

Dr hab. inż. Marcin Wolkiewicz, prof. uczelni
Katedra Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych
Wydział Elektryczny
Politechnika Wrocławska
Ul. Smoluchowskiego 19, 50-372 Wrocław

Wrocław, dnia 14.07.2021

S E K R E T A R I A T
Rady Dyscypliny AEE

Wpłynęło dnia15.07.21.....
Zarejestrowano pod nr
Podpis

Recenzja

osiągnięć naukowych oraz istotnej aktywności naukowej dr. inż. Ziemowita Dworakowskiego w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika.

1. Podstawy formalne postępowania.

Podstawę formalną do przygotowania recenzji stanowi pismo dr hab. inż. Ryszarda Sroki, prof. uczelni, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie (pismo L.Dz. WEAlIB-b/511-1-5/21 z dnia 11.05.2021) w związku z decyzją Rady Doskonałości Naukowej z dnia 29 marca 2021 o powołaniu komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Ziemowitowi Dworakowskiemu w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika. Pismem tym powierzono mi rolę recenzenta.

Podstawą merytoryczną recenzji są materiały przekazane przez Habilitanta wraz ze złożonym wnioskiem o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, a mianowicie:

- dane kontaktowe wnioskodawcy,
- kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
- autoreferat przedstawiający opis dorobku oraz osiągnięć naukowych, wraz z aneksem, w którym zawarto wyszczególnienie wkładu merytorycznego współautorów publikacji,
- wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny,
- raport oceny bibliometrycznej publikacji opracowany przez Oddział Informacji Naukowej Biblioteki Głównej AGH (uwzględniająca wykaz publikacji, cytowania oraz indeksy zgodnie z bazami Web of Science Core Collection oraz Scopus, stan na dzień 15.01.2021)

Wszystkie dokumenty zostały dostarczone w wersji drukowanej oraz w formie elektronicznej na nośniku CD.

Recenzja jest opracowana na podstawie wymagań określonych w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669, z późn. zm.).



2. Ocena osiągnięcia naukowego wskazanego we wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego.

2.1. Ogólna charakterystyka osiągnięcia naukowego

Habilitant jako główne osiągnięcie naukowe wskazał we wniosku cykl powiązanych tematycznie publikacji naukowych pod tytułem „*Zastosowanie fuzji decyzji do zwiększenia niezawodności automatycznej diagnostyki struktur i urządzeń*”. Cykl ten zawiera 11 artykułów naukowych opublikowanych w latach 2012-2020, a w tym 3 [c1]-[c3] przed uzyskaniem stopnia doktora oraz 8 [c4]-[c11] po uzyskaniu stopnia doktora.

Cykl 11 powiązanych tematycznie publikacji (numeracja literowa Habilitanta od [c1] do [c11]) tworzą w porządku chronologicznym:

- [c1] P. Kohut, K. Holak, **Z. Dworakowski**, and T. Uhl, *Vision data employed for crack detection and localization*. Diagnostyka - Appl. Struct. Heal. Usage Cond. Monit., vol. 3, no. 63, pp. 35–41, 2012. (lista MNiSW)
 - [c2] **Z. Dworakowski**, L. Ambrozinski, P. Packo, K. Dragan, T. Stepinski, and T. Uhl, *Application of Artificial Neural Networks for Damage Indices Classification with the Use of Lamb Waves for the Aerospace Structures*. Key Eng. Mater., vol. 588, pp. 12–21, 2013. (WoS) Brak IF
 - [c3] **Z. Dworakowski**, L. Ambrozinski, P. Packo, K. Dragan, and T. Stepinski, *Application of artificial neural networks for compounding multiple damage indices in Lamb-wave-based damage detection*. Struct. Control Heal. Monit., vol. 22, pp. 50–61, 2015. (WoS) IF za 2015 = 2.082
 - [c4] **Z. Dworakowski**, P. Kohut, A. Gallina, K. Holak, and T. Uhl, *Vision-based algorithms for damage detection and localization in structural health monitoring*. Struct. Control Heal. Monit., vol. 23, pp. 35–50, 2016. (WoS) IF za 2016 = 2.355
 - [c5] **Z. Dworakowski**, T. Stepinski, K. Dragan, A. Jablonski, and T. Barszcz, *Ensemble ANN Classifier for Structural Health Monitoring*. in ICAISC 2016, Part I, Lecture Notes in Computer Science, 2016, vol. 2, no. 9692, pp. 81–90. (WoS) Brak IF
 - [c6] **Z. Dworakowski**, L. Ambrozinski, and T. Stepinski, *Multi-stage temperature compensation method for Lamb wave measurements*. J. Sound Vib., vol. 382, pp. 328–339, 2016. (WoS) IF za 2016 = 2.593
 - [c7] **Z. Dworakowski**, K. Dragan, and T. Stepinski, *Artificial neural network ensembles for fatigue damage detection in aircraft*. J. Intell. Mater. Syst. Struct., vol. 28, no. 7, pp. 851–861, 2016 (2017). (WoS) IF za 2017 = 2.211
- Według zamieszczonego raportu publikacji dr. inż. Ziemowita Dworakowskiego artykuł jest datowany na rok 2017.
- [c9] **Z. Dworakowski**, K. Dziedzic, and A. Jabłoński, *A novelty detection approach to monitoring of epicyclic gearbox health*. Metrol. Meas. Syst., vol. 25, no. 3, pp. 459–473, 2018. (WoS) IF za 2018 = 1.096
 - [c10] K. Mendrok, M. Bochenska, and **Z. Dworakowski**, *Effectiveness evaluation of the damage localization with a local spatial filtration under variable external conditions*. Diagnostyka, vol. 20, no. 1, pp. 55–61, 2019. (lista MNiSW)

- [c8] J. Górski, A. Klepka, K. Dziedzic, J. Mrówka, R. Radecki, and **Z. Dworakowski**, *Identification of the stick and slip motion between contact surfaces using artificial neural networks*. Nonlinear Dyn., 2020. (WoS) IF za 2019 = 4.867
- [c11] **Z. Dworakowski**, K. Dziedzic, P. Zdziebko and K. Mendrok, *Damage Detection in Plates with Use of Laser-Measured Mode Shapes*. Shock and Vibration, vol. 2020, Article ID 8858126, 2020. (WoS) IF za 2019 = 1.298

Przedstawiona lista zawiera 11 publikacji: 9 dokumentów indeksowanych w bazie Web of Science (WoS), w tym 7 czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR) oraz 2 artykuły w czasopiśmie z wykazu listy MNiSW. Sumaryczny współczynnik Impact Factor (IF) przedstawionych do oceny prac wynosi 16.502, a liczba cytowań według bazy WoS z wyłączeniem autocytowań 72. W cyklu wszystkie artykuły są opracowaniami współautorskimi. Liczba współautorów wynosi od trzech do sześciu. Przy wyszczególnieniu wkładu merytorycznego współautorów publikacji nie zostały przypisane udziały procentowe. Na podstawie charakterystyki wkładu współautorów Habilitant w większości przedstawionych publikacji wykazuje udział w sformułowaniu hipotezy badawczej, implementacji poszczególnych metod badawczych, opracowaniu rezultatów i analizie wyników oraz przygotowaniu manuskrypt, natomiast w połowie prac brał udział w badaniach eksperymentalnych. Określenia te wskazują, że w większości artykułów Kandydat odgrywał istotną rolę i na tej podstawie stwierdzam, że udział merytoryczny Habilitanta w opracowaniu publikacji zawartych w cyklu ma kluczowy charakter i może być podstawą do oceny osiągnięć naukowych w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

2.2. Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego

Publikacje zawarte w recenzowanym osiągnięciu naukowym tworzą dobrze zdefiniowane zadanie naukowe, mieszczące się w tematyce monitorowania i diagnostyki układów mechanicznych. Obejmują one zagadnienia interpretacji danych przemysłowych w celu zapewnienia wysokiej skuteczności wykrywania uszkodzeń. Problematyka ta jest ważna i ma duże znaczenie dla poprawy jakości i niezawodności działania systemów decyzyjnych, gdyż metody wczesnego wykrywania uszkodzeń pozwalają w początkowym etapie powstawania rozpoznać i zlokalizować uszkodzenie, a w niektórych przypadkach przewidzieć kiedy ono nastąpi. Opiniowane prace łączy jedna tematyka podejmowana przez Habilitanta, a mianowicie zagadnienia związane z łączeniem różnych algorytmów detekcji uszkodzeń do automatycznego procesu decyzyjnego lub połączeniem w całość decyzji cząstkowych z osobnych algorytmów diagnostycznych w celu uzyskania systemu decyzyjnego o wyższej skuteczności.

I tak w pracy [c1] Kandydat zaproponował dwie metody diagnostyczne (metodę odcinkową i metodę podwójnej pochodnej) bazujące na wizyjnym systemie pomiaru ugięcia struktur belkowych i mające na celu wykrycie oraz zlokalizowanie zmiany krzywizny belki. Oba zaproponowane algorytmy działają niezależnie od siebie i charakteryzują się wysoką skutecznością wykrywania pojawiających się pęknięć.

W pracy [c2] Habilitant porównał szereg wskaźników uszkodzeń lotniczych paneli aluminiowych, bazując na pomiarze fal prowadzonych. Wykazał, że wskaźniki uszkodzeń mają

wystarczającą czułość, a w połączeniu z wytrenowaną siecią neuronową pozwalają na rozróżnienie stanu uszkodzonego i nieuszkodzonego próbki.

Kontynuację badań w zakresie klasyfikacji pęknięć zmęczeniowych habilitant przedstawił w [c3]. W tym przypadku wykorzystał dodatkowo model symulacyjny uszkodzonego elementu poszycia samolotu. W prowadzonych badaniach porównawczych działania wybranych klasyfikatorów neuronowych wykazał, że sieć wytrenowana na danych wygenerowanych tylko w symulacjach uszkodzeń jest, w niektórych przypadkach zdolna do przeprowadzenia udanej klasyfikacji na podstawie danych pochodzących z rzeczywistych próbek.

W pracy [c4] Habilitant zaproponował autorską metodę „głosowania” łączącą wskazania metod opracowanych jeszcze w trakcie doktoratu [c1]. Algorytm głosowania łączy dwa sygnały, z metody drugiej pochodnej i metody odcinkowej w jeden, co skutkuje lepszą detekcją i lokalizacją uszkodzeń, zapewniając dodatkowo mniejszą wrażliwość na zakłócenia.

Nowatorskie podejście w projektowaniu zespołów sieci neuronowych zostało przedstawione w [c5]. Obejmuje ono wybór podzbioru sztucznej sieci neuronowej najbardziej odpowiedni do rozwiązania określonego zadania. Wynika to ze sposobu trenowania sieci tego samego typu i o tej samej strukturze, które często osiągają różne wyniki ze względu na losowy rozkład wag początkowych. Proponowany zespół jest w stanie zmieniać swoją strukturę poprzez wybór tzw. elektorów w zależności od ich wyników treningowych. Dzięki czemu możliwe jest osiągnięcie wyższej skuteczności niż rozwiązanie klasyczne (wykorzystujące pojedynczą sieć neuronową).

Inspiracją Kandydata do napisania pracy [c6] była potrzeba opracowania skutecznych metod monitorowania stanu konstrukcji o niskiej wrażliwości na zmiany temperatury. Zaproponowana metoda wykorzystująca Pomiar Grupowy pozwoliła na odróżnienie lokalnych zmian związanych z uszkodzeniami struktur próbek typu płytowego od zmian globalnych spowodowanych temperaturą. Dodatkowo wykazano, że przy zastosowaniu zaproponowanej przez Habilitanta fuzji trzech podstawowych metod kompensacji wpływu temperatury na fale prowadzone można uzyskać jednocześnie wysoką wszechstronność i efektywność oceny struktur.

Do problematyki wykrywania urządzeń struktur z zastosowaniem zespołów sieci neuronowych Habilitant wrócił w pracy [c7]. Zaproponowane zespoły klasyfikatorów mogą kompensować zmienność wyników spowodowaną losowym początkowym rozkładem wag oraz niekorzystnym wyborem jednej lub kilku sieci. Pozwala to na znaczne zwiększenie wiarygodności oceny stanu struktury, co zostało udowodnione na podstawie wyników badań rzeczywistej struktury samolotu.

W pracy [c8] Habilitant do identyfikacji układów o histerezy charakterystyce sztywności zaproponował zastosowanie metody zespołowej, w miejsce stosowanej dotychczas metody klasycznej. Po raz kolejny udowodnił, że takie podejście zwiększa skuteczność, w tym przypadku do identyfikacji systemów nieliniowych.

Wykorzystanie podejścia zespołowego ponownie zostało zaproponowane przez Habilitanta w pracy [c9]. Wykazano, że w celu detekcji uszkodzeń przekładni obiegowych maszyn wirnikowych uzyskanie znacząco lepszych i bardziej powtarzalnych wyników jest możliwe przy wykorzystaniu zespołowego połączenia autosocjacyjnych sieci neuronowych.

W pracy [c10] Habilitant zaprezentował metodę połączenia pomiarów przeprowadzanych w wielu miejscach jako skuteczną w wykrywaniu uszkodzeń struktur belkowych przy zmiennych warunkach środowiskowych. Z zastosowaniem lokalnej filtracji modalnej zminimalizowano wpływ temperatury na działanie algorytmu detekcji i tym samym praktycznie usunięto oddziaływania mogące wywoływać fałszywe alarmy.

Całość cyklu kończy praca [c11], w której na podstawie badań symulacyjnych potwierdzono, że metoda oparta na lokalnych filtrach modalnych może być stosowana nie tylko dla struktur belkowych, ale również dla płyt i zapewnia dobre możliwości wykrywania i lokalizacji uszkodzeń. Stwierdzono również, że metoda ta jest porównywalna z metodą falkową, a ponieważ obie metody opierają się na różnych zasadach, można je połączyć, np. w systemie fuzji decyzji.

Warto dodać, że wszystkie prace zawarte w cyklu podlegały już procesowi recenzowania i moim zdaniem, nie wymagają ponownej szczegółowej analizy merytorycznej. Ich rezultaty z jednej strony nawiązują do wyników badań realizowanych w trakcie doktoratu, a z drugiej daleko poza nie wykraczają, co potwierdza opinię, że na etapie publikowania stanowiły zauważalny wkład w rozwój tematyki związanej z monitorowaniem i diagnostyką układów mechanicznych, i z tego powodu zasługują na moją pozytywną ocenę.

2.3. Podsumowanie i ocena osiągnięcia naukowego

Do najważniejszych osiągnięć Habilitanta w istotny sposób rozwijających wiedzę na temat monitorowania i diagnostyki układów mechanicznych stanowiących wkład w rozwój dyscypliny naukowej reprezentowanej przez Habilitanta, zaliczam przede wszystkim:

- opracowanie metod diagnostyki bazujących na systemach wizyjnych stosowanych do detekcji, lokalizacji i oceny uszkodzeń w strukturach belkowych,
- opracowanie detektorów uszkodzeń struktur lotniczych bazujących na zespołach różnych typów sieci neuronowych zweryfikowanych w warunkach laboratoryjnych oraz podczas pełnoskalowej próby zmęczeniowej rzeczywistego samolotu,
- określenie możliwości oraz wykazanie, że zastosowanie klasyfikatorów zespołowych w różnych zadaniach monitorowania i diagnostyki układów mechanicznych charakteryzuje się wyższą skutecznością niż rozwiązania oparte o pojedyncze sieci neuronowe,
- opracowanie metody opartej na łączeniu pomiarów wykonywanych w różnych punktach, tzw. Pomiaru Grupowego w celu wykrywania uszkodzeń w strukturach płytowych,
- opracowanie nowatorskiej metody kompensacji wpływu warunków środowiskowych na pomiary wykonywane z wykorzystaniem fal prowadzonych,
- opublikowanie wyników swoich prac w czasopiśmie o dużej randze światowej z obszaru dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika.

2.4. Ocena wkładu w rozwój nauki.

Stwierdzam, że opublikowany cykl 11 publikacji naukowych powiązanych tematycznie stanowi znaczny wkład dr. inż. Ziemowita Dworakowskiego w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika, a tym samym spełnia wymagania stawiane w art.219, poz. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669, z późn. zm.).

3. Ocena istotnej aktywności naukowej.

Przedstawiona w tym rozdziale ocena sporządzona została w zakresie działalności naukowej, na którą składają się działalność badawcza, dydaktyczna, organizacyjna, społeczna i współpraca z zagranicą.

3.1. Działalność publikacyjna

Publikacje naukowe		
	Po doktoracie	Przed doktoratem
Artykuły w czasopismach	14	5
Referaty konferencyjne	12	4
Rozdziały w monografiach	4	1

Sumaryczny IF wg. JCR (stan na dzień 15.01.2021)	Dla publikacji z cyklu	16.502
	Dla wszystkich publikacji	29.649

Liczba cytowań wszystkich publikacji z wyłączeniem autocytowań (stan na dzień 15.01.2021)	WoS	90
	Scopus	108
Indeks Hirscha (bez autocytowań) (stan na dzień 15.01.2021)	WoS	5
	Scopus	6

Według portalu Publons (na dzień pisania recenzji) wnioskodawca wykonał 24 recenzje dla czasopism z listy JCR rozpoznawanych w bazie WOS, w tym:

- 7 recenzji dla Structural Health Monitoring and International Journal (IF: 5.929),
- 6 recenzji dla Measurement Science and Technology (IF: 2.046),
- 3 recenzje dla Electronics (IF: 2.397),
- 3 recenzje dla Journal of Intelligent Material Systems and Structures (IF: 2.569),
- 1 recenzja dla Journal of Nondestructive Evaluation (IF: 2.192),
- 1 recenzja dla Mechanics Based Design of Structures and Machines (IF: 2.286),
- 1 recenzja dla Applied Sciences (IF: 2.679),
- 1 recenzja dla Machines (IF: 2.428),
- 1 recenzja dla Smart Materials and Structures (IF: 3.585).

Całość dorobku publikacyjnego Habilitanta pod względem ilościowym i jakościowym oceniam jako bardzo dobry. Liczba cytowań i indeks H świadczą o rozpoznawalności dr. inż. Ziemowita Dworakowskiego w międzynarodowym środowisku naukowym. O znaczącej roli Kandydata w nauce świadczy również fakt powierzenia Mu funkcji recenzenta w renomowanych czasopismach naukowych.

3.2. Inne formy działalności badawczej

Informacja o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych.

Habilitant, w trakcie swojej kariery naukowej brał udział w 9 projektach finansowanych w drodze konkursów krajowych. W celu możliwości powoływania się na realizowane projekty, w dalszej części oceny osiągnięć nadano numerację dla projektów od P1 do P9.

Przed uzyskaniem stopnia doktora.

- P1. *Opracowanie systemu monitorowania stanu technicznego samolotu PZL_ORLIK TC II w oparciu o wieloprzetwornikową sieć czujników PZT, (2011–2013), LIDER/35/43/L-2/10/NCBiR/2011 – wykonawca.*
- P2. *Opracowanie innowacyjnej metodyki i informatycznego systemu zarządzania dla kodyfikacji linii kolejowych, (2012–2013), 60/030/0027/11/Z/J – wykonawca.*
- P3. *Dynamiczne zarządzanie zdolnościami przesyłowymi sieci elektroenergetycznych przy wykorzystaniu innowacyjnych technik pomiarowych, (2014–2016), SDZP GEKON1/02/214108/19/2014 – wykonawca.*

Po uzyskaniu stopnia doktora.

- P4. *Inteligentne algorytmy sterowania adaptacyjnego w celu kompensacji drgań konstrukcji, (2017–2020), SONATA 2016/21/D/ST8/01678 – kierownik projektu, główny wykonawca.*
- P5. *System automatycznego przetwarzania i interpretacji danych w monitorowaniu stanu struktur, (2019–), LIDER/3/0005/L-9/17/NCBR/2018 – kierownik projektu, główny wykonawca.*
- P6. *Opracowanie modelu eksperymentalnego systemu oceny stanu technicznego hybrydowych przekładni obiegowych dużej mocy dla energetyki wiatrowej i górnictwa, pracujących w silnie zmiennych warunkach eksploatacyjnych, (2015–2018), PBS3/B6/21/2015 – wykonawca.*
- P7. *Opracowanie i wdrożenie nowych, numerycznych i pomiarowych metod modelowania i symulacji maszyn i procesów w celu predykcji stanu technicznego dla podniesienia dyspozycyjności urządzeń krytycznych i poprawy efektywności procesu wytwarzania energii z wykorzystaniem zaawansowanej technologii Distributed Edge Computing oraz Chmury Hybrydowe, (2017–2018), POIR.01.02.00-00-0317/16-00 – ekspert zewnętrzny*
- P8. *System wizyjny do monitorowania stanu konstrukcji wykorzystujący algorytmy wzmacniania ruchu i deformacji, (2018–), LIDER/26/0103/L-9/17/NCBR/2018 – wykonawca.*
- P9. *Nowa era FTF dla systemów oceny stanu technicznego maszyn wirnikowych - od urządzeń on-site do serwerów Industry 4.0, (2020–), POIR Działanie 4.1, konkurs 2/4.1.4/2019 – konsultant.*

W ramach realizacji dwóch projektów Habilitant wykazał osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne i technologiczne, pt.: *Zaprojektowanie i wykonanie systemu oprogramowania do*

wykrywania i lokalizowania uszkodzeń na podstawie sygnałów z fal prowadzonych z kompensacją wpływu temperatury i wykorzystaniem fuzji decyzji (P1), Zaprojektowanie i wykonanie systemu adaptacyjnej aktywnej kompensacji drgań nieznanych struktur działającego w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem uczenia ze wzmocnieniem oraz sieci neuronowych (P4). Dodatkowo brał udział w przygotowaniu pakietu oprogramowania Wiz2D do analizy krzywej ugięcia struktur oraz wykonanie systemu oprogramowania do lokalizowania uszkodzeń w jednostronnie podpartych belkach.

Informacja o odbytych stażach w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych.

Habilitant wykazał udział w dwóch tygodniowych stażach. Pierwszy, jeszcze w trakcie doktoratu realizowany w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych w Warszawie w celu realizacji prac eksperymentalnych w ramach projektu (P1). Drugi, po uzyskaniu stopnia doktora w CALLSTATS.IO, Helsinki, Finlandia w celu konsultacji prac działu R&D przedsiębiorstwa oraz wykonania szkolenia zespołu R&D z praktycznego zastosowania metod sztucznej inteligencji w pracach przedsiębiorstwa.

Informacja o współpracy z uczelniami i instytucjami naukowymi

Podstawowym ośrodkiem aktywności naukowej Kandydata jest Akademia Górniczo Hutnicza w Krakowie i tam afiliowane są wszystkie raportowane przez niego publikacje. Duża część z tych osiągnięć powstała na podstawie działalności wykonywanej we współpracy z naukowcami z innych ośrodków, w tym zagranicznych. Można tutaj wyróżnić przede wszystkim współpracę Kandydata z Instytutem Technicznym Wojsk Lotniczych w Warszawie, przy realizacji dwóch projektów (P1) i (P5) co zaowocowało powstaniem prac zamieszczonych do oceny cyklu publikacji ([c3, c5, c7]). oraz artykułu:

K. Dragan, M. Dziendzikowski, A. Leski, Z. Dworakowski, and T. Uhl, *An Approach to Damage Detection in the Aircraft Structure with the Use of Integrated Sensors – The Symost Project*, Fatigue Aircr. Struct., vol. 2012, no. 4, pp. 1–7, 2012.

Ponadto Habilitant współpracował również z naukowcami z Politechniki Krakowskiej przy testowaniu systemów wizyjnych. Wynikiem tej współpracy było współautorstwo publikacji:

P. Kohut, A. Gąska, K. Holak, K. Ostrowska, J. Śladek, T. Uhl, Z. Dworakowski, *A structure's deflection measurement and monitoring system supported by a vision system*, Tech. Mess., vol. 81, no. 12, pp. 635–643, 2014.

W wyniku współpracy Kandydata z naukowcami z uniwersytetu Sfax w Tunezji powstał artykuł przeglądowy:

A. Jablonski, Z. Dworakowski, K. Dziedziech, and F. Chaari, *Vibration-based diagnostics of epicyclic gearboxes – From classical to soft-computing methods*, Measurement, vol. 147, p. 106811, 2019

oraz dodatkowo artykuł przedstawiony na międzynarodowej konferencji IWSHM w 2017:

Z. Dworakowski, K. Dziedziech, O. Graja, and A. Jablonski, *Speed extraction from vibration signal using ANNs and broadband features*, in 11th International Workshop on Structural Health Monitoring, 2017

Aktualnie prowadzi współpracę z Universitat Politècnica de Catalunya w Barcelonie przy weryfikacji wyników projektu (P5).

Informacja o współpracy z sektorem gospodarczym.

Udział w wielu projektach naukowych i badawczych pozwolił Habilitantowi na owocną współpracę z sektorem gospodarczym zarówno przed jak i po uzyskaniu stopnia doktora. Dzięki czemu Kandydat miał możliwości prowadzenia badań w warunkach przemysłowych, a także wykonania szczegółowych analiz na danych przemysłowych. Współpraca ta była realizowana z:

- Monit SHM - Przygotowanie funkcji do komercyjnego oprogramowania do pomiarów wizyjnych VisAnalysis, testy skuteczności oprogramowania.
- EC Systems - Zadania badawcze związane z analizą danych przemysłowych pochodzących z systemów SCADA dla turbin wiatrowych.
- PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. - Przeprowadzanie badań i analiz w ramach projektu (P2).
- Tauron Dystrybucja S.A. - Przeprowadzanie wizyjnych badań napowietrznych linii elektroenergetycznych w ramach projektu (P3).
- EC Systems – Współpraca i analizy danych przemysłowych w ramach projektu (P6).
- AMC Vibro – Współpraca i analizy danych przemysłowych w ramach projektu (P6).
- It Business Consulting Group Sp z o.o - Analiza i opracowanie możliwości systemów wizyjnych do monitorowania zachowania tłumy i wychwytywania anomalii.
- Elmodis - Udział w projekcie (P7) w charakterze zewnętrznego eksperta, współpracującego przy wdrożeniu systemu monitorowania stanu konstrukcji wirnikowych.
- CALLSTATS I/O - Prace wdrożeniowe dotyczące inteligentnego systemu do optymalizowania konfiguracji połączeń internetowych.
- Zakuper / Brave Commerce Group - Konsultacje merytoryczne wniosku grantowego dotyczącego aplikacji wspomagającej proces zakupu, opartej na wykrywaniu produktów z wykorzystaniem sztucznej inteligencji zakończone złożeniem wniosku w ramach tzw. „Szybkiej Ścieżki” NCBiR.

Informacja o wdrożonych technologiach.

W ramach realizowanego projektu (P1), jeszcze w trakcie doktoratu Habilitant brał udział w budowie i testach demonstratora technologii, natomiast w projekcie (P4), jako ekspert zewnętrzny brał udział we wdrażaniu systemu monitorowania stanu konstrukcji wirnikowych.

Informacja o wykonanych ekspertyzach lub innych opracowaniach wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.

W trakcie współpracy z sektorem gospodarczym Habilitant wykonał dodatkowo ekspertyzy, a w szczególności prace dotyczące:

- możliwości wykorzystania systemów wizyjnych do monitorowania zachowania tłumy i wychwytywania anomalii w tłumie, na zlecenie It Business Consulting Group Sp z o.o,
- możliwości poprawy jakości połączeń internetowych w czasie rzeczywistym, na zlecenie firmy CALLSTATS.IO (Helsinki, Finlandia),
- zastosowania inteligentnych systemów diagnostycznych oraz monitorowania populacyjnego dla maszyn wirnikowych, na zlecenie ELMODIS.

Uwzględniając powyższe, mogę stwierdzić, że aktywność Habilitanta w zakresie prac naukowo-badawczych, w tym w projektach, dla których finansowanie pozyskano na zasadach konkursowych, jest ponadprzeciętna. Dodatkowo wykazane osiągnięcia świadczą o uznaniu kompetencji naukowych Habilitanta i Jego obecności w światowej wymianie naukowej.

3.3. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę Kandydata.

Dr inż. Ziemowit Dworakowski równolegle z pracą naukową jest zaangażowany w proces dydaktyczny prowadzony w Katedrze Robotyki i Mechatroniki, AGH w Krakowie. Był promotorem 23 prac inżynierskich i magisterskich, z których jedna zdobyła III miejsce w ogólnoucześnieanym konkursie „Diamenty AGH”, cztery zostały nagrodzone wyróżnieniem wydziałowym, a dziewięć zostało przygotowanych w języku angielskim. Prowadził specjalistyczne zajęcia z 7 przedmiotów, w tym z 4 z odpowiednikami w języku angielskim.

W zakresie aktywności organizacyjnej Kandydat brał udział w przygotowaniu dokumentacji do akredytacji programów inżynierskich i technicznych ABET - Accreditation Board for Engineering and Technology, dla dwóch kierunków realizowanych na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, AGH:

- „Inżynieria mechatroniczna z językiem angielskim jako językiem wykładowym – studia pierwszego stopnia”.
- „Inżynieria mechatroniczna z językiem angielskim jako językiem wykładowym – studia drugiego stopnia, specjalność Projektowanie mechatroniczne”.

Oba przygotowane kierunki uzyskały akredytację. Obecnie Habilitant jest wydziałowym koordynatorem ds. akredytacji ABET.

W ramach popularyzowania nauki, w trakcie doktoratu Kandydat współpracował z Krakowskim Młodzieżowym Towarzystwem Przyjaciół Nauk i Sztuk w organizowaniu zajęć z Robotyki i Mechatroniki dla uczniów szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych na AGH. W roku 2018 wygłosił wykład popularnonaukowy w Zespole Szkół Mechanicznych nr 1 w Krakowie na temat szans i zagrożeń związanych z rozwojem sztucznej inteligencji.

Ten zakres aktywności Habilitanta oceniam jako bardzo dobry.

3.4. Informacja o innej działalności naukowej

Prace dr. inż. Ziemowita Dworakowskiego niewłączone do osiągnięcia będącego podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego potraktować można jako uzupełnienie rozważań tworzących cykl publikacji naukowych powiązanych tematycznie. Są wśród nich artykuły w czasopismach z bazy JCR, rozdziały w monografiach, referaty opublikowane w materiałach konferencyjnych oraz inne publikacje. Większość z nich dotyczyła zagadnień monitorowania i analizy struktur, zwłaszcza w odniesieniu do diagnostyki wibroakustycznej przekładni obiegowych, monitorowania różnych konstrukcji inżynierii lądowej z wykorzystaniem metod bezkontaktowych oraz metod związanych z analizą modalną drgań własnych.

Prace te stanowią zauważalny element rozwoju badań dotyczących diagnostyki układów mechanicznych i razem z wynikami opisanymi w publikacjach włączonych do jednolitego cyklu potwierdzają duży wkład Habilitanta w rozwój reprezentowanej dyscypliny naukowej.

3.5. Podsumowanie oceny aktywności naukową albo artystycznej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Na podstawie przedstawionych osiągnięć naukowych, badawczych, dydaktycznych, uznaję, że dr inż. Ziemowit Dworakowski wykazał się istotną działalnością naukową realizowaną na więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej a tym samym spełnił wymagania stawiane w art.219, poz. 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669, z późn. zm.).

4. Ocena końcowa osiągnięcia naukowego, istotnej aktywności naukowej oraz osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę dr. inż. Ziemowita Dworakowskiego.

Biorąc pod uwagę moje oceny cząstkowe jakie przedstawiłem na podstawie przedłożonej dokumentacji i jej szczegółowej analizy moja ocena końcowa osiągnięcia naukowego, istotnej aktywności naukowej oraz osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę dr. inż. Ziemowita Dworakowskiego jest **POZYTYWNA**.

Habilitant spełnia wszystkie wymogi art.219 poz. 1, 2 oraz 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1669, z późn. zm.).



Dr hab. inż. Marcin Wolkiewicz, prof. uczelni