



dr hab. inż. Michał Bembenek, prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Systemów Wytwarzania

Kraków, 10 stycznia 2025r.

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Piotra Kaczmarzyka
pt. „Badania i modelowanie procesów techniczno-użytkowych mobilnych
wentylatorów nadciśnieniowych wykorzystywanych w akcjach ratunkowo-gaśniczych na
potrzeby jednostek ochrony przeciwpożarowej”**

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą wykonania recenzji jest pismo o sygnaturze DIM.075.293.2024 skierowane od dr. hab. inż. Bartosza Gapińskiego, prof. PP – Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej z dnia 4.12.2024r. oraz następujące dokumenty:

- 1) autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych,
- 2) kopie cyklu publikacji pt. „Badania i modelowanie procesów techniczno-użytkowych mobilnych wentylatorów nadciśnieniowych wykorzystywanych w akcjach ratunkowo-gaśniczych na potrzeby jednostek ochrony przeciwpożarowej”, wskazanego jako osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o stopień naukowy doktora oraz kopie oświadczeń współautorów prac.

Postępowanie prowadzone jest zgodnie z Ustawą „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742).

2. Ogólne informacje o Kandydacie

Mgr inż. Piotr Kaczmarczyk jest absolwentem Akademii Pożarniczej (dawniej Szkoły Głównej Służby Pożarniczej), gdzie w 2015 r. na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego ukończył studia na kierunku Inżynieria Bezpieczeństwo Pożarowego uzyskując stopień zawodowy inżyniera a następnie w 2017 roku na tym samym kierunku tytuł zawodowy magistra. W roku 2015 ukończył studia podyplomowe w Wyższej Szkole Biznesu i Nauk o Zdrowiu, natomiast w 2020 na Politechnice Warszawskiej, na Wydziale Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, kierunek: Systemy oddymiania budynków – wentylacja pożarowa. Od 2015 r. jest zatrudniony w Centrum Naukowo Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy w Zespole Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości, obecnie na stanowisku głównego specjalisty badawczo-technicznego. W latach 2017 – 2023 odbył liczne branżowe kursy doszkalające. W obszarze jego zainteresowań naukowych znajdują się m.in. badania parametrów techniczno-użytkowych urządzeń stosowanych w ochronie przeciwpożarowej, analizy numeryczne oceny skuteczności działania urządzeń oddymiających i zapobiegających zadymieniu, badania ogniowe materiałów budowlanych, w tym materiałów wyposażenia wnętrz i kabli a także ścian elewacyjnych i dachów oraz badania parametrów wybuchowości gazów, pyłów i par cieczy.

3. Celowość podjęcia tematu

Rozprawa doktorska mgr inż. Piotra Kaczmarczyka podejmuje tematykę o istotnym znaczeniu praktycznym i naukowym. Wentylatory mobilne są kluczowym elementem wyposażenia jednostek ochrony przeciwpożarowej, a ich właściwości techniczno-użytkowe mają bezpośredni wpływ na skuteczność akcji ratunkowo-gaśniczych. Autor przeprowadził kompleksowe badania eksperymentalne i symulacje numeryczne, aby zaproponować innowacyjne metody oceny efektywności tych urządzeń.

Biorąc pod uwagę fakt, że wykonane w ramach rozprawy doktorskiej badania pozwoliły na określenie krytycznych parametrów od których zależy skuteczność stosowania wentylatorów w trakcie działań ratowniczych i na wykrycie zjawisk przepływowych negatywnie wpływających na proces wentylacji prezentowane zagadnienie według recenzenta jest tematem aktualnym, potrzebnym do rozwiązania oraz podjętym właściwie.

4. Charakterystyka i ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Kandydat jako osiągnięcie, wynikające z artykułu 219. ustęp 1. ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742) wskazał cykl 14 publikacji, które tworzą powiązany tematycznie ciąg prac składających się na osiągnięcie naukowe zdefiniowane jako: *Badania i modelowanie procesów techniczno-użytkowych mobilnych wentylatorów nadciśnieniowych wykorzystywanych w akcjach ratunkowo-gaśniczych na potrzeby jednostek ochrony przeciwpożarowej*. Sumaryczny Impact Factor dla publikacji wpisanych w obszar osiągnięcia wynosi 25,4, natomiast liczba punktów MNiSW wynosi 1070 pkt, i w odniesieniu do udziałów autora jest równa 499 pkt. Na dzień składania rozprawy artykuł [A14] został zgłoszony do czasopisma Scientific Reports wydawnictwa Springer Nature i posiadał status „w recenzji”. Dla tego artykułu nie określono udziału procentowego wkładu autorów w powstanie artykułu.

4.2. Wykaz publikacji naukowych wchodzących w skład osiągnięcia naukowego

- [A1] Kaczmarzyk, P., Klapsa, W., Janik, P., & Krawiec, P. (2021). Identification and evaluation of technical and operational parameters of mobile positive pressure ventilation fans used during rescue operations. *Safety and Fire Technology*, 58(2). Punktacja MNiSW 40 pkt, *udział procentowy 25%*.
- [A2] Kaczmarzyk, P., Janik, P., Klapsa, W., & Bugaj, G. (2022). Possibilities of using mobile fans and the parameters conditioning the effectiveness of tactical mechanical ventilation. *Safety & Fire Technology*, 59(1), 58-82. Punktacja MNiSW 40 pkt., *udział procentowy 30%*.
- [A3] Kaczmarzyk, P., Warguła, Ł., Janik, P., & Krawiec, P. (2022). Influence of measurement methodologies for the volumetric air flow rate of mobile positive pressure fans on drive unit performance. *Energies*, 15(11), 3953. Punktacja MNiSW 140 pkt., IF: 3,0, *udział procentowy 40%*.
- [A4] Kaczmarzyk, P., Małozieć, D., Warguła, Ł., & Krawiec, P. (2022). Comparative Analysis of Tests under Real Conditions and CFD Model for Selected Operation Parameters of a Mobile Fan Used by Fire Protection Units. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 357, p. 02011). EDP Sciences. Punktacja MNiSW 5 pkt, *udział procentowy 55%*.

- [A5] Kaczmarzyk, P., Janik, P., Krawiec, P., Klapsa, W., & Noske, R. (2022). Measurement of air stream velocity profiles, generated by fire protection units mobile fans. *J. Int. Sci. Publ. Ecol. Saf*, 16, 42-50. Punktacja MNiSW: 5 pkt., *udział procentowy 45%*.
- [A6] Warguła, Ł., & Kaczmarzyk, P. (2022). Legal regulations of restrictions of air pollution made by mobile positive pressure fans—the case study for Europe: A review. *Energies*, 15(20), 7672. Punktacja MNiSW 140 pkt., IF: 3,0, *udział procentowy 50%*.
- [A7] Kaczmarzyk, P., Noske, R., Janik, P., & Krawiec, P. (2022). Experimental Study of Flow Characteristics of Mobile Fans under Real Operating Conditions (Case Study). *Safety & Fire Technology*, 60. Punktacja MNiSW 40 pkt., *udział procentowy 50%*.
- [A8] Warguła, Ł., Kaczmarzyk, P., Lijewski, P., Fuć, P., Markiewicz, F., Małozieć, D., & Wieczorek, B. (2023). Effect of the volumetric flow rate measurement methodology of positive pressure ventilators on the parameters of the drive unit. *Energies*, 16(11), 4515.. Punktacja MNiSW 140 pkt, IF: 3,0, *udział procentowy 25%*.
- [A9] Kaczmarzyk, P., Janik, P., Małozieć, D., Klapsa, W., & Warguła, Ł. (2023). Experimental studies of the impact of the geometric dimensions of the outlet opening on the effectiveness of positive pressure ventilation in a multi-storey building—flow characteristics. *Applied Sciences*, 13(9), 5714. Punktacja MNiSW 100 pkt., IF: 2,5, *udział procentowy 50%*.
- [A10] Kaczmarzyk, P., Warguła, Ł., Krawiec, P., Janik, P., Noske, R., & Klapsa, W. (2023). Influence of the positive pressure ventilator setting distance in front of the doorway on the effectiveness of tactical mechanical ventilation in a multistory building. *Applied Sciences*, 13(9), 5536. Punktacja MNiSW 100 pkt., IF: 2,5, *udział procentowy 45%*.
- [A11] Kaczmarzyk, P., Warguła, Ł., & Janik, P. (2023). Experimental studies of the influence of mobile fan positioning parameters on the ability to transport the air stream into the door opening. *Scientific Reports*, 13(1), 14976 Punktacja MNiSW 140 pkt., IF: 3,8, *udział procentowy 50%*.
- [A12] Kaczmarzyk, P., Warguła, Ł., Janik, P., Krawiec, P., Bąk, D., & Klapsa, W. (2024). Problems of operation of positive pressure ventilators on the basis of surveys of Polish officers of the State Fire Service. *Scientific Reports*, 14(1), 10795. Punktacja MNiSW: 140 pkt., IF: 3,8, *udział procentowy 45%*.
- [A13] Kaczmarzyk, P., Małozieć, D., Burdzy, T., Ziegler, B., Krawiec, P., Dziechciarz, A., & Warguła, Ł. (2024). Analysis of the air stream flow parameters generated by the positive

pressure ventilator—Full scale experiment and CFD simulation. Scientific Reports, 14(1), 6852. Punktacja MNiSW 140 pkt., IF: 3,8, *udział procentowy 45%*.

- [A14] Kaczmarzyk, P., Noske, R., Bąk, D., Krawiec, P., Ziegler, B., & Warguła, Ł. (2024). Positive pressure ventilator of a conventional type working in sets—analysis of the effectiveness of positioning methods. Na dzień składania rozprawy artykuł miał status „w recenzji”. Scientific Reports, wydawnictwa Springer Nature (140 pkt MNiSW, IF 3,8). nie określono udziału procentowego.

4.3. Ocena osiągnięcia naukowego

W ramach pracy autor zaprojektował i skonstruował stanowiska badawcze zgodne z międzynarodowymi normami, w tym:

- A. tunel aerodynamiczny według standardu ANSI/AMCA 240-22,
- B. stanowisko do badań profili prędkości w wolnym przepływie,
- C. poligon badawczy umożliwiający testy w wielokondygnacyjnych obiektach budowlanych.

Metodologia badań jest dobrze uzasadniona i oparta na solidnych podstawach naukowych. W pracy zastosowano zaawansowane techniki symulacji numerycznych CFD (program FDS w wersji 6.7.9) oraz testy eksperymentalne zgodne z wymaganiami norm PN-EN ISO 5801 i ANSI/AMCA 240-22. Wykorzystanie tych metod pozwoliło na dokładną analizę przepływu powietrza oraz ocenę efektywności badanych wentylatorów w różnych warunkach.

Autor przeprowadził analizę porównawczą metod badawczych stosowanych w ocenie parametrów przepływu. Wyniki wskazują na różnice w wynikach uzyskiwanych metodami A, B i C oraz ich praktyczne ograniczenia. Praca zawiera badania nad ustawieniami wentylatorów pracujących w tandemie. Autor wskazał optymalne konfiguracje, które mogą znacząco zwiększyć efektywność oddymiania w dużych kubaturach. Na podstawie badań wśród funkcjonariuszy Państwowej Straży Pożarnej autor zidentyfikował kluczowe oczekiwania dotyczące rozwoju wentylatorów, takie jak redukcja hałasu, zmniejszenie masy urządzeń oraz zwiększenie ich efektywności przepływu.

Do najważniejszych osiągnięć Kandydata można zaliczyć opracowanie hybrydowej metody oceny parametrów przepływu łączącą eksperymenty w małej skali oraz symulacje CFD. Metoda ta umożliwia walidację parametrów przepływu dla trzech skalowanych metod badawczych (PN-

EN ISO 5801, badanie charakterystyk w wolnym przepływie oraz testy w rzeczywistych warunkach) oraz wyeliminowanie konieczności budowy kosztownej aparatury badawczej przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej dokładności wyników.

W zakresie badań emisji spalin praca zawiera szczegółową analizę dotyczącą wpływu warunków pracy jednostek napędowych na emisję szkodliwych składników spalin i zużycie paliwa. Do kluczowych osiągnięć i wniosków z tego obszaru należy m.in. porównanie emisji CO₂, CO, HC (węglowodorów niespalonych) oraz NO_x dla różnych typów wentylatorów (konwencjonalnych i turbo) oraz metod badawczych (A - kanał rurowy, B i C - wolny przepływ) - wyniki wykazały różnice wynikające z zastosowania konkretnej metody badawczej. Badania wpływu rodzaju wentylatora i metody badawczej wykazały, że wentylatory typu turbo w warunkach metody A charakteryzowały się większym zużyciem paliwa (do 9,8%) i znaczącymi różnicami w emisji spalin: wzrost emisji CO o 67% oraz HC o 93,2%, redukcja emisji NO_x o 37%. Wentylatory konwencjonalne wykazywały mniejsze zmiany w emisjach, co może świadczyć o stabilniejszej pracy jednostek napędowych. Istotnym osiągnięciem jest wykorzystanie systemu PEMS do analizy w czasie rzeczywistym oraz stacjonarne analizatory CAPELEC CAP 3201 i Axion R/S+, co umożliwiło otrzymanie większej dokładności pomiarowej i dokładną ocenę emisji dla różnych scenariuszy pracy. Zauważono zaburzenia mieszanki paliwowo-powietrznej. Niektóre konfiguracje (szczególnie metoda A) powodowały wzbogacenie mieszanki paliwowo-powietrznej, co prowadziło do zwiększenia emisji CO i HC oraz zmniejszenia wydajności jednostki napędowej. Autor wskazał na konieczność rozszerzenia badań na większą grupę jednostek napędowych oraz zróżnicowanie warunków pracy, aby lepiej odwzorować rzeczywiste środowiska eksploatacyjne. Przeprowadzone analizy emisji spalin stanowią istotny wkład w ocenę ekologiczności urządzeń mobilnych i ich wpływu na środowisko. Sugestie dotyczące poprawy metod sterowania mieszanką paliwowo-powietrzną oraz zoptymalizowania zużycia paliwa mają również potencjał aplikacyjny dla producentów sprzętu i jednostek ratowniczych.

4.4. Wkład w rozwój dyscypliny naukowej

Rozprawa mgr inż. Piotra Kaczmarzyka wnosi istotny wkład w rozwój inżynierii mechanicznej, zwłaszcza w obszarze ochrony przeciwpożarowej. Najważniejsze aspekty to:

- Opracowanie nowej metody hybrydowej do oceny parametrów przepływu wentylatorów, która może znaleźć zastosowanie zarówno w badaniach naukowych, jak i w praktyce przemysłowej.
- Kompleksowa analiza metod badawczych efektywności wentylatorów, uwzględniająca ich wady i zalety.
- Wyznaczanie efektywności badanych wentylatorów w zależności od ich pozycjonowania na podstawie pomiarów objętościowego natężeniu przepływu i ciśnienia w rzeczywistym obiekcie budowlanym.
- Wskazanie kierunków rozwoju wentylatorów mobilnych w odpowiedzi na potrzeby użytkowników.

5. Uwagi krytyczne

- Brak uwzględnienia wpływu temperatury wywołanej pożarem na ruch powietrza. Choć praca skupia się na badaniu wydajności przepływu powietrza w wybranych metodach, brak uwzględnienia temperatury wewnątrz budynku wywołanej pożarem może wprowadzać istotne różnice między wynikami uzyskanymi w laboratorium a rzeczywistymi warunkami działania. Warto wskazać w pracy potencjalny wpływ temperatury na przepływ powietrza oraz uwzględnić to jako jedno z ograniczeń badania. Należałoby więc przeprowadzić analizę, jakie dalsze badania byłyby konieczne do rozwinięcia tego aspektu w kontekście rzeczywistych działań ratowniczych.
- Brak analizy symulacyjnej dla położenia wirnika wentylatora pod kątem w kierunku płaszczyzny otworu wlotowego. W badaniach uwzględniono jedynie równoległe ustawienie wentylatora do podłoża, co ogranicza możliwość oceny pełnego zakresu efektywności urządzeń w różnych warunkach. W rzeczywistości ustawienie wirnika pod kątem może znacząco wpływać na efektywność przepływu powietrza, szczególnie w warunkach, gdzie przestrzeń wymusza niestandardowe pozycjonowanie wentylatora. Należałoby omówić ten brak jako ograniczenie badawcze. Można także wskazać, że analizy metodą FEM lub dalsze symulacje CFD dla różnych kątów położenia wirnika byłyby wartościowym uzupełnieniem pracy.

- W autoreferacie kandydat powołuje się na nieaktualną wersję ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017 r. poz. 1789) z dnia 14 marca 2003 r.

6. Wniosek końcowy

Usterki wymienione w powyższej recenzji nie obniżają w istotny sposób poziomu rozprawy. Jej pozytywne aspekty i znaczące w tym zakresie osiągnięcia Doktoranta pozwalają na stwierdzenie, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgra inż. Piotra Kaczmarzyka pod tytułem „Badania i modelowanie procesów techniczno-użytkowych mobilnych wentylatorów nadciśnieniowych wykorzystywanych w akcjach ratunkowo-gaśniczych na potrzeby jednostek ochrony przeciwpożarowej” prezentuje wymaganą ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata w dyscyplinie „Inżynieria mechaniczna” oraz dowodzi umiejętności prowadzenia pracy naukowej. Przedmiotem rozprawy doktorskiej mgra inż. Piotra Kaczmarzyka jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego a przedstawione w pracy wyniki mają duże znaczenie dla poprawy skuteczności działań ratowniczo-gaśniczych oraz rozwoju technologii wentylatorów mobilnych, co spełnia wymagania formalne określone w ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.) przez co uzasadnia nadanie Kandydatowi stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Wnoszę więc o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

Ponadto biorąc pod uwagę:

- syntetyczne i bardzo wieloaspektowe rozwiązanie złożonego problemu szczególnie w odniesieniu do współczesnego stanu techniki,
- użytkowy charakter badań zakończony przez Doktoranta zbudowaniem i wdrożeniem stanowiska do przemysłowego badania wentylatorów,
- obszerne i staranne przygotowanie rozprawy doktorskiej,

wnioskuję o wyróżnienie rozprawy „Badania i modelowanie procesów techniczno-użytkowych mobilnych wentylatorów nadciśnieniowych wykorzystywanych w akcjach ratunkowo-gaśniczych na potrzeby jednostek ochrony przeciwpożarowej” w przypadku spełnienia przez mgra inż. Piotra

Kaczmarzyka kryteriów formalnych zawartych w „Regulaminie wyróżnień rozpraw doktorskich prowadzonych na wydziale Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej”.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Michał Roman", is positioned in the upper right area of the page.

