziedzińcem przeznaczonym do użytkowania dla dużych grup osób; Szpital Chelsea w Londynie (Wielka Brytania) - pierwotnie centrum handlowe, w roku 1992 przebudowane na budynek szpitalny (budynek użyteczności publicznej ZLII), o nietypowym układzie architektonicznym ze względu na znajdujące się w części centralnej wielokondygnacyjne, otwarte pasáže komunikacyjne (dawniej pasáže handlowe).

W każdym z analizowanych obiektów przeprowadzono pełną procedurę, zgodną z zaproponowaną nową metodą, a mianowicie: wybór najbardziej niekorzystnego scenariusza pożaru do dalszej analizy (zgodnie z rozdziałem 4) oraz obliczenia indeksu ryzyka pożarowego strategii przeciwpożarowej FSRI dla warunków bazowych i rzeczywistych (zgodnie z rozdziałem 5). Zamieszczono ponadto wyniki analiz wstępnych i pomocniczych, w tym symulacji CFD rozwoju pożaru i rozprzestrzeniania się dymu, które następnie posłużyły do dokonania ostatecznej oceny punktowej rzeczywistych strategii przeciwpożarowych. Obliczono indeks ryzyka strategii przeciwpożarowej rzeczywistej i oczekiwanej. W przypadku Centrum Nauki i Techniki EC1 w Łodzi analizy wykazały, że opracowana strategia przeciwpożarowa od razu była na zadawalającym poziomie, natomiast w przypadku Hotelu w Rynie i Szpitala Chelsea ocena wykazała konieczność wprowadzenia pewnych korekt w stworzonej strategii i dopiero po uwzględnieniu poprawek uzyskany wynik ewaluacji okazał się być pozytywny.

W rozdziale 7 (Summary and Conclusions) zamieszczono podsumowanie i wnioski dotyczące przedstawionej rozprawy doktorskiej oraz przewidywane perspektywy rozwoju zaproponowanej metody.

Do pracy załączono 5 załączników. W załącznikach A-C zamieszczono zestawienie szczegółowych wartości ocen punktowych strategii dla budynków opisanych w rozdziale 6. Załącznik D zawiera zestawienie ocen punktowych opracowanych do stworzenia bazy strategii oczekiwanych opartych na profilach ryzyka budynków. W załączniku E opisano autorski program komputerowy Doktoranta oparty na zaproponowanej metodzie.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu i postawionych celów rozprawy

Nauka o pożarach ciągle się rozwija, a jej zastosowanie w inżynierii lądowej ulega zmianą. Obserwujemy to nawet w krajowym ustawodawstwie – przez ostatnie 30 lat Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie znacznie się zmieniło w zakresie przepisów przeciwpożarowych. Pomimo obserwowanego rozwoju nadal istnieje wiele rozbieżności w podejściu do przeciwpożarowego projektowania budynków, zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym. Projektanci zwykle skupiają się na zabezpieczaniu pojedynczych elementów budynku, nie rozważając ogólnej strategii przeciwpożarowej. Tymczasem właściwa predykcja rozwoju pożaru i jego wpływu na budynek pozwala zapewne projektować bezpieczniej i znacznie oszczędniej. Zamierzeniem Doktoranta było stworzenie nowej, jednolitej metodyki oceny strategii pożarowej dla budynków użyteczności publicznej. Obejmuje to ocenę strukturalnej i wewnętrznej biernej ochrony przeciwpożarowej, aktywnych systemów wykrywania i ochrony przeciwpożarowej oraz zarządzania bezpieczeństwem przeciwpożarowym w profilach budynków.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że podjęty przez Doktoranta temat rozprawy jest oryginalny i aktualny, oraz zasadny i ważne tak z naukowego, jak i z praktycznego punktu widzenia.

3.2. Cel i sposób jego realizacji

Celem pracy było stworzenie nowej pólnościowej, holistycznej metody oceny strategii pożarowych w budynkach użyteczności publicznej. Zaproponowano nowatorską metodę oceny zagrożenia pożarowego, co osiągnięto poprzez znaczne zwiększenie liczby ocenianych parametrów. Uwzględniono prawdopodobieństwo wystąpienia pożaru i procesy zachodzące na danym obiekcie, a także prawdopodobieństwo wzrostu pożaru. Zaproponowano zmieniony wzór oceny ryzyka, który można wykorzystać do określenia odpowiednich zagrożeń związanych ze scenariuszem pożaru. Analiza ta jest następnie wykorzystywana do określenia indeksu ryzyka strategii przeciwpożarowej rzeczywistej (FSRI_{actual}). Opracowana metodologia może mieć zastosowanie w procesie projektowania zarówno nowych projektów budowlanych, jak i analizie rozwiązań w istniejących budynkach.

Proponowana metoda została zaimplementowana w autorskim oprogramowaniu komputerowym stworzonym przez Doktoranta. Oprogramowanie w języku polskim jest ogólnie dostępne pod linkiem <http://145.239.93.65/>.

Sformułowana metodologia została poddana walidacji na wybranych funkcjonujących budynkach użyteczności publicznej (dwa obiekty z Polski, jeden z Wielkiej Brytanii). Wykazano, że w dwóch z trzech analizowanych obiektów należy wprowadzić korekty z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe. Analizowane przypadki potwierdzają skuteczność zaproponowanej metody i dodają, że cel rozprawy został osiągnięty.

3.3. Ocena naukowej wartości rozprawy

Za najważniejsze oryginalne osiągnięcia naukowe Autora uznaję:

- ▣ Zaproponowanie nowej metody oceny ryzyka dla przyjętego scenariusza pożarowego, opartej na analizie prawdopodobieństwa zapłonu i prawdopodobieństwa rozwoju pożaru w aspekcie przewidywanych skutków jego wystąpienia.
- ▣ stworzenie nowej pólnościowej, holistycznej metody oceny strategii pożarowych w budynkach użyteczności publicznej polegającej na porównaniu wartości indeksu ryzyka

strategii przeciwpożarowej rzeczywistej (FSRI_{actual}) ze wstępnie przygotowanym poziomem odniesienia, jakim jest indeks ryzyka strategii przeciwpożarowej oczekiwanej (FSRI_{baseline}).

- ▣ Określenie poziomu odniesienia w postaci indeksu ryzyka strategii przeciwpożarowej oczekiwanej (FSRI_{baseline}).
- ▣ Przetestowanie zaproponowanej metody na wielu obiektach.
- ▣ Opracowanie oprogramowania komputerowego w którym zaimplementowano proponowaną metodę.

4. Uwagi krytyczne

Jak każda praca, taki i recenzowana rozprawa nie jest wolna od drobnych błędów, niedopowiedzeń czy niedociągnięć. Uwagi do pracy recenzent podzielił na ogólne oraz na uwagi szczegółowe.

4.1. Uwagi ogólne

Uwaga dotycząca zgodności zaproponowanej metody z krajowymi przepisami

Projektowanie budynków z uwagi na warunki pożarowe odbywa się obecnie w Polsce na podstawie Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie oraz norm z pakietu Eurokod, które były opracowywane przy współudziale państw członkowskich i obowiązują w Unii Europejskiej. Doktorant w rozdziale 2.4 wspomina o Eurokodach, lecz dalej nie podaje, czy zaproponowana metoda jest zgodna z tymi normami. Oczywiście Eurokody dotyczą jedynie odporności pożarowej konstrukcji i elementów nienośnych budynku, a metoda zaproponowana przez Doktoranta analizuje obiektu całościowo. Proszę jednak o komentarz dotyczący zgodności zaproponowanej metody z normami z pakietu Eurokod.

Uwaga dotycząca częstotliwości zapłonu

Częstotliwość zapłonu (Frequency of ignition - F_i) jest jednym z kluczowych parametrów do obliczenia wartości indeksu ryzyka strategii przeciwpożarowej. Doktorant w swojej metodzie przyjął tu wartości F_i z brytyjskiej normy PD 7974-7 (137). Recenzent jest nieco zaskoczony

wartościami podanymi w tabeli 10, a w szczególności dużą różnicą między prawdopodobieństwem pożaru w lokalach gastronomicznych, hotelach, hostelach, budynkach komunalnych, a szpitalach czy obiektach przemysłowych. Skąd wzięły się te różnice?

Uwaga dotycząca doboru wag do profili ryzyka

W zastosowanej metodzie założono, że łączna suma punktów uzależniona jest od wag podanych w tablicy 11. W pracy nie podano informacji na temat sposobu doboru wag. Proszę o komentarz.

4.2. Uwagi szczegółowe

Uwagi szczegółowe dotyczą głównie znalezionych przez Recenzenta w tekście literówek lub pewnych kontrowersyjnych zapisów. Recenzent nie ma uwag do wyglądu i układu pracy, który ocenia bardzo wysoko.

Poniżej podano miejsca znalezionych błędów i kontrowersji:

Str. iv 9 wiersz od góry: W streszczeniu polskim wstąpił błąd. Napisano: „Znajduje ona zastosowanie w projektowaniu budynków nowych i istniejących”. Nie można projektować budynków istniejących. Lepszym tłumaczeniem angielskiej wersji streszczenia byłoby: „Znajduje ona zastosowanie przy projektowaniu strategii pożarowych w obiektach nowoprojektowanych oraz istniejących”.

Str. iv 9 wiersz od dołu. Niedokończone zdanie: „*Potwierdziło to przypuszczenia ...*”

Str. 9, 15 wiersz od góry, jest „*continue*”, powinno być „*continues*”.

Str. 9, 17 wiersz od dołu, jest „*legilsation*”, powinno być „*legislation*”.

Str. 12, 9 wiersz od góry, jest „*play*”, powinno być „*plays*”.

Str. 13, 6 wiersz od góry, jest „*acknowledgement*”, powinno być „*acknowledgment*”.

Str. 19, 12 wiersz od góry, jest „was”, powinno być „were”.

Str. 52, 17 wiersz od góry, jest „manoeuvrability”, powinno być „maneuverability”.

Str. 66, 3 wiersz od góry, jest „building”, powinno być „buildings”.

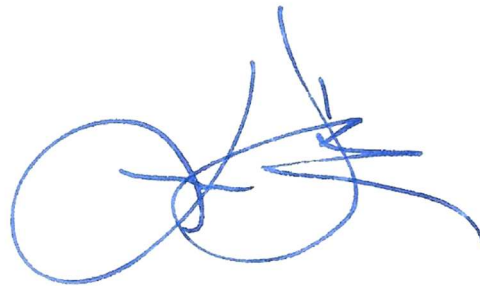
5. Wnioski końcowe

W recenzowanej pracy doktorskiej mgr inż. Paul Bryant rozwiązał oryginalne zadanie naukowe, polegające na opracowaniu nowej ilościowej, holistycznej metody oceny strategii pożarowych w budynkach użyteczności publicznej. Stwierdzam, że główny cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty. Doktorant wykazał się dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie objętym tematem oraz umiejętnościami rozwiązywania problemów teoretycznych. Zaproponował metodę oceny strategii pożarowych i przeprowadził jej walidację. Uzyskał oryginalne wyniki i wykazał, że potrafi analizować i krytycznie oceniać uzyskane rezultaty oraz formułować poprawne wnioski poznawcze. Widzi również kierunki dalszych badań. Świadczy to o Jego odpowiednim przygotowaniu i predyspozycjach do samodzielnego prowadzenia prac naukowo-badawczych.

Uwagi krytyczne wymienione w punkcie 4 nie obniżają bardzo dobrego, moim zdaniem, poziomu merytorycznego i ogólnej wysokiej oceny dysertacji. Uwagi mają charakter porządkowy lub dyskusyjny i mam nadzieję, że przynajmniej w części będą pomocne Autorowi podczas dalszej pracy naukowej i przygotowywania artykułów do czasopism naukowych.

Oceniam, że rozprawa stanowi rozwiązanie oryginalnego zagadnienia naukowego oraz potwierdzam, że Doktorant posiada ogólną wiedzę teoretyczną i umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Rozprawa jest opracowana na dobrym poziomie naukowym i redakcyjnym oraz wnosi wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Paula Bryanta pt. „Półilościowa metoda oceny holistycznych strategii przeciwpożarowych dla niestandardowych budynków użyteczności publicznej” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 14.03.2003 roku „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz. U. z 2003 r., Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami) oraz w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668). W związku z tym stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned in the center of the page.