

Biuro Dziekana
Wpłynęło dnia 15.12.2021
Nr 88 /zał



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI,
TELEKOMUNIKACJI I INFORMATYKI



Laboratorium Akustyki Fonicznej

Gdańsk, 4.12.2021 r.

Prof. dr hab. inż. Bożena Kostek, czł. koresp. PAN

RECENZJA

OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO pt.: „MODELOWANIE, OPTIMALIZACJA I STEROWANIE W SYSTEMACH REDUKCJI HAŁASU” oraz ISTOTNEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ, DYDAKTYCZNEJ I ORGANIZACYJNEJ dra inż. STANISŁAWA WRONY w związku z jego postępowaniem habilitacyjnym

Niniejsza recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo dr hab. inż. Moniki Kwoki, prof. PŚ, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Automatyki, Elektroniki i Elektrotechniki Politechniki Śląskiej z dnia 14.10.2021 r. (wg art. 221 ust. 5. pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2020 r. poz. 85, z późn. zm.) oraz § 4 ust. 1-4 Regulaminu w zakresie nadania stopnia doktora habilitowanego (monitor Prawny PŚ z 2019 r. poz. 248, z późn. zm.), a także pisma Rady Doskonałości Naukowej znak Z2.4000.35.2021.3.IB z dnia 28 czerwca 2021 r. w sprawie wyznaczenia części składu komisji hab. w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr Stanisławowi Wronie w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika wszczętego w dniu 16.02.2021 r.

Po zapoznaniu się z Wnioskiem p. dra inż. Stanisława Wrony oraz publikacjami stanowiącymi Osiągnięcie – zgodnie z wytycznymi – w swojej opinii odnoś się do wkładu w dyscyplinę EEiA oraz „istotnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej” Habilitanta zgodnie z obowiązującą Ustawą.

Tytuł osiągnięcia naukowego: „Modelowanie, optymalizacja i sterowanie w systemach redukcji hałasu”.

I. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Badania naukowe prowadzone przez dra inż. Stanisława Wronę obejmują zastosowania metod modelowania, optymalizacji i sterowania w systemach pasywnych, półaktywnych oraz aktywnych redukcji hałasu. Przedstawione prace mają charakter rozwojowy, rozumiany w dwojnasób, tzn. z jednej strony stanowią rozwinięcie metod znanych w literaturze tematu, z drugiej przedstawiają potencjał rozwojowy tych metod. Tematyka prezentowanych prac jest aktualna i ważna, szczególnie w kontekście ochrony słuchu i zdrowia człowieka w warunkach

Kg

zagrożenia hałasem środowiskowym (w tym w środowisku przemysłowym czy gospodarstwie domowym), ale wiąże się też pośrednio z ochroną konstrukcji maszyn i regulacjami prawnymi w tej materii. Należy również pamiętać o aspekcie optymalizacji poboru (oszczędności) energii potrzebnej do zasilania układów aktywnych i półaktywnych redukcji hałasu.

Przedstawione do oceny prace w ramach Osiągnięcia odnoszą się do kilku głównych – określonych jako funkcje celu – wątków badawczych, pomiarowych, optymalizacyjnych oraz związanych ze sterowaniem układów redukcji hałasu:

1. Metod pasywnych ochrony przed hałasem;
2. Metod półaktywnych ochrony przed hałasem;
3. Metod aktywnych ochrony przed hałasem.

Należy zaznaczyć, że powyższy podział nie ogranicza się do opracowań teoretycznych i przedstawienia metod, ale **obejmuje również modelowanie, pomiary i optymalizację rozumiane jako kształtowanie własności układu wibroakustycznego bądź sposobu rozmieszczenia elementów wykonawczych i pomiarowych, a także sterowanie w półaktywnych lub aktywnych układach redukcji hałasu.**

Habilitant przedstawił do oceny osiągnięcia naukowego cykl dziewięciu publikacji, pod wcześniej przywołanym tytułem: „**Modelowanie, optymalizacja i sterowanie w systemach redukcji hałasu**”, w którym zawierają się artykuły znajdujące się w wykazie JCR (*Journal Citation Reports* oraz na liście czasopism MEiN). Wszystkie prace są współautorskie, przy czym dr inż. Wrona jest pierwszym autorem w sześciu publikacjach zawartych w Osiągnięciu. Prace były realizowane m.in. w ramach interdyscyplinarnego projektu badawczego NCN, w którym Habilitant był głównym wykonawcą. Warto zauważyć, że w naukach inżynierjno-technicznych prace współautorskie są jak najbardziej uzasadnione; świadczy to również o umiejętności współpracy z zespołem badawczym, co zwykle dobrze rokuje na założenie przyszłej własnej szkoły badawczej. W każdej z prac Habilitant określił swój wkład procentowy oraz merytoryczny w poszczególne prace (zostało to potwierdzone przez oświadczenia współautorów) i odnosi się do sformułowania koncepcji badań, propozycji projektów łączników bistabilnych, propozycji nowych metod strategii optymalizacji modeli i ich walidacji oraz rozwiązań systemowych. Warto zauważyć, że wkład procentowy dra S. Wrony jest wyższy/równy niż 50% w pięciu przywołanych pracach. Dlatego **można przyjąć, że przedstawione do oceny artykuły nie tylko wnoszą oryginalne wątki badawcze, ale że wkład merytoryczny Habilitanta w przedstawione w Osiągnięciu artykuły jest ważny i znaczący.** Przedstawione do oceny Osiągnięcie może stanowić podstawę w procesie ubiegania się o stopień dra habilitowanego.

Lista publikacji przedstawiona w Osiągnięciu wraz z krótką charakterystyką tych prac:

P1 Wrona S., Pawełczyk M., Cheng Li, Semi-active links in double-panel noise barriers, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 154, 107542 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2020.107542>.

Pierwsza z przywołanych publikacji przedstawia oryginalne podejście do sterowania półaktywnego betonowej komory z jedno- lub dwupanelową barierą przeciwhałasową, oddzielającą odbiorcę od źródła hałasu. Pomiędzy panelami zamontowane są łączniki bistabilne, które mogą łączyć te panele, wtedy gdy są włączone. Półaktywne układy wymagają poboru energii tylko podczas przełączania między stanami. Są to elementy, które zmieniają własności struktury w wyniku przełączanego wzmocnienia poprzez sprzęgające lub rozprzegające komponenty. Energia jest używana do przełączenia lub podtrzymania zadanego stanu półaktywnego elementu wykonawczego. Inną bardzo ważną cechą układów półaktywnych jest możliwość adaptacji do charakterystyki widmowej generowanego hałasu. W pracy pokazano, że emisja hałasu może być zredukowana nawet o 16 dB w wybranym paśmie częstotliwości.

Równie istotny jest kontekst stworzenia modelu matematycznego układu tego typu, gdyż umożliwia on kształtowanie charakterystyki widmowej – a właściwie predykcji – poprzez przesuwanie rezonansów charakterystyki widmowej – zgodnie z bieżącymi potrzebami.

Istotnym wkładem tej pracy jest rozwinięcie modelu do postaci reprezentującej bariery dwupanelowe. Bariery tego typu osiągają wysokie poziomy izolacyjności akustycznej w szerokim paśmie częstotliwości jako pasywne struktury. Warto nadmienić, że model został zweryfikowany i zoptymalizowany za pomocą przeprowadzonych symulacji komputerowych. Wykazana została wysoka skuteczność zaproponowanego układu pasywnego, ale w rozwiązaniu półaktywnym w wąskim, ale użytecznym paśmie częstotliwości. Wskazany został również problem pojawiania się rezonansów w charakterystyce widmowej w zakresie niskich częstotliwości, który powodował mniejszą skuteczność w przypadku rozwiązania dwupanelowego. Jednak modyfikacja założeń, tj. zwielokrotnienie modelu płyty oraz wibroakustycznego sprzężenia pomiędzy panelami (zaproponowany bistabilny półaktywny łącznik) umożliwił adaptację własności bariery do aktualnego widma hałasu w trakcie pracy, wymagając jednocześnie energii wyłącznie do przełączania pomiędzy stanami.

P2 Wrona S., Pawełczyk M., Cheer J., Acoustic radiation-based optimization of the placement of actuators for active control of noise transmitted through plates, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 147, 2021, 107009, <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2020.107009>.

W załączonej pracy przedstawiono nowe podejście do optymalizacji rozmieszczenia siłowników w rozwiązaniu aktywnego zwalczania hałasu. W procesie optymalizacji (maksymalizacja celu poprzez optymalizację rozmieszczenia elementów wykonawczych i pomiarowych) wprowadzono model promieniowania akustycznego (wariant ortotropowy), wykorzystujący macierze Grama. Sformułowano też nowe funkcje kosztów, które skupiają się na własnościach istotnych z punktu widzenia akustyki. Uwzględnienie zjawiska emisji akustycznej w modelu matematycznym i pominięcie rezonansów charakterystyki, które nie mają wpływu na propagację hałasu, umożliwiło istotną poprawę uzyskanych wartości miar sterowalności dla modów istotnych akustycznie, tj. takich, które faktycznie odpowiadają za efektywną transmisję lub emisję hałasu. Pozwoliło to na zwiększenie miary sterowalności o ponad 5 dB. Wzrost ten jest porównywalny z tym, który uzyskuje się przez podwojenie liczby siłowników, co prowadzi do zmniejszenia kosztów w praktycznych rozwiązaniach ochrony przed hałasem.

P3 Wrona S., Pawełczyk M., Qiu X., Shaping the acoustic radiation of a vibrating plate, *Journal of Sound and Vibration*, 476, 2020, 115285, <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2020.115285>.

Kolejna praca przedstawia nową metodę kształtowania promieniowania akustycznego płyty drgającej. Może być zastosowana do optymalizacji promieniowania akustycznego płyty zastosowanej jako źródło dźwięku na etapie projektowania, co ma wpływ na realizację układów zabezpieczających przed emisją hałasu. Może być również wykorzystana do zwiększenia strat w transmisji płyty stosowanej – w tym przypadku jako bariera akustyczna. Straty w transmisji pasywnej bariery akustycznej mogą być zwiększone nawet o 7 dB. Interesująca jest propozycja połączenia z systemem aktywnym, tworząc w ten sposób hybrydową kontrolę pasywno-aktywną. Również w tym przypadku wykorzystano zjawisko emisji akustycznej (wariant izotropowy) w modelu matematycznym (optymalizacja miar sterowalności bazująca na macierzach Grama), co pozwoliło na zmniejszenie wpływu rezonansów mniej istotnych z punktu widzenia emisji hałasu. Widoczne jest to w analizach odpowiedziach częstotliwościowych (akustycznych i strukturalnych) optymalizowanych płyt i barier akustycznych. Efektem tej pracy jest model, w którym możliwe jest wzmacnianie/osłabianie izolacyjności płyty wykorzystywanej jako bariera akustyczna w rozwiązaniu pasywno-aktywnym przy różnych szerokościach analizowanego pasmach częstotliwości.

P4 Mazur K., Wrona S., Pawełczyk M., Performance Evaluation of Active Noise Control for a Real Device Casing, *Appl. Sci.* 2020, 10, 377. <https://doi.org/10.3390/app10010377>

Redukcja hałasu generowanego przez urządzenia jest ważnym problemem zarówno w środowiskach przemysłowych, gdzie wysokie poziomy ciśnienia akustycznego mogą

uszkadzać słuch, jak i w gospodarstwach domowych, gdzie poziom ciśnienia akustycznego jest zazwyczaj umiarkowany, ale może powodować dyskomfort i stres. Klasycznie stosowane metody pasywne mają zwykle słabą skuteczność w paśmie niskich częstotliwości. Alternatywnie, aby poprawić redukcję hałasu w tym zakresie częstotliwości, można zastosować aktywną kontrolę emisji hałasu. W proponowanym podejściu hałas generowany przez urządzenia może być zredukowany poprzez kontrolę drgań obudowy. Wcześniejsze prace potwierdziły działanie proponowanego podejścia aktywnej kontroli przy użyciu przygotowanej obudowy redukującej szumy. Oceniana praca rozwija proponowane we wcześniejszych badaniach rozwiązanie aktywne na przykładzie zastosowania w standardowej pralce (źródło rozproszone przestrzennie) – należało wziąć pod uwagę zarówno rozchodzenie się hałasu drogą powietrzną, jak i drganiową. Siłowniki elektrodynamiczne zostały zainstalowane na czterech ściankach pralki. Wydajność systemów sterowania została oceniona eksperymentalnie podczas fazy wirowania, a uzyskane wyniki wskazują, że kontrola strukturalna (aktywna obudowa) jest skuteczna w zastosowaniach w urządzeniach gospodarstwa domowego.

P5 Wrona S., Mazur K., Rzepecki J., Chrapońska A., Pawełczyk M., Sound Transmission Through a Thin Plate with Shaped Frequency Response, *Archives of Acoustics*, 44, No. 4, pp. 731–738 (2019) DOI: 10.24425/aoa.2019.129728

Cienkie płyty, w postaci pojedynczych paneli lub całych obudów urządzeń, mają za zadanie oddzielić źródło hałasu od jego odbiorców. Ten efekt jest pożądany w przypadku, gdy panele skutecznie blokują transmisję dźwięku, uniemożliwiając dalszą propagację hałasu. Jest to szczególnie trudne do osiągnięcia w paśmie niskich częstotliwościach. Jak wskazują autorzy pracy, obiecującym podejściem, intensywnie rozwijanym w ostatnich latach, jest zastosowanie aktywnych metod sterowania poprzez dodanie czujników i siłowników sterowanych algorytmicznie. W przypadku szumu wąskopasmowego alternatywnym rozwiązaniem może być zastosowanie rozwiązania pasywnego opracowanego przez autorów. Wykorzystuje odpowiednio rozmieszczone elementy pasywne, które mogą być wykorzystane do zmiany odpowiedzi częstotliwościowej konstrukcji wibrującej (przesunięcie częstotliwości rezonansowych drgań własnych płyty w celu oddalenia od znanej częstotliwości tonalnej hałasu pierwotnego), poprawiając w ten sposób jej właściwości dźwiękoizolacyjne. Jest to podejście określane mianem metody kształtowania odpowiedzi częstotliwościowej na etapie projektowania. Praca ma na celu rozwinięcie tej metody i zastosowanie jej w panelu obudowy urządzenia. Istotne jest również zaproponowanie funkcji kosztów w metodzie oceny efektywności metody, która obejmuje zarówno symulacje komputerowe, jak i eksperymenty badawcze. W ten sposób została określona funkcja celu proponowanej metody. Uzyskane efekty zawierają się w granicach ok. 20 dB.

P6 Chrapońska A., Wrona S., Rzepecki J., Mazur K., Pawełczyk M., Active Structural Acoustic Control of an Active Casing Placed in a Corner, Appl. Sci. 2019, 9, 1059. <https://doi.org/10.3390/app9061059>

Kolejny wątek publikacyjny dotyczy aktywnych obudów, które mogą być stosowane w urządzeniach gospodarstwa domowego ze względu na generowany hałas, który może mieć wpływ na organizm człowieka. Również i w tym przypadku metody pasywne stosowane do redukcji hałasu nie są w pełni skuteczne, szczególnie w paśmie niskich częstotliwości. Klasyczne podejście do aktywnej kontroli hałasu polega praktycznie na generowaniu lokalnych stref ciszy, podczas gdy w innych miejscach hałas może być wzmacniany. Zwykle wymaga to też dużej liczby wtórnych źródeł dźwięku. W związku z tym opracowano metodę aktywnej obudowy, której celem jest kontrola i zmniejszenie emisji hałasu przez urządzenie wibracji paneli obudowy aktywnej. Warto zauważyć, że to podejście z typowo stosowanej metody ANC (*Active Noise Control*) zmienia swój charakter w aktywną strukturalną kontrolę przed hałasem (*ASAC, Active Structural Acoustic Control*). Skuteczność tej metody została wcześniej potwierdzona przez autorów, jednak w poprzednich eksperymentach badawczych aktywna obudowa była umieszczona w pewnej odległości od ścian obudowy. W załączonej publikacji obudowa aktywna umieszczona jest w narożniku, a takie umiejscowienie jest celowo wykorzystane w celu ułatwienia działania aktywnego systemu sterowania. Wydajność redukcji hałasu jest badana w wielu konfiguracjach, w tym w różnych odległościach od narożnika i przy różnych warunkach pomiarowych.

P7 Mazur K., Wrona S., Pawełczyk M., Active noise control for a washing machine, Applied Acoustics, 146. 2019, 89-95, <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2018.11.010>.

W pracy badany jest stopień redukcji hałasu przenoszonego przez obudowę istniejącego urządzenia. Drgania ścian obudowy są kontrolowane za pomocą adaptacyjnego układu sterowania. Jego działanie zostało zweryfikowane eksperymentalnie. Pokazano, że aktywnie sterowana cienka bariera może zapewnić lepsze wyniki redukcji hałasu niż powszechnie stosowane rozwiązania pasywne. Skuteczność takiej aktywnej metody została potwierdzona przez autorów przy użyciu obudowy laboratoryjnej z zadanymi właściwościami tłumiącymi hałas. Takie podejście zostało rozwinięte i zastosowane w istniejącej obudowie urządzenia, co stanowi znaczący krok w kierunku komercjalizacji metody aktywnej obudowy. Warto zauważyć solidną podbudowę teoretyczną proponowanego podejścia, m.in. zastosowano w modelu obudowy teorię Mindlina płyt, algorytm memetyczny (połączenie algorytmu genetycznego oraz metod lokalnej optymalizacji), metodę Rayleigh-Ritza do wyznaczania częstotliwości drgań własnych. Do aktywnego sterowania obudową w celu redukcji szumów zaproponowano adaptacyjny algorytm FXLMS (*Filtered-x Least Mean Square*) z praktycznymi modyfikacjami. Zastosowano strukturę *feed-forward*, z mikrofonem referencyjnym umieszczonym wewnątrz istniejącego urządzenia. Dodatkowo, dla porównania zaimplementowano również układ sterowania z modelem wewnętrznym, działającego na

zasadzie estymacji sygnału referencyjnego. Skuteczność działania powstałych układów sterowania jest weryfikowana eksperymentalnie dla produktu dostępnego na rynku (pralka), z wykorzystaniem głośnika umieszczonego wewnątrz pralki w celu odtwarzania hałasu przez nią generowanego.

P8 Wrona S., de Diego M., Pawełczyk M., Shaping zones of quiet in a large enclosure generated by an active noise control system, *Control Engineering Practice*, 80, 2018, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2018.08.004>.

Praca stanowi ważny przyczynek w kontekście zwiększania wydajności systemu aktywnej kontroli hałasu poprzez badania symulacyjne metody kształtowania stref ciszy. W szczególności celem jest zwiększenie poziomu redukcji hałasu. Możliwe jest to za pomocą optymalizacji rozmieszczenia czujników i elementów wykonawczych, które odbywa się z wykorzystaniem zaproponowanych funkcji kosztów. W metodzie zastosowano podejście optymalizacyjne z algorytmem memetycznym (MA).

Skuteczność działania systemu aktywnej kontroli hałasu (ANC, *Active Noise Control*) w dużym stopniu zależy od rozmieszczenia przestrzennego czujników i elementów wykonawczych. Decyduje ono zarówno o osiąganych poziomach redukcji hałasu (NR, *Noise Reduction*), jak i o przestrzennym rozkładzie uzyskanych stref ciszy, co sprawia, że jest to bardzo istotny problem. Jeśli jednak pole akustyczne w obudowie może być odpowiednio zamodelowane, wówczas można zastosować algorytmy optymalizacyjne w celu znalezienia efektywnej konfiguracji systemu ANC, zwiększającej jego wydajność zgodnie ze sformułowaną funkcją kosztu i ograniczeniami. W artykule zaproponowano kompleksową metodę zwiększania poziomu NR i kształtowania stref ciszy generowanych przez system ANC poprzez optymalizację rozmieszczenia czujników i siłowników. Sformułowano problem optymalizacyjny i wykorzystywano algorytm memetyczny (MA) oraz proponowane przez niego operatory. Jako algorytm sterowania zastosowano rozproszony algorytm wielokrotnego filtrowania błędów x najmniejszej wartości kwadratowej (DMEFxLMS). Przedstawiono obszernie wyniki symulacji dla przykładowej istniejącej obudowy. Model środowiska akustycznego został uzyskany w wyniku eksperymentów. Oceniono praktycznie wykonalne funkcje kosztów i ograniczenia. Wskazano i przedyskutowano zalety i ograniczenia metody.

P9 Mazur K., Wrona S., Pawełczyk M., Design and implementation of multichannel global active structural acoustic control for a device casing, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 98, 2018, 877-889, <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.05.025>.

W załączonej pracy omówiono rozwiązania techniczne i implementację wielokanałowych systemów aktywnej kontroli hałasu, przedstawiając przykłady konfiguracji sprzętowej i efektywnej implementacji aktywnej obudowy. Praca zawiera również szereg wytycznych dotyczących optymalizacji algorytmów konfiguracji rozmieszczenia elementów

wykonawczych, architektury, jak również modyfikacji klasycznych metod przetwarzania sygnałów w kontekście algorytmu FxLMS z przełączanym błędem czy rozwiązań dotyczących wyeliminowania opóźnień. Przedstawiono też architekturę rozproszonego sterownika składającego się z pięciu węzłów kontrolno-pomiarowych. Istotą metody jest rozwiązanie implementacyjne w zakresie algorytmu sterowania, w tym efektywne obliczanie sygnałów sterujących, kompensację sprzężeń (i opóźnień), jak również adaptację układu sterującego. Strategicznym elementem pracy są wyniki przeprowadzonych eksperymentów kontrolnych, które pokazują skuteczność proponowanej metodologii.

Najważniejsze osiągnięcia naukowe i wkład w dyscyplinę elektronika, elektrotechnika i automatyka

W zakresie modelowania systemów pasywnych, półaktywnych oraz aktywnych:

- opracowanie metodologii modelowania barier dźwiękoizolacyjnych wykorzystujących płyty wyposażone w dodatkowe elementy sprzęgające z uwzględnieniem sprzężeń pomiędzy panelami (P1);
- rozwinięcie i weryfikacja modelu płyt wyposażonych w dodatkowe elementy uwzględniające zjawisko emisji akustycznej (P2, P3);
- opracowanie metodologii modelowania i kształtowania przestrzennego stref cisy w pomieszczeniach dla klasycznych układów aktywnej redukcji hałasu (P8);
- opracowanie metody kształtowania emisji akustycznej płyt (barier), bazując na wcześniej wyprowadzonym modelu; wykazanie skuteczności metody i zaproponowanie rozwiązań hybrydowych: pasywno-aktywnych (P3, P5);

W zakresie optymalizacji sterowania układami ochrony przed hałasem:

- opracowanie nowej metody kształtowania własności układu wibroakustycznego z wykorzystaniem modelowania (P5);
- opracowanie metody optymalizacji rozmieszczenia elementów wykonawczych uwzględniającej zjawisko emisji akustycznej (P2);
- nowatorskie zastosowanie w optymalizacji modelu rozmieszczenia elementów wykonawczych i pomiarowych (P2);

W zakresie kształtowania i sterowania układami ochrony przed hałasem:

- propozycja architektury i implementacja układu sterowania (P4, P7);
- analiza i wykazanie pozytywnych skutków lokalizacji aktywnej obudowy urządzenia w pobliżu narożnika pomieszczenia (P6);
- propozycja aktywnej obudowy (P9);

- propozycja sterowania półaktywnego dla bariery dwupanelowej (P1).

Powyższe zestawienie osiągnięć wskazuje na pogłębione podejście do prowadzonych badań, które wymaga to podkreślenia: obejmuje sformułowanie metody, model matematyczny, optymalizację modelu w symulacjach komputerowych, projekt elementów wykonawczych i ich realizację oraz rozwiązanie systemowe. Ten ostatni aspekt działalności naukowo-badawczej szczególności dotyczy metody aktywnej obudowy w zastosowaniu w istniejących urządzeniach. W związku z przedstawionym tematem Osiągnięcia można by się odnieść do niektórych aspektów związanych z układem aktywnym, jak np. potrzebę kontroli charakterystyk fazowych emitowanego hałasu, co wiąże się pośrednio z definicją „*czasu rzeczywistego*” redukcji hałasu, ale jest to oczywiście uwaga o charakterze dyskusyjnym, która nie dotyczy bezpośrednio omawianych problemów.

Wkład merytoryczny Habilitanta jest istotny w każdej z przedstawionych w Osiągnięciu publikacji, dlatego **przedstawione do oceny Osiągnięcie naukowe można uznać za stanowiące podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie elektronika, elektrotechnika i automatyka, jak również spełniające kryteria „oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego”.**

II. OCENA ISTOTNEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ DRA INŻ. STANISŁAWA WRONY

Najważniejsze kryteria oceniające aktywność naukową obejmują autorstwo i współautorstwo publikacji naukowych zarówno w ramach Osiągnięcia naukowego, jak również w kontekście pozostałej aktywności naukowej Habilitanta. Jak wynika z zestawienia podanego we Wniosku, po uzyskaniu stopnia doktora, Kandydat jest współautorem 15 artykułów opublikowanych w czasopiśmie JCR, 4 rozdziałów w monografiach naukowych oraz 18 artykułów pokonferencyjnych. Co ważne – ze względu na charakter implementacyjny opracowanych metod i rozwiązań – dr S. Wrona jest współautorem udzielonego przez UPRP patentu oraz współautorem 6 innych aktualnie rozpatrywanych zgłoszeń patentowych (w tym trzech przygotowanych we współpracy z przemysłem) złożonych do UPRP, European Patent Office oraz United States Patent and Trademark Office.

Dr S. Wrona przedstawił ten etap rozwoju pracy naukowej jako wynik inicjowania i aktywnej współpracy międzynarodowej, efektem której było łącznie 6 staży zagranicznych, zaś po uzyskaniu stopnia doktora 3 staże naukowe zaowocowały 4 publikacjami (lista JCR) z autorami z uczelni, w których Habilitant odbywał staż. Warto zwrócić uwagę zarówno na współpracujące uczelnie – są to prestiżowe, znane szeroko w świecie uniwersytety: Universitat Politècnica de València, University of Technology Sydney, University of Southampton, Nanyang Technological University, Hong Kong Polytechnic University, Shanghai Jiao Tong University, jak również realizowaną tematykę, która jest spójna z pracami badawczymi przedstawionymi Osiągnięciu.

Poniżej odniosę się do **danych naukometrycznych dotyczących Osiągnięcia, podanych we Wniosku. Przedstawiają się one następująco:**

- Suma punktów MEiN – 960;
- Sumaryczny Impact Factor publikacji – 32,614;
- Aktualna liczba cytowań według WoS wynosi 167 (bez autocytowań 84), wg bazy SCOPUS: 233 (bez autocytowań 143); wg Google Scholar – 293;
- Indeks Hirscha wg WoS: 9, wg bazy Scopus – 9, wg Google Scholar – 10.

Wskaźniki naukometryczne w kontekście sumarycznego IF, indeksu Hirscha oraz cytowań można uznać za wysokie, zwłaszcza, że dotyczy to prac opublikowanych w ostatnich kilku latach.

Warto dodać, że łączny dorobek punktowy (wg listy MEiN) wynosi 1350.

- Nagrody za działalność odpowiednio naukową albo artystyczną;

Dr inż. Wrona otrzymał dwukrotnie zespołową nagrodę Rektora Politechniki Śląskiej.

Reasumując, **wynik aktywności naukowej wskazuje na duży potencjał badawczy Kandydata i należy go ocenić bardzo pozytywnie.**

III. OCENA DOROBKU DYDAKTYCZNEGO I POPULARYZATORSKIEGO

Dr inż. Wrona prowadzi zajęcia dydaktyczne od czasu wstąpienia na studia doktoranckie. Prowadził zajęcia w roli wykładowcy, kierownika przedmiotu lub laboratorium z ponad 20 przedmiotów na trzech kierunkach studiów. Jest autorem wielu instrukcji i stanowisk laboratoryjnych wykorzystywanych do celów dydaktycznych. Około 30% tych zajęć było prowadzonych w języku angielskim. Pełnił funkcję opiekuna Studenckiego Koła Naukowego Spectrum. Był promotorem 4 prac dyplomowych, jak również recenzentem prac dyplomowych.

Habilitant był również członkiem Wydziałowej Komisji ds. Planu Zajęć. Jest autorem materiałów promocyjnych wydanych z okazji 50-lecia Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej. Wielokrotnie też reprezentował specjalność Komputerowe Systemy Sterowania prowadzoną na II st. studiów na spotkaniach informacyjnych dla studentów I st. studiów. Reprezentował kierunek Automatyka i Robotyka prowadzony w Politechnice Śląskiej na targach edukacyjnych. Jest również autorem interaktywnej prezentacji kierunku Automatyka i Robotyka, którą prezentował na spotkaniach z uczniami klas maturalnych w szkołach średnich.

Dr S. Wrona reprezentował Priorytetowy Obszar Badawczy Politechniki Śląskiej pod nazwą, Sztuczna inteligencja i przetwarzanie danych, jako jeden z pięciu wybitnych młodych naukowców, których dorobek został przedstawiony we wniosku w konkursie Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza, gdzie Politechnika Śląska odniosła sukces.

Działalność dydaktyczną można ocenić jako bogatą i twórczą. Pewien niedosyt może budzić brak udziału w pracy z doktorantami (jako promotor pomocniczy), ale należy zauważyć, że okres pomiędzy uzyskaniem stopnia doktora i wnioskiem o stopień doktora habilitowanego jest stosunkowo krótki, zapewne dlatego taka współpraca nie była możliwa do wykazania.

IV. OSIĄGNIĘCIA ORGANIZACYJNE

- Kierowanie projektami badawczymi lub udział w takich projektach (Informacja o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty)

Kandydat było wykonawcą w 2 grantach naukowych finansowanych przez NCN oraz 5 pracach naukowo-badawczych zleconych z przemysłu (w dwóch pracach wystąpił w roli kierownika, w pozostałych wykonawcy). **Należy zauważyć, że prace zlecone z przemysłu stanowią bardzo pożądaną profil działalności uczelni technicznych i dorobek dra inż. J. Wrony wpisuje się w tę działalność.** Wynikiem realizacji tych projektów były rozwiązania systemowe, obejmujące akwizycję różnych sygnałów sensorycznych, inteligentną analizę sygnałów (m.in. algorytmy *k*NN (*k*-Nearest Neighbors), HMM (*Hidden Markov Model*), GMM (*Gaussian Mixture Model*), zastosowanie głębokiego uczenia w tych rozwiązaniach, tj. metod GAN (*Generative Adversarial Learning*), ResNET (*Residual Neural Network*)), opracowanie oprogramowania oraz integracja wypracowanych algorytmów jako rozwiązania wbudowanego aż po komercjalizację (projekt Carsoniq – *perceptual enhancement of sound*).

- Informacja o uczestnictwie w programach europejskich/programach międzynarodowych

Dr inż. Wrona wykazuje się aktywnością w kontekście współpracy z uniwersytetami oraz instytucjami przemysłowymi w ramach międzynarodowych konsorcjów. Składane były wnioski o finansowanie projektów w konkursach europejskim (uzyskana bardzo wysoka ocena ogólna, ale brak finansowania). Dr Wrona pełnił rolę *Scientist-in-Charge* w zbudowanym konsorcjum.

- Dodatkowy udział w zespołach badawczych

Dr S. Wrona pełnił rolę kierownika trzech projektów finansowanych z subwencji przeznaczonej na działalność badawczą młodych naukowców Politechniki Śląskiej.

- Informacja o współpracy z sektorem gospodarczym

Również w tym punkcie oceny należy zauważyć wysoką aktywność dra S. Wrony. Habilitant pełnił dwukrotnie funkcję kierownika projektu zleconego z przemysłu (w tym podmiotu zagranicznego) oraz był wykonawcą trzech innych projektów z istotnym wkładem merytorycznym w realizację tych projektów.

- Informacja o wystąpieniach na krajowych/ międzynarodowych konferencjach naukowych

Dr inż. Wrona wygłosił w okresie podlegającym ocenie 11 referatów na konferencjach naukowych i seminariach zagranicznych.

- Informacja o udziale w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji

Habilitant pełnił funkcję przewodniczącego sesji na międzynarodowej konferencji 27th *International Congress on Sound and Vibration*, Praga, Czechy, lipiec 2021.

- Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

1. Członek Komisji Metrologii Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Katowicach w kadencji 2019–2022, Prezydium Oddziału PAN.
2. Członek Polskiego Towarzystwa Metod Komputerowych Mechaniki, od 2016 r.
3. Członek *International Institute of Acoustics and Vibration* (IIAV), od 2013 r.

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

Dr S. Wrona odbył krótkie staże (1-6 tygodni) w szeregu prestiżowych uniwersytetach na świecie:

1. UTS - University of Technology Sydney, Sydney, Australia;
2. NTU - Nanyang Technological University, Singapore;
3. SJTU - Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China;
4. WUR - Wageningen University and Research Centre, Wageningen, Netherlands;
5. UPV - Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain.

- Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

1. *Journal Topic Board Member* w *Actuators*, ISSN: 2076-0825; czasopismo indeksowane w JCR, IF2019=1,957, wydawane przez *Multidisciplinary Digital Publishing Institute* (MDPI).

2. Assistant Editor w *International Journal of Acoustics and Vibration*; czasopismo indeksowane w JCR, IF2019=0,729, wydawane przez *International Institute of Acoustics and Vibration* (IIAV).

- Informacja o recenzowanych pracach naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych

Habilitant wykonał 35 recenzji dla czasopism międzynarodowych indeksowanych w WoS. Był też recenzentem kilkunastu międzynarodowych konferencji, m.in. *International Congress on Sound and Vibration*.

Osiągnięcia na polu organizacyjnym nauki można ocenić bardzo pozytywnie.

PODSUMOWANIE

Konkludując, uważam, że dorobek dra inż. Stanisława Wrony, tj. recenzowane Osiągnięcie naukowe, jak również istotna aktywność naukowa, wnosząca wkład w dyscyplinę, jak również charakter wdrożeniowy badań, zasługują na wysoką ocenę.

Na podstawie przedstawionego mi do oceny dorobku naukowego, dydaktycznego organizacyjnego, współpracy naukowej i popularyzacji nauki stwierdzam, że **w mojej opinii p. dr inż. Stanisław Wrona spełnia ustawowe kryteria zgodnie z art. 219, ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020r. poz 85 z późn. zm.) stawiane kandydatom podczas ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Popieram wniosek dr Stanisława Wrony o nadanie mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika.**

Bożena Kozłowska