



Politechnika Łódzka
Instytut Włókiennictwa



dr hab. inż. Ewa Skrzetuska, prof. PŁ
Wydział Włókiennictwa i Wzornictwa
Instytut Włókiennictwa

Łódź, 03.08.2026

**RECENZJA
ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
mgr inż. Jacka Ałasa**

**nt.: „Wykorzystanie wybranych tkanin technicznych na
bazie włókna szklanego do zabezpieczenia elementów z
drewna iglastego w warunkach pożaru”**

Recenzja rozprawy doktorskiej została wykonana na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Bezpieczeństwa Akademii WSB w sprawie powołania Komisji Doktorskiej w postępowaniu o nadanie mgr inż. Jackowi Ałasowi stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Bezpieczeństwa Akademii WSB oraz pisma Dziekan dr hab. Katarzyny Szczepańskiej-Woszczyny, prof. AWSP z dnia 08.07.2026.

Zgodnie z art.187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U.2018 poz. 1668 z późn. zm.) rozprawa doktorska została oceniona w aspekcie: oryginalności rozwiązania problemu naukowego, posiadania ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie inżynieria bezpieczeństwa i umiejętności prowadzenia samodzielnej pracy naukowej przez Doktoranta.

Rozprawa doktorska mgr inż. Jacka Ałasa została przygotowana pod kierunkiem dr hab. inż. Pawła Ogrodnika, prof. SGGW, przy udziale promotora pomocniczego dr. inż. Roberta Marcina Wolańskiego. Praca liczy 254 strony i podzielona jest na 11 rozdziałów obejmujących problem naukowy, przegląd literatury, metodykę badań oraz dyskusję wyników i weryfikację hipotez. Jej tematyka koncentruje się na zagadnieniach biernej ochrony przeciwpożarowej konstrukcji drewnianych z wykorzystaniem wybranych tkanin technicznych na bazie włókna szklanego jako zewnętrznych osłon termicznych.

Praca ma charakter eksperymentalny. Obejmuje analizę przepisów, opracowanie autorskiego programu badawczego, wykonanie badań laboratoryjnych i poligonowych

90-543 Łódź, ul. Żeromskiego 116, **budynek A33**
tel. (+48) 42 631 33 17, (+48) 42 631 33 09,
(+48) 42 631 33 18, (+48) 42 631 33 31
email: w4i42@adm.p.lodz.pl www.I-42.p.lodz.pl
NIP: 727-002-18-95, Regon: 000001583
Adres do korespondencji:
90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

oraz analizę numeryczną z wykorzystaniem środowiska FDS/PyroSim. Rozprawę zamyka dyskusja wyników, weryfikacja hipotez oraz wskazanie potencjalnych kierunków praktycznych zastosowań uzyskanych rezultatów.

1. Charakterystyka rozprawy doktorskiej

Przedłożona do oceny rozprawa podejmuje problematykę, która w ostatnich latach zyskuje na znaczeniu zarówno w środowisku naukowym, jak i w praktyce inżynierskiej. Dynamiczny rozwój budownictwa drewnianego, coraz większe wykorzystanie drewna jako materiału konstrukcyjnego oraz rosnące wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego powodują, że poszukiwanie nowych metod biernej ochrony przeciwpożarowej stanowi aktualny i uzasadniony kierunek badań.

Autor koncentruje uwagę na możliwości wykorzystania tkanin technicznych wykonanych na bazie włókna szklanego jako zewnętrznych osłon ograniczających degradację termiczną elementów drewnianych podczas oddziaływania pożaru. W przeciwieństwie do klasycznych rozwiązań, takich jak impregnaty, farby pęczniejące czy okładziny ogniochronne, proponowane rozwiązanie ma umożliwiać ochronę elementów konstrukcyjnych w sytuacjach, w których zastosowanie metod konwencjonalnych jest utrudnione lub niemożliwe, zwłaszcza w obiektach zabytkowych oraz podczas prac remontowych. Autor uzasadnia potrzebę podjęcia badań zarówno względami praktycznymi, jak i dotychczasowym brakiem opracowań dotyczących wykorzystania tkanin technicznych jako samodzielnych zewnętrznych osłon termicznych drewna litego iglastego.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że rozprawa nie ogranicza się do rozważań teoretycznych. Autor opracował program badań obejmujący kilka komplementarnych etapów: analizę literatury, badania laboratoryjne prowadzone na autorskich stanowiskach badawczych, badania poligonowe w skali zbliżonej do rzeczywistej oraz analizę numeryczną z wykorzystaniem modeli CFD. Tak szeroki zakres prac eksperymentalnych należy uznać za jeden z głównych atutów rozprawy.

Jednocześnie warto podkreślić interdyscyplinarny charakter pracy. Łączy ona zagadnienia z zakresu inżynierii bezpieczeństwa pożarowego, materiałoznawstwa, fizyki wymiany ciepła oraz inżynierii konstrukcji drewnianych.

Reasumując, w mojej opinii tematyka pracy doktorskiej jest aktualna i wpisuje się w ogólnościatowe trendy prac naukowych, obejmujące współczesne kierunki rozwoju badań w obszarze bezpieczeństwa pożarowego, a zdefiniowany przez doktoranta problem badawczy charakteryzuje się oryginalnością.

2. Struktura i zakres rozprawy doktorskiej

Rozprawa została opracowana w sposób logiczny i przejrzysty. Jej układ odpowiada przyjętemu programowi badawczemu i prowadzi od identyfikacji problemu poprzez analizę stanu wiedzy oraz metodykę badań do prezentacji wyników i ich dyskusji. Konstrukcję pracy oceniam pozytywnie.

Pewnym mankamentem pozostaje miejscami nadmierne rozbudowanie części teoretycznej oraz występowanie powtórzeń, które nie wpływają jednak na ogólną ocenę struktury rozprawy. Niektóre zagadnienia przedstawiono z dużą szczegółowością, choć ich bezpośredni związek z głównym problemem badawczym jest ograniczony. Dotyczy to zwłaszcza fragmentów opisujących ogólne podstawy inżynierii bezpieczeństwa pożarowego oraz szeroko prezentowane regulacje normatywne. Część tych informacji mogłaby zostać skrócona na rzecz krytycznej analizy publikacji odnoszących się bezpośrednio do wykorzystania tekstyliów technicznych w ochronie przeciwpożarowej. Zagadnienie luki badawczej, uzasadnienia podjęcia tematu oraz praktycznych zastosowań proponowanego rozwiązania pojawia się zarówno we wstępie, jak i w kolejnych rozdziałach, często w bardzo podobnym ujęciu. Powoduje to miejscami wrażenie powielania tych samych informacji.

Pomimo wskazanych uwag konstrukcję rozprawy należy ocenić jako poprawną i odpowiadającą standardom rozpraw doktorskich w dyscyplinie inżynieria bezpieczeństwa. Praca zachowuje logiczną strukturę, umożliwia prześledzenie toku badań oraz prowadzi do spójnego przedstawienia uzyskanych wyników.

3. Poprawność sformułowania problemu naukowego, celu pracy oraz hipotez badawczych

Po analizie rozdziału pierwszego należy stwierdzić, że autor zidentyfikowała rzeczywisty problem występujący zarówno w praktyce inżynierskiej, jak i w literaturze przedmiotu. Punktem wyjścia jest wskazanie ograniczeń klasycznych metod biernej ochrony przeciwpożarowej konstrukcji drewnianych, szczególnie w odniesieniu do obiektów zabytkowych oraz konstrukcji o złożonej geometrii, dla których stosowanie standardowych zabezpieczeń jest utrudnione lub niemożliwe. Autor słusznie zauważa, że istnieje potrzeba poszukiwania alternatywnych metod ochrony, które mogłyby znaleźć zastosowanie w takich przypadkach.

Pozytywnie należy ocenić fakt, że problem badawczy nie został przedstawiony wyłącznie jako zagadnienie praktyczne. Doktorant wskazuje, że dotychczasowe badania koncentrowały się przede wszystkim na zastosowaniach tkanin w kurtynach przeciwpożarowych, odzieży ochronnej czy zabezpieczeniach typu *wildland-urban interface*, natomiast brak jest systematycznych badań dotyczących wykorzystania tkanin z włókna szklanego jako samodzielnych zewnętrznych osłon termicznych elementów konstrukcyjnych z drewna litego iglastego podczas pożaru wewnętrznego. Tak

sformułowane uzasadnienie należy uznać za przekonujące i zgodne z zakresem później przeprowadzonych badań.

Problem naukowy został sformułowany jasno i odnosi się do niedostatecznie rozpoznanego zagadnienia badawczego. Autor nie ogranicza się do ogólnego stwierdzenia o potrzebie poprawy bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji drewnianych, lecz precyzuje, że przedmiotem badań jest wpływ wybranych tkanin technicznych na proces zwęglania drewna, rozkład temperatur oraz możliwość zastosowania takich osłon jako rozwiązania alternatywnego w inżynierii bezpieczeństwa pożarowego.

W mojej ocenie jest to jedna z mocniejszych stron rozprawy. Problem badawczy ma charakter rzeczowy, jest aktualny i posiada zarówno wymiar poznawczy, jak i aplikacyjny.

Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że autor miejscami miesza pojęcia problemu naukowego, problemu technicznego oraz problemu wdrożeniowego. W kilku fragmentach rozdziału pierwszego rozważania dotyczące możliwości praktycznego zastosowania proponowanego rozwiązania dominują nad analizą aspektów poznawczych. W efekcie granica pomiędzy rozwiązaniem problemu naukowego a propozycją rozwiązania inżynierskiego nie zawsze jest dostatecznie wyraźna. Jednoznaczne oddzielenie tych dwóch płaszczyzn zwiększyłoby przejrzystość całej rozprawy.

Cel główny rozprawy został określony jako empiryczna weryfikacja przydatności wybranych tkanin technicznych na bazie włókna szklanego jako zewnętrznych osłon termicznych dla elementów nośnych z drewna litego iglastego w warunkach pożaru. Cel ten został następnie rozwinięty poprzez sześć celów szczegółowych odnoszących się do oceny efektu izolacyjnego, wpływu na proces zwęglania, porównania różnych rodzajów tkanin, badań poligonowych, opracowania metodyki badań oraz analizy możliwości praktycznego zastosowania proponowanego rozwiązania.

Tak sformułowany cel należy uznać za właściwy i spójny z zakresem wykonanych badań. Doktorant konsekwentnie realizuje poszczególne etapy programu badawczego, a cele szczegółowe znajdują odzwierciedlenie w strukturze części eksperymentalnej rozprawy.

Autor formułuje jedną *hipotezę główną* oraz *cztery hipotezy szczegółowe*. Hipoteza główna zakłada, że tkaniny techniczne na bazie włókna szklanego zastosowane jako zewnętrzne osłony termiczne skutecznie opóźniają zwęglenie drewna iglastego oraz utratę nośności ogniowej elementów w warunkach pożaru. Hipotezy szczegółowe odnoszą się do opóźnienia inicjacji zwęglania, różnic skuteczności pomiędzy badanymi tkaninami, zgodności wyników laboratoryjnych i poligonowych oraz możliwości zastosowania proponowanego rozwiązania jako zabezpieczenia zamiennego.

Największe zastrzeżenie recenzenta dotyczy jednak hipotezy głównej. Autor zakłada nie tylko możliwość opóźnienia procesu zwęglania, ale również utraty nośności ogniowej elementów. Tymczasem z zakresu rozprawy jednoznacznie wynika, że badania nie obejmowały testów odporności mechanicznej, a autor sam wskazuje, iż zagadnienia

pełnej nośności ogniowej (R), szczelności (E) oraz izolacyjności (I) pozostają poza zakresem pracy.

W konsekwencji część hipotezy głównej odnosząca się do utraty nośności ogniowej ma charakter pośredni i opiera się na wnioskowaniu wynikającym z analizy procesu zwęglania, a nie na bezpośredniej weryfikacji eksperymentalnej.

W ocenie recenzenta hipoteza główna byłaby bardziej precyzyjna, gdyby ograniczono ją do wpływu badanych tkanin na proces wymiany ciepła oraz kinetykę zwęglania drewna, pozostawiając zagadnienie nośności ogniowej jako potencjalny kierunek dalszych badań.

Nie zmienia to jednak faktu, że przedstawiony program eksperymentalny umożliwia wiarygodną weryfikację zasadniczej części postawionych hipotez.

Takie uporządkowanie świadczy o przemyślanym zaprojektowaniu programu badań i należy go ocenić pozytywnie.

Reasumując Doktorant poprawnie identyfikuje aktualny problem badawczy, przekonująco uzasadnia potrzebę podjęcia badań oraz przedstawia logicznie skonstruowany program badawczy. Najistotniejsze zastrzeżenia dotyczą zakresu hipotezy głównej oraz części aplikacyjnej, która w kilku miejscach wykracza poza zakres bezpośrednio przeprowadzonych badań. Uwagi te nie podważają jednak zasadności podjętego problemu ani poprawności przyjętej koncepcji badawczej i nie wpływają negatywnie na ogólną ocenę tej części rozprawy.

4. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Rozdziały 2–4 rozprawy obejmują zagadnienia dotyczące mechanizmów rozwoju pożaru, zachowania drewna w warunkach wysokiej temperatury, metod biernej ochrony przeciwpożarowej, właściwości tkanin technicznych oraz obowiązujących w tym zakresie uregulowań prawnych i normatywnych. Doktorant świadomie buduje przegląd literatury od zagadnień ogólnych do szczegółowych, stopniowo zawężając analizę do problemu stanowiącego przedmiot własnych badań.

Przegląd literatury obejmuje aktualne publikacje krajowe i zagraniczne oraz obowiązujące dokumenty normalizacyjne. Autor wykazuje dobrą znajomość problematyki. Jednym z mocniejszych elementów części teoretycznej jest rozdział poświęcony identyfikacji problemu badawczego. Doktorant nie poprzestaje na prostym zestawieniu publikacji, lecz porównuje rozwiązania opisane przez różnych badaczy i wskazuje, dlaczego nie odpowiadają one na postawione w rozprawie pytanie badawcze. Analizuje między innymi prace Y. Tsapko i współautorów oraz F. Takahashiego, wykazując różnice pomiędzy badanymi konfiguracjami a rozwiązaniem proponowanym w rozprawie. Autor trafnie podkreśla, że w przywoływanych badaniach tkanina pełniła inną funkcję (np. nośnika powłoki pęczniejącej lub osłony całych budynków przed pożarem zewnętrznym), co ogranicza możliwość bezpośredniego przeniesienia uzyskanych wyników na analizowany problem.

Na tej podstawie formułuje wniosek, że brak jest systematycznych badań dotyczących zastosowania tkanin technicznych z włókna szklanego jako niezwiązanych mechanicznie z drewnem zewnętrznych osłon termicznych działających ze szczeliną powietrzną w warunkach pożaru. Doktorant wskazuje również dodatkowe aspekty takie jak: brak badań odnoszących się do zastosowań w obiektach zabytkowych oraz zabezpieczeń tymczasowych prowadzonych podczas prac remontowych.

W ocenie recenzenta jest to jeden z najlepiej opracowanych fragmentów części teoretycznej. Argumentacja prowadząca do identyfikacji problemu badawczego jest logiczna, oparta na analizie piśmiennictwa i stanowi przekonujące uzasadnienie dla podjęcia własnych badań.

Na uznanie zasługuje również sposób powiązania analizy literatury z dalszym programem badań. Autor konsekwentnie prowadzi czytelnika od przeglądu istniejących metod biernej ochrony przeciwpożarowej do wskazania ich ograniczeń, a następnie uzasadnia potrzebę opracowania i zweryfikowania alternatywnego rozwiązania. Szczególnie istotne jest wskazanie, że żadna z analizowanych metod nie spełnia jednocześnie wymagań skuteczności, odwracalności, możliwości stosowania na elementach o złożonej geometrii oraz nieinwazyjności wobec substancji zabytkowej.

Rozdział szósty rozprawy stanowi zasadniczy fundament całej części badawczej. W odróżnieniu od wielu prac doktorskich, w których metodyka ogranicza się do opisu wykorzystanej aparatury i przebiegu doświadczeń, autor przedstawia kompletną koncepcję programu badawczego obejmującą uzasadnienie przyjętej strategii eksperymentalnej, dobór materiałów, projekt stanowisk badawczych, system pomiarowy oraz procedury prowadzenia eksperymentów. Rozdział ten należy uznać za jeden z najlepiej opracowanych elementów rozprawy.

Już we wprowadzeniu autor jasno wskazuje, że opracowana metodyka stanowi bezpośrednią realizację założeń wynikających z problemu naukowego i została zaprojektowana w celu oceny skuteczności tkanin technicznych jako bariery termicznej chroniącej elementy z drewna litego iglastego przed oddziaływaniem pożaru. Przyjęta strategia obejmuje dwa zasadnicze etapy – badania laboratoryjne prowadzone w kontrolowanych warunkach oraz badania poligonowe realizowane w skali zbliżonej do rzeczywistej. Takie podejście należy uznać za metodologicznie uzasadnione, ponieważ umożliwia stopniową weryfikację hipotez badawczych oraz ogranicza ryzyko wyciągania wniosków wyłącznie na podstawie badań prowadzonych w jednej skali.

Program badań został zaprojektowany w sposób przemyślany i logiczny. Doktorant odchodzi od klasycznych badań odporności ogniowej prowadzonych w piecach laboratoryjnych i proponuje własną koncepcję uproszczonych stanowisk badawczych umożliwiających kontrolowane oddziaływanie cieplne oraz jednocześnie monitoring rozkładu temperatury w przekroju drewna. W rozprawie przekonująco uzasadniono wybór takiego rozwiązania, wskazując, że celem badań nie była formalna klasyfikacja ogniowa materiałów, lecz poznanie mechanizmów ochrony termicznej oraz wpływu parametrów tkanin na proces zwęglania. Autor słusznie podkreśla również, że uproszczone stanowiska umożliwiają wykonanie większej liczby powtarzalnych prób i stworzenie podstaw do analizy statystycznej wyników.

W ocenie recenzenta takie uzasadnienie jest przekonujące i świadczy o świadomym projektowaniu eksperymentu, a nie jedynie o wyborze najprostszej metody badawczej. Na szczególne uznanie zasługuje również wyodrębnienie zmiennych niezależnych, zależnych i kontrolowanych. Takie podejście jest zgodne z zasadami planowania eksperymentów i zwiększa przejrzystość całej metodyki. Rozprawa pokazuje, że autor rozumie zależności pomiędzy parametrami procesu, a nie ogranicza się wyłącznie do opisu kolejnych etapów doświadczeń.

Doktorant szczegółowo uzasadnia wybór materiału badawczego. W rozprawie przedstawiono kryteria doboru gatunku drewna, sposób sezonowania próbek oraz charakterystykę wybranych tkanin technicznych. Pozytywnie należy ocenić fakt, że analizie poddano kilka rodzajów tkanin różniących się budową i właściwościami, co umożliwia ocenę wpływu ich parametrów na skuteczność ochrony termicznej. Program badań nie został więc ograniczony do porównania wariantu „z osłoną” i „bez osłony”, lecz pozwala na analizę zależności pomiędzy strukturą materiału a jego właściwościami ochronnymi.

Jednocześnie warto zauważyć, że autor koncentruje się na drewnie litym iglastym jednego rodzaju. Jest to wybór uzasadniony z punktu widzenia celu rozprawy, jednak ogranicza możliwość bezpośredniego przeniesienia wyników na inne gatunki drewna o odmiennej gęstości, wilgotności czy strukturze anatomicznej. W mojej ocenie nie jest to wada metodyki, lecz naturalne ograniczenie zakresu badań, które powinno zostać wyraźniej zaakcentowane w końcowej dyskusji.

Jednym z największych osiągnięć autora jest opracowanie własnych stanowisk badawczych. Rozprawa przedstawia dwa warianty stanowisk laboratoryjnych umożliwiających analizę oddziaływania promieniowania podczerwonego oraz kombinacji promieniowania i płomienia otwartego. Autor nie korzysta wyłącznie z gotowych rozwiązań aparaturowych, lecz projektuje konfigurację eksperymentu odpowiadającą postawionym hipotezom badawczym.

Takie podejście należy ocenić bardzo wysoko. Świadczy ono o samodzielności badawczej Doktoranta oraz o umiejętności projektowania eksperymentów, a nie jedynie wykonywania pomiarów.

Na uznanie zasługuje także zastosowanie systemu akwizycji danych opartego na termoparach rozmieszczonych w przekroju próbki. Pozwala to na analizę rozkładu temperatury, a nie wyłącznie pomiar temperatury powierzchniowej, co zwiększa wartość poznawczą uzyskanych wyników.

Bardzo wysoko oceniam przyjęcie strategii badań dwuetapowych. Autor wyraźnie wskazuje, że badania laboratoryjne mają charakter poznawczy i służą identyfikacji mechanizmów ochrony termicznej, natomiast badania poligonowe pełnią funkcję walidacyjną, umożliwiając ocenę zachowania badanych układów w warunkach bardziej zbliżonych do rzeczywistych. Takie podejście odpowiada współczesnym standardom badań eksperymentalnych w inżynierii bezpieczeństwa i pozwala ograniczyć ryzyko nadinterpretacji wyników uzyskanych wyłącznie w skali laboratoryjnej.

Na szczególną uwagę zasługuje również fakt, że autor sam wskazuje ograniczenia badań laboratoryjnych i uzasadnia konieczność przeprowadzenia badań w większej skali. Świadczy to o krytycznym podejściu do własnej metodyki.

Pomimo bardzo wysokiej oceny programu badawczego należy wskazać kilka elementów wymagających komentarza:

- 1) Rozprawa nie zawiera szerokiej analizy niepewności pomiarowej poszczególnych metod. Autor opisuje system pomiarowy oraz wskazuje wysoką powtarzalność uzyskanych wyników, jednak dyskusja dotycząca wpływu błędów pomiarowych na końcowe wyniki mogłaby zostać bardziej rozwinięta.
- 2) Przyjęte stanowiska badawcze są świadomie uproszczone względem standardowych badań odporności ogniowej. Jest to rozwiązanie uzasadnione z punktu widzenia celu pracy, jednak powoduje, że uzyskane wyniki należy interpretować jako ocenę mechanizmów ochrony termicznej, a nie jako pełną ocenę odporności ogniowej elementów konstrukcyjnych. Autor częściowo podkreśla tę różnicę, jednak warto byłoby jeszcze wyraźniej zaakcentować ją w końcowych wnioskach.
- 3) Metodyka koncentruje się na analizie parametrów cieplnych i procesu zwęglania. Nie obejmuje natomiast oceny zmian właściwości mechanicznych drewna po zakończeniu oddziaływania termicznego. Rozszerzenie programu badawczego o badania wytrzymałościowe mogłoby w przyszłości znacząco zwiększyć potencjał aplikacyjny uzyskanych wyników.

Należy jednak podkreślić, że powyższe uwagi mają charakter rozwojowy i nie podważają poprawności przyjętej metodyki.

Istotą rozprawy doktorskiej są wyniki badań własnych autora oraz ich interpretacja prowadząca do rozwiązania postawionego problemu naukowego. W analizowanej rozprawie część eksperymentalna została opracowana w sposób obszerny i systematyczny. Autor przedstawia wyniki kolejnych etapów badań, począwszy od eksperymentów laboratoryjnych, poprzez badania poligonowe, aż do analiz numerycznych wykonanych z wykorzystaniem środowiska FDS/PyroSim. Taki układ pozwala na stopniową weryfikację przyjętych hipotez badawczych i stanowi mocną stronę rozprawy.

Badania laboratoryjne zostały przedstawione w sposób uporządkowany. Autor konsekwentnie analizuje wpływ poszczególnych wariantów tkanin technicznych na przebieg nagrzewania próbek drewnianych, rozkład temperatury w przekroju oraz proces zwęglania.

Na uznanie zasługuje sposób prezentacji wyników. Wykorzystano liczne zestawienia tabelaryczne, wykresy oraz fotografie dokumentujące przebieg badań, co ułatwia analizę uzyskanych rezultatów i pozwala czytelnikowi samodzielnie ocenić obserwowane zależności. Wyniki przedstawiono w sposób przejrzysty i konsekwentny, zachowując jednolitą strukturę dla kolejnych wariantów badawczych.

Pozytywnie należy ocenić fakt, że autor nie ogranicza się do prezentacji wartości liczbowych, lecz podejmuje próbę ich interpretacji w odniesieniu do mechanizmów wymiany ciepła oraz właściwości zastosowanych materiałów. Wskazuje zależności pomiędzy strukturą tkanin a obserwowanym opóźnieniem wzrostu temperatury i przebiegu procesu zwęglania. Takie podejście świadczy o właściwym rozumieniu analizowanych zjawisk.

Jednym z najistotniejszych elementów rozprawy jest analiza procesu zwęglania drewna. Autor wykazuje, że zastosowanie wybranych tkanin technicznych prowadzi do zmniejszenia intensywności oddziaływania cieplnego na element drewniany, co znajduje odzwierciedlenie w opóźnieniu procesu degradacji termicznej oraz zmniejszeniu głębokości zwęglania. Wyniki te są spójne z przyjętymi hipotezami badawczymi oraz pozostają zgodne z mechanizmami opisanymi w literaturze.

W mojej ocenie interpretacja tego fragmentu została przeprowadzona poprawnie. Autor nie ogranicza się do prostego stwierdzenia występowania różnic pomiędzy wariantami, lecz próbuje wyjaśnić ich przyczyny w oparciu o właściwości materiałów i zjawiska fizyczne zachodzące podczas oddziaływania wysokiej temperatury.

Jednocześnie należy zauważyć, że część wniosków dotyczących wpływu badanych tkanin na odporność ogniową konstrukcji została sformułowana dość szeroko. Wyniki jednoznacznie potwierdzają korzystny wpływ na proces zwęglania i rozkład temperatury, jednak ich bezpośrednie przełożenie na pełną ocenę odporności ogniowej całych elementów konstrukcyjnych wymaga ostrożności oraz dodatkowych badań zgodnych z odpowiednimi procedurami badawczymi określonymi w normach.

Badania poligonowe należy uznać za jeden z najbardziej wartościowych elementów rozprawy. Ich przeprowadzenie znacząco zwiększa wiarygodność uzyskanych rezultatów. Doktorant słusznie wykorzystuje badania poligonowe jako etap walidacji wyników uzyskanych wcześniej w warunkach laboratoryjnych. Takie podejście odpowiada współczesnym standardom badań eksperymentalnych i pozwala ograniczyć ryzyko nadinterpretacji wyników uzyskanych w warunkach idealizowanych.

Na szczególne uznanie zasługuje konsekwencja w zachowaniu podobnych parametrów oceny podczas obu etapów badań. Dzięki temu możliwe było porównanie wyników laboratoryjnych i poligonowych oraz ocena stopnia ich zgodności.

Jednocześnie należy wskazać, że badania prowadzone w większej skali są z natury bardziej podatne na wpływ czynników środowiskowych oraz zmienności procesu spalania. W rozprawie zagadnienie to zostało zasygnalizowane, jednak dyskusja mogłaby zostać bardziej rozwinięta poprzez szerszą analizę źródeł niepewności oraz ich potencjalnego wpływu na uzyskane wyniki.

Włączenie modelowania numerycznego do programu badawczego należy ocenić bardzo pozytywnie. Autor wykorzystuje symulacje CFD nie jako cel sam w sobie, lecz jako narzędzie wspomagające interpretację wyników eksperymentalnych. Jest to zgodne z aktualnymi kierunkami rozwoju badań w zakresie inżynierii bezpieczeństwa pożarowego. Przedstawione porównanie wyników eksperymentalnych i symulacyjnych wskazuje na zasadniczą zgodność obserwowanych tendencji. Autor wykazuje, że model numeryczny może być wykorzystany do analizy rozkładu temperatury oraz oceny skuteczności badanych rozwiązań ochronnych.

Należy jednak zauważyć, że walidacja modelu została przeprowadzona przede wszystkim na poziomie jakościowym. Korzystne byłoby uzupełnienie analizy o bardziej rozbudowaną ocenę zgodności ilościowej, obejmującą np. analizę błędów względnych, wskaźników dopasowania modelu lub ocenę czułości na zmianę parametrów wejściowych. Rozwinięcie tego elementu zwiększyłoby wartość naukową modelowania numerycznego.

Autor przedstawia wyniki w sposób uporządkowany i logiczny, odnosząc je do wcześniejszych badań oraz przyjętych hipotez. W większości przypadków interpretacja jest poprawna i pozostaje zgodna z przedstawionymi rezultatami.

Na uznanie zasługuje również zachowanie równowagi pomiędzy opisem wyników a próbą ich wyjaśnienia. Autor nie poprzestaje na prezentacji danych, lecz podejmuje próbę wskazania mechanizmów odpowiedzialnych za obserwowane zjawiska.

Pewien niedosyt budzi natomiast stosunkowo ograniczona dyskusja ograniczeń przeprowadzonych badań. W rozprawie można było szerzej omówić wpływ przyjętych uproszczeń eksperymentalnych na możliwość uogólnienia uzyskanych wyników oraz wskazać zakres, w jakim rezultaty mogą być przenoszone na rzeczywiste konstrukcje drewniane.

Resumując przedstawione wyniki badań stanowią najsilniejszy element rozprawy. Autor wykazał się umiejętnością przeprowadzenia złożonego programu eksperymentalnego, właściwego opracowania uzyskanych rezultatów oraz ich interpretacji w świetle aktualnego stanu wiedzy. Doktorant przedstawił oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, polegające na opracowaniu i eksperymentalnej weryfikacji nowej koncepcji wykorzystania tkanin technicznych jako zewnętrznych osłon termicznych elementów z drewna litego. Oryginalność rozprawy wynika przede wszystkim z kompleksowego programu badań, obejmującego autorską metodykę eksperymentalną, badania poligonowe oraz modelowanie numeryczne. Uzyskane wyniki mają wartość zarówno poznawczą, jak i aplikacyjną, a ich znaczenie wykracza poza prostą ocenę właściwości materiałowych. Zgłoszone uwagi dotyczą głównie zakresu interpretacji części wyników oraz możliwości dalszego rozwinięcia analizy numerycznej i nie podważają zasadniczej wartości naukowej tej części rozprawy.

5. Uwagi spostrzeżenia do rozprawy doktorskiej

Pomimo wysokiej oceny wartości naukowej rozprawy oraz pozytywnej oceny programu badawczego należy wskazać szereg elementów, które wymagają krytycznego omówienia. Przedstawione poniżej uwagi mają zróżnicowaną wagę. Część z nich dotyczy zagadnień metodologicznych, które wpływają na siłę argumentacji naukowej rozprawy, natomiast część ma charakter formalny lub redakcyjny i nie obniża zasadniczej wartości przeprowadzonych badań.

- 1) Zbyt szerokie sformułowanie hipotezy głównej - Najważniejsze zastrzeżenie dotyczy konstrukcji hipotezy głównej. Autor zakłada możliwość zwiększenia odporności ogniowej elementów drewnianych poprzez zastosowanie tkanin technicznych, jednak zakres przeprowadzonych badań obejmuje przede wszystkim analizę procesu nagrzewania i zwęglania drewna. W pracy nie przeprowadzono badań nośności mechanicznej elementów pod obciążeniem ani badań klasyfikacyjnych zgodnych z normami odporności ogniowej. W konsekwencji uzyskane wyniki pozwalają na wiarygodną ocenę procesów

cieplnych, natomiast nie stanowią bezpośredniego dowodu zwiększenia klasy odporności ogniowej elementów konstrukcyjnych.

- 2) Pierwsze rozdziały poświęcone ogólnym zagadnieniom pożaru oraz podstawom inżynierii bezpieczeństwa pożarowego są bardzo obszerne. Choć ich zawartość jest merytorycznie poprawna, część informacji ma charakter podręcznikowy i jedynie pośrednio wiąże się z głównym problemem badawczym. Bardziej syntetyczne przedstawienie tych zagadnień pozwoliłoby zwiększyć udział analizy literatury bezpośrednio odnoszącej się do przedmiotu rozprawy.
- 3) W kilku miejscach autor przytacza wyniki kolejnych publikacji bez pogłębionej dyskusji przyczyn rozbieżności pomiędzy badaniami różnych autorów. Rozwinięcie tego elementu zwiększyłoby wartość naukową przeglądu i jeszcze lepiej uzasadniło potrzebę realizacji własnych badań.
- 4) Część rozdziału dotyczącego przeglądu literatury oraz identyfikacji luki badawczej ma charakter bardziej informacyjny niż analityczny. Z punktu widzenia rozprawy doktorskiej korzystne byłoby silniejsze powiązanie tej części z wynikami badań własnych oraz ich potencjalnym znaczeniem dla rozwoju przepisów i praktyki inżynierskiej.
- 5) Dyskusja niepewności pomiarowej mogłaby być bardziej rozbudowana. Autor szczegółowo opisuje aparaturę pomiarową oraz przebieg eksperymentów, jednak analiza niepewności pomiarowej została przedstawiona stosunkowo skrótowo. W rozprawie doktorskiej warto byłoby szerzej omówić: wpływ dokładności termopar na uzyskane wyniki, niepewność wyznaczania głębokości zwęglenia, wpływ zmienności parametrów drewna, powtarzalność uzyskanych rezultatów.
- 6) Program badań nie obejmuje oceny zmian właściwości mechanicznych drewna po oddziaływaniu pożaru, co ogranicza możliwość bezpośredniej oceny nośności ogniowej.

Przedstawione uwagi należy traktować jako element naukowej dyskusji nad rozprawą, a nie jako argumenty podważające jej wartość. Dotyczą one przede wszystkim możliwości dalszego rozwinięcia badań, pogłębienia interpretacji wyników oraz precyzyjniejszego formułowania części wniosków. W mojej ocenie mają one charakter typowy dla ambitnych prac eksperymentalnych i nie wpływają na ogólną, wysoką ocenę wartości naukowej rozprawy.

1. Wniosek końcowy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska mgr inż. Jacka Atłasa stanowi wartościowe opracowanie naukowe o wyraźnym potencjale aplikacyjnym. Rozprawa podejmuje aktualny problem naukowy i stanowi wartościowy wkład do dyscypliny inżynieria bezpieczeństwa. Autor wykazał się odpowiednią wiedzą teoretyczną, umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań oraz przedstawił oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Wskazane w recenzji uwagi mają charakter doskonalący i nie podważają wartości naukowej rozprawy.

Podsumowując stwierdzam, iż przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U.2018 poz. 1668 z późn. zm.) w dyscyplinie naukowej inżynieria bezpieczeństwa.

W związku z powyższym stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Jacka Ałasa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie Autora do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dyscyplinie inżynieria bezpieczeństwa.

