

Szczecin, 3.01.2025 r.

Prof. dr hab. inż. Stefan Domek
Katedra Automatyki i Robotyki
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

POLITECHNIKA SZCZECIN
Biuro Rady Dyscypliny
Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne
Data: 14.01.2025
Za:

**Recenzja dotycząca wniosku doktora inżyniera Janusza Wyrwała
w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie
automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne**

1. Podstawa formalna wykonania recenzji

Podstawą sporządzenia recenzji na potrzeby Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne dr. inż. Januszowi Wyrwałowi, było pismo nr RDAEETK.532.5.2024 Przewodniczącego Rady Dyscypliny dr hab. inż. Adama Gałuszki, prof. PŚ z dnia 20.11.2024 r.

Przy opracowaniu recenzji wykorzystano następujące materiały przygotowane przez dr. inż. Janusza Wyrwała w formie elektronicznych załączników do wniosku do Rady Doskonałości Naukowej z dnia 30.06.2024 r. o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne:

1. kopia dyplomu nadania stopnia doktora nauk technicznych;
2. autoreferat w języku polskim przedstawiający opis osiągnięcia naukowego oraz informacje o istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę oraz o otrzymanych nagrodach i wyróżnieniach;
3. wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczący wkład w rozwój dyscypliny;
4. kopie artykułów wchodzących w skład osiągnięcia naukowego;
5. kopie dokumentów potwierdzających określone osiągnięcia:
 - oświadczenia współautorów dotyczące udziału w publikacjach składających się na cykl stanowiący osiągnięcie naukowe;
 - dokumenty potwierdzające wykazywanie się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni;
 - dokumenty potwierdzające osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę;
 - dokumenty potwierdzające inne osiągnięcia dotyczące kariery zawodowej;

- dokumenty potwierdzające pozostałe aktywności naukowe, w tym potwierdzenia danych naukowych według baz Web of Science, Scopus oraz Google Scholar.

Recenzja została opracowana zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742).

2. Informacje ogólne

Pan Janusz Wyrwał urodził się [REDACTED]. W roku 1993 ukończył studia z tytułem magistra inżyniera na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej, kierunek Automatyka i Robotyka, specjalność Robotyka, broniąc pracę dyplomową *Model matematyczny elastycznego ramienia robota* i rozpoczął pracę na uczelni, na stanowisku asystenta. W roku 2001, po obronie z wyróżnieniem na tym samym Wydziale Politechniki Śląskiej rozprawy doktorskiej *Controllability and observability of infinite dimensional systems*, został zatrudniony w Zakładzie Komputerowych Systemów Sterowania Instytutu Automatyki, początkowo jako adiunkt (z kilkuletnią przerwą na stanowisku dydaktycznym w latach 2016-2020). Obecnie zatrudniony jest na stanowisku naukowo-badawczym adiunkta w Katedrze Pomiarów i Systemów Sterowania WAEiI PŚ.

2. Ocena zgłoszonego osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę do wszczęcia postępowania habilitacyjnego Habilitant wskazał powiązany tematycznie cykl **pięciu** publikacji naukowych opublikowanych w czasopiśmie z listy JCR, oznaczonych wspólnym tytułem *Modelowanie i analiza układów wibroakustycznych stosowanych w systemach redukcji hałasu*, które Jego zdaniem wniosły oryginalny i istotny wkład w rozwój omawianej tematyki:

- [JW1] **J. Wyrwał**, M. Pawełczyk, L. Liu, Z. Rao, Double-panel active noise reducing casing with noise source enclosed inside - modelling and simulation study, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 152, 2021, 1-24, JCR, IF=8,934, 200 pkt MNiSW;
- [JW2] **J. Wyrwał**, Simplified conditions of initial observability for infinite-dimensional second-order damped dynamical systems, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 478(1), 2019, 33-57, JCR, IF=1,220, 70 pkt MNiSW;
- [JW3] **J. Wyrwał**, R. Zawiski, M. Pawełczyk, J. Klamka, Modelling of coupled vibro-acoustic interactions in an active casing for the purpose of control, *Applied Mathematical Modelling*, 50, 2017, 219-236, JCR, IF=2,617, 35, 100 pkt MNiSW;
- [JW4] **J. Wyrwał**, Approximate controllability of infinite dimensional system with internal damping dependent on fractional powers of system operator, *IET Control Theory and Applications*, 10(18), 2016, 2370-2377, JCR, IF=2,536, 100 pkt MNiSW;
- [JW5] J. Klamka, **J. Wyrwał**, Controllability of second-order infinite-dimensional systems, *Systems & Control Letters*, 57(5), 2008, 386-391, JCR, IF=2.073, 100 pkt MNiSW.

Dotyczyły one w ogólności bardzo istotnej z praktycznego punktu widzenia problematyki ograniczania poziomu hałasu przez izolowanie jego źródła za pomocą aktywnych obudów. Celem szczególnym była synteza modeli matematycznych wybranych układów

wibroakustycznych oraz zbadanie ich podstawowych właściwości, istotnych z punktu widzenia sterowania aktywną redukcją hałasu – przede wszystkim trudnego problemu sterowalności i obserwowalności układów nieskończenie wymiarowych, którymi są rozważane elastyczne układy mechanicznych obudów tłumiących hałas.

Rozważano trzy koncepcje:

- aktywna zamknięta obudowa o sztywnej prostopadłościennej konstrukcji szkieletowej i elastycznych ścianach jednopanelowych;
- sztywna konstrukcja szkieletowa o konstrukcji jak wyżej, ale ścianach zbudowanych z dwóch paneli rozdzielonych komorą wypełnioną powietrzem;
- lekka, elastyczna samonośna konstrukcja bezszkieletowa o jednopanelowych ścianach połączonych ze sobą bezpośrednio.

Dla każdego rodzaju obudowy przeprowadzano następnie kilkietapowy proces obejmujący:

- dekompozycję rozważanej obudowy na podsystemy dynamiczne istotne z punktu widzenia ich zachowania;
- syntezę modeli matematycznych dla każdego z wyodrębnionych podsystemów dynamicznych;
- identyfikację wzajemnych oddziaływań występujących między wyróżnionymi podsystemami;
- syntezę modeli matematycznych dla zidentyfikowanych oddziaływań skrótnych;
- sformułowanie odpowiednich warunków brzegowych oraz modyfikacja funkcji wymuszających dla równań opisujących zachowanie wyodrębnionych podsystemów.

Chronologicznie badania rozwijały się od najstarszej pracy cyklu [JW5] z roku 2008 do najnowszej z roku 2021 [JW1] i równolegle w trakcie realizacji projektów badawczych NCN. I tak:

W artykule [JW5] rozważono przybliżoną sterowalność liniową abstrakcyjnych nieskończenie wymiarowych układów dynamicznych drugiego rzędu. Dokonano analizy różnych możliwych koncepcji sterowalności. Następnie udowodniono za pomocą metod częstotliwościowych, że przybliżoną sterowalność takich układów można zweryfikować za pomocą przybliżonych warunków sterowalności dla odpowiadających im uproszczonych układów rzędu pierwszego. Zaproponowaną ogólną metodę przybliżonego badania sterowalności wykorzystano następnie do sprawdzenia przybliżonej sterowalności wibracyjnego układu dynamicznego modelującego elastyczną strukturę mechaniczną. Uzyskane rezultaty teoretyczne stworzyły bazę do późniejszych analiz obudów wibroakustycznych.

W artykule [JW4] zbadano klasę modeli opisywanych równaniami różniczkowymi ewolucji drugiego rzędu z tłumieniem (w dziedzinie czasu) i dodatnio określonym, samosprzężonym operatorem konfiguracji. Założono szczególną postać współczynnika tłumienia w postaci skończonej sumy ułamkowych potęg operatora układu. Takie podejście nadaje się do modelowania mechanizmów rozpraszania energii wynikających z tłumienia powietrza, wewnętrznego tłumienia strukturalnego, tłumienia lepkiego itp., występujących w różnych układach fizycznych. Wykorzystując teorię widmową liniowych operatorów nieograniczonych i teorię pólgrup sformułowano i udowodniono konieczne i wystarczające warunki przybliżonej sterowalności dla nieskończenie wymiarowego układu drugiego rzędu z tłumieniem.

Sformułowano również i omówiono ważny z praktycznego punktu widzenia warunek konieczny przybliżonej sterowalności. Całość zilustrowano przykładem, w którym zbadano przybliżoną sterowalność układu o parametrach rozproszonych w postaci tłumionej płyty Kirchhoffa-Love'a. Jest ona opisana równaniem różniczkowym cząstkowym z operatorami różniczkowymi przestrzennymi wyższego rzędu. Podobnie jak w pracy wcześniejszej, uzyskane rezultaty teoretyczne stworzyły bazę do późniejszych analiz obudów wibroakustycznych.

Artykuł [JW3] jest pierwszą pracą cyklu, która w sposób bezpośredni odnosi się do konstrukcji systemu redukcji hałasu. Przedstawia ona teoretyczny model aktywnej obudowy składającej się z sześciu ścianek zamontowanych do sztywnej ramy. Obudowa jest rozpatrywana jako złożony sprzężony system wibroakustyczny, w którym pole akustyczne jest tworzone przez hałas pochodzący z samego urządzenia oraz dźwięk wtórny generowany przez drgające ściany, połączone z siłownikami wykorzystywanymi do aktywnej tłumienia hałasu. W pracy podano pierwotny opis układu w postaci zestawu sprzężonych równań różniczkowych cząstkowych, podlegających określonym warunkom brzegowym, a następnie przeformułowano je w abstrakcyjne równanie ewolucji pierwszego rzędu w nieskończenie wymiarowej przestrzeni funkcyjnej. W kolejnym etapie opracowano model układu w przestrzeni stanu, w którym uwzględniono efekt plastycznego płynięcia i niedoskonałe mocowanie krawędzi ścianek do ramy. Taki model można użyć do analizy sterowalności i obserwowalności całej obudowy jako układu wibroakustycznego oraz do optymalizacji rozmieszczenia siłowników i czujników strukturalnych w celu efektywnej redukcji hałasu w wymaganym paśmie częstotliwości. Na podstawie uzyskanego równania stanu w artykule opracowano schemat blokowy układu pokazujący jego całościową strukturę i charakter interakcji zachodzących między wyróżnionymi podukładami.

W artykule [JW2] rozważono początkową obserwowalność abstrakcyjnych nieskończenie wymiarowych układów dynamicznych drugiego rzędu. Rozpatrzono dwa przypadki operatora obserwacji. W pierwszym etapie założono, że operator obserwacji jest ograniczony. Następnie wyniki rozszerzano na bardziej ogólną klasę obserwacji związanych z operatorami obserwacji, które są uważane za ograniczone względem pierwiastka kwadratowego operatora sprzężystości, co obejmuje przypadek pewnej nieograniczoności w obserwacji. Używając metod częstotliwościowych udowodniono, że początkową obserwowalność omawianego układu drugiego rzędu można zweryfikować za pomocą początkowych warunków obserwowalności odpowiadającego mu uproszczonego układu pierwszego rzędu. W drugim etapie uzyskane wyniki ogólne zastosowano do początkowego badania obserwowalności układów nieskończenie wymiarowych opisanych przez równania różniczkowe cząstkowe modelujące elastyczne struktury mechaniczne. Omówiono również pewne szczególne przypadki i podano praktyczne komentarze i uwagi.

Artykuł [JW1], podobnie jak [JW3], w sposób bezpośredni odnosi się do konstrukcji systemu redukcji hałasu, tym razem w bardziej złożonej formie aktywnej obudowy składającej się z sześciu dwupanelowych ścian zamontowanych do sztywnej ramy, wzbudzanych przez siłowniki wykorzystywane do aktywnej kontroli. W pierwszej części artykułu przeprowadzono analizę teoretyczną w celu wyprowadzenia modelu matematycznego dla rozpatrywanego układu. Do opisu dynamiki paneli ściennych użyto równań Kirchhoffa-Love'a a do opisu pól akustycznych w odpowiednich mediach równania fal akustycznych. Wyprowadzono model

matematyczny w postaci układu sprzężonych równań różniczkowych cząstkowych z odpowiednimi warunkami brzegowymi. Kierując się praktyczną użytecznością proponowanego układu uwzględniono efekty wibroakustycznych interakcji w strukturze sprężysto-plastycznej oraz wpływ drgań akustycznych i niedoskonałego mocowania krawędzi paneli ściennych do sztywnej ramy. W drugiej części pracy oceniono poprawność wyprowadzonego modelu na drodze symulacyjnej, wykorzystując znane oprogramowanie COMSOL Multiphysics. Zbadano reakcje na hałas generowany przez pierwotne źródło zlokalizowane wewnątrz aktywnej obudowy. Uzyskane wyniki wykazały, że model zachowuje się prawidłowo w kontekście wszystkich uwzględnionych oddziaływań wibroakustycznych, które można zaobserwować w rzeczywistym systemie.

Habilitant jest samodzielnym autorem **dwóch** prac. Pozostałe prace mają od 1 do 3 współautorów i powstawały w zbliżonych zespołach badawczych, również w ramach współpracy międzynarodowej. Wkład Habilitanta w ich przygotowanie, według oświadczeń współautorów dotyczył przede wszystkim udziału w sformułowaniu koncepcji prac, określenia metodologii rozwiązania sformułowanych problemów badawczych, opracowania założeń dla zastosowanych modeli i ich transformacji do postaci potrzebnych do dalszych analiz, głównie dotyczących własności ich aproksymacyjnej sterowalności, opracowania przykładów praktycznej weryfikacji sformułowanych warunków teoretycznych, a także przygotowania manuskryptów. W **czterech** przypadkach Habilitant był pierwszym autorem opublikowanych prac. Biorąc pod uwagę podany przez współautorów w swych oświadczeniach pomocniczy wskaźnik wkładu w powstanie cyklu prac w ujęciu procentowym, udział Habilitanta wynosił odpowiednio **50%** [JW1, JW3], **60%** [JW5] oraz **100%** [JW2, JW4]. Można zatem ocenić, że był znaczący a dodatkowo wskazuje na umiejętność pracy w zespole, co w dzisiejszych naukach technicznych jest bardzo ważne, ze względu na złożoność i czasochłonność rozważań teoretycznych i niezbędnych badań weryfikacyjnych.

Do głównych osiągnięć Habilitanta zaliczam:

- opracowanie metodologii syntezy i całościową syntezę modeli matematycznych dla obudowy jednopanelowej o sztywnej konstrukcji szkieletowej, obudowy dwupanelowej o sztywnej konstrukcji szkieletowej oraz lekkiej obudowy bezszkieletowej o konstrukcji samonośnej (z uwzględnieniem interakcji panel – panel);
- opracowanie metody umożliwiającej transformację oryginalnego modelu matematycznego w postaci układu wzajemnie sprzężonych równań różniczkowych cząstkowych do równoważnej postaci abstrakcyjnego równania stanu;
- uogólnienie techniki umożliwiającej transformację abstrakcyjnego równania rzędu drugiego do równoważnego układu równań rzędu pierwszego o diagonalnym operatorze stanu;
- sformułowanie i udowodnienie wielu warunków koniecznych i wystarczających początkowej obserwowalności i aproksymacyjnej sterowalności rozważanej klasy układów nieskończenie wymiarowych, dla różnych przypadków szczególnych;
- opracowanie przykładów ilustrujących zastosowanie opracowanych warunków do praktycznej weryfikacji własności początkowej obserwowalności i aproksymacyjnej sterowalności wybranych układów nieskończenie wymiarowych (elastycznych układów mechanicznych);
- przeprowadzenie złożonych badań symulacyjnych i uzyskanie wielu wartościowych wyników ilościowych dla modelu wibroakustycznego opisanego układem 20 wzajemnie

sprzężonych równań różniczkowych cząstkowych (w ramach współpracy międzynarodowej).

Oceniając wartość naukową zgłoszonego osiągnięcia należy dodać, że poszczególne pozycje cyklu opublikowane zostały w renomowanych czasopismach zagranicznych z listy JCR, mających wysokie lub bardzo wysokie wskaźniki wpływu IF i wysoką, bądź najwyższą punktację MNiSW.

Potwierdza to duży wkład Habilitanta w rozwój reprezentowanej dyscypliny naukowej automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Zwłaszcza, jeśli uwzględni się, że swoje koncepcje rozwijał m.in. w ramach dwóch interdyscyplinarnych projektów badawczych NCN z lat 2013-2016 oraz 2018-2022, w których był wykonawcą (kierownik M. Pawełczyk) oraz we współpracy z Shanghai Jiao Tong University w Chinach, a cenne rezultaty projektów uzupełniające wyniki zgłoszone w ramach cyklu opisał bardzo przejrzyście w autoreferacie, w ślad za raportami z projektów i współautorską pracą podsumowującą ich rezultaty: Pawełczyk M., Wrona S., Isaac C. W., Klamka J., Wyrwał J.: Modelling of casings, In: Pawełczyk M., Wrona S. (Eds.): Noise-Controlling Casings, Taylor & Francis Group, 2022, 21-104 (pozycja [15] autoreferatu).

Podsumowując ten punkt recenzji stwierdzam, że zgłoszony cykl publikacji naukowych obejmuje pozycje o wyraźnym spoiwie merytorycznym, zawierające na dzień opublikowania interesujące i oryginalne wyniki, w znaczący sposób rozwijające wiedzę dotyczącą układów aktywnego tłumienia hałasu i wnoszące istotny wkład w rozwój reprezentowanej dyscypliny.

3. Ocena dorobku naukowego i aktywności badawczej

Prace dr. inż. Janusza Wyrwała niewłączone do osiągnięcia będącego podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego potraktować można jako uzupełnienie rozważań tworzących cykl publikacji naukowych powiązanych tematycznie, jak również opis innych zainteresowań naukowych Habilitanta. Są wśród nich głównie rozdziały w monografiach naukowych – łącznie 19 pozycji, na które składają się 3 publikacje w renomowanych wydawnictwach zagranicznych, 4 w wydawnictwach krajowych w języku angielskim, 3 w wydawnictwach krajowych w języku polskim oraz 9 publikacji w materiałach konferencji i kongresów międzynarodowych. Trzy prace opublikowano w czasopismach, w tym jedną w krajowym czasopiśmie z listy JCR: *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*. Wyniki swoich badań Habilitant przedstawiał również na 16 konferencjach naukowych.

Prawie wszystkie publikacje i referaty dotyczą problemów związanych z aktywnym tłumieniem drgań lub hałasu albo tematyki modelowania i analizy systemów wibroakustycznych, w tym sterowalności systemów nieliniowych nieskończone wymiarowych. Pewną grupę stanowią prace na temat symulacji procesu nawęglania lub cynkowania galwanicznego. Prace z ostatniego roku dotyczą modelowania barwnikowych ogniw fotowoltaicznych i mają związek z uzyskanym patentem. Tym samym, razem z publikacjami włączonymi do jednolitego cyklu, potwierdzają wkład Habilitanta w rozwój reprezentowanej dyscypliny naukowej, zwłaszcza teorii systemów i teorii sterowania, ale można je również uznać za interesujące matematyków zajmujących się szeroko rozumianą analizą matematyczną i analizą funkcjonalną oraz akustyków zajmujących się analizą układów wibroakustycznych.

Łącznie Habilitant jest autorem 3 i współautorem 5 recenzowanych artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych, w tym 5 w czasopismach posiadających współczynnik wpływu IF. Ponadto jest autorem 6 i współautorem 13 rozdziałów w monografiach naukowych.

Dla publikacji wchodzących w skład cyklu, bez uwzględnienia liczby współautorów, sumaryczny współczynnik wpływu IF zgodnie z rokiem opublikowania wyniósł 17,38 a sumaryczna liczba punktów MNIŚW według aktualnie obowiązującej skali punktowej 570. Indeks Hirscha według bazy WoS wyniósł w chwili składania wniosku 6, według bazy Scopus 8 a według bazy Google Scholar 9, natomiast liczba cytowań odpowiednio 54 (48 bez autocytowań), 77 oraz 93. Wartości te uznać można za wystarczające.

Dr inż. Janusz Wyrwał podał również sumaryczny współczynnik wpływu IF zgodnie z rokiem opublikowania dla wszystkich indeksowanych publikacji naukowych, których był autorem lub współautorem. Z danych wynika, że wynosi on 18,741. Łączna liczba cytowań wszystkich publikacji wynosi 105 według bazy WoS Core Collection (91 bez autocytowań) co biorąc pod uwagę zbiorowy charakter większości prac ocenić można jako wynik akceptowalny.

Jeśli idzie o aktywność naukowo-badawczą dr. inż. Janusza Wyrwała w krajowych projektach badawczych finansowanych w drodze konkursów to z załączonej dokumentacji wynika, że jest ona znacząca i obejmuje łącznie 6 zrealizowanych projektów, w których Habilitant pełnił rolę Wykonawcy:

- *Modelowanie, optymalizacja i sterowanie dla celów strukturalnej redukcji hałasu urządzeń*, Grant NCN, Konkurs OPUS 13, kierownik: M. Pawełczyk, 2018-2022;
- *Analiza własności układów hybrydowych w zastosowaniu do modelowania i sterowania złożonych systemów dynamicznych*, Grant NCN, Konkurs OPUS 7, kierownik: J. Klamka, 2015-2018;
- *Aktywna redukcja hałasu urządzeń poprzez sterowanie drganiami ich obudów*, Grant NCN, Konkurs OPUS 4, kierownik: M. Pawełczyk, 2013-2016;
- *Metody punktów stałych w sterowalności układów nieliniowych*, Grant NCN, Konkurs OPUS 4, kierownik: J. Klamka, 2013-2016;
- *Modelowanie i sterowanie w półaktywnych układach zawieszenia pojazdów mechanicznych*, Grant NCN, Konkurs OPUS 1, kierownik: J. Kasprzyk, 2011-2014;
- *Sterowalność układów dynamicznych*, Grant KBN, kierownik: J. Klamka, 1998-2000.

Kandydat ma w swoim dorobku badawczym również bardzo bogatą współpracę z sektorem gospodarczym, w tym kilka podpisanych umów na przeprowadzenie eksperymentów inspekcyjnych w kopalniach, wiele wdrożeń technologicznych w różnych przedsiębiorstwach oraz sporo ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców. Warto tu wymienić przykładowo:

- *Automatyzacja procesu kotwienia*: opracowanie algorytmu umożliwiającego automatyczne sterowanie procesem spinania warstw skalnych za pomocą sterownika PLC Simatic S7-200 – projekt realizowany we współpracy ze spółką AMEPlus dla kopalni miedzi KGHM, 2004 (koordynator prac);
- *Modernizacja systemu komputerowego sterowania procesem nawęglania (KSPN) w uniwersalnym piecu komorowym* – projekt realizowany we współpracy ze spółką AMEPlus dla firmy LZT Elterma S.A., 2006 (koordynator prac);

- *Opracowanie modułu do symulacji w czasie rzeczywistym procesu nawęglania* – projekt realizowany we współpracy ze spółką AMEPlus dla firmy LYT Elterma S.A., 2007 (główny wykonawca);
- *Analiza systemu sterowania procesem wzbogacania rud miedzi* – ekspertyza przygotowana we współpracy ze spółką AMEPlus dla Zakładu Wzbogacania Rud Miedzi O/ZWR KGHM Polska Miedź S.A., 2003 (wykonawca);
- Trzy projekty realizowane w ramach studenckich projektów PBL (*ang. Project Based Learning*), 2014, 2015, 2022 (koordynator prac).

Jest także współtwórcą 1 patentu przyznanego przez Urząd Patentowy RP w roku 2016, dotyczącego sposobu wytwarzania krzemowych ogniw fotowoltaicznych.

Uwzględniając powyższe, mogę jednoznacznie stwierdzić, że aktywność Habilitanta w zakresie prac naukowo-badawczych, w tym w projektach, dla których finansowanie pozyskano na zasadach konkursowych jest znacząca.

4. Współpraca międzynarodowa Habilitanta

Dr inż. Janusz Wyrwał od początku swej ponad 30-letniej pracy na uczelni odbył **dwa miesięczne** staże w zagranicznych jednostkach naukowo-badawczych: w Technical University of Denmark, Lyngby, Dania (1995) i w Ilmenau University of Technology, Niemcy (2002), gdzie rozwijał zainteresowania naukowe związane z modelowaniem matematycznym oraz analizą jakościową opracowanych modeli. W roku 2019 **przez tydzień** przebywał w Prefectural University of Hiroshima, Japonia. Wygłosił tam otwarty wykład dotyczący modelowania i analizy układów wibroakustycznych. Kolejny staż zaplanowany był na rok 2020 w Chinach, w ramach nawiązanej współpracy z Shanghai Jiao Tong University oraz z Politecnico di Milano we Włoszech. Nie doszedł on do skutku z powodu pandemii koronawirusa, ale w ramach współpracy w trybie zdalnym powstała wartościowa praca naukowa, opublikowana w renomowanym czasopiśmie z listy JCR *Mechanical Systems and Signal Processing*. Wziął również czynny udział w **16** międzynarodowych konferencjach naukowych, w zdecydowanej większości organizowanych w Polsce, ale także we Francji i na Litwie.

Generalnie, dr inż. Janusz Wyrwał, z jednym wyjątkiem – członkostwem od roku 2023 w International Institute of Acoustics and Vibration (IIAV), **nie był** członkiem międzynarodowych ani krajowych organizacji i towarzystw naukowych ani nie brał udziału w pracach zespołów oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, czy wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny. Również udział w recenzowaniu publikacji naukowych jest skromny – recenzował **dwa** artykuły zgłoszone do międzynarodowych czasopism naukowych: *International Journal of Systems Science* i *Archives of Control Sciences* oraz **kilkanaście** referatów zgłoszonych na międzynarodowe konferencje naukowe: *International Congress on Sound and Vibration* oraz *Polish Control Conference* (PCC/KKA). Ponadto w roku 2024 został zaproszony jako Guest Editor do zredagowania wydania numeru specjalnego w czasopiśmie *Molecules* MDPI (IF=4,6, 140 pkt MNiSW). Tematyka numeru dotyczyła badań w dziedzinie nowoczesnych barwnikowych i perowskitowych ogniw fotowoltaicznych.

Habilitation bardziej aktywnie uczestniczył we współpracy międzynarodowej prowadzonej przez Politechnikę Śląską. Między innymi w latach 2020-2023 brał udział w 5 europejskich projektach dydaktycznych, np.:

- TEMPUS Structural Joint European Project „Information Technology for Control and Decision Support” (1994-1997), skupiający cztery polskie uczelnie techniczne i 12 uczelni partnerskich z krajów Unii Europejskiej. Celem projektu było wspieranie rozwoju dwustopniowej struktury studiów oraz struktury programu nauczania w zakresie technologii informacyjnych w automatyce i wspomagania podejmowania decyzji;
- RE-EURECA-PRO – „Research Dimension of the European University on Responsible Consumption and Production” programu Erasmus+, którego celem było utworzenie mechanizmów umożliwiających współpracę badawczą w ramach Uniwersytetu Europejskiego. W skład konsorcjum, oprócz PŚ wchodziło 9 uczelni europejskich z Austrii, Niemiec, Grecji, Hiszpanii, Rumunii, Belgii i Francji. W ramach tej współpracy w roku 2023 Habilitation przebywał kilka dni w University of Leon, Hiszpania.

Dla całości obrazu trzeba zauważyć, że główne publikacje Habilitanta dotyczące zgłoszonego osiągnięcia – praca [JW1] cyklu oraz praca [15] wymieniona w autoreferacie, powstały m.in. w ramach współpracy międzynarodowej z zespołami naukowymi z Shanghai Jiao Tong University w Chinach oraz z University of Ibadan w Nigerii.

Wszystkie powyższe przykłady osiągnięć świadczą o dostrzeżeniu kompetencji naukowych Habilitanta i Jego obecności w światowej wymianie naukowej i dydaktycznej i dlatego uważam, że współpraca międzynarodowa dr. inż. Janusza Wyrwała w zakresie prac naukowo-badawczych jest wystarczająca.

5. Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz działalność organizacyjna

Dr inż. Janusz Wyrwał wykazał typowe dla nauczyciela akademickiego o podobnym stażu pracy osiągnięcia w zakresie dorobku dydaktycznego, prowadząc wykłady, zajęcia laboratoryjne i projektowe w języku polskim oraz angielskim, dla studentów trzech wydziałów macierzystej uczelni – Wydz. Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Wydz. Inżynierii Środowiska i Energetyki oraz Wydz. Elektrycznego. Prowadził również wykłady i zajęcia laboratoryjne dla studentów z Chin realizujących zajęcia w Polsce w ramach utworzonego wspólnie z PŚ Europejskiego Instytutu Uniwersytetu Yanshan.

Był promotorem 53 prac dyplomowych, inżynierskich i magisterskich, w tym realizowanych we współpracy z otoczeniem gospodarczym. Ponad 70 prac recenzował. Jest także autorem wielu materiałów dydaktycznych z zakresu prowadzonych zajęć, w tym współautorem książki dotyczącej programowania sterowników programowalnych PLC oraz wydanego w języku angielskim podręcznika akademickiego dotyczącego metod numerycznych. Przez wiele lat prowadził szkolenia w zakresie programowania sterowników PLC Siemens Simatic S5/S7 dla kadr z przemysłu w Centrum Rozwojowym Systemów Automatyki INTEx Sp. z o.o. w Gliwicach.

Dr inż. Janusz Wyrwał angażuje się również czynnie w działalność organizacyjną w obszarze dydaktyki na macierzystej uczelni. Był członkiem Wydziałowej Komisji ds. Planu Zajęć. Pięciokrotnie był współopiekunem grup studenckich realizujących kształcenie

zorientowane projektowo w formie interdyscyplinarnych projektów w programie „Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza”. Trzy z nich realizowane były w ścisłej współpracy z przemysłem (w latach 2014/2015, 2015/2016 oraz 2022/2023) a ich wynikiem były m.in. publikacje przygotowane przez studentów. Jest również opiekunem laboratorium komputerowego na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki.

Ten zakres aktywności Habilitanta oceniam wysoko.

6. Nagrody i wyróżnienia

Za działalność naukową i na rzecz uczelni dr inż. Janusz Wyrwał otrzymał wiele nagród i wyróżnień:

- dwie Zespołowe Nagrody Rektora Politechniki Śląskiej stopnia I za osiągnięcia w dziedzinie naukowej (1999, 2002);
- dwa Rectorskie Granty za wysoko punktowane publikacje w czasopismach TOP1/TOP10 (2017, 2021);
- dwa projekcyjne dodatki Rektora za publikacje wysoko punktowane (2021, 2022);
- rektorskie stypendium projekcyjne za publikację wydaną we współpracy z autorami reprezentującym wiodące zagraniczne ośrodki naukowe (2021);
- Rectorski Grant Habilitacyjny (2020).

Świadczy to o dobrej ocenie działalności zawodowej Habilitanta na macierzystej uczelni.

7. Wniosek końcowy

Podsumowując uważam, że dr inż. Janusz Wyrwał w okresie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, w umiejętny sposób łącząc aktywność naukową w ważnym obszarze teorii, projektowania i konstrukcji układów wibroakustycznych, z aktywnością w działalności dydaktycznej i z pracą organizacyjną na rzecz uczelni.

Zgłoszone przez dr. inż. Janusza Wyrwał osiągnięcie naukowo-badawcze *Modelowanie i analiza układów wibroakustycznych stosowanych w systemach redukcji hałasu*, a także pozostały dorobek naukowy, dydaktyczny i popularyzatorski w wystarczającym stopniu spełniają wymogi stawiane w postępowaniach habilitacyjnych, określone w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742), a przede wszystkim stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, dziedzina nauk inżyniersko-technicznych.

Dlatego wnioskuję o dopuszczenie dr. inż. Janusza Wyrwał do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

