

Prof. dr hab. inż. Robert Ulewicz

Data 10.12.2025 r.

Katedra Inżynierii Produkcji i Bezpieczeństwa

Wydział Zarządzania

Politechnika Częstochowska

Recenzja pracy doktorskiej

mgr inż. poż. Krzysztof Zajac

pt. „**METODYKA OCENY JAKOŚCI KRZESEŁ EWAKUACYJNYCH
ZAPEWNIAJĄCA BEZPIECZEŃSTWO ICH UŻYTKOWANIA**”

Promotor: dr hab. inż. Beata MRUGALSKA, prof. PP**Promotor pomocniczy:** prof. dr hab. inż. Maciej SYDOR

Formalne i prawne podstawy wykonania recenzji

Formalną podstawę opracowania recenzji stanowi pismo (WIZ-08/246/2025) z dnia 17 października 2025 r. Dziekana Wydziału Zarządzania, Politechniki Poznańskiej dr hab. inż. Marcin Butlewski, prof. PP, informujące o powołaniu mojej osoby na recenzenta, zgodnie z Uchwałą Rady Dyscypliny z dnia 13.10.2025 roku, pracy doktorskiej mgr inż. poż. Krzysztof Zajac pt. „*Metodyka oceny jakości krzeseł ewakuacyjnych zapewniająca bezpieczeństwo ich użytkowania*”.

1. Ocena doboru problematyki badawczej i tematu rozprawy

Temat rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. poż. Krzysztofa Zajaca pt. „Metodyka oceny jakości krzeseł ewakuacyjnych zapewniająca bezpieczeństwo ich użytkowania” dotyczy opracowania metodyki badawczej umożliwiającej kompleksową ocenę jakości krzeseł ewakuacyjnych, zorientowanej na zapewnienie bezpieczeństwa osób ze szczególnymi potrzebami podczas ewakuacji wspomaganiej. Temat został sformułowany poprawnie i pozostaje w pełnej zgodności z treścią pracy doktorskiej, której zasadniczym rezultatem jest autorska metodyka oceny jakości tego rodzaju sprzętu, uwzględniająca zarówno aspekt techniczny, ergonomiczny, jak i organizacyjno-ekonomiczny procesu ewakuacji.

Politechnika Częstochowska**Wydział Zarządzania**

al. Armii Krajowej 19 B, 42-201 Częstochowa

e-mail: robert.ulewicz@wz.pcz.pl

www.wz.pcz.pl

Wybór problematyki badawczej należy uznać za aktualny i istotny przede wszystkim z punktu praktyki funkcjonowania obiektów użyteczności publicznej jak również z punktu naukowego. Starzenie się społeczeństwa, rosnąca liczba osób z niepełnosprawnościami oraz długotrwałymi ograniczeniami mobilności, a także zmiany regulacji prawnych w obszarze dostępności architektonicznej i bezpieczeństwa powodują, że zapewnienie bezpiecznej ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami staje się jednym z kluczowych wyzwań. Na tym tle ewakuacja wspomagana z wykorzystaniem dedykowanego sprzętu, w tym krzeseł ewakuacyjnych, stanowi obszar o dużym znaczeniu, a jednocześnie stosunkowo słabo ustandaryzowany. W rozprawie słusznie wskazano, że mimo rosnącej popularności krzeseł ewakuacyjnych, brakuje spójnych wytycznych dotyczących ich doboru, jakości, rozmieszczenia w budynkach oraz wpływu na przebieg i czas ewakuacji, jak również na bezpieczeństwo operatorów i osób ewakuowanych. Doktorant trafnie identyfikuje lukę badawczą, wynikającą z niedostatku badań empirycznych i metodycznych w tym zakresie oraz braku narzędzi wspierających zarządców obiektów w planowaniu i wdrażaniu ewakuacji wspomaganej.

Podjęta w rozprawie problematyka wykazuje wyraźnie interdyscyplinarny charakter, umiejscawia ją na styku inżynierii bezpieczeństwa, inżynierii jakości i inżynierii pożarowej, a także ergonomii oraz zarządzania infrastrukturą obiektów użyteczności publicznej. Badania autora obejmują z jednej strony spełnienie wymagań formalno-prawnych, z drugiej praktyczne aspekty organizacji procesu ewakuacji wspomaganej, w tym optymalizację czasu, zapewnienie bezpieczeństwa oraz racjonalizację kosztów eksploatacji sprzętu. Tak zdefiniowany zakres badań wpisuje się w aktualne trendy naukowe, posiadając jednocześnie istotny walor aplikacyjny dla służb ratowniczych, projektantów oraz zarządców nieruchomości.

Sformułowany w pracy problem badawczy, odnoszący się do sposobu oceny jakości krzeseł ewakuacyjnych i ich wpływu na przebieg ewakuacji wspomaganej, został przedstawiony jasno i logicznie, a jego uzasadnienie oparto na krytycznej analizie literatury, przepisów oraz praktyki funkcjonowania obiektów. W mojej ocenie temat rozprawy został dobrany trafnie, ma wysoką rangę społeczną i praktyczną, a jego realizacja przyczynia się do uzupełnienia luki badawczej w zakresie metodycznego ujęcia jakości sprzętu wykorzystywanego do ewakuacji osób ze szczególnymi potrzebami. Można jedynie zauważyć, że w treści pracy zakres rozważań wykracza momentami poza same krzesła ewakuacyjne, obejmując szerzej

system ewakuacji wspomaganej i wyposażenie uzupełniające, nie zmienia to jednak faktu, iż tytuł prawidłowo podkreśla element centralny badań i pozostaje adekwatny do głównego celu dysertacji.

2. Ocena formalnej strony pracy

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. poż. Krzysztofa Zająca ma objętość 229 stron. Na wstępie zamieszczono spis treści, streszczenie w języku polskim oraz streszczenie w języku angielskim, następnie część zasadniczą rozprawy, zakończoną bibliografią, załącznikiem oraz spisami rysunków i tabel.

Struktura pracy jest przejrzysta i logiczna. Część merytoryczna została podzielona na pięć głównych rozdziałów:

- Rozdział 1, stanowi wprowadzenie, w którym Autor określa cel i przedmiot badań, formułuje problem badawczy oraz omawia metodykę realizacji rozprawy.
- Rozdział 2, zawiera przegląd literatury i stanu techniki w obszarze jakości krzeseł ewakuacyjnych.
- Rozdział 3, został poświęcony badaniom własnym czynników jakościowych, opisujących przydatność sprzętu w ewakuacji osób z niepełnosprawnościami.
- Rozdział 4, prezentuje autorską metodykę badawczą służącą ocenie jakości krzeseł ewakuacyjnych.
- Rozdział 5, obejmuje podsumowanie wyników oraz nakreśla kierunki dalszych prac badawczych.

Uzupełnieniem rozprawy jest bibliografia, załącznik z wizualizacją symulacji oraz spisy tabel i rysunków.

W pracy zamieszczono 62 rysunki oraz 10 tabel, które w istotny sposób wspierają narrację, ułatwiają śledzenie przebiegu badań oraz prezentację wyników.

Bibliografia obejmuje 200 pozycji, obejmujących zarówno publikacje naukowe, dokumenty normatywne, jak i specjalistyczne opracowania branżowe, co świadczy o dużej staranności Autora w dokumentowaniu podstaw teoretycznych i aplikacyjnych prowadzonych badań. Zapisy bibliograficzne są zasadniczo poprawne i spójne, a powiązanie cytowań w tekście z wykazem literatury nie budzi zastrzeżeń.

Język rozprawy jest poprawny, a styl komunikatywny i adekwatny do charakteru pracy doktorskiej. Terminologia specjalistyczna z zakresu inżynierii bezpieczeństwa, zarządzania jakością i techniki pożarniczej została zastosowana w sposób

konsekwentny i zgodny z obowiązującymi standardami. Pojedyncze uchybienia redakcyjne, drobne literówki czy miejscami zbyt rozbudowane zdania nie wpływają na ogólną czytelność tekstu i odbiór całości rozprawy. Całość pracy oceniam pod względem formalnym jako opracowanie przygotowane starannie, z zachowaniem zasad poprawnego warsztatu edytorskiego.

3. Metodyka badań

Metodyka badań przyjęta w rozprawie Pana mgr inż. poź. Krzysztofa Zająca ma charakter wieloetapowy i dobrze koresponduje z przyjętym celem głównym, problemem badawczym oraz zestawem pytań badawczych. Autor konsekwentnie łączy metody analizy teoretycznej, badań empirycznych oraz symulacji komputerowych, a uzyskane wyniki wykorzystuje do opracowania autorskiej metodyki oceny jakości krzeseł ewakuacyjnych i jej praktycznej weryfikacji.

W pierwszym etapie przeprowadzono rozbudowaną analizę bibliometryczną oraz przegląd norm technicznych i wytycznych branżowych dotyczących ewakuacji wspomaganej, sprzętu transportowego i ewakuacyjnego. Wykorzystanie baz typu Scopus, Web of Science czy Google Scholar oraz odniesienie do aktualnych regulacji prawnych pozwoliło na identyfikację luki, sformułowanie problemu badawczego oraz zestawu pytań badawczych głównych i pomocniczych. Istotnym elementem tego etapu były także konsultacje eksperckie z przedstawicielami różnych grup interesariuszy (m.in. ekspertów ds. dostępności, ratowników, zarządców obiektów), co zwiększa osadzenie badań w realiach praktyki inżynierskiej.

Drugi etap obejmuje zasadniczą część badań własnych nad czynnikami jakościowymi krzeseł ewakuacyjnych. Autor zastosował zestaw komplementarnych metod badawczych:

- analizę bibliometryczną i normatywną służącą identyfikacji już zdefiniowanych w normach parametrów (dopuszczalne obciążenie, wytrzymałość, masa, podstawowe rozwiązania konstrukcyjne),
- obserwację, obejmującą analizę rzeczywistego użytkowania krzeseł ewakuacyjnych (materiały udostępniane przez producentów i użytkowników, zachowania operatorów i osób ewakuowanych),
- ankietę ekspercką, nakierowaną na weryfikację i doprecyzowanie nowo proponowanych czynników jakościowych z perspektywy praktyków reprezentujących różne role w systemie ewakuacji,

- eksperyment z udziałem osób pełniących role zarówno operatorów, jak i użytkowników sprzętu, realizowany na przygotowanym stanowisku badawczym oraz rzeczywistych klatkach schodowych (w obiekcie produkcyjnym i biurowym),
- testy jakościowe i funkcjonalne pozwalające przełożyć zidentyfikowane czynniki jakościowe na mierzalne parametry i wartości graniczne,
- wywiady poeksperymentalne służące uchwyceniu subiektywnych odczuć operatorów i użytkowników, w tym komfortu, odczuwanego bezpieczeństwa oraz ergonomii obsługi,
- symulacje komputerowe umożliwiające przeprowadzenie scenariuszy ewakuacji, których nie da się zrealizować w warunkach rzeczywistych ze względu na skalę czy organizację, z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania do modelowania ruchu osób.

Autor nie ograniczył się do prostego zestawienia metod, lecz zaprojektował kompleksowe, ośmioetapowe postępowanie badawcze. Poszczególne fazy procesu, od identyfikacji luki badawczej, poprzez dobór instrumentarium i realizację badań, aż po syntezę wyników, tworzą logiczną i spójną sekwencję, prowadzącą ostatecznie do opracowania metodyki oceny jakości krzeseł ewakuacyjnych.

Istotnym elementem metodyki jest także część poświęcona badaniom i analizie szybkości ewakuacji, w tym testom w rzeczywistym budynku oraz symulacjom komputerowym opartym na wytycznych z zakresu inżynierii bezpieczeństwa pożarowego. Skoncentrowanie się na czasie ewakuacji jako jednej z kluczowych wielkości decyzyjnych w połączeniu z oceną jakości sprzętu i kosztów wdrożenia systemu ewakuacji wspomaganey należy uznać za rozwiązanie trafne i zgodne z aktualnymi trendami w inżynierii bezpieczeństwa.

W końcowym etapie badań przeprowadzono analizę i triangulację danych pochodzących z różnych źródeł (analiza bibliometryczna, badania ankietowe, eksperymenty, testy funkcjonalne, symulacje komputerowe), co pozwoliło na zdefiniowanie najbardziej istotnych czynników jakościowych i ich parametrów. Uzyskane wyniki Autor osadził w metodologii design science, doprowadzając do opracowania autorskiej metodyki oceny jakości krzeseł ewakuacyjnych oraz jej pilotażowego zastosowania w praktyce przedsiębiorstwa zajmującego się wdrażaniem systemów ewakuacji wspomaganey.

Dobór i sposób zastosowania metod badawczych należy ocenić pozytywnie. Metodyka jest wieloaspektowa, łączy podejście ilościowe i jakościowe, a także wyraźnie dąży do praktycznej weryfikacji proponowanych rozwiązań. Na uwagę zasługuje również konsekwentne odwoływanie się do norm i standardów branżowych oraz uwzględnienie perspektywy różnych grup użytkowników.

4. Wnioski

Praca doktorska Pana mgr inż. poz. Krzysztofa Zająca stanowi dojrzałe, spójne i wartościowe opracowanie naukowe o wyraźnie aplikacyjnym charakterze. Autor w sposób konsekwentny rozwiązuje zidentyfikowany problem badawczy, łącząc perspektywę inżynierii bezpieczeństwa, zarządzania procesem ewakuacji oraz nauk o zarządzaniu i jakości, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów organizacyjnych i kosztowych wdrażania ewakuacji wspomagananej w obiektach użyteczności publicznej.

Zarówno cel główny, jak i cele szczegółowe pracy zostały w pełni zrealizowane. Autor rozwiązał postawiony problem badawczy, obejmujący identyfikację i ocenę czynników jakościowych wpływających na bezpieczeństwo, komfort oraz skuteczność użytkowania krzeseł ewakuacyjnych. Osiągnięcie to było możliwe dzięki opracowaniu autorskiej metodyki badawczej oraz jej pomyślnej weryfikacji w toku badań eksperymentalnych i symulacyjnych.

Rozprawa wypełnia lukę w obszarze organizacji i zarządzania ewakuacją wspomaganą osób o ograniczonej mobilności, porządkując i rozwijając zestaw czynników jakościowych odnoszących się zarówno do samego wyrobu (krzesła ewakuacyjnego), jak i do procesu ewakuacji oraz zarządzania budynkiem użyteczności publicznej.

Za oryginalny wkład Doktoranta w rozwój dyscypliny Nauki o zarządzaniu i jakości uznają:

- Opracowanie autorskiej, wieloetapowej metodyki oceny jakości krzeseł ewakuacyjnych, integrującej perspektywę użytkownika, operatora, producenta, jednostek oceniających oraz zarządcy budynku, z wykorzystaniem badań eksperymentalnych w skali rzeczywistej i symulacji komputerowych procesu ewakuacji w programie Pathfinder.
- Zdefiniowanie i empiryczne zweryfikowanie nowych czynników jakościowych krzeseł ewakuacyjnych, w tym w szczególności czynnika „funkcjonalność

ewakuacyjna”, uzupełnionego o takie parametry, jak maksymalny zasięg zjazdu, trwałość eksploatacyjna, nieinwazyjność środowiskowa oraz wpływ na całkowity czas ewakuacji wszystkich osób z budynku.

Za oryginalny wkład wdrożeniowy Doktoranta uznają:

- Opracowanie i wdrożenie w przedsiębiorstwie EnSafe kompleksowej procedury badań krzeseł ewakuacyjnych (w tym innowacyjnej metody badania pasów jezdnych), które umożliwiły zwiększenie trwałości układu jezdnego do rzędu 300-500 kondygnacji, a także powiązanie wyników z wymaganiami systemów zarządzania jakością ISO 9001 oraz ISO 13485.
- Zaproponowanie podejścia umożliwiającego powiązanie decyzji o rozmieszczeniu i doborze liczby krzeseł/materacy ewakuacyjnych z analizą kosztów wdrożenia i utrzymania ewakuacji wspomaganej, co dostarcza zarządcom obiektów praktycznego narzędzia wspomaganie decyzji zorientowanego na jakość i efektywność ekonomiczną.

Uwagi krytyczne

Recenzowana rozprawa doktorska jest opracowaniem wartościowym i dojrzałym, jednak jak każda obszerna praca badawcza nie jest wolna od pewnych niedoskonałości. Żadna z poniższych uwag nie podważa pozytywnej oceny pracy, mają one charakter głównie dyskusyjny i doprecyzowujący.

- Opisy prób (zarówno w badaniach ankietowych, jak i eksperymentach z udziałem operatorów i osób ewakuowanych) powinien być bardziej usystematyzowany. Brakuje w kilku miejscach syntetycznego zestawienia: liczebności, podstawowych cech uczestników (np. doświadczenie, przeszkolenie, wiek, sprawność fizyczna), sposobu doboru próby oraz ewentualnych kryteriów wykluczenia. Utrudnia to ocenę reprezentatywności próby i powtarzalności badań.
- W części eksperymentalnej pojawia się szereg potencjalnych czynników zakłócających (zmęczenie operatorów, efekt uczenia się, wykonywanie kolejnych przejść z tym samym sprzętem, znajomość trasy ewakuacji, zróżnicowanie warunków otoczenia). W pracy nie zawsze jest jasno opisane, jakie procedury zastosowano, aby te efekty ograniczyć (np. losowanie

kolejności prób, przerwy regeneracyjne, standaryzacja instrukcji dla uczestników).

- Cennym elementem rozprawy są subiektywne oceny komfortu, poczucia bezpieczeństwa i ergonomii obsługi. Niewystarczająco jasno opisano jednak proces konstruowania skal (np. liczba stopni, zakotwiczenie opisowe), sposób ich walidacji oraz zasady przekształcania wyników na dalsze miary wykorzystywane w metodyce.
- W badaniach czasu ewakuacji oraz pomiarów parametrów użytkowych krzeseł przyjęto wprowadzić określone procedury, jednak kwestie niepewności pomiarowej, liczby powtórzeń prób czy analizy powtarzalności wyników zostały opisane w sposób nazbyt lakoniczny. Jest to podejście często spotykane w pracach o silnym profilu wdrożeniowym, gdzie priorytetem dla badacza staje się osiągnięcie założonego celu użytkowego.
- W badaniu opinii ekspertów przyjęto jednakową wagę ocen poszczególnych grup interesariuszy oraz ograniczono się do ogólnej interpretacji uzyskanej zgodności ocen. W pracy brakuje wyjaśnienia na ile poziom zgodności ocen jest wystarczający do budowy jednego, wspólnego rankingu czynników jakościowych.
- Symulacje komputerowe ewakuacji wykonano w jednym, reprezentatywnym modelu budynku, przy założeniach wynikających z ograniczeń programu Pathfinder (brak zwalidowanych modeli krzeseł i materacy ewakuacyjnych w bibliotece programu). W pracy zabrakło zdefiniowanych ograniczeń na możliwości generalizacji uzyskanych wyników.

Doktorant powinien przedstawić swoje stanowisko w odniesieniu do następujących zagadnień:

- Jak należałoby traktować umiarkowany poziom zgodności ocen ekspertów ($W_k=0,351$) przy budowie ostatecznego modelu ważenia czynników jakościowych? Czy rozważał Pan różnicowanie wag poszczególnych grup interesariuszy (operatorzy, ratownicy, producenci, zarządcy), a jeśli nie z czego wynika taka decyzja?
- W jaki sposób w praktyce zarządczej rekomenduje Pan łączyć nowo zdefiniowany czynnik „funkcjonalność ewakuacyjna” z innymi wymiarami

jakości (bezpieczeństwo, trwałość eksploatacyjna, nieinwazyjność środowiskowa, koszty życia wyrobu), tak aby stworzyć zintegrowany wskaźnik wspomagający decyzje o doborze i rozmieszczeniu sprzętu ewakuacyjnego w budynku?

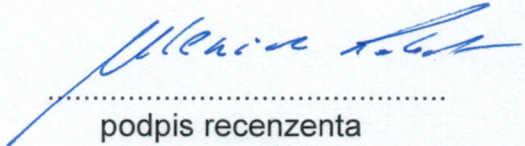
- Jakie są główne ograniczenia w przenoszeniu wyników badań eksperymentalnych i symulacyjnych, zrealizowanych dla konkretnego układu schodów, liczby osób ewakuowanych i wybranych modeli krzeseł/materacy, na inne typy budynków (np. wysokie obiekty mieszkaniowe, szpitale, obiekty o złożonej siatce komunikacyjnej)? W jaki sposób należałoby adaptować proponowaną metodykę do takich warunków?
- Czy i w jakim zakresie przedstawiona metodyka mogłaby stać się podstawą doprecyzowania wymagań normatywnych (np. PN-EN 17210, PN-EN 1865, MDR) w obszarze ewakuacji wspomaganej, w szczególności w zakresie: badań trwałości pasów jezdnych, wymagań dotyczących maksymalnego zasięgu zjazdu oraz uwzględnienia kosztów cyklu życia sprzętu?

5. Konkluzja końcowa

Ja, niżej podpisany stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. poż. Krzysztof Zając spełnia warunki określone w Art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (tekst jednolity Dz.U. z 2017 r. poz. 1789) i **wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości Politechniki Poznańskiej o dopuszczenie mgr inż. poż. Krzysztof Zając do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk społecznych w dyscyplinie Nauki o Zarządzaniu i Jakości.** Jednocześnie, uwzględniając rzetelność zaprojektowanego i zrealizowanego postępowania badawczego oraz oryginalność problemu naukowego, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. poż. Krzysztofa Zająca.

10.12.2025

.....
data sporządzenia recenzji


.....
podpis recenzenta

