

RECENZJA

obejmująca ocenę osiągnięcia naukowego w postaci cyklu publikacji
pt. „*Modelowanie, optymalizacja i sterowanie w systemach redukcji hałasu*”
oraz istotnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej
dr. inż. Stanisława Wrony w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora
habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych,
w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika

Podstawą opracowania recenzji jest pismo nr L.dz.RD/AEE/25/2021/2022 z dnia 14.10.2021r. Przewodniczącej Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Śląskiej – dr hab. inż. Moniki Kwoki, prof. uczelni, w związku z postępowaniem habilitacyjnym dr. inż. Stanisława Wrony, wszczętym w dniu 16.02.2021 przez Radę Doskonałości Naukowej. Recenzja opracowana została zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2021r. poz. 478) oraz Uchwałą nr 35/2021 Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Śląskiej z dnia 21 września 2021r.

Recenzja podzielona jest na 3 podstawowe części obejmujące wyszczególnione oceny, odpowiednio: osiągnięcia naukowego, istotnej aktywności naukowej, aktywności dydaktycznej i organizacyjnej. W kolejnej, czwartej części zawarta została konkluzja recenzji.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

Ocena

Podstawą wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego wskazaną przez Kandydata jest cykl 9 powiązanych tematycznie artykułów naukowych w postaci publikacji [SW1 - SW9] pod wspólnym tytułem „*Modelowanie, optymalizacja i sterowanie w systemach redukcji hałasu*”, o sumarycznym współczynniku $IF = 32.614$ i sumarycznej liczbie punktów $MNiSW = 960$. Zagadnienia związane z systemami i metodami redukcji hałasu są niewątpliwie aktualne oraz istotne naukowo i aplikacyjnie. Zanieczyszczenie hałasem w środowisku, zwłaszcza hałasem komunikacyjnym i przemysłowym, jak również generowanym przez różnorodne urządzenia, instalacje i działalność człowieka, stanowi poważny problem środowiskowy, wpływający na zdrowie i dobrostan milionów ludzi na świecie. Istnieje silne zapotrzebowanie na nowe rozwiązania i metody umożliwiające redukcję hałasu wokół nas. Zarówno producenci jak i nabywcy różnorodnych urządzeń przemysłowych oraz sprzętów przeznaczonych do użytku domowego zwracają coraz większą uwagę na parametry akustyczne. Podstawowe środki ochrony przed hałasem w postaci barier, odgród, ekranów i obudów wykonanych z pasywnych materiałów dźwiękoizolacyjnych i dźwiękochłonnych są często mało skuteczne, szczególnie w zakresie redukcji hałasów niskoczęstotliwościowych, ze względu duże koszty i często brak możliwości znaczącego zwiększenia ich rozmiarów i masy. Intensywnie poszukiwane są więc nowe, innowacyjne sposoby redukcji hałasu bazujące na pomiarach, przetwarzaniu sygnałów, optymalizacji i procesach sterowania, które można dostosować do konkretnych potrzeb i oczekiwań.

Sposoby redukcji hałasu można sklasyfikować ogólnie w powiązaniu z ich zapotrzebowaniem na zewnętrzne źródła energii, w postaci metod pasywnych (bez potrzeby

RAU	Biuro Dziekana	
	Wpłynęło dnia	17.12.2021
	Nr	82 / zał.

wykorzystywania energii zewnętrznej) oraz metod aktywnych (z koniecznością wykorzystania energii zewnętrznej). W metodach pasywnych dokonuje się fizycznych modyfikacji źródła hałasu oraz wykorzystuje się bariery i obudowy w celu optymalnego ukształtowania emisyjnych własności wibroakustycznych pod kątem redukcji hałasu. W metodach aktywnych wykorzystywane są z kolei czujniki i mikrofony, które na podstawie odpowiednio przetwarzanych sygnałów pomiarowych drgań i fal dźwiękowych generowanych przez źródło hałasu umożliwiają wytworzenie energii redukującej hałas za pomocą wzbudników, głośników i usztywnień zamontowanych w określonych miejscach. Często stosuje się wspólnie różnorodne hybrydowe kombinacje metod pasywnych, aktywnych, czy też tzw. pół-aktywnych, wykorzystujących niewielką energię, która może być nawet odzyskiwana.

Przedstawiony do oceny cykl publikacji dotyczy monotematycznych zagadnień związanych z modelowaniem, optymalizacją i sterowaniem w systemach redukcji hałasu zarówno pasywnych, jak i aktywnych. Tematyka przedstawionych badań jest interdyscyplinarna, niewątpliwie jednak można je w znaczącej części zaliczyć do dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika, ponieważ optymalizacja i sterowanie w systemach redukcji hałasu to typowe zagadnienia z obszaru automatyki, natomiast układy pomiarowe i rejestrujące, analiza i przetwarzanie sygnałów, układy generacji drgań i fal akustycznych plasują się w obszarze elektroniki.

Wszystkie publikacje cyklu (9) są współautorskie (od 3 do 5 autorów), a w 5 z nich habilitant jest pierwszym, wiodącym autorem z udziałem procentowym od **50% (1) do 55% (4)**. Świadczy to o jego znaczącym wkładzie w badania, co potwierdza podany w Autoreferacie udział autorski w poszczególnych pracach oraz udział współautorów wyszczególniony w oświadczeniach. Współautorami artykułów są naukowcy polscy z macierzystej jednostki habilitanta (Katedra Pomiarów i Systemów Sterowania Politechniki Śląskiej) oraz naukowcy zagraniczni z instytucji, z którymi habilitant współpracował i współpracuje w ramach prac naukowo-badawczych (Department of Mechanical Engineering of Hong Kong Polytechnic University w Chinach; Institute of Sound and Vibration Research of University of Southampton w Wielkiej Brytanii; Centre for Audio, Acoustics and Vibration of University of Technology Sydney w Australii; Institute of Telecommunications and Multimedia Applications of Universitat Politècnica de Valencia w Hiszpanii). **Średni procentowy udział habilitanta we wszystkich dziewięciu publikacjach cyklu wynosi 43.9%**, wobec wartości dla pozostałych autorów z rozkładem odpowiednio: 23.9% (1 autor), 15.6% (1 autor), 5% (1 autor), 2.8% (1 autor), 2.2% (4 autorów). **Udział habilitanta w łącznym współczynniku IF cyklu publikacji wynosi 45.8 %** (IF = 14.93225 na 32.614) oraz **47.7% w liczbie punktów MNiSW** (458.25 na 960). Wszystkie prace cyklu opublikowane zostały w renomowanych czasopismach naukowych z listy JCR (Mechanical Systems and Signal Processing, Journal of Sound and Vibration, Applied Acoustics, Archives of Acoustics, Applied Sciences, Control Engineering Practice) o współczynniku IF z przedziału 0.618 – 6.471 i punktacji MNiSW z zakresu 35 - 200 pkt.

Tematyka badań przedstawiona w cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych [SW1 - SW9] jest aktualna i rozwojowa. W omówieniu cyklu publikacji habilitant podzielił badania na 3 istotne obszary: modelowanie, optymalizację i sterowanie. W obszarach tych dokonał zwartej systematyzacji badań przedstawiając uzyskane wyniki. Podział taki wydaje się celowy i uzasadniony, ponieważ modelowanie rzeczywistego układu wibroakustycznego umożliwia uwzględnienie wszystkich zjawisk i elementów, które mają najistotniejszy wpływ na jego działanie. Model taki stanowi podstawę do przeprowadzenia efektywnej optymalizacji redukcji hałasu. Z kolei opracowane na podstawie zweryfikowanego

eksperymentalnie modelu algorytmy optymalizacyjne umożliwiają dopasowanie się do konkretnych rozwiązań technicznych i zaprojektowanie praktycznych implementacji.

W zakresie modelowania habilitant skupił się na pasywnych i aktywnych barierach dźwiękoizolacyjnych opartych o płyty [SW1 – SW5] oraz aktywnych systemach redukcji hałasu w pomieszczeniach [SW8]. Modele te można zastosować do pojedynczych barier jak również do całych obudów urządzeń. Początkowo habilitant opracował model drgań płyty z mocowaniem mas skupionych i usztywnień pozwalający na analizę rozkładu drgań, kształtowanie odpowiedzi częstotliwościowej, przesuwanie, redukowanie lub skupianie rezonansów. Opracowany i rozbudowany model zapisany w postaci przestrzeni stanów umożliwił obliczenie miar sterowalności i obserwowalności bazując na macierzach Grama. Miary te były maksymalizowane w celu optymalizacji rozmieszczenia elementów wykonawczych i pomiarowych [SW2, SW3, SW7, SW9]. Istotna poprawa uzyskanych wartości miar sterowalności dla modów drgań odpowiadających za powstawanie i propagację hałasu uzyskana została dzięki uwzględnieniu zjawiska emisji akustycznej. Badania wykazały, że decydujący w niej udział bierze mniej niż połowa rezonansów [SW2]. Pozwoliło to na poprawienie efektywności aktywnej lub pół-aktywnej bariery akustycznej. W kolejnym kroku opracowany model został rozwinięty do postaci reprezentującej bariery dwupanelowe [SW1]. Adaptację własności bariery do aktualnego widma hałasu uzyskano za pomocą bistabilnego półaktywnego łącznika umieszczonego w odpowiednim miejscu i pobierającego niewielką energię na przełączanie pomiędzy stanami. Opracowane metody zostały przetestowane i zweryfikowane za pomocą badań eksperymentalnych na specjalnie opracowanych stanowiskach pomiarowych.

Do podjęcia zagadnienia badań aktywnych systemów redukcji hałasu sterowanych bezpośrednio polem akustycznym poprzez głośniki pełniące rolę źródeł wtórnych habilitant wykorzystał model numeryczny pomieszczenia, składający się z ponad 36 tys. ścieżek elektroakustycznych zidentyfikowanych w postaci odpowiedzi impulsowych [SW8]. Model ten umożliwił sformułowanie funkcji celu determinujących pożądany kształt stref ciszy oraz gradient poziomów ciśnienia akustycznego w pomieszczeniu. Realizacja praktyczna modelu została zweryfikowana w warunkach rzeczywistych w laboratorium Polytechnic University of Valencia w Hiszpanii.

W zakresie optymalizacji habilitant przeprowadził badania kształtowania odpowiedzi częstotliwościowej układu w celu redukcji natężenia hałasu [SW5] oraz przeanalizował wpływ rozmieszczenia elementów wykonawczych i pomiarowych na propagację drgań płyty z uwzględnieniem i kształtowaniem jej emisji akustycznej [SW2, SW3]. W ramach optymalizacji układu pasywnego dążono do przesunięcia częstotliwości drgań własnych płyty w celu oddalenia ich od znanej wcześniej częstotliwości tonalnego hałasu pierwotnego [SW5] z wykorzystaniem odważnika magnetycznego. Do kształtowania emisji akustycznej płyty wykorzystano pasywne masy skupione i usztywnienia [SW3].

W układzie aktywnej redukcji hałasu w pomieszczeniu rozpatrywana była z kolei optymalizacja rozmieszczenia głośników i mikrofonów błędu w pomieszczeniu, mając na celu ukształtowanie pożądanej strefy ciszy [SW8].

W zakresie sterowania opracowano i przedstawiono rozwiązania techniczne umożliwiające efektywną praktyczną implementację metody aktywnej obudowy dla rzeczywistego urządzenia - pralki [SW9]. Zaproponowano również nowy rodzaj półaktywnego elementu wykonawczego dla barier dwupanelowych z wykorzystaniem sterowanego łącznika bistabilnego [SW1]. Sprzęgając płyty razem lub pozwalając im drgać niezależnie (odpowiednio przy włączonym lub wyłączonym łączniku) zrealizowano adaptację bariery do aktualnego widma hałasu pierwotnego.

Zaznaczyć należy, że tematyka badań podjęta przez habilitanta jest trudna ze względu na skomplikowany charakter zaawansowanych systemów redukcji hałasu uwzględniających konieczność modelowania źródeł, optymalizacji rodzaju, liczby i wzajemnego rozmieszczenia czujników i wzbudników, jak również implementacji systemów sterowania, które powinny być dostosowane do niestacjonarnych sygnałów wibroakustycznych. Hałas generowany przez urządzenia zmienia się w czasie i przestrzeni w wyniku ich eksploatacji, trybów działania; jest również zależny od różnych warunków środowiskowych związanych np. z ich lokalizacją w pomieszczeniu. W tym kontekście w nowatorskich badaniach aktywnych systemów redukcji hałasu pożądane wydaje się efektywne przetwarzanie sygnałów w czasie pseudo-rzeczywistym oraz wykorzystanie uczenia maszynowego lub sztucznej inteligencji. Badania przeprowadzone przez habilitanta stanowią do tego istotny przyczynek.

Podsumowanie

Osiągnięcie przedstawione przez dr. inż. Stanisława Wronę w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego wpisuje się w dyscyplinę automatyka, elektronika i elektrotechnika w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych oraz ma charakter monotematyczny obejmujący zagadnienia badań nad modelowaniem, optymalizacją i sterowaniem w systemach redukcji hałasu. Jednoznacznie pozytywnie i wysoko oceniam osiągnięcie naukowe dr. inż. Stanisława Wrony przedstawione w postaci cyklu 9 powiązanych tematycznie publikacji naukowych wraz ze zwięzłym ich opisem zawartym w Autoreferacie.

Do najważniejszych osiągnięć habilitanta stanowiących oryginalne, twórcze rozwiązanie problemu naukowego i wnoszących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika zaliczam:

- 1) rozwinięcie, analizę i weryfikację modelu płyt pełniących rolę barier akustycznych o zjawisko emisji akustycznej wraz z optymalizacją rozmieszczenia elementów wykonawczych oraz opracowaniem metody skutecznego kształtowania emisji akustycznej takich płyt [SW2,SW3,SW5],
- 2) opracowanie, analizę i weryfikację modelu barier dwupanelowych oraz ich półaktywnego sterowania z uwzględnieniem sprzężenia wibroakustycznego pomiędzy panelami za pomocą półaktywnych łączników [SW1],
- 3) opracowanie metody przestrzennego kształtowania stref ciszy w pomieszczeniu za pomocą klasycznych układów aktywnej redukcji hałasu [SW8].

2. Ocena istotnej działalności naukowej

Charakterystyka zawodowa

Dr inż. Stanisław Wrona ukończył studia wyższe w roku 2012 na kierunku Automatyka i Robotyka w specjalności Komputerowe Systemy Sterowania, na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach, uzyskując tytuł magistra inżyniera. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie naukowej *automatyka i robotyka* uzyskał w 2016r. również na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej, gdzie został zatrudniony na stanowisku asystenta w Zakładzie Pomiarów i Systemów Sterowania (obecnie Katedra Pomiarów i Systemów Sterowania) Instytutu Automatyki. W 2017r. awansował na stanowiska adiunkta i do chwili obecnej zatrudniony jest w Katedrze Pomiarów i Systemów Sterowania.

Działalność naukowa

Przed uzyskaniem stopnia doktora, Kandydat opublikował jako współautor 1 rozdział w monografii oraz 7 artykułów, w tym 4 z listy JCR o sumarycznym współczynniku **IF = 9.704** i sumarycznej liczbie punktów **MNISW = 140**.

Po uzyskaniu stopnia doktora, oprócz osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę do nadania stopnia doktora habilitowanego, Kandydat opublikował 4 rozdziały w monografiach oraz 6 artykułów z listy JCR o sumarycznym współczynniku **IF = 12.767** i sumarycznej liczbie punktów **MNISW = 390**. Wszystkie publikacje dr. inż. Stanisława Wrony są pracami współautorskimi, co w obszarze dziedzin eksperymentalnych raportujących wyniki uzyskane za pomocą skomplikowanych technik badawczych wskazuje na umiejętność twórczej pracy w zespole i jest bardzo istotne przy realizacji projektów naukowo-badawczych.

Zgodnie z danymi przedstawionymi bezpośrednio w bazie *Web of Science* (apps.webofknowledge.com) na dzień 12.12.2021, publikacje Kandydata były cytowane 233 razy, z czego 132 razy bez autocytowań, a **indeks Hirsha wynosi H = 10**. Zgodnie z danymi przedstawionymi bezpośrednio w bazie *Scopus* (www.scopus.com) na dzień 12.12.2021, publikacje Kandydata były cytowane 320 razy, z czego 121 razy z wyłączeniem autocytowań wszystkich autorów, a **indeks Hirsha wynosi H = 11 oraz H = 7 z wyłączeniem autocytowań wszystkich autorów**. Za swoje osiągnięcia naukowe dwukrotnie otrzymał Nagrodę Zespołową Rektora Politechniki Śląskiej.

Habilitant wygłosił referaty na 15 konferencjach międzynarodowych (w tym 5 po uzyskaniu stopnia doktora), w tym 5 poza granicami kraju: we Włoszech, Grecji, Japonii i Kanadzie, na International Congress on Sound and Vibration, w latach odpowiednio 2015, 2016, 2018 i 2019.

Dr inż. Stanisław Wrona odbył łącznie 6 krótkoterminowych (od 1 – 6 tygodni) staży zagranicznych w instytucjach naukowych, z czego 3 po uzyskaniu stopnia doktora: w VSB - Technical University of Ostrava w Czechach (2014r. – 1 tydzień), w Universitat Politècnica de València w Hiszpanii (2015r. – 6 tygodni), w Wageningen University and Research Centre w Holandii (2015r. – 2 tygodnie), w Shanghai Jiao Tong University w Chinach (2017r. – 4 tygodnie), w Nanyang Technological University w Singapurze (2018r. – 3 tygodnie) oraz w University of Technology Sydney w Australii (2019r. – 2 tygodnie). Staże te są ważnym elementem wykazującym (zgodnie z wymaganiami Ustawy) istotną aktywność naukową habilitanta w co najmniej 2 zagranicznych instytucjach naukowych. Udziela się on również w charakterze recenzenta w wielu czasopismach międzynarodowych z listy JCR, jak również w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism; pełni funkcję *Journal Topic Board Member* w czasopiśmie *Actuators* oraz *Assistant Editor* w czasopiśmie *International Journal of Acoustics and Vibration*.

Dr inż. Stanisław Wrona brał udział w charakterze wykonawcy w realizacji łącznie 3 grantów badawczych NCN pozyskanych z Konkursu OPUS (w dwóch po doktoracie). Brał również udział (w charakterze *Scientist-in-Charge*) w konkursie europejskim Innovative Training Networks (ITN), składając propozycję projektu pn. „Innovative Noise Barriers” z Politechniką Śląską jako liderem międzynarodowego konsorcjum złożonego z 10 członków oraz 9 partnerów pochodzących łącznie z 11 państw. W latach 2018, 2019 i 2020 zrealizował 3 projekty finansowane z subwencji przeznaczonej na działalność badawczą młodych naukowców.

Należy odnotować, że habilitant zrealizował 5 zleceń naukowo-badawczych z przemysłu (w dwóch z nich pełnił rolę kierownika), a w tym jedno dla kontrahenta zagranicznego. Ponadto jest on współautorem polskiego patentu pt. „Półaktywny elektromagnetyczny tłumik drgań poprzecznych elementów powierzchniowych”, udzielonego w 2020r., współautorem

prototypowego układu aktywnej redukcji hałasu dla pralki, projektu mebli i innych elementów wyposażenia hotelowego poprawiających komfort akustyczny w pomieszczeniu oraz projektu części akustycznej przemysłowego sygnalizatora optyczno-akustycznego w wykonaniu przeciwwybuchowym.

3. Ocena aktywności dydaktycznej i organizacyjnej

Dr inż. Stanisław Wrona wykazuje się również aktywnością dydaktyczną i organizacyjną. W czasie swojej dotychczasowej pracy badawczo-dydaktycznej zrealizował ponad 1700 godzin dydaktycznych, przy czym ponad połowa została zrealizowana po uzyskaniu przez niego stopnia doktora. Przeprowadzone godziny dydaktyczne dotyczyły ponad 20 przedmiotów na 3 kierunkach studiów (wykłady i laboratoria). Według deklaracji habilitanta, około 30% wszystkich godzin dydaktycznych zrealizował on w języku angielskim. Dotychczas był promotorem 4 prac dyplomowych. Pełnił również rolę opiekuna Studenckiego Koła Naukowego Spectrum.

Z zakresu działalności organizacyjnej Kandydata podkreślić należy jego członkostwo i działalność w organizacjach i towarzystwach naukowych: Oddziale Polskiej Akademii Nauk w Katowicach, Polskim Towarzystwie Metod Komputerowych Mechaniki (PTMKM), International Institute of Acoustics and Vibration (IIAV). W ramach działalności w IIAV dr inż. Stanisław Wrona angażował się wielokrotnie w organizację prestiżowej międzynarodowej konferencji International Congress on Sound and Vibration.

4. Konkluzja

Podsumowując przedstawioną przeze mnie w niniejszej recenzji ocenę osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej dr. inż. Stanisława Wrony w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika stwierdzam, że dr inż. Stanisław Wrona spełnia wymogi ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2021r. poz. 478) w zakresie dotyczącym stopnia doktora habilitowanego.

- 1) Kandydat posiada stopień doktora nauk technicznych.
- 2) Osiągnięcia naukowe przedstawione przez dr. inż. Stanisława Wronę stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika i mają charakter monotematyczny, obejmujący zagadnienia badań nad rozwojem metod i systemów redukcji hałasu.
- 3) Kandydat wykazuje się istotną aktywnością naukową w co najmniej 2 instytucjach naukowych.
- 4) Kandydat wykazuje się wystarczającą aktywnością dydaktyczną i organizacyjną.

W związku z powyższym, wnioskuję do Rady Dyscypliny Automatyki, Elektroniki i Elektrotechniki Politechniki Śląskiej o dopuszczenie dr. inż. Stanisława Wrony do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego przewidzianych odnośnymi przepisami.