

Kraków, 2 sierpnia 2024

## Recenzja

**Dorobku osiągnięcia naukowego w postaci 7 publikacji naukowych oraz istotnej aktywności naukowej będących podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w postępowaniu habilitacyjnym**

**Dr. inż. Grzegorza Mikułowskiego**

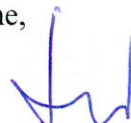
### 1. Podstawa prawna recenzji

Podstawą przygotowania recenzji jest pismo Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, prof. Zbigniewa Ranachowskiego z dnia 5 kwietnia 2024 r. dotyczące powołania mojej osoby w charakterze Recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Grzegorza Mikułowskiego i sporządzenia stosownej recenzji „osiągnięcia naukowego” i „istotnej aktywności naukowej” Habilitanta w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.

Wraz z przedmiotowym pismem dostarczona została dokumentacja, zawierająca: (1) kopię pisma Rady Doskonałości Naukowej z dnia 13 lutego 2024 r., kopię uchwały Rady Naukowej IPPT PAN z dnia 28 marca 2024 r., materiały dr. inż. Grzegorza Mikułowskiego – Autoreferat, wykaz osiągnięć naukowych, załącznik w postaci cyklu publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, zestaw oświadczeń współautorów w publikacjach wieloautorskich oraz oświadczenie o odbyciu stażów badawczych.

Przy sporządzaniu recenzji kierowałem się wymaganiami ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.), w szczególności zapisami zawartymi w rozdziale 3 ustawy, Art.219, w którym jest mowa, że stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
  - a. 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a lub
  - b. 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b lub
  - c. 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;



- 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

## 2. Ogólna charakterystyka Kandydata

Dr inż. Grzegorz Mikułowski jest absolwentem Politechniki Warszawskiej, którą ukończył w 2002 roku uzyskując dyplom magistra inżyniera w zakresie mechaniki i budowy maszyn w specjalności Samochody i Ciągniki, na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych. Stopień doktora nauk technicznych w zakresie budowy i eksploatacji maszyn, nadany uchwałą Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk z dnia 27 listopada 2008 r. Tytuł rozprawy doktorskiej: „*Adaptive impact absorbers based on magnetorheological fluids*” przygotowanej pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Jana Holnickiego-Szulca. Od początku po ukończeniu studiów Habilitant pracował (i pracuje nadal) w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN. Od roku 2016 pracuje na stanowisku starszego specjalisty badawczo-technicznego.

Kandydat posiada stopień doktora, spełnia zatem **pierwszy warunek** określony w Art.219, ust. 1 Ustawy.

## 3. Charakterystyka i ocena osiągnięć naukowych Habilitanta

Kluczowym warunkiem nadania stopnia doktora habilitowanego jest posiadanie w dorobku osiągnięć naukowych stanowiących znaczący wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej. Osiągnięciem stanowiącym podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego wynikającego z art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy jest cykl publikacji powiązanych tematycznie pt. ***Redukcja drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnych technik adaptacji sztywności strukturalnej w wybranych układach dyskretnych i ciągłych.***

Na cykl powiązanych tematycznie publikacji składają się artykuły (oznaczenie i kolejność zgodnie z Autoreferatem):

[A1] Mikułowski G., *Vibration isolation concept by switchable stiffness on a semi-active pneumatic actuator*, SMART MATERIALS AND STRUCTURES, Vol.30, No.7, pp.075019-1-15, 2021, <https://doi.org/10.1088/1361-665X/ac008f>

100 pkt MNISW, IF2021 = 4.13

[A2] Faraj R., Mikułowski G., Wiszowaty R., *Study on the state-dependent path-tracking for smart pneumatic shock-absorber*, SMART MATERIALS AND STRUCTURES, Vol.29, No.11, pp.115008-1-25, 2020, <https://doi.org/10.1088/1361-665X/ab9adc>

100 pkt MNISW, IF2020 = 3.58

[A3] Mikułowski G., Wiszowaty R., *Pneumatic Adaptive Absorber: Mathematical Modelling with Experimental Verification*, MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING, Vol.2016, pp.7074206-1-14, 2016, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/7074206>

40 pkt MNISW, IF2016 = 0.8





[A4] Mikułowski G., Wiszowaty R., Holnicki-Szulc J., *Characterization of a piezoelectric valve for an adaptive pneumatic shock absorber*, SMART MATERIALS AND STRUCTURES, Vol.22, No.12, pp.125011-1-12, 2013, [doi:10.1088/0964-1726/22/12/125011](https://doi.org/10.1088/0964-1726/22/12/125011)

100 pkt MNISW, IF2013 = 2.45

[A5] Popławski B., Mikułowski G., Mróz A., Jankowski Ł., *Decentralized semi-active damping of free structural vibrations by means of structural nodes with an on/off ability to transmit moments*, MECHANICAL SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING, Vol.100, pp.926-939, 2018, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.08.012>.

200 pkt MNISW, IF2018 = 5,005

[A6] Popławski B., Mikułowski G., Wiszowaty R., Jankowski Ł., *Mitigation of forced vibrations by semi-active control of local transfer of moments*, MECHANICAL SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING, Vol.157, pp.107733-1-16, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2021.107733>

200 pkt MNISW, IF2021 = 8.93

[A7] Mikułowski G., Popławski B., Jankowski Ł., *Semi-active vibration control based on switchable transfer of bending moments: study and experimental validation of control performance*, SMART MATERIALS AND STRUCTURES, Vol.30, No.4, pp.045005-1-045005-22, 2021, <https://doi.org/10.1088/1361-665X/abe33b>

100 pkt MNISW, IF2021 = 4.13

Cztery spośród wymienionych artykułów opublikowane zostały w SMART MATERIALS AND STRUCTURES, czasopiśmie naukowym IPPT PAN z IF od 2.45 (2013) do 4.13 (2021), dwa w prestiżowym MECHANICAL SYSTEMS AND SIGNAL PROCESSING (ELSEVIER) z IF 5,005 (2018) i 8.93 (2021) i jedna publikacja w MATHEMATICAL PROBLEMS IN ENGINEERING (Hindawi Publishong Corporation), IF =0,8 (2015). Warto odnotować, że żaden z powyższych artykułów nie jest opublikowany w grupie czasopism MDPI. Jedynym autorem Habilitant jest w publikacji [A1], pozostałe publikacje to prace zespołowe autorów z IPPT PAN, a tylko w jednej publikacji [A5] w zespole autorskim jest jedna osoba spoza IPPT PAN. W trzech artykułach Habilitant jest pierwszym autorem, można więc założyć, że wkład Habilitanta w tych publikacjach jest największy. Współautorzy wszystkich publikacji złożyli stosowane oświadczenia odnośnie swojego udziału merytorycznego w opracowaniu tych publikacji.

Tematyka badań naukowych i tematem osiągnięcia naukowego jest opracowanie efektywnych metod redukcji drgań mechanicznych w konstrukcjach inżynierskich przy wykorzystaniu półaktywnego sterowania sztywnością. Wykonane badania obejmują zagadnienia modelowania matematycznego i numerycznego układów mechanicznych nieliniowych z elementami półaktywnymi, opracowanie algorytmów sterowania, jak i realizacje układów sterowania i rozwiązania techniczne półaktywnych urządzeń umożliwiających wprowadzanie modyfikacji sztywności. Rozpatrywane metody przeznaczone są do sterowania i tłumienia drgań w układach wibroizolacji, w zawieszenia pojazdów, a także konstrukcjach ramowych.





Kontrola drgań mechanicznych jest zagadnieniem powszechnie występującym i najczęściej o jej celu można mówić w przypadku redukcji drgań obniżających trwałość konstrukcji, zaburzających proces technologiczny czy redukcji drgań koniecznych ze względu na ich uciążliwość dla otoczenia. Nadmierne drgania często są także źródłem hałasu.

Redukcja drgań najczęściej wykonywana jest metodami pasywnymi, rzadziej aktywnymi i półaktywnymi, jako bardziej kosztownymi. Jednak wszystkie z wymienionych technik opierają się na dwóch podejściach: (1) przestrojenie układu – modyfikacji masy i/lub sztywności oraz (2) zwiększenie tłumienia. Przestrojenie układu, to w praktyce najczęściej zmiana jego sztywności, dlatego podjęcie tej tematyki przez Habilitanta należy uznać za bardzo trafne, szczególnie ze względu na pojawiające się wciąż nowe obszary zastosowań takiego podejścia z wykorzystaniem metod półaktywnych.

Systemy półaktywne są uznawane za bardziej stabilne z mniejszym zapotrzebowaniem energetycznym w porównaniu do systemów aktywnych. Są także bardziej elastyczne i możliwe do zastosowania w szerszym paśmie niż systemy pasywne, niekiedy w bardzo odległych przemysłowych obszarach, np. w nartach zjazdowych firmy HEAD (system KERS w modelu HEAD2018 dostarczający energię do chwilowego usztywnienia narty przy dynamicznym wyjściu ze skrętu).

Obecny kierunek badawczy w tym obszarze to sterowanie sztywnością w kierunku minimalizacji drgań, co w przypadku Habilitanta sprowadza się do sterowania sztywnością układu w kierunku redukcji energii potencjalnej u źródła – rozpraszania energii, zanim nastąpi jej konwersja i (ponowne) wzbudzenie drgań mechanicznych.

W układach pasywnych wzrost energii potencjalnej następuje w czasie hamowania masy, natomiast spadek energii ma miejsce w fazach jej przyspieszania. Zwiększenie efektywności działania takiego układu uzyskuje się poprzez cykliczną zmianę jego sztywności. Niezależnie od zastosowanej metody zmiany sztywności zawsze występować będzie problem szybkiego przełączania, a w celu przyspieszenia procesu tłumienia, rozpraszanie energii potencjalnej. W tym zakresie do redukcji energii potencjalnej u źródła Habilitant skoncentrował się na dynamicznej modyfikacji sztywności układu zapewniającej rozpraszanie energii, zanim nastąpi jej konwersja i wzbudzenie drgań. Aby osiągnąć zamierzony efekt należało rozwiązać szereg zadań, w tym zadań zwiększających efektywność tłumienia drgań, zwiększających niezawodność działania i odporność na zakłócenia, tudzież zmienność parametrów układu. Istotnym elementem poprawnego działania układu tłumienia drgań jest zastosowanie odpowiedniego sterowania, nie tylko umożliwiającego optymalizację jego efektywności, ale także zapewniającego stabilną pracę układu.

Zagadnienia badawcze, istotne z punktu widzenia osiągnięć Habilitanta można podzielić na dwa obszary:

1). Opracowanie autorskiego systemu izolacji i redukcji drgań z wykorzystaniem siłownika pneumatycznego, zapewniającego krótki czas działania z dynamiczną zmianą energii oraz wysoką odpornością na zmiany parametrów układu i warunków działania. Należy tu podkreślić kompleksowość prac obejmujących badania modelowe z implementacją numeryczną oraz opracowaniem elementów wykonawczych. Wyróżnić należy opracowanie algorytmu sterowania procesem rozpraszania energii zgromadzonej w gazie oraz algorytmu samoadaptacji układu pneumatycznego pozwalającego na wydajną dyssypację energii i tym samym na ograniczenie wzbudzenia drgań.

Powyższa strategia zastosowana została w warunkach laboratoryjnych, gdzie eksperymentalnie potwierdzono wysoką jej efektywność. Zagadnienia te są przedmiotem analiz w artykułach A1 i A2, natomiast w artykule A3 zawarte są szczegóły dotyczącej koncepcji sterownika elementu wykonawczego - półaktywnego siłownika pneumatycznego z zaworem regulacyjnym w tłoku, w zastosowaniu jako elementu dyssypatywnego. Opracowano model matematyczny zjawisk termodynamicznych zachodzących w przestrzeniach roboczych siłownika, umożliwiający osiągnięcie dużej zgodności z wynikami badań eksperymentalnych w kontekście jego przydatności jako elementu wykonawczego sterowania sztywności w układach izolacji i redukcji propagacji drgań. Na wyróżnienie zasługuje aplikacyjna postać opisu matematycznego procesów termodynamicznych zachodzących w siłownikach pneumatycznych o szybko zmiennych parametrach mechanicznych oraz



metoda weryfikacji eksperymentalnej charakteru procesów termodynamicznych zachodzących w takich siłownikach.

Model matematyczny i analiza działania zaworu sterującego do pracy w układach pneumatycznych o krótkim czasie reakcji zawarta jest w artykule A4. Zaproponowano rozwiązanie wielokanałowe wykorzystujące tzw. płytki Hoerbiger oraz siłownik piezoelektryczny jako element wykonawczy. Rozwiązanie tego zaworu zostało opatentowane. (Mikułowski G., Wiszowaty R., Rogożnicki W., *Zawór płytowy*, Patent nr PL214668, 2013). W modelu skoncentrowano się na procesie rozprężania gazu przez kryzę wielootworową o zmiennej geometrii.

Eksperymentalnie potwierdzono dobrą przydatność obliczeń modelowych w zakresie odwzorowania zjawisk mechaniki płynów i termodynamiki zachodzących w zaworze, kluczowym elemencie przedmiotowego półaktywnego siłownika pneumatycznego. Na podkreślenie w tej pracy zasługuje sformułowanie metodyki badań pneumatycznych zaworów dławiących o szybkozmiennych wydatkach masowych oraz eksperymentalna weryfikację ich zadziałań.

2). Sterowanie absorpcją energii drgań mechanicznych w układach ciągłych. W szczególności za cenne należy uznać zastosowanie sterowania umożliwiającego magazynowanie i modalny transfer energii drgań niskich częstotliwości do zakresów wyższych w celu wykorzystania naturalnych (w tym zakresie częstotliwości) mechanizmów tłumienia materiałowego. Zastosowanie sterowania rozproszonego, w przeciwieństwie do sterowania „globalnego” zwiększa efektywność takiego podejścia w bardziej złożonych konstrukcjach ramowych. Wykonano badania eksperymentalne potwierdzające transfer energii i redukcję drgań w dwóch pierwszych modach, w wersji numerycznej zaś w pierwszych czterech modach. Na uwagę zasługuje wiele potencjalnych możliwości zastosowania opracowanego algorytmu w konstrukcjach przestrzennych, jakkolwiek same badania eksperymentalne dotyczą układu płaskiego. Szczegóły wyników tych badań zmieszczone są w publikacji A5. Na uwagę zasługuje opracowanie algorytmu sterowania elementami półaktywnymi do redukcji drgań w układach ramowych oraz weryfikacja eksperymentalna poprawności działania algorytmu.

W podobnym składzie autorskim (A6) analizowano możliwości półaktywnego (półaktywnych węzłów strukturalnych) tłumienia drgań wymuszonych (harmonicznych i losowych) w smukłych strukturach ramowych, ze sterowaną transmisją momentu gnącego pomiędzy sąsiednimi belkami (akumulatorami energii sprężystej), który w wybranych węzłach może być chwilowo (w trybie kratownicowym) stłumiony. Rozważany algorytm polegał na wprowadzaniu krótkotrwałych zmian transmisji momentu gnącego w elementach półaktywnych przy chwilowej najwyższej wartości energii wewnętrznej zakumulowanej w układzie (ugiętych belkach). Badania numeryczne i eksperymentalne potwierdziły wysoką skuteczność zwłaszcza w redukcji drgań w zakresie pierwszej postaci drgań własnych. W artykule A7, którego Habilitant jest pierwszym autorem, przedstawiona została eksperymentalna weryfikacja półaktywnych modułów wykonawczych w ocenie właściwości dynamicznych konstrukcji ramowej, do której moduły te zostały wprowadzone. Jednym z celów tej pracy była weryfikacja ew. skutków ubocznych zastosowanego sterowania, w szczególności wpływ na obniżenie sztywności dynamicznej konstrukcji. Przeprowadzone badania eksperymentalne wykazały że przy pierwszej częstotliwości własnej, zgodnie z wcześniej przedstawionymi wynikami, tłumienie strukturalne w trybie półaktywnym jest zwiększone ponad dziesięciokrotnie w porównaniu z pasywnym trybem ramowym. Dla drugiej częstotliwości własnej współczynnik tłumienia zwiększa się ponad czterokrotnie, także w odniesieniu do trybu ramowego. Za cenne w tej części uważam wykonanie badań eksperymentalnych w kierunku weryfikacji działania opracowanych algorytmów sterowania dedykowanych do półaktywnych struktur ramowych. Warty podkreślenia jest także eksperymentalny dobór miejsca zamocowania czujników kontrolowanych parametrów mechanicznych, dającego najlepszą skuteczność układu sterowania w redukcji drgań, przy minimalnej utracie sztywności układu.

Biorąc pod uwagę wyniki badań przedstawione z cyklu publikacji w ocenie końcowej chciałbym sformułować następujące wnioski:



- Przedstawiony spójny cykl publikacji dokumentuje kompletne podejście w zakresie badań wydajnych metod redukcji drgań mechanicznych konstrukcji inżynierskich przy zastosowaniu półaktywnego sterowania sztywnością. Zastosowane przez Habilitanta podejście obejmuje etap modelowania matematycznego, numerycznego z algorytmami sterowania oraz weryfikacją doświadczalną prognozowanych efektów. Weryfikacja doświadczalna zaproponowanych przez Habilitanta metod redukcji energii potencjalnej u źródła – rozpraszanie zgromadzonej energii potencjalnej zanim nastąpi jej konwersja i (ponowne) wzbudzenie drgań mechanicznych potwierdza duży walor aplikacyjny zaproponowanego podejścia w półaktywnej redukcji drgań mechanicznych.
- Przedstawione w cyklu publikacji wyniki badań eksperymentalnych oparte są o klasyczne techniki pomiarowe, z wykorzystaniem sprzętu renomowanych producentów, co w powiązaniu z klarownym opisem procedury pomiarowej i rzeczową prezentacją otrzymanych rezultatów, sprawia iż ich znaczenie może być traktowane z dużym zaufaniem, zwłaszcza w kontekście weryfikacji eksperymentalnej opracowanych algorytmów sterowania.
- Biorąc pod uwagę osiągnięcia naukowe Habilitanta uzyskane w drodze modelowania matematycznego i zastosowanych algorytmów sterowania do bieżącej modyfikacji sztywności drgającego układu w kierunku redukcji energii potencjalnej u źródła, uważam że mają one istotne znaczenie w rozwoju i poszerzeniu półaktywnych technik redukcji drgań mechanicznych. Stanowi to znaczący wkład w rozwój inżynierii mechanicznej.

**W konkluzji stwierdzam, że przedstawiony do oceny cykl publikacji stanowi wartościowe osiągnięcia w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna. Spełniona jest zatem druga przesłanka określona w Art. 219, us.1 Ustawy.**

#### **4. Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.**

Aktywność naukową Habilitanta, zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej, należy rozumieć szeroko i w związku z tym może być oceniana w różnych obszarach. Istotny dorobek publikacyjny Habilitanta (zgodnie z danymi zawartymi w Autoreferacie) obejmujący publikacje w czasopismach posiadających IF (według bazy Web of Science) stanowi 33 publikacje, w tym 26 po uzyskaniu stopnia doktora, z czego 7 wchodzi w skład monotematycznego cyklu publikacji. Obecnie (1 sierpnia 2024) 34 publikacje, 276 cytowań artykułów w tym 252 bez autocytowań Indeks H – 13 (w Autoreferacie w H-index=12). Całkowita liczba cytowań 267, w tym 304 bez autocytowań (1 sierpnia 2024)

Ogólna liczba wykazanych w Autoreferacie publikacji obejmujących również publikacje nieindeksowane wynosi 103, w tym 85 po uzyskaniu stopnia doktora.

Sumaryczny IF wynosi 65,075.

Powyższe parametry bibliometryczne wskazują na dużą aktywność naukową Habilitanta, zwłaszcza w okresie po uzyskaniu stopnia doktora, co świadczy o znaczącym rozwoju naukowym Habilitanta.

W Autoreferacie jest mowa o 14 przygotowaniach wystąpień konferencyjnych, pośród których na dwóch konferencjach Habilitant jest pierwszym autorem, z czego można wnioskować, że był także prelegentem tych referatów. Takiej informacji jednak nie ma w materiałach. Większość z tych konferencji ma status konferencji międzynarodowej, jakkolwiek tylko dwie odbyły się za granicą (EURODYN2017 oraz 9th Forum on New



Materials\_2022), obie we Włoszech. W świetle powyższych danych (chyba niekompletnych) dorobek Habilitanta w zakresie aktywności konferencyjnej należy uznać za dość przeciętny.

Aktywność Habilitanta z punktu widzenia udziału w projektach badawczych pozyskiwanych w drodze konkursów oceniam jako wysoką. Obejmuje łączenie 12 pozycji, w tym projekt promotorski KBN, jak się można domyślić swojej pracy doktorskiej. Pięć spośród tych projektów finansowane było przez NCN – przy czym w czterech Habilitant był wykonawcą, a w jednym głównym wykonawcą. Kolejne cztery projekty finansowane były przez NCBiR, w których Habilitant był wykonawcą, ponadto był wykonawcą i kierownikiem Projektu Rozwojowego Politechniki Rzeszowskiej (2007-2010) oraz wykonawcą i asystentem koordynatora projektu europejskiego FP5 STREP.

**Drugi z ustawowych wymogów dotyczy wskazania istotnej aktywności naukowej prowadzonej w więcej niż w jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.** W tym obszarze aktywność naukową Habilitanta oceniam również jako wysoką, a uzasadnieniem takiej oceny jest udokumentowana współpraca z kilkoma instytucjami naukowymi w kraju i za granicą.

**Współpraca krajowa.** Rok 2013, współpraca z Instytutem Technicznym Wojsk Lotniczych w zakresie prac dotyczących technologii wytwarzania, charakteryzacji oraz badań właściwości mechanicznych pianek akustycznych o ujemnym współczynniku Poissona z przeznaczeniem na innowacyjny materiał przeznaczony do projektowania siedzisk foteli lotniczych wyposażonych w system katapultowania (efektem jest wspólna publikacja). Rok 2014, nawiązanie współpracy z zespołem z Instytutu Maszyn Przepływowych PAN z Gdańska w celu opracowania metody optymalizacji przepływu gazu w zaworze płytkowym o złożonej geometrii kanałów przepływowych. Zadanie badawcze polegało na opracowaniu metody obliczeniowej pozwalającej na analizę wpływu geometrii kanałów przepływowych na opory przepływu gazu. Wyniki pracy zostały udokumentowane jednym patentem (P2) i w publikacji konferencyjnej w Shenzen (CN), 2013. Tu nie ma zgodności dat, bo współpraca zaczęła się w rok 2014, a publikacja dotyczy roku 2013.

W roku 2017 Habilitant brał udział we wspólnych badaniach z zespołem naukowców z Wydziału Weterynarii SGGW. Badania miały na celu opracowanie metody leczenia złamań kości u koni przy użyciu stabilizatora zewnętrznego o precyzyjnie zaprojektowanej sztywności elementów stabilizujących, pozwalających na istotne skrócenie procesu zrostania i rekonwalescencji.

W roku 2018 odnotowana jest praca na rzecz KGHM Polska Miedź w celu opracowania nowego młyna do rozdrabniania rudy miedzi do kombinatu. Udział Habilitanta polegał na zaprojektowaniu i uruchomieniu systemu monitorowania stanu technicznego szybkoobrotowego układu kruszącego z wykorzystaniem sygnału drgań na elementach podporowych. Prace zakończyły się stworzeniem w pełni funkcjonalnego systemu, umożliwiającego bieżący podgląd parametrów pracy młyna w aplikacji internetowej.

**Współpraca zagraniczna.** W latach 2014 – 2015 uczestnictwo w wymianie naukowo-badawczej w ramach programu Marie-Curie Industry-Academia Partnership and Pathways finansowanego przez UE. W założeniach programu była wymiana naukowa i współpraca pomiędzy uczelniami, a firmami o profilu technologicznym w Europie. W ramach programu nawiązana została współpraca z firmami z Niemiec i z Francji.

W Niemczech 2 miesięczny staż w firmie I-deal Technologies w Saarbruecken. Współpraca przy opracowaniu laserowego systemu skanującego do identyfikacji geometrii powierzchni połączeń spawanych. Wyniki pracy zostały wykorzystane przy opracowaniu automatycznego skanera do ultradźwiękowej defektoskopii materiałów.



Łącznie 6 miesięczny staż we Francji w firmie Cedrat Technologies specjalizującej się w dostarczaniu technologii precyzyjnych siłowników mechatronicznych (między innymi piezoelektrycznych) i układów sterowania o zastosowaniach w przemyśle kosmicznym oraz wytwórczym.

Prowadzone były prace m.in. nad projektem obrotowego tłumika prądo-wirowego mającego zastosowanie w obiektach orbitalnych oraz opracowanie elektronicznego systemu tłumienia drgań mechanicznych przy użyciu wzbudników piezoelektrycznych.

W ramach współpracy opracowano szereg systemów redukcji drgań wykorzystujących wielowarstwowe siłowniki piezoelektryczne. Wyniki współpracy zostały opublikowane w pracy: Mikułowski G., Fournier M., Porchez T., Belly C., Claeysen F., Semi-Passive Vibration Control Technique via Shunting of Amplified Piezoelectric Actuators, Proceedings of 15th International Conference on New Actuators, ACTUATOR 2016, Bremen, Germany, 13–15 June 2016. Z nieznanych przyczyn Habilitant nie umieścił tej pozycji w wykazie aktywności konferencyjnej.

#### Wykaz szczegółowy staży i udziałów w szkoleniach zagranicznych

2023 – seminarium dotyczące metod analizy drgań w dynamice strukturalnej, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Lotnictwa, Uniwersytet Patras, Grecja, 1 dzień

2018 – szkolenie zagraniczne – kurs analizy modalnej, Katholieke Universitat, KU Lueven, Belgia, 3 dni.

2015 – staż naukowo-badawczy Ideal Technologies w ramach programu wymiany Marie-Curie, Saarbruecken, Niemcy, 2 miesiące.

2015 – staż naukowo-badawczy CEDRAT Technologies w ramach programu wymiany Marie-Curie, Grenoble, Francja, 4 miesiące.

2014 – staż naukowo-badawczy CEDRAT Technologies w ramach programu wymiany Marie-Curie, Grenoble, Francja, 2 miesiące.

**W podsumowaniu uważam, że analiza współautorskich publikacji poparta wysokimi parametrami bibliometrycznymi, realizowane liczne projekty badawcze oraz współpraca z instytucjami krajowymi i zagranicznymi, w tym staże w Niemczech i we Francji uprawniają do stwierdzenia, że trzeci warunek określony w Art. 219 ust.1 Ustawy, dotyczący istotnej aktywności naukowej na więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, został w pełni spełniony.**

#### **5. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego oraz popularyzującego naukę**

Zgodnie z Ustawą opinia o działalności dydaktycznej, organizacyjnej oraz popularyzujących naukę nie jest wymagana w ocenie, dostarcza jednak informacji uzupełniających na temat działalności pozanaukowej Habilitanta. Habilitant nie jest pracownikiem jednostki dydaktycznej, zatem dorobek dydaktyczny siłą rzeczy nie może tak obszerny jak w przypadku pracownika badawczo-dydaktycznego na uczelni. Nie oznacza to jednak, że takiej działalności nie ma w ogóle. Habilitant wymienia zajęcia dydaktyczne – seminaria dla doktorantów Studium Doktoranckiego IPPT PAN – 2 semestry oraz staże dla studentów studiów magisterskich – 1 miesiąc dla 4 studentów.





Trzy funkcje promotora pomocniczego w przewodach doktorskich, w tym dwa obronione.

Nieco bogatszy jest dorobek w zakresie działalności organizacyjnej: współtworzenie laboratoriów badawczych w obszarze dynamiki układów mechanicznych, wibroakustyki i systemów sterowania oraz członkostwo komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji naukowej 7th European Conference on Structural Control (EACS 2022).

Organizowanie i współorganizacja lekcji i warsztatów dla uczniów szkół podstawowych i średnich w ramach Festiwalu Nauki w latach 2013 – 2023. Organizacja wizyty studyjnej w Laboratorium Inżynierii Bezpieczeństwa IPPT PAN dla studentów studiów magisterskich Politechniki Warszawskiej z wydziałów Mechatroniki oraz Samochodów i Maszyn Roboczych – 5 spotkań.

Habilitant jest laureatem dwóch nagród Dyrektora IPPT PAN i jednego wyróżnienia za osiągnięcia naukowe oraz 3 nagród za osiągnięcia organizacyjne, co stanowi niezależne potwierdzenie działalności organizacyjnej Habilitanta.

**Podsumowując stwierdzam, że działalność dydaktyczna i organizacyjna, choć dość skromna wzbogaca sylwetkę naukową Habilitanta i może być oceniona pozytywnie.**

## **6. Ocena końcowa**

Na podstawie przedstawionej powyższej oceny dorobku dr. inż. Grzegorza Mikułowskiego w świetle wymagań formalnych zapisanych w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.), stwierdzam, że:

- **Przedstawione osiągnięcia habilitacyjne w postaci cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna**
- **Całościowa aktywność naukowa Habilitanta we wszystkich analizowanych obszarach może być uznana za istotną, a dorobek publikacyjny (artykuły naukowe) za cenny pod względem merytorycznym**
- **Warunek istotnej aktywności naukowej na więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej został spełniony zarówno w zakresie współpracy krajowej jak i zagranicznej.**

**Podsumowując, popieram wniosek dr. inż. Grzegorza Mikułowskiego o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.**

*Tadeusz Wszótek*



