

dr hab. inż. Mirosław KOWALSKI, prof. ITWL
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych
01-494 Warszawa, ul. Księcia Bolesława 6

Warszawa, dnia 24.04.2025 r.

RECENZJA

osiągnięcia naukowego w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Rafała PERZA, w postaci:

- cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „*Rozwój eksperymentalnych i obliczeniowych metod badawczych w lotnictwie, ukierunkowany na zwiększenie bezpieczeństwa, niezawodności oraz efektywności zadań pomiarowych i rejestracyjnych, szczególnie w odniesieniu do bezzałogowych statków powietrznych (BSP)*”;
- zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego, technologicznego lub artystycznego pt.: „*Opracowanie i wdrożenie rodziny innowacyjnych w skali świata kompozytowych gitar elektrycznych „RUF Guitars”, oraz założenie i rozwój startupu RUF Sp. z o.o. w celu komercjalizacji osiągnięcia*”;

oraz ocena aktywności naukowej i pozostałego dorobku Habilitanta

podstawa prawna:

- pismo Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej nr RND IM. 524.1.2025 z dnia 03.03.2025 r.
- Uchwała nr 10/III-IM/2025 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej z dnia 12.02.2025 r.

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA KANDYDATA

Dr inż. Rafał Andrzej Perz urodził się 05 sierpnia 1986 r. w Reszlu. W 2010 r. uzyskał stopień mgr. inż. na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej – kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn, specjalność Komputerowe Wspomaganie Projektowania. Natomiast w 2016 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych (stwierdzono rozbieżność – w autoreferacie jest 2014 r.) na Politechnice Warszawskiej, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, w dyscyplinie Mechanika, specjalność: biomechanika obrażeń. Tytuł rozprawy doktorskiej to: „*Development and validation of the human rib FE models based on different X-ray imaging techniques*”. Promotorem rozprawy był dr hab. inż. Marek Matyjewski, prof. uczelni, zaś recenzentami: prof. dr hab. inż. Marek Gzik i dr hab. inż. Grzegorz Milewski, prof. PK

Po ukończeniu studiów na Politechnice Warszawskiej, w latach od 2010 do 2016 pracował jako asystent w Instytucie Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej, Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa, Politechniki Warszawskiej, zaś od 2016 r. do chwili obecnej na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych.

2. CHARAKTERYSTYKA I OCENA POWIĄZANEGO TEMATYCZNIE CYKLU PUBLIKACJI

Dr inż. Rafał Perz przedstawił jako osiągnięcie naukowe cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, który opatrzył wspólnym tytułem *„Rozwój eksperymentalnych i obliczeniowych metod badawczych w lotnictwie, ukierunkowany na zwiększenie bezpieczeństwa, niezawodności oraz efektywności zadań pomiarowych i rejestracyjnych, szczególnie w odniesieniu do bezzałogowych statków powietrznych (BSP)”*. Są to:

1. Perz Rafał, Igor Dąbrowski, Filip Zakrzewski, Michał Kuminiarczyk, Kopyt Antoni: A Comprehensive Experimental Study on Head Trauma in a 3-Year-Old Child Due to Unmanned Aerial Vehicle Collisions, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, Politechnika Wroclawska - Oficyna Wydawnicza, vol. 25, 2024, s. 1-20, DOI:10.37190/ABB-02365-2023-03, 100 punktów, IF(1,073);
2. Perz Rafał: The Multidimensional Threats of Unmanned Aerial Systems: Exploring Biomechanical, Technical, Operational, and Legal Solutions for Ensuring Safety and Security, *Archives of Transport*, Polish Academy of Sciences Committee of Transport, vol. 69, nr 1, 2024, s. 91-111, DOI:10.61089/aot2024.h7j32562, 100 punktów;
3. Palka Marek, Patrycja Miszczyk, Maciej Jurewicz, Perz Rafał: Finite element method analysis of bone stress for variants of locking plate placement, *Heliyon*, Elsevier Ltd, 2024, Numer artykułu: HLY 26840, s. 1-26, DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e26840, vol. 10, nr 8, 2024, 40 punktów, IF(4,000)
4. Popek Łukasz, Perz Rafał, Galiński Grzegorz: Comparison of Different Methods of Animal Detection and Recognition on Thermal Camera Images, *Electronics (Switzerland)*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), vol. 12, nr 2, 2023, s. 1-9, DOI:10.3390/electronics12020270, 140 punktów, IF(2,412)
5. Popek Łukasz, Perz Rafał, Galiński Grzegorz, Abratański Artur: Optimization of Animal Detection in Thermal Images Using YOLO Architecture, *International Journal of Electronics and Telecommunications*, Komitet Elektroniki i Telekomunikacji PAN, vol. 69, nr 4, 2023, s. 825-831, DOI:10.24425/ijet.2023.147707, 70 punktów
6. Perz Rafał: Investigating Pediatric Head Trauma in Unmanned Aerial Vehicle Accidents, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, Politechnika Wroclawska - Oficyna Wydawnicza, vol. 25, nr Supplement 1, 2023, s. 110-111, 100 punktów, IF(1,073)
7. Perz Rafał, Wronowski Kacper, Domański Roman, Igor Dąbrowski: Case study of detection and monitoring of wildlife by UAVs equipped with RGB camera and TIR camera, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 2023, s. 1-18, DOI:10.1108/AEAT-11-2022-0324, 70 punktów, IF(0,975)
8. Perz Rafał: Implications of pilot reliability on the risk of unmanned aircraft crashes, *Journal of KONBiN*, Warszawa Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk

- Lotniczych, vol. 53, nr 2, 2023, s. 159-186, DOI:10.5604/01.3001.0053.7131, 40 punktów
9. Toboła Wojciech, Papis Mateusz, Jastrzębski Dominik, Perz Rafał: Experimental research of energy absorbing structures within helmet samples made with the additive manufacturing method - preliminary study, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, Politechnika Wrocławska - Oficyna Wydawnicza, vol. 25, nr 1, 2023, Numer artykułu: ABB-02226-2023-03, s. 1-17, 100 punktów, IF(1,073)
 10. Abratański Artur, Grzejda Rafał, Perz Rafał: Feasibility study of topology optimization of the control system frame for the missile with canard configuration, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, vol. 95, nr 5, 2023, Numer artykułu: 10.1108/AEAT-04-2022-0109, s. 1-7, DOI:10.1108/AEAT-04-2022-0109, 70 punktów, IF(0,975)
 11. Grzejda Rafał, Perz Rafał: Compressive Strength Analysis of a Steel Bolted Connection under Bolt Loss Conditions, *Communications*, Vydavateľstvo Zilinskej Univerzity Edis, vol. 24, nr 4, 2022, B319-B327, DOI:10.26552/com.C.2022.4.B319-B327, 70 punktów
 12. Popek Łukasz, Perz Rafał, Galiński Grzegorz: Porównanie różnych metod detekcji i rozpoznawania zwierząt na obrazach z kamery termowizyjnej, *Przegląd Telekomunikacyjny - Wiadomości Telekomunikacyjne*, SIGM NOT, vol. 1, nr 4, 2022, s. 396-399, DOI:10.15199/59.2022.4.66, 20 punktów
 13. Jastrzębski Dominik, Perz Rafał: Rib kinematics analysis in oblique and lateral impact tests, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, Politechnika Wrocławska - Oficyna Wydawnicza, vol. 22, nr 1, 2020, Numer artykułu: ABB-01431-2019-03, s. 1-9, DOI:10.37190/ABB-01431-2019-03, 100 punktów, IF(1,073)
 14. Perz Rafał, Wronowski Kacper: UAV application for precision agriculture, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, vol. 91, nr 2, 2019, s. 257-263, DOI:10.1108/AEAT-01-2018-0056, 70 punktów, IF(0,785)
 15. Bielawski Radosław, Rządkowski Witold, Perz Rafał: UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE PROTECTION OF THE ELEMENTS OF A COUNTRY'S CRITICAL INFRASTRUCTURE - SELECTED DIRECTIONS OF DEVELOPMENT, *Security and Defence Quarterly*, Akademia Obrony Narodowej, vol. 22, nr 5, 2018, s. 1-17, DOI:10.5604/01.3001.0012.6422, 7 punktów
 16. Mieloszyk Jacek, Tarnowski Andrzej, Kowalik Michał, Perz Rafał, Rządkowski Witold: Preliminary Design of 3D Printed Fittings for UAV, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, vol. 91, nr 5, 2019, s. 756-760, DOI:10.1108/AEAT-07-2018-0182, 70 punktów, IF(0,785)
 17. Deskiewicz Adam, Perz Rafał: Agricultural Aircraft Wing Slat Tolerance for Bird Strike, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, vol. 4, nr 89, 2017, s. 590-598, DOI:10.1108/AEAT-11-2016-0220, 20 punktów, IF(0,753).

Dodatkowo do tego cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych Habilitant zaliczył 7 artykułów wydanych w materiałach pokonferencyjnych.

W prezentowanym cyklu powiązanych tematycznie artykułów – w głównej mierze – przedstawiono usprawnienie procesów projektowania, wytwarzania oraz użytkowania mechanicznych konstrukcji lotniczych, w szczególności bezzałogowych statków powietrznych, w funkcji poprawy bezpieczeństwa, niezawodności i efektywności ich zastosowań. Główne cele tego cyklu realizowano poprzez praktyczne wykorzystanie różnorodnych zaawansowanych metod badawczych, w tym technik obliczeniowo-symulacyjnych, eksperymentalnych oraz interdyscyplinarnych podejść w projektowaniu. Istotnym elementem prowadzonych prac było m.in. rozwijanie praktycznych możliwości zastosowania bezzałogowych statków powietrznych, wyposażonych w zaawansowane sensory do gromadzenia i przetwarzania danych, w realizacji określonych zadań. Konkretnie wyniki zrealizowanych badań, analiz i eksperymentów podzielono na grupy tematyczne.

Jedną z badań nad współdziałaniem człowiek-maszyna, a w tym analiza zagrożeń zdrowotnych, ocena obrażeń powstałych w wyniku kolizji z bezzałogowymi statkami powietrznymi. Na przykład w publikacjach [1] i [6] zaprezentowano konsekwencje kolizji BSP z głową 3 letniego dziecka, gdzie w sposób empiryczny wskazano ciężkości urazu głowy powstające przy horyzontalnym uderzeniu dronem, dla różnych prędkości, masy i prędkości uderzenia. Ma to istotne znaczenie przy ich projektowaniu oraz systemów bezpieczeństwa, których zadaniem jest minimalizowanie zagrożeń. Kluczowe osiągnięcie w tych badaniach było poznanie szczegółów mechanizmu obrażeń u człowieka – w szczególności dziecka - od uderzenia bezzałogowym statkiem powietrznym oraz ocena potencjalnych obrażeń w funkcji podstawowych jego parametrów oraz lotu. Natomiast w publikacji [13] przeprowadzono analizę zderzenia BSP z klatką piersiową człowieka. Jest to największy obszar ludzkiego ciała, co przekłada się na dużo wyższe narażenie na ryzyko zderzenia z bezzałogowym statkiem powietrznym. Ma to istotną rolę w kontekście ogólnego bezpieczeństwa ludzkiego w lotnictwie, wyznaczając główne wytyczne pod projektowanie pasów bezpieczeństwa czy ergonomię kokpitu pilotów. Głównym osiągnięciem publikacji tej jest kompleksowe wyjaśnienie mechanizmu pęknięć żeber podczas różnych wariantów uderzeń. Pozwoliło to na uwypuklenie różnic w kinematyce i maksymalnym przemieszczeniu żebra między uderzeniami skośnymi a bocznymi. Wykazano również, że scenariusz uderzenia skośnego może być symulowany dla pojedynczego żebra przy użyciu ustawień testu czołowego, co stanowi istotną wiedzę dla projektowania eksperymentów oraz testów bezpieczeństwa na potrzeby lotnictwa i nie tylko.

Bardzo istotnym zagadnieniem z tego obszaru badań była identyfikacja konsekwencji zderzeń obiektów latających z ptakami. Wymagało to wykorzystania metod obliczeniowych, opartych o numeryczne narzędzia komputerowe, pozwalające na wieloaspektowe rozpatrywanie problematyki kolizji BSP z innymi obiektami. W pozycji [17] przedstawiono właśnie efektywne wykorzystanie modelowania metodą elementów skończonych oraz hydrodynamiki cząstek gładkich do precyzyjnego zasymulowania uderzenia ptaka w lotkę samolotu. Potwierdzono użyteczność zaawansowanych technik symulacyjnych do oceny odporności elementów konstrukcyjnych statków powietrznych na uderzenia, zapewniając dokładne odwzorowanie skomplikowanych scenariuszy

zderzeń. Szczególnie cennym jest przedstawienie analizy wieloaspektowego wpływu różnych czynników, takich jak prędkość uderzenia, masa ptaka i miejsce uderzenia, na stopień uszkodzeń lotki podczas uderzenia.

Kolejna grupa zrealizowanych badań dotyczyła praktycznego zastosowania zaawansowanych narzędzi symulacyjnych i eksperymentalnych w projektowaniu i optymalizacji konstrukcji lotniczych. Tutaj wymieniono m.in. pozycję [2], która nawiązuje też do 1-szej grupy, gdyż dotyczy w szczególności aspektów kolizji z ludźmi, gdzie uwypuklono konieczność interdyscyplinarnego podejścia podczas projektowania bezzałogowych statków powietrznych. Wskazano także na wieloaspektową analizę potencjalnych zagrożeń bezpieczeństwa stwarzanych przez bezzałogowe statki powietrzne, wyjaśniająca m.in. zależności przyczynowo – skutkowe dotyczące zderzeń, co ma kluczowe znaczenie dla zrozumienia zagrożeń i projektowania skutecznych środków bezpieczeństwa. W pozycji [3] oraz [22] wykazano możliwość praktycznego zastosowania zaawansowanych technik symulacyjnych w procesie precyzyjnego projektowania elementów przy określaniu parametrów wytrzymałościowych, gdzie – z wykorzystaniem metody elementów skończonych - wyznaczono właściwości struktur wykonanych z tytanu. Efekty badań opisane w tych publikacjach podkreślają możliwości wykorzystania analiz numerycznych podczas weryfikowania poprawności rozwiązań konstrukcyjnych, prezentują wyniki właściwości wytrzymałościowych powszechnie wykorzystywanego w lotnictwie tytanu oraz podkreślają użyteczność modeli anizotropowych podczas badań symulacyjnych dla potrzeb inżynierii mechanicznej. Badania symulacyjne to bardzo użyteczne narzędzie do określania niezawodności poszczególnych, składowych komponentów urządzeń mechanicznych, wśród których niezwykle istotnym obszarem są połączenia śrubowe. Szczególnie istotne są połączenia asymetryczne, których badania przedstawiono w pozycji [11]. Wykazały one spadki sił roboczych w połączeniu uszkodzonym, a jednocześnie określono zdolności do przenoszenia obciążeń przez uszkodzone połączenie. Ma to szczególne znaczenie przy projektowaniu niezawodnych rozwiązań konstrukcyjnych w lotnictwie. W pozycji [10] natomiast zajęto się kwestią minimalizacji masy przy zachowaniu określonej wytrzymałości, co jest związane z zachowaniem wymaganego bezpieczeństwa. Dzięki zastosowaniu autorskiego algorytmu optymalizacji topologii wykazano możliwość redukcji masy ramy systemu sterowania o ponad 50% bez wpływu na pogorszenie parametrów definiujących bezpieczeństwo.

Istotną grupę publikacji w prezentowanym cyklu stanowią te, które prezentują wykorzystywanie metod przyrostowych (zwanych potocznie 3D) w produkcji elementów konstrukcji lotniczych. Należą do nich m.in. pozycje [16] i [23], gdzie kompleksowo zaprezentowano procedury drukowania, wyprowadzania obciążeń przez projektowanie geometrii złąbek, walidację numeryczną, produkcję, aż po testy wytrzymałościowe uwypuklając specyficzne cechy technologii druku 3D. Udowodniono, że części wyprodukowane tą metodą mogą być wykorzystywane do produkcji elementów przenoszących duże obciążenia. Dodatkowo w pozycji [19] przedstawiono wyniki testów na rozciąganie i ściskanie elementów wykonanych w oparciu o druk 3D, które także wykazały wysoką jakość i ich niezawodność. Wykorzystanie druku 3D pozwala także na

tworzenie kształtów o różnej geometrii i możliwości pochłaniania energii, co jest istotne przy projektowaniu bezpieczniejszych struktur lotniczych i co opisano w publikacji [9]. Nadmienić należy, że wykorzystanie druku 3D jest możliwe w procesach naprawy uszkodzonych elementów, także metalowych. Zaprezentowano to w publikacji [20], gdzie przedstawiono wyniki badań parametrów mechanicznych w tych elementach.

Ponadto, należy wspomnieć o publikacjach prezentujących efektywne wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych, zawierających odpowiednie oprzyrządowanie do gromadzenia oraz przetwarzania danych. Np. w publikacji [18] wykazano możliwość użycia BSP z odpowiednim oprzyrządowaniem do wykonywania zadań związanych z poprawą bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz infrastruktury krytycznej. Natomiast publikacje [14] i [24] wskazują na możliwości wykorzystania dronów w rolnictwie, np. poprzez zastosowanie systemu wizyjnego rejestrującego dane geologiczne. Wykorzystanie systemu wizyjnego, a konkretnie kamer RGB i termowizyjnych TIR do obserwacji dzikiej fauny i zwierząt w ich naturalnym środowisku i obszarach hodowlanych przedstawiono także w publikacji [7] i [14].

Podsumowując należy stwierdzić, że najważniejszym osiągnięciem, mającym istotny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, w szczególności w zakresie inżynierii lotniczej i kosmicznej tego rodzaju cykl publikacji ma praktyczne zastosowanie, a w szczególności prezentowane w nim zaawansowane metody projektowania i wytwarzania konstrukcji mechanicznych oraz ich optymalizacja w celu poprawy bezpieczeństwa, niezawodności i efektywności operacyjnej BSP. Obejmuje ono zarówno rozwój metodologii oceny ryzyka i zagrożeń związanych z operacjami lotniczymi, jak i badania nad wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi symulacyjnych i eksperymentalnych oraz nowoczesnych metod produkcji, w tym technik przyrostowych (druk 3D).

Jednak z opisowej analizy swojego udziału - przedstawionej przez Habilitanta - trudno jest jednoznacznie określić faktyczny jego udział w wyżej wymienionym cyklu monotematycznym, tylko z 3-ch przypadkach wynosi on 100%, gdyż jest w nich jedynym autorem. W pozostałych jest współautorem, gdzie - jak wynika z opisowego udziału Habilitanta - sugeruje on dość istotny jego udział. Uważam jednak, że tego rodzaju prezentowanie własnego udziału jest dość kontrowersyjne - bardziej miarodajnym byłoby wykazywanie własnego udziału np. w procentach.

Drugim osiągnięciem naukowym prezentowanych przez Habilitanta jest zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne, pod tytułem: „*Opracowanie i wdrożenie rodziny innowacyjnych w skali świata kompozytowych gitar elektrycznych „RUF Guitars”, oraz założenie i rozwój startupu RUF Sp. z o.o. w celu komercjalizacji osiągnięcia*”.

W ramach tego osiągnięcia zawarto 13 bezpośrednio powiązanych publikacji, osiągnięć projektowych, projektów zrealizowanych w ramach dofinansowania w drodze konkursów krajowych i zagranicznych. Efektem końcowym prezentowanego osiągnięcia było opracowanie i wyprodukowanie innowacyjnej na skalę światową kompozytowej gitary elektrycznej wykonanej z kompozytu węglowo-epoksydowego. Produkt ten - jak

przedstawił Habilitant – został wdrożony i jest sprzedawany na całym świecie (głównie w USA, Kanadzie i Japonii) – dotychczas sprzedano ich już w ilości 150 sztuk. Habilitant ma bardzo duży udział w tym projekcie, w którym był wyłącznym autorem pomysłu, koncepcji, opracowania projektu, wniosku o dofinansowanie, metodologii i planu badawczego. Był także kierownikiem B+R w tym projekcie, a dodatkowo współautorem zgłoszonego do opatentowania rozwiązania konstrukcyjno-technologicznego oraz współwykonawcą prac CAE (projekt, obliczenia numeryczne, optymalizacje, analizy wyników). Nadmienić także należy, że jest współautorem raportów końcowych, autorem planu marketingowo-wdrożeniowego i autorem jego wdrożenia. Jest także jedynym fundatorem prywatnym projektu i wyłącznym właścicielem praw majątkowych do wyników projektu. Jest też jedynym członkiem Zarządu (Prezesem Zarządu) spółki RUF i większościowym udziałowcem, sprawującym pełną kontrolę nad spółką, marką i produktami.

Ostatecznie stwierdzam, że przedstawiony przez dr. inż. Rafała Perza cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem: *„Rozwój eksperymentalnych i obliczeniowych metod badawczych w lotnictwie, ukierunkowany na zwiększenie bezpieczeństwa, niezawodności oraz efektywności zadań pomiarowych i rejestracyjnych, szczególnie w odniesieniu do bezzałogowych statków powietrznych (BSP)”* oraz zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne, pod tytułem: *„Opracowanie i wdrożenie rodziny innowacyjnych w skali świata kompozytowych gitar elektrycznych „RUF Guitars”, oraz założenie i rozwój startupu RUF Sp. z o.o. w celu komercjalizacji osiągnięcia”* spełniają wymagania Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki i może stanowić podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie *nauk inżyniersko-technicznych*, w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*.

3. CHARAKTERYSTYKA I OCENA DOROBKU NAUKOWO-BADAWCZEGO

Publikowany dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Rafała Perza - po ostatnim awansie naukowym (stopień doktora nauk technicznych w 2016 r.), prócz przedstawionych publikacji stanowiących cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem *„Rozwój eksperymentalnych i obliczeniowych metod badawczych w lotnictwie, ukierunkowany na zwiększenie bezpieczeństwa, niezawodności oraz efektywności zadań pomiarowych i rejestracyjnych, szczególnie w odniesieniu do bezzałogowych statków powietrznych (BSP)”* oraz zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne, pod tytułem: *„Opracowanie i wdrożenie rodziny innowacyjnych w skali świata kompozytowych gitar elektrycznych „RUF Guitars”, oraz założenie i rozwój startupu RUF Sp. z o.o. w celu komercjalizacji osiągnięcia”*, zawiera 12 artykułów opublikowanych w rozdziałach monografii naukowych (materiałach konferencyjnych) po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych i 5 przed doktoratem.

Poza wyżej wymienionymi publikacjami należy nadmienić, że Habilitant - po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych - opublikował jeszcze 19 artykułów, z czego 4 stanowiły jego Autorskie prace.

Dodatkowo Habilitant - po uzyskaniu doktoratu - brał czynny udział w 6 krajowych i międzynarodowych konferencjach, zaś w 4-ch jeszcze przed uzyskaniem doktoratu.

Habilitant brał aktywny udział w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych. Z czego jako wykonawca w 9 projektach, jako kierownik B+R w 6 przypadkach i raz jako kierownik ds. Infrastruktury i kierownik laboratorium zastosowania BSP w rolnictwie.

Ponadto Habilitant uczestniczył w zespołach eksperckich oceniających wnioski o finansowanie badań:

- od 2017 roku w NCBiR, w zakresie inżynierii mechanicznej, lotniczej i kosmicznej, w ramach POIR i FENG oraz konkursów krajowych;
- od 2020 roku w PARP, w zakresie inżynierii mechanicznej, lotniczej i kosmicznej - POIR.

Recenzował także artykuły w czasopismach międzynarodowych i krajowych, w tym po 1-nej recenzji w 5-ciu i 5 recenzji w czasopiśmie Sensors.

Odbył także: 2 miesięczny staż naukowy w Centrum Badawczo-Rozwojowych ARH+ Sp. z o.o. w Katowicach oraz 15-dniową wizytę studyjną w ramach programu „Akademickie Partnerstwa Międzynarodowe” finansowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (NAWA) - po doktoracie. Przed doktoratem odbył 2 wizyty studyjne: 15 dni w Les Arts et Métiers - ParisTech, Laboratoire de Biomécanique, Paris, France oraz w sumie 14 miesięcy w University of Virginia: Center for Applied Biomechanics, Charlottesville VA, USA.

Za typową działalność naukową 2 krotnie był wyróżniony nagrodą indywidualną:

- I stopnia JM Rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcie naukowe z dziedziny projektowania i budowy BSP w 2024 r.
- III stopnia JM Rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcie naukowe z dziedziny biomechaniki w 2017 r.

Dodatkowo - istotnym elementem związanym z prezentowanymi przez Habilitanta osiągnięciami naukowymi jest to, że wiele z nich zostało wdrożone lub jest na etapie wdrożenia. Technologii aktualnie już wdrożonych jest około 9, a dotyczą one m.in. opracowanej, pierwszej w Polsce drukarki EDCP, innowacyjnych gitar kompozytowych, innowacyjnego hybrydowego plotera CNC z dwoma modułowymi głowicami - laserową i plazmową, innowacyjnej linii produkcyjnej desek typu wakeskate, innowacyjnej metody oczyszczania środowiska z trudno usuwalnych substancji, czy też technologie opracowane w ramach działalności spółki RUF Sp. z o.o.

Sumaryczna liczba punktów Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego za publikacje naukowe oceniane według „nowej punktacji” wynosi 1260, zaś według „starej punktacji” 90.

Sumaryczny Impact Factor na podstawie bazy Journal Citation Reports 17,572.

Liczba cytowań zgodnie z bazą Web of Science: ogólnie/bez autocytowań wynosi 137/114. zgodnie z bazą Scopus 175/146 i zgodnie z bazą Google Scholar 275/243. Index Hirscha natomiast, zgodnie z bazą Web of Science: ogólnie/bez autocytowań wynosi 6/5, zgodnie z bazą Scopus 6/5 oraz zgodnie z bazą Google Scholar 8/6.

Ponadto nadmienić należy, że habilitant uzyskał 1 patent i 4 patenty, które są na etapie postępowania w toku, a także 2 Ochrony Znaków Towarowych na RUF Guitars i RUF oraz na Sieć Badawczą Rafał Perz.

Można zatem przyjąć, że dorobek naukowo-badawczy dr. inż. Rafała Perza, po ostatnim awansie naukowym jest liczbowo dość obszerny, a tematycznie skoncentrowany w dość szerokim obszarze, dotyczącym głównie BSP i kompozytów. Stanowi on dość znaczący wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Zatem stwierdzam, że dorobek naukowo-badawczy Habilitanta spełnia wymagania Ustawy o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki i może stanowić podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie *nauk inżynieryjno-technicznych*, w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*.

4. OCENA DOROBKU DYDAKTYCZNEGO, POPULARYZATORSKIEGO, ORGANIZACYJNEGO I WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA

W zakresie działalności dydaktycznej, popularyzatorskiej i organizacyjnej należy stwierdzić, że dr inż. Rafał Perz ma dość bogate doświadczenie, co zapewne wynika z długoletniej pracy w renomowanej uczelni technicznej, jaką jest Politechnika Warszawska.

Wspomnieć tutaj należy, że Habilitant prowadził zajęcia, w tym wykłady, ćwiczenia, laboratoria oraz projekty, zarówno w języku polskim jak i głównie z języku angielskim, na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa.

W przypadku przedmiotów Machine Design 1,2,3,6 jest kierownikiem przedmiotu, dla których opracował także nowe materiały.

Za duże zaangażowanie w prowadzeniu ww. zajęć został doceniony drugim miejscem w plebiscycie „Złota Kreda” w kategorii „najlepszy prowadzący zajęcia w języku angielskim w latach 2018/2019.

Był promotorem 48 prac dyplomowych – inżynierskich i magisterskich, w tym w wielu wykonanych w języku angielskim. Klika z tych prac zostało opublikowanych i zaprezentowanych na konferencjach naukowych.

W zakresie działalności organizacyjnej Habilitant wymienił m.in. działania organizacyjne, przygotowujące uczelnię i wydział do realizacji projektu „Terenowy poligon badawczo-wdrożeniowy w powiecie Przasnyskim”. Wiązało się to głównie z przygotowaniem dokumentacji budowlanej i infrastrukturalnej dla planowanej inwestycji, uczestniczył w pisaniu wniosku o dofinansowanie oraz uczestniczył w spotkaniach z władzami wydziału i powiatu Przasnyskiego. Po uzyskaniu

dofinansowania brał bezpośredni udział w inwestycji jako Kierownik ds. Infrastruktury. Ostatecznie został także kierownikiem laboratorium ds. zastosowań BSP w rolnictwie.

Za powyższe, w 2022 r. otrzymał nagrodę zespołową I stopnia JM Rektora PW za osiągnięcia organizacyjne w latach 2020-2021. Efektem dodatkowym habilitanta był udział w założeniu startup-spin-off PW GKP Aero Sp. z o.o., który realizował projekt B+R pt.: „Opracowanie innowacyjnej stacji dokująco-ładującej dla Bezzałogowych Statków Powietrznych wykorzystującej OZE”, POIR.01.01.01-00-1149/20.

Od 2017 r. jest ekspertem merytorycznym oceniającym wnioski o dofinansowanie w ramach perspektyw POIR oraz FENG dla NCBiR oraz PARP. W tym czasie ocenił ponad 60 wniosków. Nadmienić także należy, udział w ocenie firm i startupów, jako członek merytoryczny zespołu eksperckiego dla funduszu inwestycyjnego PGNiG Ventures.

W latach 2018÷2021 był opiekunem studenckiego koła Naukowego SPLAJN, zajmującego się rozwijaniem metod wspomagania projektowego CAE oraz organizacją szkoleń z zakresu komputerowego wspomagania projektowania.

Był promotorem pomocniczym 1-go doktoratu (p. Dominika Jastrzębskiego) na Politechnice Warszawskiej, który został obroniony w 2023 r. Aktualnie jest promotorem pomocniczym 2-ch doktoratów w dyscyplinie mechanika.

Od 2020 e. w ramach prowadzonej działalności gospodarczej Sieć Badawcza Rafał Perz oraz pracy naukowej na Politechnice Warszawskiej prowadzi program doktoratów wdrożeniowych (obecnie jako promotor pomocniczy i opiekun doktoranta opiekuje się trzema doktorantami).

W ramach pracy w startupach REbuild Sp. z o.o. GKP Aero Sp. z o.o. oraz RUF Sp. z o.o. był odpowiedzialny za działania marketingowe, public relations w tym copywriting oraz przygotowanie publikacji promocyjnych. W zakresie tych działań powstał szereg publikacji promujących działania B+R oraz innowacje takie jak pierwszy drukowany z betonu budynek wykonany metoda druku 3DCP (REbuild), stacja ładująco-dokująca zasilana OZE na cele wsparcia rolnictwa i leśnictwa (GKP Aero), czy ultra-ergonomiczne kompozytowe gitary elektryczne (RUF Guitars). Wymienione powyżej informacje były publikowane w takich wydawnictwach jak Puls Biznesu, Rzeczpospolita, Premiere Guitar (USA), Young Guitar (Japonia), Rzecz o Innowacjach, Inżynier Budownictwa, Bryla.pl, WP.pl, Murator, MamStartup.pl, itd.

Od 2016 r. jest członkiem rady Wydziału MEiL PW oraz Redaktorem Repozytorium Politechniki Warszawskiej dla Zakładu Podstaw Konstrukcji Wydziału MEiL PW.

Od 2019 r. głównie w wyniku współpracy z sektorem gospodarczym, założył lub był współzałożycielem 7 startupów technologicznych. Pięć z nich prowadziły projekty i prace B+R, które zostały wdrożone lub są na etapie wdrażania. Działania tych startupów są promowane w kraju i zagranicą (m.in. Niemcy, USA) oraz na największych targach międzynarodowych.

Habilitant ponadto jest angażowany w różnego typu prace NCBiR jako ekspert lub doradca. W ramach tej współpracy odbył szereg szkoleń, uzyskał certyfikaty m.in. z zakresu metod oceny wniosków, korupcji w biznesie, w administracji publicznej oraz w przeciwdziałaniu tej korupcji.

W ramach działalności Ośrodka Badań Lotniczych PW i pracy naukowej dotyczącej lotnictwa podjął kurs lotniczy PPL-A i rozpoczął wykonywanie nalogów.

Hobbistycznie zajmuje się nurkowaniem, w wyniku czego uzyskał stopnie ratownika oraz Przewodnika Nurkowego.

W ramach działalności inżynierskiej oraz naukowej Habilitant ukończył blisko 20 równych kursów.

W ramach prowadzonej przez siebie jednoosobowej działalności gospodarczej Sieć Badawcza Rafał Perz w 2022 r. został laureatem Polskiej Nagrody Inteligentnego Rozwoju 2022 w kategorii: *Jednostka Naukowa Przyszłości*. Działalność osobista Habilitanta została też zaudytowana przez Enterprise Europe Network (komórka Komisji Europejskiej działająca we współpracy z Uniwersytetem Warszawskim, DELAB) i otrzymał pozytywną opinię w ramach oceny „Health Check” zgodną z Europejskim Systemem Zarządzania Innowacjami CEN/TS 16555-1. Dodatkowo w ostatnich latach otrzymał szereg nominacji do nagród: Nominacja do nagrody R&D Impact 2023, Nominacja do Nagrody i Godła „Marka Przyszłości 2023” w kategorii Organizacja od Fundacji Forum Inteligentnego Rozwoju, Nominację do tytułu Symbol Synergii Nauki i Biznesu 2023 gazety Monitor Biznesu oraz nominację do ogólnopolskiej nagrody gospodarczej AMBASADOR INNOWACYJNOŚCI za wkład w rozwój innowacji w Polsce od Europejskiego Ośrodka Rozwoju Gospodarki.

W ramach działalności założonej przez Habilitanta spółki RUF Sp. z o.o. wprowadza na rynek krajowy i międzynarodowy gitary „Ruf Guitars”, m.in. do krajów Unii Europejskiej, Wielkiej Brytanii, USA, Kanady, Japonii Chin i Brazylii. Spółka ta aktywnie uczestniczyła i nadal uczestniczy w najważniejszych targach gitarowych na świecie, takich jak NAMM Show w USA (2022, 2023, 2024) i Guitar Summit w Niemczech (2022, 2023, 2024), Sound Messe w Japoni (Osaka, 2024) oraz Music China (Szanghaj, 2024).

Na podkreślenie zasługuje fakt, że wiele z wyżej wymienionych aktywności oraz działalności organizacyjnej - przy okazji - stanowiły promocję nauki, różnego typu badań i uzyskiwanych wyników oraz wyrobów, popularyzując tym samym naukę. Ponadto, wspomnieć należy, że w całej działalności popularyzującej naukę Habilitant wymienił też wystąpienie 2 Meloradio 94FM w 2023 r. jako ekspert ds. biomechaniki i bezpieczeństwa. Rozmowa dotyczyła nowych technologii i bezpieczeństwa w ruchu drogowym.

W zakresie współpracy międzynarodowej, Habilitant wymienił m.in. współpracę z zagranicznymi uczelniami tj.: Auburn University (USA), University of Virginia (USA), Paris Tech (Francja). Ponadto odbyte staże naukowe oraz wizyty studyjne w USA, Francji to także istotne elementy współpracy międzynarodowej Habilitanta.

Z przeprowadzonej analizy jednoznacznie należy stwierdzić, że Habilitant posiada bardzo bogate osiągnięcia, szczególnie w zakresie dorobku dydaktycznego i organizacyjnego oraz niewiele mniejsze w zakresie popularyzatorskim i współpracy zagranicznej.

5. WNIOSEK KOŃCOWY

Po przeprowadzeniu szczegółowej analizie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych przedstawionych przez dr. inż. Rafała Perza pod wspólnym tytułem: *„Rozwój eksperymentalnych i obliczeniowych metod badawczych w lotnictwie, ukierunkowany na zwiększenie bezpieczeństwa, niezawodności oraz efektywności zadań pomiarowych i rejestracyjnych, szczególnie w odniesieniu do bezzałogowych statków powietrznych (BSP)”* i zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego, technologicznego lub artystycznego pt.: *„Opracowanie i wdrożenie rodziny innowacyjnych w skali świata kompozytowych gitar elektrycznych „RUF Guitars”, oraz założenie i rozwój startupu RUF Sp. z o.o. w celu komercjalizacji osiągnięcia”*, stwierdzam, że Habilitant istotnie powiększył swój dorobek naukowo-badawczy, po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. Ponadto posiada bogaty dorobek dydaktyczny i organizacyjny, a także jest aktywny na arenie międzynarodowej, popularyzując przy tym polską naukę.

W związku z powyższym stwierdzam, że przedstawiony do recenzji dorobek, stanowiący przedmiot postępowania Komisji Habilitacyjnej spełnia warunki określone w art. 219 ust.1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) i kwalifikuje dr. inż. Rafała Perza do dalszego kontynuowania procedury zmierzającej do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie *nauk inżynieryjno-technicznych*, w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna* na forum Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej.

