

Kraków, dnia 19.03.2019 r.

Prof. dr hab. inż. Roman Kinasz

Katedra Geomechaniki, Budownictwa
i Geotechniki
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. **Piotra Woźniczki** pod tytułem:
„Strategie bezpieczeństwa pożarowego wybranych szkieletów stalowych hal wielkogabarytowych”

1. Przedmiot i podstawa opracowania

Niniejsza recenzja dotyczy rozprawy doktorskiej mgr inż. **Piotra Woźniczki** pt. **„Strategie bezpieczeństwa pożarowego wybranych szkieletów stalowych hal wielkogabarytowych”** wykonanej pod kierunkiem dr hab. inż. **Mariusza Maślaka, prof. PK**. Podstawą opracowania recenzji jest zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej z dnia 28.01.2019 r.

2. Podstawowe dane o pracy

Praca składa się z sześciu rozdziałów zakończonych spisem literatury oraz streszczeniem w języku polskim i angielskim. Całość materiału przedstawiono na 184 stronach. Praca zawiera 32 wzorów, 109 rysunki, 33 tabele oraz przyłącza 149 pozycji literatury, a także dwa załączniki. Wzory, rysunki oraz tabele numerowane są w ramach rozdziałów.

3. Główne założenia i zakres pracy

Recenzowana praca składa się z pięciu rozdziałów merytorycznych poprzedzonych Wprowadzeniem do pracy (rozdział 1) oraz uzupełnionych spisem literatury, a także załącznikami nr 1 i nr 2, w których umieszczono kody plików tekstowych programów Fire Dynamics Simulator i Safir dla wybranych przykładów przedstawionych w ramach pracy doktorskiej. Praca zilustrowana została licznymi rysunkami oraz tablicami.

Otwierając pracę **Wprowadzenie** (10 stron, 1 rysunek) podzielono na sześć podrozdziałów.

Rozdział 1.1 pracy (**Geneza podjęcia tematu**) stanowi wstęp do tematu bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji stalowych. Wymieniono w nim najważniejsze polskie i zagraniczne prace w tym zakresie, także te opisujące skutki rzeczywistych incydentów pożarowych.

W **Rozdziale 1.2 (Aktualny stan wiedzy)** omówiono aktualny stan wiedzy w zakresie bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji stalowych.

Wydział Inżynierii Lądowej	
25 MAR. 2019	
Wpłynęło dnia	
L. dz. W. 510.1.2 2019	
podpis	

W **Rozdziale 1.3 (Cel pracy doktorskiej)** sformułowano cele pracy doktorskiej, jednym z podstawowych celi to wskazanie zalecanych strategii bezpieczeństwa pożarowego, rozumianych jako dobór odpowiednich metod obliczeniowych w zakresie wyznaczania odporności pożarowej konstrukcji stalowej dla analizowanej kategorii obiektów. Dla analizowanej kategorii obiektów zastosowano obliczenia do wyznaczania odporności pożarowej konstrukcji stalowej.

W **Rozdziale 1.4 (Teza pracy doktorskiej)** sformułowano tezę główną: Ocena odporności ogniowej ustrojów nośnych wielkogabarytowych hal stalowych wymaga zastosowania zaawansowanych metod obliczeniowych, wykorzystujących modele obliczeniowe mechaniki płynów oraz modele jedno- i dwustrefowe.

W **Rozdziale 1.5 (Zakres pracy doktorskiej)** podano dwa podstawowe zagadnienia pracy: analizę rozwoju pożaru oraz analizę odpowiedzi mechanicznej konstrukcji. Równocześnie dokonano podziału obiektów wielkogabarytowych ze względu na proporcje ich powierzchni i wysokości, na trzy podstawowe grupy.

W **Rozdziale 1.6 (Praktyczne zastosowanie wyników badań)** postawioną tezę, że praktycznym efektem przeprowadzonych badań jest sformułowanie zaleceń dotyczących sposobów modelowania rozwoju pożaru i wyznaczenia nośności stalowej konstrukcji wielkogabarytowych obiektów halowych w warunkach ekspozycji pożarowej. Wyniki badań mogą stanowić podstawę do sformułowania krajowego załącznika do kolejnej edycji Norm PN-EN 1991-1-2: 2006 oraz PN-EN 1993-1-2: 2007.

Rozdział zazwyczaj kończy omówienie struktury pracy (Autor tą część umieścił w podrozdziale 1.5).

W **Rozdziale 2 (Przegląd dostępnych modeli pożaru)** pracy (23 strony, 11 rysunków, 32 wzory, 8 tabel) dokonano przeglądu dostępnych analitycznych oraz zaawansowanych modeli pożaru. Koncentrowano się na tych spośród modeli, które mogą mieć praktyczne zastosowanie w odniesieniu do rozpatrywanej kategorii obiektów. Szczególną uwagę poświęcono analitycznym modelom pożaru lokalnego, modelom jedno- i dwustrefowemu oraz modelom obliczeniowej mechaniki płynów. Omówiono założenia poszczególnych modeli, a także zjawiska fizyczne zachodzące podczas pożaru oraz fazy jego rozwoju. W rozdziale 2 podano również zebrane przez autora szczególnie wartościowe, niezbędne dane do komputerowego modelowania rozwoju pożaru, takie jak przykładowo maksymalne moce pożaru lokalnego (w zależności od sposobu użytkowania danego pomieszczenia) czy wartości temperatury zapłonu składowanych materiałów. Omówiono wybrane praktyczne zagadnienia związane z opracowaniem modeli w stosowanych w ramach pracy doktorskiej programach Fire Dynamics Simulator oraz OZone.

Najistotniejszym fragmentem pracy są rozdziały 3 i 4, w których przedstawiono wyniki własnych symulacji komputerowych dotyczących rozwoju pożaru oraz modelowania odpowiedzi mechanicznej konstrukcji.

W **Rozdziale 3 (Modelowanie rozwoju pożaru w obiektach wielkogabarytowych)** (46 strony, 45 rysunków, 5 tabel) omówiono rezultaty walidacji stosowanego oprogramowania Fire Dynamics Simulator i OZone w odniesieniu do wyników eksperymentu w skali naturalnej. Następnie zaprezentowano wyniki własnych symulacji komputerowych dla różnego rodzaju obiektów halowych. Rozpatrzono pożary

lokalne o z góry określonej maksymalnej mocy oraz pożary lokalne z możliwością dalszego zapłonu składowanego paliwa. Dokonano porównania rezultatów otrzymanych za pomocą metod analitycznych i modeli numerycznych. W efekcie przeprowadzonych symulacji wskazano kluczowe czynniki determinujące rozwój pożaru w obiektach wielkogabarytowych, przykładowo takie jak: początkowa moc pożaru, gęstość obciążenia ogniowego, wysokość składowania paliwa, geometrię obiektu oraz warunki wentylacji. Przeanalizowano także zagadnienia związane z rozkładem temperatury oraz ilością dostępnego tlenu.

W **Rozdziale 4 (Nośność w warunkach pożaru wybranych szkieletów stalowych hal wielkogabarytowych)** (61 strony, 53 rysunków, 20 tabel) omówiono rezultaty analizy odporności ogniowej trzech różnych obiektów wielkogabarytowych to jest obiektu przemysłowego, obiektu magazynowego oraz hali sportowej. W obliczeniach stosowano programy Safir, Elefir oraz własne arkusze kalkulacyjne. W przypadku programu Safir dokonano jego walidacji względem wyników badań eksperymentalnych. Przedstawiono wartości odporności ogniowej oszacowane za pomocą metod o różnym stopniu skomplikowania. Rozpatrzono kompletne modele konstrukcji oraz modele wydzielonych fragmentów konstrukcji, ogrzewanych równomiernie i nierównomiernie. Omówiono także wpływ imperfekcji, przyjętych warunków brzegowych, zmiany wartości sił wewnętrznych oraz fazy pracy konstrukcji w warunkach ekspozycji pożarowej. Zaprezentowano potencjalne modele zniszczenia, które porównano z zaobserwowanymi skutkami rzeczywistych incydentów pożarowych. Wykazano, że za pomocą zastosowania zaawansowanych metod oceny odporności ogniowej możliwa jest rezygnacja lub ograniczenie kosztownych izolacji ogniochronnych. Poruszono kwestię modelowania przekrojów różnych klas w rozumieniu PN-EN 1993-1-1, ze szczególnym uwzględnieniem przekrojów klasy 4.

W **Rozdziale 5** (4 strony) przedstawiono główne wnioski końcowe z przeprowadzonych badań, które stanowią odpowiedzi na postawione tezy rozprawy oraz ich dalsze proponowane kierunki.

W **Rozdziale 6** (1 strona) zestawiono zalecenie projektowe w zakresie oceny bezpieczeństwa pożarowego wielkogabarytowych obiektów halowych.

Następnie przedstawiono **spis literatury** który zawiera 184 pozycji, w tym prace doktorskie, specjalistyczne opracowania oraz wykorzystane Normy i Rozporządzenia.

W **załącznikach nr 1 i nr 2** umieszczono kody plików tekstowych programów Fire Dynamics Simulator i Safir dla wybranych przykładów przedstawionych w ramach pracy doktorskiej.

4. Uwagi językowe

Praca zawiera stosunkowo niewiele błędów językowych, niezręcznych sformułowań, usterek literowych, itp. Do nielicznych niedociągnięć należy zaliczyć:

- pominięte litery, (str. 13, 161 i inne),
- podpis do rys. 4.35 w modelu komputerowym (str. 126) oraz brak poszczególnych oznaczeń na tym rysunku,
- stosowanie małych zamiast dużych liter (str. zaznaczyłem w tekście pracy).

- ... wyznaczenia nośności konstrukcji wielkogabarytowych obiektów halowych o konstrukcji stalowej w warunkach ekspozycji pożarowej. ..., ustrojów nośnych (str. 12).

Zauważone błędy stylistyczne i redakcyjne oraz w tytułach tabel i rysunków, a także w opisie rysunków zaznaczyłem w tekście pracy.

5. Uwagi szczegółowe

1. W przeglądzie literatury (rozdział 1.2) dokonano selektywnego wyboru prac o tematyce pożarowej. Brakuje jednak bardziej szczegółowego omówienia niektórych prac takich jak: Ustawy i normy obowiązujące w Polsce oraz USA, a także w innych krajach.

Mimo tych uwag wybór zaprezentowanych prac należy ocenić jako właściwy, reprezentatywny i wystarczający.

2. W Rozdziale 2 (Przegląd dostępnych modeli pożaru) podano również zebrane przez autora szczególnie wartościowe, niezbędne do komputerowego modelowania rozwoju pożaru dane, przykładowo takie jak maksymalne moce pożaru lokalnego w zależności od sposobu użytkowania danego pomieszczenia czy wartości temperatury zapłonu składowanych materiałów. Omówiono wybrane praktyczne zagadnienia związane z opracowaniem modeli w stosowanych w ramach pracy doktorskiej programach Fire Dynamics Simulator oraz OZone.

Pewnym niedociągnięciem, moim zdaniem, jest to, że autor pomija w analizie wybranych programów do modelowania procesów przepływowych oraz pożarów (np. program ANSYS CFX wykorzystuje najnowsze rozwiązania z zakresu obliczeń numerycznych, w tym możliwość przeprowadzenia obliczeń w trybie równoległym). Znane są i powszechnie wykorzystywane programy FDS (Fire Dynamics Simulator) (McGrattan, Hostikka, Floyd, McDermott, 2010), Pyrosin (Thunderhead Engineering, 2011) i Smokeview (wizualizacje do FDS). Brak krytycznej analizy istniejących (dostępnych) modeli.

3. Wymaga wyjaśnień jak dokonano podziału modeli wyjściowych na trzy podstawowe grupy (ze względu na ich parametry geometryczne $L \times B \times H$) i jakie przyjęto proporcje ich powierzchni i wysokości (wg Li & Wang, 2013 Advanced Analysis and Design for Fire Safety of Steel Structures).
4. Przedstawiony w Rozdziale 3 opis modelowania rozwoju pożaru w obiektach wielogabarytowych należałoby wzmocnić podrozdziałami „Planowanie oraz program badań eksperymentalnych (eksperymentu *ang. experimental design*)”. Ponieważ kluczową rolę w rozwoju nowoczesnych metod planowania eksperymentu zaczynają odgrywać systemy inteligentne wywodzące się z obszaru inżynierii systemów inteligentnych (*ang. Intelligent Systems Engineering*). Powstała koncepcja drugiej generacji planów eksperymentu (2GD), tzw. planów inteligentnych eksperymentu (akronim: InDE).
5. W rozdziale 4 (rys.4.2) został przedstawiony schemat analizowanej ramy portalowej na którym wymiary podano w mm. Czy to jest schemat modeli konstrukcji rzeczywistej? Jeżeli tak, to jaka była przyjęta skala modelowania?

6. Co oznaczają siły skupione F_0 jednakowe we wszystkich węzłach podane na rys.4.3?
 7. Czego dotyczy linia przerywana na niektórych wykresach na rys. 4.4 oraz rys. 4.5?
 8. Na rys. 4.9 przedstawiono niezrozumiały schemat przy braku oznaczeń oraz opisów sił zastępczych w modelu S2ih.
 9. Na końcu pracy przedstawiono spis literatury polskiej i zagranicznej oraz norm i przepisów. Cytowana w pracy literatura mogłaby, moim zdaniem, być rozszerzona o doświadczenia badaczy krajowych oraz ze wschodniej Europy (np., DBN Ukrainy oraz SNiP w Rosji), a także USA (ANSI/NFPA 70) i Kanady.
- Normy: PN-EN 13501-1:2004 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień”, PN-EN 1365-2:2002 „Badania odporności ogniowej elementów nośnych. Część 2: Stropy i dachy”, PN-EN 13501-2:2007 „Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej”, PN-B-02851-1:1997 „Ochrona przeciwpożarowa budynków. Badania odporności ogniowej elementów budynków. Wymagania ogólne i klasyfikacja”.
 - Akty prawne: Ustawa o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991, nr 81, poz. 35 z późn. zm.) z dnia 24 sierpnia 1991; Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz.U. 2010, nr 109, poz. 719) z dnia 16 czerwca 2003, Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2009, nr 124, poz. 1030) z dnia 21 kwietnia 2006; Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz.U. 2009, nr 119, poz. 998) z dnia 16 czerwca 2003.
 - Literatura fachowa: Instrukcja ITB nr 221/1979 „Wytyczne oceny odporności ogniowej elementów konstrukcji budowlanych”, Instrukcja ITB 291/1990 „Wytyczne projektowania konstrukcji stalowych z uwagi na odporność ogniową”, Instrukcja ITB nr 320/1992 „Badania rozprzestrzeniania ognia”, Instrukcja ITB nr 401/2004 „Przyporządkowanie określeniom występującym w przepisach techniczno-budowlanych klas reakcji na ogień wg PN-EN”, Instrukcja ITB 409/2005 „Projektowanie elementów żelbetowych i murowych z uwagi na odporność ogniową”.
 - Literatura naukowa: Obszerny opis metody CFD podano w pracy (Lipska, 2006).
 - W pracy (Chodor, Taradajko, 2013) wykonano analizy numeryczne CFD sufitowej wentylacji dyfuzyjnej i porównano je z eksperymentem. Natomiast w

pracy (Chodor, 2013) przeprowadzono symulacje CFD pożaru dla obiektu salonu samochodowego na modelu BIM.

- Teoria bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji metalowych / Wojciech Skowroński. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2001;
 - Introduction to the fire safety engineering of structures, IStructE, Londyn, 2003;
 - A. Kolbrecki, M. Konecki. Określenie możliwego czasu ewakuacji ludzi z pomieszczeń z uwagi na krytyczne parametry pożaru, XLIX Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB, "Krynica 2003", Warszawa-Krynica, 14-19 września 2003 r.: problemy naukowo-badawcze budownictwa, Oficyna Wydaw. Politech. Warszawskie, Warszawa 2003
 - M. Kosiorek, B. Wróblewski, „Zasady przyjmowania obciążeń w badaniach odporności ogniowej przekryć dachowych”, ITB, Warszawa 2005
 - W. Korzeniewski, R. Korzeniewski. Nowe warunki techniczne dla budynków i ich usytuowania poradnik przepisy z komentarzem i 170 rysunkami, wyd.10, Warszawa: POLCEN, 2014.
 - L. Rudniak, G. Sztarbała, G. Krajewski. Zastosowanie obliczeniowej mechaniki płynów (CFD) do prognozowania rozprzestrzeniania dymu i transportu ciepła w obiektach budowlanych. Inż. Ap. Chem. 2010, 49, 4, 66-67
 - B. Lipska. Kontrola jakości numerycznego modelowania przepływu powietrza w pomieszczeniach wentylowanych / Zeszyty Naukowe - Politechnika Śląska: nr 1718, Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2006
 - Guide to the advanced fire safety engineering of structures, IStructE, Londyn, 2007;
 - T. Lennon, D. Moore, Y. Wang, C. Bailey, Designer's guide to EN1991-1-2, EN1992-1-2, EN1993-1-2 and EN1994-1-2;
 - J.M. Franssen, R. Zaharia, Design of Steel Structures subjected to Fire – Background and Design Guide to Eurocode 3, Les Editions de l'Universite de Liege, 2005.
 - Державна служба України з надзвичайних ситуацій (State Emergency Service of Ukraine).
 - ФГБУ ВНИИПО МЧС РОССИИ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ang. Federal State-Financed Establishment «All-Russian Research Institute for Fire Protection of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters»).
10. W załącznikach nr 1 i nr 2 umieszczono opracowane przez Autora przykładowe pliki wsadowe do programów FSD i Safir. W drugim przypadku ze względów na długość kodu w pojedynczym pliku usunięto powtarzające się fragmenty (znaczną część). W jakim celu umieszczono opracowane przez Autora przykładowe pliki wsadowe do programów FSD i Safir?

11. Rozdział 6, moim zdaniem, jest bardzo ważny i mógł by być umieszczony przed wnioskami lub jako osobny załącznik.
12. Symulacja pożaru, to przede wszystkim symulacja rozkładu dymu i temperatury w czasie rzeczywistym CFD w obszarze budynku objętego pożarem. Instalacje tryskaczowe jako stałe urządzenia gaśnicze przeznaczone do zwalczania pożarów w pierwszej fazie ich powstania, wyposażone w odpowiednie zapasy wody. Spełniają one również rolę urządzeń alarmowych. Czy w pracy modelowano takie sytuacje?

6. Ocena pracy

1) Układ pracy oraz strona redakcyjna są ogólnie rzecz biorąc poprawne. Doktorant formułuje cel i zakres swojej pracy na tle aktualnego stanu wiedzy, podaje metodykę badań, podaje i opisuje dokumentalnie wyniki swoich badań, oraz przeprowadza ich analizę. Pewnym mankamentem redakcyjnym pracy, moim zdaniem, jest to, że objętość poszczególnych rozdziałów pracy nie jest jednakowa: rozdział 1 – 11 stron, rozdział 2 – 23 strony, reszta rozdziałów (rozdział 3 – 46 stron, rozdział 4 – 61 stron, rozdział 5 (wnioski!) – 4 strony, rozdział 6 – niecała 1 strona).

2) Praca doktorska obejmuje swoim zakresem dwa, podstawowe w ocenie bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji zagadnienia: analizę rozwoju pożaru i analizę odpowiedzi mechanicznej konstrukcji. Generalnie opierając się na dostępnych w literaturze kryteriach na potrzeby niniejszej pracy Doktorant dokonał umownego podziału obiektów wielkogabarytowych, ze względu na proporcję ich powierzchni i wysokości, na trzy podstawowe grupy.

3) W zakresie merytorycznym w pracy przeprowadzono analizę scenariuszy rozwoju pożaru i dostępnych metod wyznaczania wartości temperatury pożarowej dla wszystkich trzech wspomnianych kategorii obiektów. Uwzględniono przy tym zarówno dostępne metody analityczne jak i zaawansowane modele wymagające zastosowania oprogramowania komputerowego, przy czym w ramach pracy korzystano z programów Fire Dynamics Simulator (dalej FDS) oraz OZone. Analizę odpowiedzi mechanicznej konstrukcji ograniczono wyłącznie do dwóch pierwszych grup, pomijając kategorię hal o małej wysokości i znacznych wymiarach w rzucie.

4) Na podstawie przeprowadzonej analizy dostępnych rozwiązań konstrukcyjnych Autorem pracy stwierdzono, że dla wysokich hal, typowym rozwiązaniem jest stosowanie pełnego utwierdzenia słupów. Powszechniejsze również niż w przypadku hal niskich są dźwigary kratowe. Wśród wybranych istniejących obiektów znalazły się dwa obiekty o całkowicie współczesnych rozwiązaniach konstrukcyjnych, wzniesione w ciągu ostatnich 10 lat oraz jeden starszy obiekt z lat 80. XX wieku. W pracy doktorskiej do oceny nośności konstrukcji korzystano głównie z programu Safir. Kontrolne obliczenia w oparciu o formuły normowe Doktorant wykonał za pomocą własnych arkuszy obliczeniowych lub za pomocą programu Elefir.

5) Rezultatem przedstawionej pracy jest sformułowanie praktycznych zaleceń dotyczących sposobów modelowania rozwoju pożaru i wyznaczania nośności konstrukcji wielkogabarytowych obiektów halowych o konstrukcji stalowej w warunkach

ekspozycji pożarowej. Wyniki badań mogą stanowić podstawę do sformułowania krajowego załącznika do kolejnej edycji norm PN-EN 1991-1-2 oraz PN-EN 1993-1-2.

6) Założone w pracy cele zostały osiągnięte poprzez szczegółowe zestawienie również wartościowych, niezbędnych do opracowania modeli komputerowych, danych wejściowych oraz szczegółowe omówienie stosowanych w pracy doktorskiej programów komputerowych FDS i OZone.

7) Wysoko oceniam naukowy i praktyczny walor badań eksperymentalnych opisanych w rozdziale 3 oraz 4. W rozdziale trzecim dokonano wzajemnego porównania metod służących do wyznaczania wartości temperatury pożarowej oraz przeanalizowano skutki zastosowania różnych metod modelowania rozwoju pożaru. Doktorant zwraca uwagę na dużą zmienność uzyskiwanych rezultatów oraz wskazano kluczowe czynniki determinujące rozwój pożaru w obiektach wielkogabarytowych. Ze względu na ograniczone doświadczenia krajowe, obliczenia numeryczne poprzedzono walidacją stosowanego oprogramowania poprzez porównanie uzyskanych rezultatów z dostępnymi wynikami badań eksperymentalnych. Na tym etapie wykonano ponad 45 modeli różnych scenariuszy pożarowych. W rozdziale czwartym przedstawiono z kolei wyniki symulacji komputerowych zachowania się rzeczywistych konstrukcji, poddanych oddziaływaniom termicznym wyznaczanym w oparciu o wcześniej wypracowane metody modelowania CFD. Do celów porównawczych stosowano również krzywą standardową ISO. Łącznie opracowano ponad 37 zróżnicowanych modeli odpowiedzi mechanicznej konstrukcji.

8) Przedstawiony w pracy przegląd aktualnego stanu wiedzy a zwłaszcza jego analiza potwierdzają naukowe kwalifikacje Doktoranta.

Rozprawa doktorska potwierdza szeroką wiedzę Doktoranta w zakresie badań eksperymentalnych z wykorzystaniem zawansowanych metod oceny bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji stalowych.

7. Pytania recenzenta do Doktoranta z prośbą o merytoryczne ustosunkowanie się do nich podczas obrony pracy doktorskiej

W związku z przywołanymi wcześniej uwagami recenzent będzie wdzięczny za ustosunkowanie się Doktoranta podczas obrony do następujących pytań szczegółowych:

1. Na czym polega dostosowanie rozmieszczenia izolacji ogniochronnej konstrukcji stalowych hal wielkogabarytowych do rzeczywistego zapotrzebowania?
2. Czy zdaniem Autora program ANSYS, który wykorzystuje najnowsze rozwiązania z zakresu obliczeń numerycznych, w tym możliwość przeprowadzenia obliczeń w trybie równoległym, można wykorzystać do projektowania w zakresie oceny bezpieczeństwa pożarowego wielkogabarytowych stalowych obiektów halowych. Dotyczy to również programów bazujących się na numerycznej mechanice płynów – dedykowanych dla inżynierii bezpieczeństwa pożarowego: FDS, JASMINE, SMARTFIRE, KOBRA 3D, KAMELEON, SOFIE i inne.

3. Jak Autor interpretuje podział modeli wyjściowych na trzy podstawowe grupy (ze względu na parametry geometryczne hali $L \times B \times H$), jakie przyjęto proporcje ich powierzchni i wysokości?

8. Wnioski końcowe

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Piotra Woźniczki stanowi rozwiązanie oryginalnego zagadnienia naukowego. Praca wnosi znaczący wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie „budownictwo” i ma również duże znaczenie praktyczne oraz dydaktyczne. Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie podjętej tematyki i umiejętnością przeprowadzania analiz naukowych. Doktorant wskazał również kierunki dalszych badań, co świadczy o Jego odpowiednim przygotowaniu do samodzielnego prowadzenia prac naukowo-badawczych.

Uważam, że główny cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty, a teza pracy obroniona. Uwagi krytyczne wymienione w punktach 4 i 5 nie obniżają dobrego, moim zdaniem, poziomu merytorycznego i ogólnej wysokiej oceny dysertacji. Pomimo tych uwag rozprawa jest bardzo interesująca z naukowego punktu widzenia i posiada wysoką wartość praktyczną. Mam nadzieję, że przedstawione przez mnie uwagi krytyczne choć w części będą pomocne Autorowi w prowadzeniu dalszych badań naukowych i w przygotowywaniu artykułów do czasopism naukowych.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Piotra Woźniczki pt. „Strategie bezpieczeństwa pożarowego wybranych szkieletów stalowych hal wielkogabarytowych” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku *”O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki”* (Dz.U. Nr 65, poz. 595, wraz z późniejszymi zmianami).

W związku z tym stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Krakowskiej.

