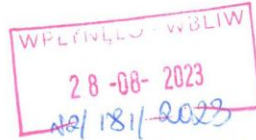


Warszawa, dnia 09. 08. 2023 r.

prof. dr hab. inż. **Robert Kowalski**
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Lądowej
Instytut Inżynierii Budowlanej



**Recenzja rozprawy doktorskiej mgra inż. Łukasza Zawislaka
pt.
„Identyfikacja modelu zniszczenia elewacji wentylowanej z
okładziną z płyt włóknisto-cementowych pod wpływem
oddziaływania pożaru”**

1. Formalna podstawa recenzji

Recenzję sporządzono na podstawie zawiadomienia o wyznaczeniu na recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora mgr. inż. Łukaszowi Zawislakowi, wystawionego w dniu 26. maja 2023 r. przez Prorektora Politechniki Wrocławskiej, prof. Andrzeja Ożyhara, w oparciu o uchwałę Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Wrocławskiej, nr 309/49/RDND06/2021-2024, z dnia 24. maja 2023 r., w której Rada wyznaczyła autora na recenzenta.

Postępowanie to jest prowadzone zgodnie z ustawą z dnia 20. lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. u. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.).

2. Ogólna charakterystyka rozprawy, wstępna ocena i uwagi

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy określenia modelu zniszczenia elewacji wentylowanej z okładziną zewnętrzną wykonaną z płyt włóknisto-cementowych, pod wpływem pożaru.

Zasadniczy tekst rozprawy zajmuje 259 stron i jest podzielony na 8 rozdziałów, za którymi znajduje się zestawienie piśmiennictwa, zawierające 168 pozycji oraz streszczenia napisane w języku polskim i angielskim. W zestawieniu pozycji piśmiennictwa nie wyodrębniono publikacji naukowych, norm i wytycznych oraz wskazań stron internetowych. Całość rozprawy zajmuje 273 strony. Nie zawiera ona załączników.

Rozdział pierwszy rozprawy, zatytułowany *Wprowadzenie w problematykę pracy* liczy 10 stron i jest podzielony na trzy podrozdziały. Autor przedstawia w nich podstawowe informacje na temat elewacji wentylowanych, płyt włóknisto-cementowych jako

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized letter 'R' followed by a flourish.

materiału (wyrobu) stosowanego do wykonania warstwy zewnętrznej w tych elewacjach oraz pożarów elewacji.

W omawianym rozdziale przedstawiono dużo powszechnie znanych (nawet oczywistych) informacji, zamiast których, nie powiększając rozmiaru tekstu lepiej było podać więcej szczegółów bliższych tematyce rozprawy. Niefortunne jest podanie pozycji piśmiennictwa [141] jako źródła tzw. „Trójkąta spalania” (rys. 1.5). Osoba niezorientowana w tematyce bezpieczeństwa pożarowego mogłaby na tej podstawie odnieść mylne wrażenie, że to Autor rozprawy wraz z Promotorami zaproponowali ten „trójkąt”.

Drugi rozdział rozprawy, zatytułowany *Problem naukowy, cel, zakres pracy, tezy rozprawy doktorskiej* zajmuje 4 strony i jest podzielony na aż 5 bardzo krótkich podrozdziałów.

W pierwszym podrozdziale sformułowano problem naukowy, podając zapis tożsamy z tytułem rozprawy. Brakuje jednak informacji, o jakie oddziaływanie pożaru tu chodzi, a czytelnik „jest już” na 23. stronie tekstu.

Podane w kolejnym podrozdziale cele pracy wydają się być zbyt liczne i zbyt ogólne. Dlaczego 9 podanych celów nosi tytuł *Cel pracy*?

W podrozdziale 2.3 *Zakres pracy* podano 16 punktów, które raczej są planem pracy Autora. W tekście noszącym podany tytuł należało np. m.in. podać podstawowe informacje na temat rozpatrywanych elewacji, w szczególności, jakie z nich rozpatrywano, a jakie pominięto oraz bardziej precyzyjne informacje na temat rozpatrywanych oddziaływań pożaru.

W podrozdziale 2.4 sformułowano dwie tezy pracy. Pierwsza z nich jest ogólna i wydaje się oczywista. W drugiej tezie Autor bardzo niefortunnie odsyła czytelnika do paragrafu rozporządzenia ministra, nie przytaczając jednak stosownego fragmentu.

Podsumowując ten ważny rozdział rozprawy stwierdzam, iż nie było konieczne podanie zarówno jej celów, jak i tez. Tezy są sformułowane „na siłę”, co nie dziwi, ponieważ do tego typu pracy, jak recenzowana bardzo trudno było sformułować tezy. Raczej należało z nich zrezygnować, a w zamian jasno (lepiej niż to uczyniono) sformułować cele, ewentualnie dzieląc je na zasadnicze i np. dodatkowe. Znacznie lepiej należało też opisać zakres rozprawy (tzn. czym zajmowano się w rozprawie, a co pominięto).

Trzeci rozdział, zatytułowany *Analiza literatury przedmiotu* zajmuje 63 strony i jest podzielony na 4 podrozdziały.

W pierwszym z nich, zatytułowanym *Wymagania formalne stawiane płytom włóknisto-cementowym i elewacji wentylowanej w zakresie pożarowym* Autor omawia te wymagania. Po liczącym ponad 4 strony wstępie, sugerującym, iż omawiany podrozdział

nie został podzielony na podpunkty „pojawia się” numeracja podpunktów 3.1.1 i 3.1.2. W rozprawie naukowej nie powinno się przytaczać tak obszernych fragmentów przepisów (rozporządzenia [132] i innych; Tab. 3.1 – 3.4). Przytoczone na str. 27 fragmenty dokumentu [39], oprócz poz. b) nie dotyczą tematu rozprawy i można było je pominąć. Istotne informacje, dotyczące badań elewacji z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa w przypadku pożaru „pojawiają się” dopiero na 13. stronie omawianego podrozdziału (39. str. rozprawy). Autor, na 12. stronach omawia procedury stosowane w wielu krajach. Opis ten jest ciekawy, cenny i przydatny do dalszego odbioru pracy.

W drugim podrozdziale omawianego tu rozdziału – *Bezpieczeństwo pożarowe elewacji wentylowanej* Autor omawia rozprzestrzenianie się pożaru pomiędzy kondygnacjami, efekty „ciągu kominowego” występującego w wewnętrznej przestrzeni elewacji, odpadanie elementów zewnętrznych (okładzin). Podane informacje są ciekawe i cenne.

W podrozdziale trzecim *Podstawowe informacje o płytach włóknisto-cementowych*, po ogólnym, ciekawym wstępie na temat materiałów kompozytowych są podane informacje dotyczące charakterystyki płyt włóknisto-cementowych oraz składu ich struktury, a następnie destrukcji pod wpływem wysokiej temperatury.

Czwarty, ostatni podrozdział omawianego tu rozdziału to podsumowanie. Niepotrzebnie pierwsza część tego podrozdziału ma charakter streszczenia. Dwa ostatnie akapity nie pasują natomiast do tytułu i raczej powinny zostać umieszczone np. w rozdziale 2. w podrozdziale dotyczącym celów lub zakresu rozprawy.

Czwarty rozdział rozprawy, zatytułowany *Zakres badań własnych* zajmuje 27 stron i po krótkim wstępie jest podzielony na aż 8 podrozdziałów.

W podrozdziale 4.1 Autor opisuje rodzaje płyt będących przedmiotem badań, w 4.2 – stanowisko badawcze tzw. *modeli rzeczywistych elewacji* oraz rozmieszczenie termopar, a w 4.3 – *stanowisko badawcze elewacji w budynku modelowym*.

W opisach brakuje rysunków stanowisk badawczych, z których m.in. można by odczytać wymiary tych stanowisk oraz wymiary badanych elementów. Jest to bardzo istotna, wręcz irytująca czytelnika wada rozprawy. Fotografie na rys. 4.3 – 4.9, 4.12 i 4.13, 4.14 – 4.17 „dają” jedynie ogólny pogląd na temat stanowisk. Nie wiadomo też jak wyglądał przekrój przez badane elementy elewacji. Czy było tam, a jeżeli tak, to jakie ocieplenie? Jak szeroka była pustka powietrzna? Czy był do niej dostęp? A jeżeli tak, to jaki? W jaki sposób badane płyty były mocowane do ściany? Wskazane braki mogą budzić wręcz irytację czytelnika rozprawy. Niejasne jest też, dlaczego (po co) przedstawiono informacje na temat płyt innych niż włóknisto-cementowe (pkt 4.1.2), nie stanowiących przedmiotu rozprawy.

W podrozdziale 4.4 przedstawiono informacje (głównie normowe) na temat badań wytrzymałości na zginanie próbek płyt włóknisto cementowych, w 4.5 – na temat stanowiska badawczego mikroskopu cyfrowego, a w 4.6 – mikroskopu skaningowego.

W omawianych podrozdziałach „przeważają” fotografie stanowisk i bardzo ogólne opisy. W podrozdziale 4.7 przedstawiono niejasne informacje na temat oceny stopnia destrukcji płyt włóknisto cementowych, zaczerpnięte z innej pracy doktorskiej [161].

W podrozdziale 4.8, pod bardzo dużo obiecującym tytułem *Metodyka badań*, w 16. punktach, przedstawiono jedynie plan (konspekt; tytuły) kolejnych etapów badań lub działań ich autora.

Piąty rozdział rozprawy, zatytułowany *Wyniki badań i ich analiza* zajmuje aż 116 stron i jest podzielony na trzy zasadnicze podrozdziały.

Pierwszy z nich, zatytułowany *Opis przebiegu badań na modelach wielkoskalowych* liczy 79 stron i po krótkim wstępie jest podzielony na 16 punktów. Jeszcze przed rozpoczęciem lektury omawianego podrozdziału „rzuca się w oczy”, iż jego tytuł nie pasuje do tytułu rozdziału.

W punktach 5.1.1 – 5.1.5 Autor podaje informacje na temat pięciu zbadanych *Modeli rzeczywistych*. Opisy nie zawierają jednak wszystkich istotnych danych. Na przykład w odniesieniu do modelu A (pkt 5.1.1) znajduje się lakoniczna informacja, że pustka powietrzna między warstwą wełny mineralnej, a okładziną elewacyjną wynosiła 20 mm. W odniesieniu do innych modeli analogicznych informacji jednak nie podano. Opisy przebiegu badania mają charakter przeniesionych do rozprawy notatek sporządzanych na bieżąco. W tej formie raczej należało je umieścić w załączniku, a w zasadniczym tekście rozprawy podać przejrzyste zestawienie najważniejszych spostrzeżeń (informacji). Ponadto „nadal” czytelnik nie ma precyzyjnej informacji na temat wymiarów badanych elementów (oraz przekrojów przez nie). Zamieszczone w pracy fotografie mogą być ciekawe np. dla osób, które nigdy nie widziały badań ogniowych. W technicznej pracy naukowej należało przede wszystkim podać na rysunkach ważne informacje, a następnie uzupełnić je przykładowymi fotografiami.

W punktach 5.1.6 i 5.1.7 Autor podaje informacje na temat badań dwóch przypadków elewacji zamontowanych na *budynku modelowym*. Tu również brakuje rysunków (wymiarów i przekrojów). Zamieszczone w pracy fotografie powinny być jedynie uzupełnieniem podanych informacji technicznych. Zamiast nich podano nieistotne opisy, np. na str. 137: *Po badaniu żarzące się elementy ugaszono wodą*. Co taki zapis wnosi do rozprawy doktorskiej?

W punktach 5.1.8 – 5.1.10 Autora „wraca” do opisów badań *modeli rzeczywistych* (Dlaczego taka kolejność?). W odniesieniu do tych opisów nasuwają się podobne uwagi, jak sformułowane wyżej.

W punkcie 5.1.11 przedstawiono wyniki pomiarów temperatury w modelach rzeczywistych. Są to cenne informacje, ale sposób ich podania przez Autora pozostawia wiele do życzenia. Np., jak należy rozumieć zapis na str. 147 *przebieg temperatury na palenisku ... jest zgodny z krzywą normową przedstawioną na rys. 3.5*. Gdzie w pracy

pokazano ten *przebieg temperatury*? A że na rys. 3.5 chodzi o tzw. krzywą pożaru zewnętrznego, to można się tylko domyślać. Dlaczego nie pokazano na jednym wykresie wyników pomiarów termoparami umieszczonym bardzo blisko siebie (np. TE3 i TE4 i podobne, na rys. 5.21)? Dlaczego, w ogóle umieszczono termopary tak blisko siebie? Dlaczego w badaniu opisanym na rys. 5.23 nie umieszczono „zdwojonych” termopar? Generalnie wykresy temperatury podane na rysunkach raczej należało przenieść do załącznika do rozprawy, a w jej zasadniczym tekście bardziej przydatne byłby uogólnienia uzyskanych wyników.

W punkcie 5.1.12 ponownie, w innej formie przedstawiono wyniki pomiarów temperatury. To również należało umieścić w załączniku, a w tekście zasadniczym cenniejsze byłyby uogólnienia.

W punkcie 5.1.13 podano wartości temperatury występującej w miejscach umieszczenia termopar na powierzchni zewnętrznej badanych płyt oraz w przestrzeni wentylacyjnej, „na wyrost” nazwane *mapami temperatur*. Rysunki są mało-przejrzyste, bardzo trudno czytelne. Nie wiadomo też, co jednoznacznie należy rozumieć pod stwierdzeniem *Globalne mapy temperatur opracowano łącząc ze sobą lokalne mapy temperatur poszczególnych serii badań ...* (str. 185). Prawdopodobnie chodzi tu o wartości średnie. Ale czy na pewno? Trzeba było to po prostu jednoznacznie opisać. Ponadto dopiero z zapisu na 185. stronie rozprawy (opis do rys. 5.45) czytelnik dowiaduje się, że (najprawdopodobniej) we wszystkich badaniach *modeli rzeczywistych*, „za płytami” była pustka powietrzna. Ale czy zawsze grubości wynoszącej 20 mm, tak jak to opisano w pkt. 5.1.1 (dot. serii A)?

W punktach 5.1.14 i 5.1.15 Autor podaje wyniki pomiarów temperatury w badaniach *na budynku modelowym*. W odniesieniu do znajdujących się w tych punktach opisów nasuwają się uwagi analogiczne do sformułowanych wyżej.

W ostatnim punkcie omawianego podrozdziału zamieszczono mało konkretne porównanie badań wielkoskalowych. Pozytywne jest to, że (aczkolwiek szkoda, że dopiero czytając 194. stronę rozprawy) czytelnik, wreszcie „dowiaduje się”, że *Możliwe są dwa scenariusze rozwoju pożaru: oddziaływanie płomieniami przez otwór z pomieszczenia na elewację lub pożar występujący w znacznej bliskości elewacji na zewnątrz*.

Podrozdział 5.2, zatytułowany *Analiza destrukcji płyt włóknisto-cementowych podczas oddziaływania pożaru* zajmuje 48 stron i po krótkim wstępie jest podzielony na 4 punkty.

W pierwszych trzech Autor opisuje badania wykonane na trzech rodzajach próbek pobranych z dwóch modeli *rzeczywistych* i jednego *na budynku modelowym*. Z przykrością trzeba odnotować, iż opisy mają charakter sprawozdania z przeprowadzonych badań. W opisach tych brakuje uogólnień i przejrzystych zestawień

porównawczych. Informacje podane w tab. 5.4, 5.5 i 5.7 to zbyt mało. Czytelnik chcąc rzeczywiście „skorzystać” z wyników uzyskanych przez Autora musiałby wykonać własne zestawienia. Między innymi brakuje jasnego powiązania względnego pogorszenia parametrów próbek z temperaturą, która na nie oddziaływała (i czasem oddziaływania temperatury).

Ostatni punkt omawianego podrozdziału to podsumowanie, którego główną częścią jest rys. 5.95 (str. 241). Podane na nim informacje są jednak „zbyt skąpe”, ograniczone do wskazania miejsc destrukcji *krytycznej*, *istotnej* i *nieistotnej*. Brakuje wymiarów (oprócz jednego nieistotnego).

Ostatni podrozdział rozdziału 5., zatytułowany *Globalne mapy destrukcji modelu rzeczywistego* zajmuje 5 stron, z czego 3 str. to rysunek (5.96) przedstawiający *Globalne mapy destrukcji*. Zawiera on cenne informacje, ale, niestety jest mało-przejrzysty. Brakuje wymiarów oraz „nagłówków” poszczególnych części rysunku, co zmusza czytelnika do częstego zaglądania do legendy. Liczby określające temperaturę są podane w niejednakowym formacie, co myli czytelnika, a przede wszystkim powoduje, że niektóre wartości są niemożliwe do odczytania.

Rozdział szósty rozprawy ma tytuł tożsamy z jej tytułem i zajmuje 3 strony. Szkoda, że mniej więcej połowa tego rozdziału ma charakter streszczenia i w dużej części odnosi się do innej rozprawy doktorskiej. Dopiero w drugiej połowie omawianego rozdziału Autor opisuje modele zniszczenia płyt włóknisto-cementowych. W zasadzie odnosi się jednak jedynie do temperatury płyt oraz dodatkowo czasu jej utrzymywania się. Nasuwa to dyskusyjne pytanie, czy rzeczywiście, a jeżeli tak, to dlaczego, do określenia zniszczenia płyt konieczne jest badanie wielkoskalowe. Przecież opisana przez autora destrukcja, zarówno w fazie włókien, jak i w fazie matrycy cementowej, w zasadzie odnosi się wyłącznie do temperatury. Może się zatem wydawać, iż bardziej wiarygodne i na pewno bardziej uporządkowane wyniki można by otrzymać, gdyby po prostu próbki płyt poddać ogrzewaniu w piecu o precyzyjnie sterowanej temperaturze. Plan eksperymentu powinien wtedy objąć kilka kluczowych wartości temperatury oraz kilka kluczowych czasów jej utrzymywania. Badania byłyby znacznie tańsze, a ich wyniki byłyby przejrzyste i ściśle powiązane z wartościami temperatury.

Przy okazji warto jeszcze odnotować, iż w pracy nie ma jakiegokolwiek „statystycznego odniesienia się” do uzyskanych wyników. Nie wiadomo, na ile oddziaływanie ognia na badane elementy, głównie w badaniach *na budynku modelowym* było przypadkowe, nierównomierne, a na ile powtarzalne. W pracy nie ma w zasadzie żadnych informacji na temat prędkości wiatru występującego podczas badań. Czy w ogóle wiał wtedy wiatr? Czy mierzono jego prędkość i określano kierunek w stosunku do usytuowania stanowiska. Czy wszystkie badania były przeprowadzone w przynajmniej zbliżonych warunkach wiatrowych?

Wydaje się również, iż ocenę czy tezy postawione w rozprawie zostały udowodnione, jej Autor powinien pozostawić czytelnikom (i recenzentom). W ostatnim akapicie omawianego rozdziału Autor stwierdza jednoznacznie, iż pierwsza teza *została potwierdzona*. Recenzent nie neguje tego stwierdzenia, gdyż jak już zauważył w ogólnej charakterystyce pkt. 2.4 rozprawy, teza ta jest ogólna i oczywista. Jej udowodnienie nie wynika jednak jednoznacznie z podsumowań przedstawionych w drugiej części (połowie) omawianego tu rozdziału.

Siódmy rozdział rozprawy, zatytułowany *Identyfikacja globalnego problemu odpadania elementów okładzin elewacyjnych w warunkach oddziaływania pożaru* zajmuje zaledwie półtorej strony. Autor przytacza w nim tekst paragrafu rozporządzenia, czego zabrakło w drugiej tezie rozprawy, a następnie m.in. stwierdza jednoznacznie, iż teza ta *została potwierdzona*. Być może Autor ma wiedzę, iż obecnie na rynku nie ma płyt innych, niż przebadane w ramach omawianej pracy, ale z jej tekstu jednoznacznie to nie wynika. Poza tym to, że obecnie nie ma takich płyt nie oznacza, iż nie będzie ich w niedalekiej przyszłości. Ponadto stwierdzenie zawarte w postawionej i udowodnionej przez Autora (wg Jego stwierdzenia) tezie: *Obecnie na rynku ... nie są dostępne płyty włóknisto-cementowe, które spełniają wymagania ...* pozostaje w sprzeczności ze zdaniem kończącym omawiany rozdział rozprawy: *można stwierdzić, iż płyty włóknisto-cementowe są „względnie” bezpiecznym materiałem do stosowania jako okładziny elewacyjne z materiałów przeanalizowanych w pracy.*

Ostatni, ósmy rozdział rozprawy to *Wnioski i uwagi końcowe*. Zajmuje on prawie 7 stron i jest podzielony na cztery podrozdziały. Pierwszy z nich ma charakter kolejnego streszczenia tego, co zostało zrobione w pracy. W drugim podano cenne informacje na temat modeli zniszczenia płyt. Szczególnie poz. c pkt. 1) (str. 255) może stanowić wkład Autora w rozwój wiedzy w obszarze dyscypliny, której dotyczy rozprawa.

Kolejne dwa punkty omawianego rozdziału to *Proponowane kierunki badań* i *Praktyczne zastosowanie*. Drugi z tych punktów jest napisany zbyt optymistycznie i na wyrost. Ponadto wydaję się, iż Autor pisał go w nadmiernym pośpiechu, nie poświęcając wystarczająco dużo uwagi na odpowiednie zredagowanie swoich myśli (por. poz. 5. i 8. oraz brak poz. 7.; str. 259).

3. Uwagi do rozprawy

3.1. Uwagi krytyczne

3.1.1. Autor nie do końca poradził sobie ze sformułowaniem tez rozprawy. Są one wprowadzone „na siłę”, wręcz niepotrzebne. Pierwsza z nich jest ogólna i jednocześnie oczywista. W drugiej tezie Autor niefortunnie odsyła czytelnika do paragrafu rozporządzenia ministra. Poza tym cele rozprawy są zbyt liczne, ale za

to mało konkretne, a pod tytułem *Zakres pracy* podano coś, co raczej należałoby nazwać planem działań Autora.

Biorąc pod uwagę, iż do tego typu rozprawy, jak recenzowana bardzo trudno było sformułować tezy, lepiej było z nich zrezygnować. W zamian należało jasno i jednoznacznie przedstawić cele rozprawy, dzieląc je na zasadnicze (kluczowe) i dodatkowe (poboczne), osiągnięte „przy okazji”. Znacznie lepiej należało też opisać zakres rozprawy. Po prostu pod takim tytułem należało jednoznacznie opisać, co w rozprawie zbadano, a z czego świadomie zrezygnowano.

Niefortunne sformułowanie tez rozprawy znalazło odzwierciedlenie w jej podsumowaniu. Lepiej byłoby, gdyby ocenę czy tezy postawione na początku rozprawy zostały w niej udowodnione, jej Autor pozostawił czytelnikom. Podane w rozdziale 6. jednoznaczne stwierdzenie, iż pierwsza z postawionych w rozprawie tez *została potwierdzona*, jest oczywiste, ponieważ teza ta jest oczywista (por. uwagi do pkt. 2.4 i rozdz. 6.) Jej udowodnienie nie wynika jednak jednoznacznie z informacji podanych w podsumowaniu przedstawionym w 6. rozdziale rozprawy.

Potwierdzenie drugiej z postawionych tez wydaje się być „mało ponadczasowe”. Ponadto stwierdzenie zawarte w postawionej i udowodnionej przez Autora tezie pozostaje w sprzeczności ze zdaniem kończącym rozdział rozprawy, w którym podsumowano, iż omawiana teza została potwierdzona (por. uwagi do rozdz. 7.).

- 3.1.2. W rozprawie niewystarczająco jasno opisano, jakie są możliwe oddziaływania pożaru na elementy elewacji budynku i jak do tych oddziaływań odnoszą się badania przeprowadzone przez autora.

Podstawowym jest się oddziaływanie płomieni „wydostających się” przez otwory okienne, podczas pożaru występującego we wnętrzu obiektu. Takie działanie pożaru odwzorowują badania *modeli rzeczywistych*. Pożar może jednak działać na elewację tylko od zewnątrz. Przeważnie (ale niekoniecznie) ma to miejsce w dolnej części budynku. Takie oddziaływanie pożaru odwzorowują badania przeprowadzone przez Autora *na budynku modelowym*. W pracy nie opisano tego jednak wystarczająco dobrze, a wyniki przeprowadzonych badań odwzorowujących różne oddziaływania pożaru są ze sobą „mieszane”.

Ponadto w rozprawie zbyt mało uwagi poświęcono „rozdzieleniu” przypadków, w których oddziaływanie pożaru „wkracza” do przestrzeni między okładziną zewnętrzną, a zasadniczą ścianą lub gdy takie działanie nie występuje. W modelach badanych przez autora sprawę tę „pozostawiono” przypadkowemu działaniu ognia na badane elementy, a lepiej byłoby, gdyby je odpowiednio, świadomie skonstruowano.

W opisie badań *na budynku modelowym* zbyt dużo uwagi poświęcono detalom przygotowania paleniska (np. podając wymiary beleczek drewnianych i sposób ich dogaszenia po badaniu), a zbyt mało warunkom w jakich wykonywano badania (np. prędkość i kierunek wiatru) oraz oddziaływaniu spalanego materiału (np. obciążenie ogniowe). Poza tym np. niefortunne jest, gdy w opisie badań *modeli rzeczywistych* Autor (na str. 147) podaje, iż *przebieg temperatury na palenisku ... jest zgodny z krzywą normową przedstawioną na rys. 3.5*, nie przedstawiając jednak w rozprawie ani tego *przebiegu*, ani o którą z krzywych występujących na rysunku Mu chodzi (por. uwagi do pkt. 5.1.11 rozprawy).

3.1.3. Istotną wadą rozprawy jest, że Autor nie zadał sobie trudu, aby sporządzić odpowiednie rysunki, na których byłyby (w sposób techniczny) podane wymiary stanowisk badawczych oraz wymiary badanych modeli. Znacznie utrudnia to odbiór rozprawy. Zamieszczona w niej duża liczba fotografii „daje” czytelnikowi zaledwie ogólny pogląd na temat szczegółów badań, pozostawiając niedosyt konkretnych, technicznych danych. Można nawet odnieść irytujące wrażenie jakby danych tych nie chciano ujawnić. Na podstawie informacji podanych w tekście trudno jest się zorientować, jaki był przekrój przez badane elementy elewacji, jak szeroka była pustka powietrzna, jak badane elementy były zamocowane do przegrody, jakie było wykończenie krawędzi (por. uwagi do pkt. 4.1 – 4.3 oraz 5.1 podane w 2. rozdziale recenzji).

3.1.4. Podane w rozdziale 5. opisy przebiegu badań mają charakter przeniesionego do rozprawy sprawozdania z przebiegu badań. Opisy w tej formie raczej należało umieścić w załączniku do rozprawy, a w jej zasadniczym tekście podać przejrzyste zestawienie najważniejszych spostrzeżeń. Taka sama uwaga dotyczy przedstawienia wyników pomiarów temperatury. Brakuje uogólnień oraz zastawienia (obok siebie, np. na wspólnym rysunku) wyników pomiarów uzyskanych z termopar umieszczonych w odpowiadających sobie miejscach w różnych badaniach. Nie wiadomo też, co należy rozumieć pod stwierdzeniem (str. 185): *Globalne mapy temperatur opracowano łącząc ze sobą lokalne mapy temperatur poszczególnych serii badań ...* O co tu chodzi?

Uogólnione wartości temperatury są kluczowym parametrem, od którego uzależniono opisaną w rozprawie destrukcję badanych płyt. W rozprawie brakuje jednak jakiegokolwiek wyjaśnienia, jakie były „rozzuty” wartości temperatury w odpowiadających sobie miejscach pomiaru. W pracy naukowej powinna znaleźć się informacja na ten temat.

3.1.5. Generalnie rozprawa jest napisana w sposób nieuporządkowany. Jest po prostu niedopracowana. Odnosi się wrażenie jakby była pisana w nadmiernym pośpiechu. Osobom mającym wątpliwości co do powyższej uwagi, recenzent poleca np. przeczytanie pkt. 5. i 8. (plus brak pkt. 7) na str. 259 lub podjęcie

próby „skorzystania” z informacji o wartościach temperatury podanych na rys. 5.96, str. 244 (por. też uwagi do pkt. 5.3).

Niżej wskazano jeszcze przykładowo kilka wybranych „niezręczności” tekstu rozprawy (podkreślenia są dodane przez recenzenta):

- str. 1: Ściana zewnętrzna jest zazwyczaj ścianą ...
- str. 1: Zewnętrzne elementy okładzinowe, nazywane okładzinami zewnętrznymi bądź okładzinami elewacyjnymi, mogą ...
- str. 37: Podobne wymagania ograniczające odpadanie elementów okładzin z elewacji w sytuacji oddziaływania pożaru są również wymagane w większości krajów ...
- str. 50: Elewacje wentylowane borykają się z wieloma problemami w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego ...
- str. 85: Płyty włóknisto-cementowe posiadają bardzo mały trzeci wymiar („grubość”) ...
- str. 242: Wszystkie próbki przyjęte do zrealizowania globalnych map destrukcji przedstawiono w formie tabelarycznej
- str. 248: Metodyka analizy otrzymanych wyników odbywa na podstawie wytrzymałości na zginanie MOR oraz pracy łamania W_f .

3.2. Uwagi dyskusyjne

3.2.1. Rozdział 5. rozprawy jest zbyt obszerny. Raczej należało go podzielić na oddzielne rozdziały, dotyczące opisu przebiegu badań, uzyskanych wyników oraz ich analizy. Być może dlatego tytuł pierwszego podrozdziału omawianego rozdziału nie odpowiada jego tytułowi.

Z kolei rozdziały 6. i 7. wydają się być zbyt krótkie i raczej należałoby je połączyć w jeden. W obecnej formie jest w tych rozdziałach za dużo powtórzeń i opisów mających charakter streszczeń.

3.2.2. Opis modelu zniszczenia płyt włóknisto-cementowych podany w rozdziale 6., w zasadzie odnosi się jedynie do temperatury płyt oraz dodatkowo do czasu jej utrzymywania się. Nasuwa to pytanie, czy rzeczywiście, a jeżeli tak, to dlaczego, do określenia zniszczenia płyt konieczne były badania wielkoskalowe.

Skoro opisana przez autora destrukcja, zarówno w fazie włókien, jak i w fazie matrycy cementowej, odnosi się wyłącznie do temperatury, to być może bardziej wiarygodne, a na pewno lepiej powiązane z wartościami temperatury wyniki można by otrzymać, gdyby po prostu próbki płyt poddać ogrzewaniu w sposób precyzyjnie zaplanowany. Plan takiego eksperymentu powinien wtedy objąć kilka kluczowych wartości temperatury oraz kilka kluczowych czasów jej

utrzymywania. Badania byłyby znacznie tańsze, a ich wyniki mogłyby być równie lub nawet bardziej wiarygodne.

- 3.2.3. Recenzent nie do końca zgadza się ze stwierdzeniem Autora (podanym w poz. a, pkt. 1., na str. 255), że opracowane w rozprawie lokalne i globalne mapy temperatury mogą posłużyć do projektowania. Wniosek ten jest zbyt śmiały, sformułowany bezkrytycznie. Należy bowiem przypomnieć, iż badania *modeli rzeczywistych* przeprowadzono rozpatrując tylko jeden rodzaj (o konkretnych wymiarach) otworu, z którego „wydostawały” się płomienie, a w rzeczywistości (projektowej) wymiary i konfiguracje otworów, przez które pożar może oddziaływać na elementy elewacji mogą być inne, bardzo różne. Cenne byłoby zatem, gdyby Autor, wykorzystując nabyte doświadczenie badawcze podał w rozprawie przynajmniej wskazówki dotyczące „ekstrapolacji” przedstawionych map na przypadki inne niż zbadany.

4. Merytoryczna ocena rozprawy

Pomimo stale wzrastającej troski o jak najlepsze zapewnienie szeroko rozumianego bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych, zarówno w krajach najwyżej rozwiniętych jak i w Polsce, nie wszystkie fragmenty tego obszaru są wystarczająco dobrze rozpoznane. Do fragmentów takich zalicza się m.in. zapewnienie bezpieczeństwa elewacji wentylowanych nowoczesnych (często wysokich lub wysokościowych) budynków w przypadku pożaru. Spowodowane jego działaniem przedwczesne zniszczenie elementów elewacji może być przyczyną śmierci lub znacznego uszkodzenia zdrowia ludzi ewakuowanych z budynku, w którym wystąpił pożar lub znacznego utrudnienia, a w konsekwencji spowolnienia prowadzenia akcji ratowniczo-gaśniczej. Szczególnie niebezpieczne może być odpadanie fragmentów elewacji od budynku w wyniku przedwczesnego zniszczenia elementów okładziny oraz „dostanie się pożaru” do wnętrza przestrzeni wentylacyjnej.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że **problem naukowy** rozpatrzony w przedstawionej przez Doktoranta rozprawie, jakim jest zidentyfikowanie modelu zniszczenia elewacji wentylowanej z okładziną z płyt włóknisto-cementowych pod wpływem oddziaływania pożaru, **jest ważny, oryginalny, ciekawy i trafnie dobrany**.

Pomimo wielu uwag sformułowanych w 2. i 3. punkcie recenzji, stwierdzam jednoznacznie, że **przedstawiona rozprawa jest ciekawa, cele rozprawy są trafne, a ich zrealizowanie przez Doktoranta wnosi wkład naukowy do problematyki zapewnienia bezpieczeństwa ludzi w przypadku oddziaływania pożaru na elewacje budynków**.

Szczególnie cenne jest **przeprowadzenie** przez Autora obszernych, **trudnych eksperymentów w skali** zbliżonej do **naturalnej**. Potencjał uzyskanych wyników jest

bardzo duży. Niewątpliwie będą one mogły stanowić podstawę przedstawienia bardzo ciekawych i ważnych publikacji naukowych oraz dalszych badań prowadzonych przez Autora, ale również przez innych badaczy.

Jako **najcenniejsze osiągnięcia** naukowe wynikające z rozprawy, **wnoszące wkład** do rozwoju dyscypliny naukowej Inżynieria Lądowa Geodezja i Transport można wskazać:

- uzyskanie obszernej bazy danych wartości temperatury występującej zarówno od strony zewnętrznej, jak we wnętrzu przestrzeni wentylacyjnej elewacji wentylowanej, w dwóch przypadkach działania na tę elewację pożaru: „wydostającego” się przez otwory okienne oraz działającego od zewnątrz,
- określenie modelu zniszczenia płyt włóknisto-cementowych zarówno w fazie włókien, jak i matrycy cementowej, a w szczególności powiązanie destrukcji tych płyt z wartościami działającej na nie temperatury oraz czasu jej oddziaływania,
- opracowanie globalnych map destrukcji płyt włóknisto-cementowych, stanowiących warstwę zewnętrzną elewacji wentylowanej w dwóch przypadkach działania na tę elewację pożaru: „wydostającego” się przez otwory okienne oraz działającego od zewnątrz.

Biorąc powyższe pod uwagę można stwierdzić, że cele rozprawy zostały zrealizowane w stopniu wystarczająco dobrym, aby rozprawę można było ocenić pozytywnie.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując przeprowadzoną ocenę rozprawy doktorskiej mgra inż. Łukasza Zawislaka, pt. *Identyfikacja modelu zniszczenia elewacji wentylowanej z okładziną z płyt włóknisto-cementowych pod wpływem oddziaływania pożaru*, stwierdzam, że Autor określił oryginalny problem naukowy, który zamierzał rozwiązać i sformułował oryginalne cele rozprawy. W rozprawie rozwiązał określony problem i zrealizował postawione cele. Rozprawa wnosi istotny wkład w jak dotychczas mało zbadane zagadnienie zapewnienie bezpieczeństwa pożarowego, a w szczególności zapewnienie bezpieczeństwa ludzi w przypadku wystąpienia pożaru działającego na elewację budynku.

Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy badawczej i naukowej. Wnioski wynikające z rozprawy stanowią oryginalny wkład naukowy Autora w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

Rozprawa doktorska mgra inż. Łukasza Zawislaka spełnia wymagania Ustawy z dnia 20. lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. u. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.) i w związku z tym wnioskuję o dopuszczenie do publicznej obrony tej rozprawy.

