

Warszawa dnia 09 listopad 2024 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. Pawła Roszkowskiego

pt. „Analiza odporności ogniowej przekryć dachowych z konstrukcyjną blachą trapezową”

1. Podstawa formalna

Podstawę formalną do wykonania niniejszej recenzji stanowią:

- Uchwała nr 7/11/2020 Rady Naukowej Instytutu Techniki Budowlanej z dnia 15 października 2020 r.,
- Pismo Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Instytutu Techniki Budowlanej z dnia 07 października 2024 r., podpisane przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Pana prof. dra hab. inż. Andrzeja Garbacza.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pana mgra inż. Pawła Roszkowskiego pt. „Analiza odporności ogniowej przekryć dachowych z konstrukcyjną blachą trapezową”. Promotorem pracy doktorskiej jest Pani dr hab. inż. Jadwiga Fangrat, prof. ITB promotorem pomocniczym dr inż. Grzegorz Kimbar. Dysertacja opublikowana została w formie dwustronicowego zadrukowanego raportu w twardej oprawie i liczy 218 stron wraz z załącznikami. Praca została napisana w języku polskim, zawiera 7 rozdziałów oraz bibliografię stanowiącą łącznie 186 pozycji literaturowych. Dysertacja zaopatrzona została również w spis najważniejszych oznaczeń i symboli, zestaw podstawowych definicji, a także spis tabel i rysunków. Praca doktorska zawiera również streszczenie w języku polskim i angielskim.



Rozprawa doktorska jest przygotowana w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport należącej do dziedziny nauk inżynieryjno-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 fakt wystąpienia w 2023 roku w Polsce około trzech tysięcy pożarów obiektów przemysłowych i magazynowych. Problemem naukowym pracy doktorskiej było określenie zależności między poszczególnymi warstwami stosowanymi w przekryciach dachowych oraz ich wpływu na odporność ogniową, ocenianą metodami badań eksperymentalnych warunkach nagrzewania według krzywej „standardowej” temperatura-czas. W celu rozwiązania problemu naukowego Doktorant sformułował następujące pytania badawcze:

1. Jak wyroby izolacyjne stosowane na blasze trapezowej wpływają na odporność ogniową przekrycia dachowego?
2. W jaki sposób należy określić temperaturę krytyczną stalowych blach trapezowych profilowanych na zimno, stosowanych w płaskich przekryciach dachowych i w szczególności od czego ona zależy?
3. W jaki sposób powłoki organiczne w warunkach pożarowych wpływają na temperaturę blachy trapezowej stosowanej w przekryciach dachowych?

W rozprawie nie postawiono tez, które zostałyby w niej udowodnione, prawdopodobnie z uwagi na specyfikę podjętego problemu naukowego oraz postawionych pytań badawczych.

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 1-2 natomiast za część badawczą pracy rozdziały 4-7. Pierwszy rozdział zatytułowany „Wstęp” poświęcony został przedstawieniu ogólnych informacji dotyczących blachy trapezowej. W zwięzły sposób scharakteryzowano przyczyny techniczno-ekonomiczne rozpowszechnienia blach trapezowych w budownictwie jako nośną warstwę przekryć dachowych. Autor zwrócił uwagę na powszechność ich stosowania w obiektach przemysłowych jak i handlowo-usługowych zarówno ocieplonych jak i nieocieplanych. Szczególnie ważny z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego jest fakt stosowania jako warstw izolacyjnych materiałów palnych z polietylenu czy też polichlorku winylu. Rozdział kończy krótka prezentacja celu i zakresu dysertacji doktorskiej.

W kolejnym – drugim rozdziale dysertacji przeprowadzono analizę literatury przedmiotu. Rozpoczyna go krótki wstęp opisujący zawarte w rozdziale treści. Autor syntetycznie prezentuje problemy związane z bezpieczeństwem pożarowym przekryć dachowych





w odniesieniu do wymagań krajowych przepisów techniczno-budowlanych jak i Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE). W dalszej części rozdziału opisano kryteria dotyczące odporności ogniowej i metody ich oceny, a także rodzaje scenariuszy pożarowych. Pomimo, że są to informacje powszechnie znane wynikające najczęściej z uwarunkowań normowych Doktorant odnosi się także do kryteriów i standardów przedstawionych w krajach spoza Unii Europejskiej, co należy uznać za pozytywny aspekt. Podkreślono, że dla stali z których wykonuje się blachy trapezowe, istnieją metody obliczeniowe przeznaczone do oceny warunków pożarowych między innymi opisane w Eurokodach. Brakuje jednak procedur obliczeniowych dotyczących odporności ogniowej cienkościennych elementów stalowych stosownych w przekryciach dachowych. W dalszej części rozdziału odniesiono się do zagadnień związanych ze współczynnikiem redukcyjnym dla projektowanego poziomu obciążenia, a temperaturą krytyczną przekrojów klasy czwartej. W kolejnej części tego rozdziału Doktorant skupił się na omówieniu budowy strukturalnej przekryć dachowych, ze szczególnym uwzględnieniem procesów produkcji blach trapezowych i sposobu przekazywania sił od warstw czy też urządzeń znajdujących napowierzchni blachy lub podwieszonych do blachy. Szczególnie dużo uwagi w ramach tego rozdziału poświęcono wpływowi wysokich temperatur na konstrukcje stalowe. Omówiono właściwości fizyczne, mechaniczne i cieplne bazując na wymaganiach normatywnych i przeglądzie literatury. W ostatniej części rozdział został w sposób spójny i syntetyczny podsumowany. Doktorant podkreśla, że dotychczasowo prowadzone prace badawcze dotyczące warunków pożarowych koncentrowały się głównie na elementach konstrukcyjnych takich jak belki i słupy natomiast elementy cienkościenne były pomijane. 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 przekryć dachowych z konstrukcyjną blachą trapezową.

W rozdziale trzecim Doktorant zaprezentował cel pracy, problem naukowy, a także pytania badawcze. W rozdziale tym Autor wskazał także oryginalne osiągnięcia naukowe w odniesieniu do zidentyfikowanych braków w literaturze przedmiotu.

Kolejny rozdział dysertacji został zatytułowany „Opis badań”, rozpoczyna go charakterystyka archiwalnych badań w zakresie odporności ogniowej przekryć dachowych, które były realizowane w Zakładzie Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej w latach od 2005 do 2024 r. Doktorant przeprowadził szeroko zakrojoną analizę, którą wykorzystano do oceny temperatury krytycznej blach trapezowych. Za pomocą szeregu schematów scharakteryzowano poszczególne warianty i ich parametry techniczne. W dalszej części rozdziału zaprezentowano autorskie zestawy badawcze o strukturze kasetonowej. Przyjęta idea miała na celu ocenę spełnienia kryteriów szczelności ogniowej i izolacyjności ogniowej przekryć dachowych. Zaproponowany przez Autora zestaw badawczy obejmował 12

odizolowanych od siebie segmentów w jednym pełnowymiarowym elemencie. Wszystko to zostało opatrzone szczegółowymi rysunkami i opisami. Wykonano dwa eksperymenty, w których łącznie przebadano 24 segmenty (po dwanaście dla każdego z eksperymentów). W zestawach badawczych starano się zastosować maksymalną możliwą liczbę różnych kombinacji do oceny wpływu poszczególnych wyrobów na kryteria szczelności ogniowej i izolacyjności ogniowej. Doktorant opisał sposób pomiaru temperatury i obciążenia w celu wywołania określonego stanu naprężeń. Rozdział kończy opis stanowiska i metodyki badawczej. 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*”. Początek rozdziału Doktorant poświęcił charakterystyce niepewności pomiaru. Wyniki badań eksperymentalnych zostały podzielone z uwagi na typ badanych elementów oraz rodzaju pomiarów. W pierwszej części Autor zaprezentował osiągnięcia kryteriów odporności ogniowej przekryć dachowych z własnych i archiwalnych badań eksperymentalnych. Wszystkie wyniki badań zostały przez Autora przedstawione w bardzo przystępnej formie tj. za pomocą schematów i wykresów. Należy jednak zauważyć, że część z nich jest mało czytelna z uwagi na dużą ilość danych, które zawierają (rys. 5.2 - 5.9) Następnie zaprezentowane zostały autorskie wyniki pomiarów temperatury na powierzchni blach trapezowych zastosowanych w kasetonowych elementach badawczych, które nazwano segmentami. Wyniki oceniono pod kątem równości wartości oczekiwanych za pomocą testu t-Welcha. Doktorant z dużą starannością zaprezentował część graficzno-rysunkową uzupełniając ją o cenne opisy, zestawy tabelaryczne oraz wykresy. W kolejnych podrozdziałach Doktorant przedstawia wyniki pomiarów temperatury blachy trapezowej pełnowymiarowych elementów badawczych, porównanie wyników próbek kasetonowych i pełnowymiarowych elementów oraz pomiary ugięć blach trapezowych. Ogólnie 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.

Rozdział szósty, który został podzielony przez Autora na trzy podrozdziały stanowi dyskusja wyników badań. Rozdział ten rozpoczyna omówienie wpływu materiałów izolacyjnych na odporność ogniową przekryć dachowych. Sam sposób przedstawienia tej analizy jest jednak dla czytelnika dość trudny do przebrnięcia z uwagi na fakt zastosowania szeregu odniesień do rysunków zawartych we wcześniejszych rozdziałach pracy. Następnie Doktorant przeprowadził analizę temperatury krytycznej blach konstrukcyjnych, w zależności od wskaźnika wykorzystania nośności przekroju, a także rodzaju pokrycia blachy. Rozdział zamyka ocena wpływu powłok organicznych na wartość temperatury blachy trapezowej w warunkach pożarowych. Pomimo pewnych niedogodności związanych z odsyłaniem czytelnika do rysunków znajdujących się we wcześniejszych częściach pracy rozdział należy uznać za wartościowy.



Ostatni siódmy rozdział pracy stanowią wnioski i uwagi końcowe. Sam rozdział rozpoczyna ponowne omówienie celu i zakresu przedmiotowej pracy co w ocenie recenzenta jest niezbyt trafne. W dalszej części Doktorant podaje 5 wniosków szczegółowych oraz 8 wniosków ogólnych. Część z nich należy uznać za bardzo ciekawe, mające duże znaczenie praktyczne i jednocześnie podkreślające użyteczny charakter całej dysertacji. W ocenie recenzenta pozytywnie należy ocenić prezentację kierunków dalszych badań, które kończą ten rozdział.

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 skalę 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 także pozycje, które są nieco starsze. Nie do końca, do recenzenta przemawia fakt przedstawienia bibliografii w kolejności występowania w tekście, a następnie w kolejności alfabetycznej. Na podkreślenie zasługuje fakt zebrania w pracy 186 pozycji literaturowych w tym 11 pozycji przygotowanych przez zespół z udziałem Doktoranta. Odwołania do pozycji literaturowych są prawidłowe. Praca zawiera także spis rysunków oraz spis tabel.

5. Uwagi ogólne i szczegółowe

Na wstępie należy podkreślić, że całościowa merytoryczna ocena pracy jest pozytywna. Pomimo tego, że sama praca została napisana poprawnym językiem można w niej napotkać kilka drobnych błędów stylistycznych i językowych na przykład str. 55, str. 77, str. 95.

Jak już wspomniano powyżej część zaprezentowanych w pracy wykresów jest mało czytelna albo z uwagi na ilość danych, które są na nich prezentowane (rys. 5.2 - 5.9) lub zbyt ubogie opisy wartości, które się na nich znajdują (rys. 5.14 - 5.19). Występują także drobne błędy oznaczeń wzorów str. 44 oraz str. 46. Autorowi chodzi raczej o wzory 2.15 oraz 2.16, a nie 15 i 16. Nie są to jednak błędy liczne wpływające negatywnie na odbiór całej pracy.

Mam także pewne wątpliwości, jeżeli chodzi o trafność zatytułowania rozdziałów 2.4.3 oraz 6.2. Zaproponowane tytuły są w ocenie recenzenta nieprecyzyjne, gdyż nie do końca jest jasne do jakich sił i czego temperatury krytycznej się odnoszą. 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 mgr inż. Pawła





Roszkowskiego 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 4.3.2 Doktorant opisuje pomiar temperatury dalej podobnie w rozdziale 4.4.4 mowa jest o termoelementach piecowych. W pracy nie odnalazłem informacji na temat rodzaju/typów zastosowanych termoelementów. Czy w każdym przypadku zastosowano taki sam rodzaj termoelementów?
2. W rozdziale 4.2 na rys. 4.8 zaprezentowano rozmieszczenie termoelementów pomiarowych. Proszę o bardziej szczegółowe uzasadnienie takiego sposobu rozmieszczenia termopar.
3. Na rysunkach 5.10 – 5.13 Doktorant uzyskał korelację liniową podając jednocześnie współczynniki determinacji. Właściwie uzyskane wartości R^2 nie zostały w żaden sposób skomentowane.
4. Wszystkie wskazane w rozdziale 7 przez Doktoranta kierunki dalszych prac wiążą się z badaniami laboratoryjnymi, które z natury wiążą się z dużymi nakładami zarówno finansowymi jak i czasowymi. Czy zatem Doktorant rozważy również możliwość realizacji badań wykorzystując tzw. modelowanie komputerowe.
5. Recenzent sugeruje, aby Doktorant w pracach naukowych starał się powstrzymać (szczególnie we wnioskach) od stwierdzeń typu cyt. „Praca wypełnia zidentyfikowaną istotną lukę w wiedzy na temat odporności ogniowej przekryć dachowych i dostarcza brakujących informacji...”. Możliwość takich stwierdzeń warto jednak pozostawić oceniającym materiał naukowy.

6. Wniosek końcowy

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. mgr inż. Pawła Roszkowskiego pt. „Analiza odporności ogniowej przekryć dachowych z konstrukcyjną blachą trapezową” 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 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wnoszę o dopuszczenie pracy doktorskiej Pana mgra inż. Pawła Roszkowskiego do publicznej obrony.

Paweł Ogiński