



Wydział
Mechaniczny

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA

dr hab. inż. Dariusz Szpica, prof. PB
Wydział Mechaniczny
Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45C, 15-351 Białystok
email: d.szpica@pb.edu.pl

Białystok 30.01.2025 r.

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 formalna opracowania recenzji

Recenzję wykonano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej dr. hab. inż. Bartosza Gapińskiego, prof. PP, zgodnie z pismem nr DIM.075.293. 2024 z dnia 4.12.2024 r.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji była rozprawa doktorska mgr. inż. Piotra Kaczmarzyka pt.: „Badania i modelowanie procesów techniczno-użytkowych mobilnych wentylatorów nadciśnieniowych wykorzystywanych w akcjach ratunkowo-gaśniczych na potrzeby jednostek ochrony przeciwpożarowej” napisana pod kierunkiem promotora prof. dr. hab. inż. Piotra Krawca, oraz promotora pomocniczego st. bryg. dr. inż. Pawła Janika. Na rozprawę doktorską składał się cykl 14 powiązanych tematycznie artykułów naukowych, który został przedstawiony w rozprawie w postaci opisowej oraz jako pełne teksty w załączniku.

3. Struktura rozprawy doktorskiej

Rozprawę doktorską zawarto na 121 stronach. Na całość składała się część początkowa w postaci 10 stron zawierających stronę tytułową, spis treści, dane osobowe Doktoranta, posiadane doświadczenie zawodowe, zatrudnienie, tytuł rozprawy wraz zestawieniem publikacji wchodzących w jej skład, wskazaniem udziału Doktoranta w tych publikacjach, streszczenie w języku polskim i angielskim. Na część zasadniczą składało się 11 rozdziałów (108 stron). Dodatkowo przedstawiono pozostałe osiągnięcia Doktoranta (2 str.) oraz zestawiono tabelarycznie wszystkie osiągnięcia naukowo-badawcze (1 str.). Do rozprawy dołączono certyfikaty i zaświadczenia (Załącznik 1), pełne teksty publikacji wchodzących w skład rozprawy wraz z oświadczeniami współautorów (Załącznik 2) oraz dane naukometyczne (Załącznik 3). Treść zasadniczej części rozprawy doktorskiej bazował na cyklu 14 publikacji:

- [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). (40 pkt. MNiSW, IF=0);
- [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. (40 pkt. MNiSW, IF=0);

- [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. (140 pkt. MNiSW, IF=3,0);
- [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. (5 pkt. MNiSW, IF=0);
- [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. (5 pkt. MNiSW, IF=0);
- [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. (140 pkt. MNiSW, IF=3,0);
- [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. (40 pkt. MNiSW, IF=0);
- [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. (140 pkt. MNiSW, IF=3,0);
- [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. (100 pkt. MNiSW, IF=2,5);
- [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. (100 pkt. MNiSW, IF=2,5);
- [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. (140 pkt. MNiSW, IF=3,8);
- [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. (140 pkt. MNiSW, IF=3,8)
- [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. (140 pkt. MNiSW, IF=3,8)
- [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. (w trakcie recenzowania).

W dalszej części recenzji publikacje będą wskazywane zgodnie z przyjętą numeracją. W części zasadniczej, na początku, w Rozdziale 5. [A1, A2, A12] dokonano wprowadzenia w tematykę rozprawy oraz uzasadniono jej podjęcie. Rozdział 6. wskazuje cel i zadania badawcze. Metodologia badań i modelowania wykorzystywana w realizacji zadań badawczych zostały ujęte w Rozdziale 7. [A3, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11]. Rozdział 8. [A1, A3, A8] porównuje metody badawcze wskazując ich ograniczenia. Hybrydową metodę oceny parametrów przepływu w badaniach eksperymentalnych ujęto w Rozdziale 9. [A13]. Rozdział 10. [A4, A13]

przedstawia symulacje metod badawczych pomiaru parametrów przepływu z użyciem numerycznej mechaniki płynów (CDF). Walidację modeli numerycznych przeprowadzono w Rozdziale 11. Rozdział 12. rozpatruje propozycje rozwoju metod badawczych – testy wentylatorów pracujących w zespole przy różnych ustawieniach. Podsumowania rozprawy doktorskiej dokonano w Rozdziale 13., zaś w Rozdziale 14. zestawiono literaturę (59 pozycji). Rozdział 15. w sposób syntetyczny ujmuje wkład rozprawy w rozwój dyscypliny naukowej – inżynieria mechaniczna. Wszystkie opracowania ze wskazanego cyklu 14 publikacji znalazły swoje odniesienie w zasadniczej części rozprawy doktorskiej.

4. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

4.1. Temat rozprawy

Ocena funkcjonalna środków wspomagających jednostki ochrony przeciwpożarowej podczas działań ratunkowo-gaśniczych jest tematem aktualnym. Każde działanie mające na celu poprawę efektywności działań związanych z ochroną ludzi, zwierząt czy mienia należy uznać za istotne. Analizy metod i rozwiązań technicznych w tym obszarze stanowią aktualne i znaczące pole badawcze. Użyte stanowiska o różnym stopniu skomplikowania i odwzorowania rzeczywistych obiektów dają możliwość odniesienia się do normatywnych oraz nienormatywnych parametrów funkcjonalnych. Wyniki badań eksperymentalnych i obliczeń numerycznych oraz analiz, które Doktorant zaproponował w tym obszarze, wypełniają występującą lukę badawczą związaną z oceną parametrów przepływu wytwarzanych przez wentylatory mobilne w odniesieniu do ochrony pożarowej.

W mojej ocenie, temat rozprawy sformułowany jako „Badania i modelowanie procesów techniczno-użytkowych mobilnych wentylatorów nadciśnieniowych wykorzystywanych w akcjach ratunkowo-gaśniczych na potrzeby jednostek ochrony przeciwpożarowej” jest poprawny. Poza walorami naukowymi ma również potencjał wdrożeniowy.

4.2. Cele badawcze

Jako główny cel rozprawy Doktorant wskazał opracowanie hybrydowej metody pomiaru parametrów przepływu wytwarzanego przez wentylatory mobilne (połączenie badań w małej skali i symulacji CFD), umożliwiającej ich ocenę z użyciem trzech pełnoskalowych metod badawczych:

- badanie zgodnie z wymaganiami PN-EN ISO 5801 (metoda A);
- badanie charakterystyk profilu prędkości w wolnym przepływie – test opracowany przez National Institute of Standards and Technology (metoda B);
- badania parametrów przepływu w rzeczywistym obiekcie budowlanym (metoda C).

Ponadto zostały określone dwa cele dodatkowe związane z oceną eksperymentalną efektywności wentylatorów zależnie od ich pozycjonowania i konfiguracji w różnych warunkach otoczenia.

Doktorant sformułował również cel wdrożeniowy, jakim była budowa czterech stanowisk testowych do oceny parametrów przepływu wytwarzanych przez wentylatory mobilne:

Do realizacji zamierzonego celu rozprawy sformułowano zadania badawcze:

- analiza stosowanych metod pomiaru parametrów przepływu wytwarzanego przez wentylatory mobilne wykorzystywane w akcjach ratowniczo-gaśniczych;
- badania eksperymentalne z użyciem metod stosowanych do oceny parametrów przepływu (metody A, B i C);
- porównanie stosowanych metod badawczych i ich ograniczeń;
- odwzorowanie warunków metod pomiaru parametrów przepływu w środowisku modelowania numerycznego CFD;

- opracowanie hybrydowej metody (połączenie badań w małej skali i symulacji CFD) umożliwiającej ocenę parametrów przepływu w warunkach badań A, B i C;
- walidacja modeli numerycznych CFD badań przepływu (metod A, B i C);
- propozycje rozwoju metod badawczych przez uwzględnienie badań nieznormalizowanych w zakresie oceny efektywności działania (wartości parametrów przepływu) zespołów wentylatorów oraz ich ustawień.

Uważam, że z punktu widzenia naukowego i wdrożeniowego cele pracy i zadania badawcze są zasadne i poprawnie skonstruowane. Ich realizacja wypełnia lukę badawczą, wpływając na poszerzenie wiedzy w obszarze badań i modelowania procesów techniczno-użytkowych mobilnych wentylatorów nadciśnieniowych wykorzystywanych w akcjach ratunkowo-gaśniczych na potrzeby jednostek ochrony przeciwpożarowej. Opracowane na podstawie wyników wniosków i wytyczne mają również potencjał wdrożeniowy.

1.1. Analiza poszczególnych części rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska bazuje na 14 powiązanych tematycznie artykułach naukowych, których pełne teksty zamieszczono w załączniku. Strona edycyjna i układ poszczególnych artykułów wchodzących w skład rozprawy wynikają z wytycznych redakcyjnych czasopism. Wyniki i analizy, poza [A14], który jest w trakcie recenzowania, zostały już recenzowane i opublikowane w czasopismach naukowych. Zakres tematyczny artykułów wchodzących w skład rozprawy doktorskiej mieści się w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna. Z uwagi na fakt, iż rozdziały rozprawy bazują na treściach z 14 artykułów naukowych, w dalszym opisie poszczególnych części skupię się na tychże artykułach. W toku badawczym Doktorant ocenił 4 powszechnie stosowane w Polsce i Europie wentylatory mobilne (1 z napędem elektrycznym i 3 z napędem spalinowym).

Artykuły [A1], [A2] i [A12] prezentują zagadnienia związane z użyciem mobilnych wentylatorów nadciśnieniowych wykorzystywanych w akcjach ratunkowo-gaśniczych. Stan wiedzy wykazano na podstawie 19 [A1], 23 [A2] i 88 [A12] publikacji odpowiednich dla poruszanej tematyki. Artykuł [A1] opisuje metody oceny parametrów techniczno-użytkowych przedmiotowych wentylatorów ze zwróceniem uwagi na unormowania prawne w tym zakresie. Ogólny stan wiedzy odnoszący się do możliwości użycia mobilnych wentylatorów w taktycznej wentylacji mechanicznej został zawarty w [A2]. Istotnym zagadnieniem, przedstawionym w [A12], była identyfikacja problemów związanych z użytkowaniem wentylatorów oraz oczekiwane kierunki rozwoju wskazane przez funkcjonariuszy Państwowej Straży Pożarnej w Polsce. Przeprowadzone analizy pozwoliły wskazać istotność podjętej w rozprawie doktorskiej tematyki badawczej. Co ważne, sformułowane wnioski opierały się nie tylko na analizach przepisów prawa, ale także na realnej ocenie ze strony użytkowników przedmiotowych wentylatorów. Każdy z artykułów wchodzących w skład rozprawy miał część przeglądową bazującą na doniesieniach literaturowych, a te wskazane przez Doktoranta w Rozdziale 5 rozprawy w sposób właściwy wprowadzają w tematykę badawczą i trafnie uzasadniają podjętą tematykę.

Artykuły [A6] i [A8] poruszają kwestie energetyczne, ekonomiczne i ekologiczne związane ze źródłami napędu wentylatorów mobilnych. Stan wiedzy wykazano na podstawie 63 [A6] i 32 [A8] publikacji odpowiednich dla poruszanej tematyki. W [A6] zestawiono regulacje prawne dotyczące ograniczeń zanieczyszczenia powietrza przez mobilne wentylatory nadciśnieniowe obowiązujące w Europie. Co istotne, oczekiwania użytkowników dotyczące obniżonej emisji ze spalinowych źródeł napędów wykazano jako jeden z wiodących problemów w [A12]. W [A8] przeanalizowano wpływ metodologii pomiaru parametrów przepływu wentylatorów na parametry jednostek napędowych, wykazując zróżnicowanie zapotrzebowania na moc. Przyjęte metody badawcze skutkowały też różnicami w zużyciu paliwa i emisji ocenianych składników spalin. Badania zgodnie z wymaganiami PN-EN ISO 5801 (metoda A) przed-

stawiono w [A3]. Stan wiedzy wykazano na podstawie 32 publikacji odpowiednich dla poruszanej tematyki. Badania wykazały rozbieżności w zapotrzebowaniu na moc wentylatorów o różnej konstrukcji wirnika. Zauważono również, że wentylatory te w odmienny sposób reagują na metodę badawczą, gdzie metodę PN-EN ISO 5801 odniesiono do ANSI/AMCA 240-15. Zestawienie wyników z [A1], [A3] i [A8] pozwoliło na porównanie metod badawczych A, B i C pod względem efektywności przepływowej oraz parametrów energetycznych, ekonomicznych i ekologicznych jednostek napędowych. Działanie to było bardzo istotne w kontekście oczekiwań zgłaszanych przez użytkowników w [A12].

Artykuły [A5] i [A11] skupiają się na badaniach charakterystyk profilu prędkości w wolnym przepływie (metoda B). Stan wiedzy wykazano na podstawie 9 [A5] i 30 [A11] publikacji odpowiednich dla poruszanej tematyki. Artykuł [A5] przedstawia projekt, wykonanie i możliwości badawcze stanowiska do oceny charakterystyk profilu prędkości powietrza wytwarzanego przez wentylatory mobilne. Potwierdzeniem możliwości badawczych były wyniki uzyskane dla wentylatora badanego przy różnym oddaleniu od obszaru pomiarowego oraz przy różnych kątach nachylenia wirnika. Badania na większej liczbie wentylatorów zaprezentowano w [A11]. Ocena przepływowa czterech wentylatorów umieszczonych w różnej odległości i pod różnym kątem od makiety symulującej otwór drzwiowy pozwoliła na wskazanie efektywnych ustawień ocenianych urządzeń.

Artykuły [A7], [A9] i [A10] przedstawiają badania parametrów przepływu w rzeczywistym obiekcie budowlanym (metoda C). Stan wiedzy wykazano na podstawie 12 [A7], 27 [A9] i 18 [A10] publikacji odpowiednich dla poruszanej tematyki. Wyniki pomiarów przepływowych wentylatorów pracujących przy zmiennych kątach nachylenia oraz odległościach od otworu wlotowego obiektu budowlanego, które zawarto w [A7], potwierdziły celowość oznakowania zakresów funkcjonalnych w formie tablicy graficznej umieszczonej na powierzchni korpusu wentylatora. Wyniki badań w warunkach rzeczywistego obiektu [A9] uznano jako pomocne przy wykonywaniu projektów budynków, które mogłyby uwzględniać wytyczne przeciwpożarowe pod względem wentylacji w trakcie akcji ratunkowo-gaśniczych. Dalsze badania w obiekcie budowlanym [A11] pozwoliły na wyznaczenie efektywnych odległości wentylatora konwencjonalnego i turbo od otworu drzwiowego.

Analizy wyników badań z poszczególnych etapów pozwoliły na opracowanie hybrydowej metody oceny parametrów przepływu ([A4] i [A13]). Stan wiedzy wykazano na podstawie 14 [A4] i 39 [A13] publikacji odpowiednich dla poruszanej tematyki. Inicjalizacja tej metody polega na doświadczalnym wyznaczeniu profilu prędkości na powierzchni wirnika wentylatora. W dalszym etapie oblicza się z użyciem tego profilu narzędziami numerycznymi CFD parametry istotne w metodach A, B i C. Na koniec wyniki analiz numerycznych z poszczególnych metod waliduje się eksperymentalnie.

Artykuł [A14] porusza istotne z punktu widzenia efektywności wentylacji z użyciem wentylatorów mobilnych zagadnienie związane z możliwością użycia zespołu wentylatorów. Stan wiedzy wykazano na podstawie 30 publikacji odpowiednich dla poruszanej tematyki. Badania przeprowadzono dla wielu wariantów ustawień wentylatorów. W efekcie stwierdzono, że odpowiednia konfiguracja ustawienia wentylatorów może skrócić czas oddymiania obiektu poprzez efektywniejsze wykorzystanie ich energii.

Na podstawie analizy poszczególnych części rozprawy doktorskiej stwierdzam, że stanowią one merytorycznie zamkniętą, poprawnie skonstruowaną i napisaną całość, w której część opisowa w sposób wystarczający uzupełnia zawartość 14 powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

1.2. Ocena ogólnej wiedzy teoretycznej prezentowanej w rozprawie

Doktorant w swojej rozprawie skupił się na ocenie funkcjonalnej wentylatorów mobilnych wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej podczas działań ratowniczych, co

jest tematem aktualnym. Wpisuje się to w obecne trendy związane z poprawą efektywności ochrony ludzi, zwierząt czy mienia. Wszystkie artykuły wchodzące w skład rozprawy każdorazowo w swojej początkowej części zawierały wprowadzenie ukazujące aktualny stan wiedzy. Widoczna była duża swoboda, z jaką odnajdywane były szczegóły istotne dla rozprawy w przywoływanych publikacjach. Trafnie opisywano poruszaną tematykę i przedstawiano stan wiedzy teoretycznej, identyfikowano lukę badawczą oraz określano cele badawcze. Opracowanie szeregu stanowisk badawczych oraz dobór aparatury pomiarowo-kontrolnej wymagały szczególnej analizy teoretycznej. Warto podkreślić biegłość w wyjaśnianiu zjawisk i procesów wynikających z toku badawczego i ich konfrontacji z wynikami zawartymi w doniesieniach literaturowych. Co ważne, poza badaniami określonymi normami proponowano własne metody wnioskowania i oceny parametrów istotnych w badaniach wentylatorów mobilnych. W sposób szczegółowy i przejrzysty przedstawiano też przebieg modelowania z użyciem narzędzi CFD ze wskazaniem głównych aspektów obliczeniowych.

Na tej podstawie stwierdzam, że zakres prac oraz przeprowadzone badania doświadczalne i obliczenia przedstawione w recenzowanej rozprawie świadczą o wszechstronnej wiedzy teoretycznej mgr. inż. Piotra Kaczmarzyka mieszczącej się w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

1.3. Ocena umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Indywidualny udział mgr inż. Piotra Kaczmarzyka i współautorów w powstanie każdego z 13 artykułów wchodzących w skład rozprawy zawarto w dołączonych deklaracjach wkładu autorskiego. W każdym z 13 przedmiotowych artykułów Doktorant był twórcą hipotezy badawczej i pomysłodawcą badań. Zajmował się opracowaniem metodyki badawczej, brał udział w realizacji eksperymentów oraz obliczeń CFD, opracowywał wyniki i przygotowywał artykuły. W artykule [A14] Doktorant był pierwszym autorem, jednak nie dołączono deklaracji wkładu. 13 artykułów wchodzących w skład rozprawy zostało już recenzowane i opublikowane w czasopiśmie. Również rozprawa doktorska stanowiąca opis osiągnięć uzupełniony o wymagane części formalne stanowi logiczną i spójną całość wykazującą powiązanie tematyczne artykułów wchodzących w jej skład. Bazując na deklaracjach wkładu autorskiego artykułów wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, stwierdzam, że udział mgr. inż. Piotra Kaczmarzyka w ich powstaniu był dominujący.

Każdy z 14 artykułów wchodzących w skład rozprawy charakteryzowała logiczna ciągłość. W początkowych częściach w sposób wyczerpujący przedstawiano stan wiedzy i wskazywano luki badawcze, co stanowiło podstawę do określenia celów badawczych. Widoczna była dbałość o opis stanowisk badawczych, metodologii badań czy obliczeń CFD. Tok badawczy i obliczeniowy opatrzone były każdorazowo komentarzem. Wyniki przeprowadzonych badań i analiz zawierały porównania z wynikami zawartymi w doniesieniach literaturowych. Potwierdza to dojrzałe podejście Doktoranta w planowaniu i prowadzeniu badań oraz obliczeń. Zauważalny jest fakt, że poza osiągnięciem celu naukowego i realizacją zadań badawczych, dużą część pracy stanowiło opracowanie i budowa stanowisk badawczych, bez których przeprowadzenie badań nie byłoby możliwe. Wskazuje to na fakt, że rozprawę doktorską, poza walorami naukowymi, charakteryzuje również potencjał aplikacyjny.

Na tej podstawie stwierdzam, że przeprowadzone badania, obliczenia i analizy oraz logiczne wnioskowanie przedstawione przez mgr. inż. Piotra Kaczmarzyka w recenzowanej rozprawie świadczą o umiejętności samodzielnego prowadzenia prac naukowych.

1.4. Ocena oryginalności rozwiązań problemu naukowego

Jako cel rozprawy Doktorant postawił sobie opracowanie hybrydowej metody pomiaru parametrów przepływu wytwarzanego przez wentylatory mobilne umożliwiającej ich ocenę z uży-

ciem trzech pełnoskalowych metod badawczych (metody A, B i C opisane w rozprawie). Osiągnięcie celu, a przez to oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wymagało budowy szeregu stanowisk testowych, co wpisuje się również w aplikacyjność wyników. Przedstawione w rozprawie doktorskiej stanowiska umożliwiły przeprowadzenie szeregu badań doświadczalnych, obliczeń i analiz odnoszących się do efektywności działania wentylatorów, oraz oceny wskaźników energetycznych, ekonomicznych i ekologicznych źródeł ich napędu, wypełniając lukę badawczą w tym obszarze. Oryginalność rozwiązania problemu naukowego polegała na ocenie parametrów funkcjonalnych wentylatorów mobilnych w zróżnicowanych warunkach, w tym tych zaproponowanych jako celowe przez Doktoranta. Przedstawione w rozprawie doktorskiej działania podkreślają zaangażowanie i biegłość mgr. inż. Piotra Kaczmarzyka w podejmowaniu złożonych wyzwań związanych z poprawą skuteczności działań ratowniczo-gaśniczych oraz rozwojem technologii wentylatorów mobilnych.

Do najważniejszych osiągnięć rozprawy doktorskiej potwierdzających oryginalność rozwiązania problemu naukowego zaliczam:

- badania eksperymentalne z użyciem różnych metod;
- analizy stosowanych metod badawczych ze wskazaniem ich ograniczeń;
- odwzorowanie warunków eksperymentalnych w środowisku modelowym CFD;
- opracowanie hybrydowej metody badawczej, będącej połączeniem badań eksperymentalnych w małej skali i obliczeń CFD;
- walidację modeli numerycznych CFD z eksperymentami zgodnymi z metodami A, B i C;
- propozycje rozwoju metod badawczych dla przypadku zespołu wentylatorów pracujących z regulacją ich ustawień.

Na tej podstawie stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Piotra Kaczmarzyka stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Dodatkowo, opracowane stanowiska badawcze, w tym zaproponowana własna metoda badań, oraz aplikacyjność wyników wchodzą w zakres oryginalnego rozwiązania w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej.

1.5. Uwagi odnoszące się do rozprawy

Pomimo że recenzowana rozprawa doktorska prezentuje wysoki poziom merytoryczny, a artykuły naukowe wchodzące w jej skład były już, poza jednym, recenzowane, poniżej zamieszczam kilka uwag/pytań uogólnionych i szczegółowych.

Uwagi/pytania uogólnione:

1. Czy w ocenie Doktoranta możliwe jest wyznaczenie parametrów przepływowych wentylatora z użyciem narzędzi CFD? Czy uzyskane w taki sposób wyniki mogłyby uzupełnić pierwszy etap zaproponowanej w rozprawie doktorskiej hybrydowej metody badawczej?
2. Czy zmiana odległości od otworu wlotowego i kątów ustawienia wentylatorów miały wpływ na emisję hałasu?
3. Jaki wpływ na ocenę parametrów przepływu wg [A5] miałyby zastosowanie ściany wokół badanego otworu drzwiowego?
4. [A3], str. 8, Fig. 7 i 8 – jaki był cel stosowania wielomianów o tak wysokim stopniu w odniesieniu do momentu obrotowego i prędkości obrotowej?

Uwagi/pytania szczegółowe:

1. Jaki zakres metodologii modelowania w rozprawie doktorskiej zawiera rozdział 7.?
2. Zależność (2), str. 54 w rozprawie doktorskiej nie została poprawnie przytoczona na podstawie [A9].
3. Dlaczego wykresy w rozprawie doktorskiej różnią się od tych zamieszczonych w publikacjach, przykładowo rys. 26 (str. 53) i 27 (str. 55) w rozprawie a rys. 4 (str. 6) i 5 (str. 7) w [A9]?

4. Rys. 67 i 68, str. 105 i 106 w rozprawie doktorskiej mają zbliżone podpisy.
5. [A3], str. 10, rys. 10 – na osi przepływu dwa razy występuje 35,000.
6. [A4] – czy model CDF uwzględniał zawartość dymu w powietrzu?
7. Na szeregu wykresów umieszczono linie trendu bez podania wartości parametrów i postaci funkcji dopasowującej oraz oceny jakości dopasowania (przykładowo [A7]).
8. [A9], rys. 4 – dlaczego charakterystyki przybliżano różnymi funkcjami?
9. [A14], rys 14, 15 i 16 – do celów porównawczych wskazane jest zachowanie tej samej skali map rozkładu.

2. Podsumowanie

Pomimo uwag zawartych w recenzji rozprawy doktorskiej uważam, że przedstawione w niej badania i analizy prezentują wysoki poziom merytoryczny. Istotnym osiągnięciem było opracowanie hybrydowej metody badawczej, która łączyła w sobie badania eksperymentalne w małej skali z obliczeniami CFD. Wskazanie podobieństw w toku walidacji modeli numerycznych CFD z eksperymentami zgodnymi z metodami A, B i C potwierdziło potencjał wdrożeniowy zaproponowanej metody. Co więcej, Doktorant wskazał propozycje rozwoju metod badawczych dla przypadku badań zespołu wentylatorów pracujących z regulacją ich ustawień. Należy podkreślić, że przeprowadzone przez mgr. inż. Piotra Kaczmarzyka działania zostały już udostępnione szerszej społeczności poprzez publikację w czasopiśmie naukowym. Opracowane oryginalne stanowiska badawcze w połączeniu z wynikami analiz mają również potencjał wdrożeniowy.

3. Wniosek końcowy

Opisane przez mgr. inż. Piotra Kaczmarzyka pt.: „Badania i modelowanie procesów techniczno-użytkowych mobilnych wentylatorów nadciśnieniowych wykorzystywanych w akcjach ratunkowo-gaśniczych na potrzeby jednostek ochrony przeciwpożarowej” osiągnięcia prezentują ogólną wiedzę teoretyczną, wykazując przy tym umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta, oraz stanowią oryginalne rozwiązanie problemu naukowego związanego z użyciem w akcjach ratunkowo-gaśniczych mobilnych wentylatorów nadciśnieniowych, co ma także potencjał wdrożeniowy. Reasumując:

- stwierdzam, że recenzowana rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742) i wnioskuję o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony;
- uważam, że zakres zagadnień poruszanych w rozprawie mieści się w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna;
- wnioskuję, mając na uwadze wysoki poziom merytoryczny, oryginalność zastosowanych metod badawczych oraz potencjał wdrożeniowy, o wyróżnienie ocenianej rozprawy doktorskiej.



dr hab. inż. Dariusz Szpica, prof. PB