

29.05.2024r.

prof. dr hab. inż. Leszek Radziszewski  
Katedra Mechaniki i Procesów Ciepłych  
Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn  
Politechnika Świętokrzyska

### **Podstępowanie habilitacyjne**

#### **Recenzja osiągnięcia naukowego, aktywności dydaktycznej i organizacyjnej dr inż. Grzegorza Mikułowskiego**

#### **1. Podstawowe informacje**

Niniejszą recenzję opracowano w odpowiedzi na pismo Pana Prof. dr. hab. inż. Zbigniewa Ranachowskiego Sekretarza Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN z dnia 05.04.2024 r. Wraz z pismem Pana Sekretarza otrzymałem również w wersji elektronicznej i papierowej dokumentację wniosku Habilitanta.

W ocenie przedstawionego materiału korzystałem z dorobku przedstawionego w autoreferacie i treści 7 artykułów tworzących jednotematyczny cykl publikacji pod wspólnym tytułem *"Redukcja drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnych technik adaptacji sztywności strukturalnej w wybranych układach dyskretnych i ciągłych"*. Artykuły zostały wybrane przez Habilitanta do prezentacji wkładu w rozwój dyscypliny naukowej „inżynieria mechaniczna”.

W recenzji uwzględniłem także udział Habilitanta w licznych projektach naukowo-badawczych NCN, NCBiR oraz międzynarodowych - dedykowanych problemom rozwoju metod redukcji drgań mechanicznych, w tym budowie algorytmów sterowania, a także poszukiwaniom nowej instrumentalizacji pomiarowej, w których widoczny jest Jego wkład w ich doskonalenie aplikacyjne. Istotnym elementem recenzji było też uczestnictwo Habilitanta w wielu znaczących międzynarodowych konferencjach, na których raportował swoje osiągnięcia badawcze, co w mojej ocenie jest ważnym elementem naukowej dyskusji dotyczącej dorobku naukowo-badawczego.

#### **2. Podstawy prawne w opracowaniu recenzji**

Ustawa z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz Regulamin przeprowadzania postępowań w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w IPPT PAN.

#### **3. Krótka charakterystyka osoby Habilitanta**

Dr inż. Grzegorz Mikułowski w roku 2002 ukończył studia magisterskie na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej. W roku 2002 rozpoczął pracę w IPPT PAN gdzie pracuje nieprzerwanie do chwili obecnej. W roku 2008 uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie budowy i eksploatacji maszyn na podstawie pracy doktorskiej pt.

„Adaptive impact absorbers based on magnetorheological fluids”. Zainteresowania i wieloletnia działalność naukowa dr. inż. Grzegorza Mikułowskiego skupione były wokół tematyki istotnej we wszystkich konstrukcjach inżynierskich dotyczącej sterowania i redukcji drgań mechanicznych. Podjęta przez niego tematyka badawcza należy do aktualnie rozwijanych w różnych międzynarodowych ośrodkach naukowych. Wyniki badań związanych z tworzeniem i rozwojem nowych metod i algorytmów monitorowania drgań różnych elementów konstrukcyjnych mają szeroką perspektywę potrzeb aplikacyjnych.

#### 4. Ocena osiągnięcia naukowego w postaci cyklu publikacji

##### 4.1. Charakterystyka osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym przedstawionym we wniosku Habilitanta jest zestaw oryginalnych publikacji w liczbie 7 znajdujących się na tzw. liście A MNiSW, opublikowanych w czasopismach JCR.

Dr inż. Grzegorz Mikułowski rozprawę habilitacyjną przedstawił w formie monotematycznego cyklu 7 prac ujętych wspólnym tematem *„Redukcja drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnych technik adaptacji sztywności strukturalnej w wybranych układach dyskretnych i ciągłych”*; co jest zgodne z Ustawą. Stanowią sobą zwartą tematycznie całość powstałą po doktoracie, która dokumentuje realizację dobrze umotywowanego i przemyślanego programu badawczego, określającego rozwój naukowy Habilitanta. Przedstawił w nich wyniki powiązane z efektami realizacji ważnych krajowych i międzynarodowych projektów badawczych, w których uczestniczył. Habilitant formułował w nich rozpoznawany problem naukowy, wskazywał metodykę badań prowadzących do rozwiązania związanych z nimi zadań badawczych, które następnie realizował. Realizacja tych zadań wymagała od niego opracowywania oryginalnych autorskich rozwiązań, określających uwarunkowania towarzyszące wykorzystaniu metod bieżącego modyfikowania sztywności układu, tak aby rozproszyć energię zanim nastąpi wzbudzenie drgań mechanicznych. Był również współautorem publikacji, w których raportowano uzyskane wyniki. Wszystko to wskazuje, że udział Habilitanta w powstaniu tych publikacjach był wiodący, co potwierdzają oświadczenia współautorów. Przedstawił następujące prace;

[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, 100 pkt MNiSW, IF(2021)= 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, 100 pkt MNiSW, IF(2020)= 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, 40 pkt MNiSW, IF(2016)= 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, 100 pkt MNISW, IF(2013)= 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, 200 pkt MNISW, IF(2018)= 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, 200 pkt MNISW, IF(2021)= 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, 100 pkt MNISW, IF(2021)= 4.13.

### **Summary wskaźnik IF= 29.025**

Ta ocena parametryczna bardzo dobrze określa znaczenie dorobku i osiągnięcia Habilitanta, a także jego rozpowszechnienia w obiegu międzynarodowym. Pozwala to stwierdzić, że przedstawiony do zaopiniowania cykl publikacji zawiera oryginalny przekaz informacji: służący i kształtujący rozwój wiedzy jaką jest inżynieria mechaniczna, z jej ścisłymi odnośnikami aplikacyjnymi. Ma w nich miejsce prezentacja oryginalnych wypracowanych przez Habilitanta wskazań, w zakresie tworzenia skutecznych metod redukcji drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnego sterowania sztywnością.

Dokonując syntetycznych odniesień do przedstawionych publikacji należy zwrócić uwagę na ich oryginalne treści badawcze, przyporządkowujące im atrybut nowej wiedzy, który można związać z osobą Habilitanta.

Pierwsza grupa publikacji związana jest z układami dyskretnymi.

W publikacji A [1] zaproponowano model sterowania układami mechanicznymi z siłownikami pneumatycznymi o zmiennej przełączanej sztywności. Model ten został sformułowany w oparciu o analizę transferu energii mechanicznej w układzie z członem termodynamicznym poddawanemu wymuszeniom oscylacyjnym. Najistotniejszą cechą rozpatrywanego problemu było wprowadzenie kontrolowanej akumulacji energii potencjalnej sprężystości gazu oraz jej kontrolowanej dyssypacji w nieodwracalnym procesie swobodnego rozprężania gazu między komorami odizolowanymi od otoczenia. Przeprowadzono analizę procesów: konwersji energii wewnętrznej gazu podczas sprężania i rozprężania w poszczególnych objętościach kontrolnych badanego układu jak również wymiany ciepła z otoczeniem oraz rozpraszania energii wewnętrznej gazu na skutek swobodnego rozprężania. Zweryfikowano też skuteczność zaproponowanej koncepcji rozpraszania energii mechanicznej.

Celem publikacji A [2] było zweryfikowanie koncepcji algorytmu sterowania siłownikiem półaktywnym przeznaczonym do dyssypacji energii mechanicznej przy braku informacji na temat warunków początkowych oraz w sytuacji, gdy warunki pracy zmieniają się w sposób nieprzewidziany w trakcie trwania procesu rozpraszania energii. Do sterowania zastosowano algorytm typu nadążnego

wykorzystujący bieżące położenie oraz prędkość tłoka siłownika jako sygnały wejściowe. Zbudowano układ, który był w stanie uaktualniać parametry odpowiedzi mechanicznej w czasie mniejszym niż 2 ms. Istotnym celem pracy było też przeprowadzenie weryfikacji eksperymentalnej zaproponowanego algorytmu i oszacowanie jego skuteczności.

W publikacji [A 3] przedstawiono koncepcję półaktywnego siłownika pneumatycznego o zmiennej sterowanej sztywności zastosowanego jako element dyssypacyjny w mechanicznych układach drgających. Na zakres badanych i opisywanych zjawisk składały się: bilans energetyczny gazu między objętościami kontrolnymi, straty energii na skutek przepływu gazu przez zawór modelowany jako kryza o zmiennym przerozu, analiza entalpii między objętościami kontrolnymi na skutek przepływu gazu przy prędkościach zbliżonych do prędkości dźwięku, wymiana ciepła z otoczeniem oraz wymiana ciepła między gazem i elementami układu. Zaproponowany model uwzględnia bieżące zmiany charakteru procesów termodynamicznych. W każdym kroku czasowym rozwiązywane jest równanie bilansu energii wewnętrznej gazu i na tej podstawie wyznaczana jest aktualna siła reakcji siłownika. Zbudowane stanowisko badawcze pozwoliło na porównanie wyników obliczeniowych i eksperymentalnych.

W publikacji [A4] zaproponowano model zaworu dławiącego, przeprowadzono analizę termodynamiczną i przedstawiono wyniki weryfikacyjnych badań eksperymentalnych. Badany zawór był rozważany jako element wykonawczy do sterowania przepływem między objętościami wewnątrz półaktywnego siłownika pneumatycznego. W ramach badań zaproponowano wykorzystanie termodynamicznego modelu jednowymiarowego przepływu gazu ze zmiennym dławieniem w zakresie prędkości dochodzących do prędkości dźwięku. Wyniki przedstawione w pracy potwierdziły możliwość uzyskania precyzyjnego sterowania przepływem gazu w zastosowaniu do siłowników pneumatycznych przeznaczonych do układów izolacji drgań. Wymagania funkcjonalne dotyczące zaworu zostały spełnione dzięki zastosowaniu płytek Hoerbiger i siłownika piezoelektrycznego w konstrukcji, która została opatentowana (Mikułowski G., Wiszowaty R., Rogożnicki W., Zawór płytowy, Patent nr PL214668, 2013).

Druga grupa prac związana jest z tłumieniem drgań konstrukcji ciągłych za pomocą modyfikacji sztywności strukturalnej przy użyciu dedykowanych półaktywnych elementów strukturalnych.

W publikacji [A5] Habilitant przedstawia koncepcję tłumienia drgań swobodnych w konstrukcjach ramowych wyposażonych w elementy półaktywne. Zaproponowany algorytm zdecentralizowany realizuje lokalne monitorowanie energii wewnętrznej sprężystości w strukturze. Przy tym założeniu wprowadzany jest kontrolowany proces dyssypacji energii przy pomocy sterowanych półaktywnych elementów wykonawczych zintegrowanych z konstrukcją w wybranych lokalizacjach. Element wykonawczy składa się z dwóch węzłów półaktywnych połączonych elementem belkowym, który umożliwia zaprogramowaną akumulację energii sprężystości. Działanie algorytmu ma na celu zaprogramowany transfer energii drgań od częstotliwości niższych do wyższych, przy których jest ona skutecznie rozpraszana na skutek tłumienia materiałowego. Poprzez takie podejście, proces tłumienia drgań może odbywać się w całej konstrukcji przez co może być istotnie przyspieszony. Wykorzystany

mechanizm aktywacji polega na wprowadzeniu chwilowych, lokalnych zmian transmisji momentów gnących w węzłach strukturalnych, co w efekcie wprowadza krótkotrwałe lokalne zmiany sztywności konstrukcji. W pracy zaproponowano sterowanie zdecentralizowane z lokalnym monitorowaniem konstrukcji jako rozwinięcie publikowanych wcześniej algorytmów globalnych proponowanych do tłumienia drgań konstrukcji ramowych przy użyciu elementów półaktywnych. Opracowano analizę teoretyczną optymalizującą algorytm sterowania, przeprowadzono testy na modelu numerycznym oraz weryfikację na stanowisku eksperymentalnym w przypadku drgań swobodnych. W testach numerycznych zaproponowany algorytm pozwalał na skuteczne zredukowanie amplitud drgań pierwszych czterech częstości własnych badanej ramy.

W artykule [A6] Habilitant analizował tłumienie drgań wymuszonych o charakterze harmonicznym i losowym w konstrukcjach ramowych wyposażonych w elementy wykonawcze z węzłami półaktywnymi. Celem było opracowanie algorytmów redukcji drgań wymuszonych w układach ciągłych przy pomocy zastosowania strategii transferu energii między zakresami częstotliwości. Zaproponowany algorytm sterowania wykorzystuje metodę lokalnej zmiany konfiguracji zdolności węzłów do transmisji momentów gnących między sąsiadującymi ze sobą elementami belkowymi ramy. Ważnym założeniem w proponowanej metodzie jest możliwość wprowadzania krótkotrwałych zmian transmisji momentu gnącego w chwilach czasowych, kiedy wartość energii wewnętrznej w elementach zginanych jest maksymalna. Wprowadzenie nagłych i krótkotrwałych obniżen zdolności wyznaczonych elementów konstrukcyjnych do przenoszenia momentów gnących stwarza warunki do uwolnienia zmagazynowanej energii odkształceń sprężystych. Przedmiotem badań rozważanego algorytmu sterowania drganiami konstrukcji ramowych było przede wszystkim zagadnienie odpowiedzi konstrukcji w zakresach rezonansowych.

Publikacja [A7] przedstawia analizę i studium właściwości dynamicznych konstrukcji w przypadku zastosowania metody redukcji drgań wykorzystującej lokalne modyfikacje sztywności. Przeprowadzono badania eksperymentalne dotyczące wpływu wprowadzenia sterowania drgań wykorzystującego elementy półaktywne ze sprzęgłami tarciovymi na charakterystyki dynamiczne sterowanej konstrukcji ramowej. Zaproponowane podejście badawcze wykorzystywało analizę odpowiedzi spektralnych i analizę modalną laboratoryjnego układu ramowego wyposażonego w rozważany element półaktywny. Zaproponowane, opracowane i opisane w pracy badania miały na celu potwierdzenie lub wykluczenie następujących hipotez:

1. wyprowadzony teoretycznie w pracy [A5] algorytm sterowania jest optymalny – w dwóch osobno zaprojektowanych podejściach eksperymentalnych potwierdzono, że wskazane przez algorytm chwile czasowe przełączeń układu półaktywnego pozwalają na uzyskanie optymalnego działania układu. Dodatkowo, użyte wyniki wykazały zwiększenie poziomu tłumienia w układzie i stabilność struktury w całym zakresie zmienności parametrów sterowania,
2. proponowane sterowanie pozwala na osiągnięcie większej skuteczności redukcji drgań niż tłumienie pasywne. Uzyskane wyniki wykazały, że zaproponowane sterowanie m. in. zwiększa tłumienie w



pierwszym modzie drgań do dwudziestu razy w porównaniu do ramy z tłumieniem materiałowym oraz pięciokrotnie w porównaniu do tłumienia pasywnego,

3. charakterystyki sztywności dynamicznej konstrukcji pozostają niezmienione przy zastosowaniu proponowanego sterowania. Przeprowadzona analiza wykazała, że wprowadzenie sterowania poprawia odpowiedź dynamiczną względem przypadków pasywnych.

Można więc stwierdzić, że rezultaty badawcze Habilitanta przedstawione w tych artykułach nakreśliły innowacyjne wskazania wykonawcze dla budowy systemów redukcji drgań mechanicznych. Do ważnych, zdaniem moim, oryginalnych osiągnięć Habilitanta należy zaliczyć autorskie rozwiązania odnoszące się do:

1. koncepcji izolacji drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnego siłownika ze sterowaną sztywnością
2. modelu procesów termodynamicznych zachodzących w siłowniku pneumatycznym z zaworem w tłoku
3. konstrukcji zaworu płytowego do precyzyjnego sterowania przepływem gazu
4. metodyki badań eksperymentalnych sterowanych zaworów pneumatycznych
5. sterowania łamanego w zadaniu kontroli ustrojów ramowych przy zastosowaniu półaktywnych sprzęgieł tarciovych
6. metody badań eksperymentalnych do wyznaczania charakterystyk mechanicznych ustrojów ramowych o zmiennej w czasie sztywności dynamicznej
7. metody wykorzystania sterowanych komponentów półaktywnych do lokalnej zmiany sztywności

Te rezultaty badań Habilitanta budują **nową perspektywę badawczą** dla dziedziny wiedzy jaką jest inżynieria mechaniczna i powiązanego z nią kierunku badawczego zajmującego się zagadnieniami redukcji drgań mechanicznych w różnych konstrukcjach.

#### 4.2. Sugestie i uwagi

Oceniając bardzo pozytywnie przedstawiony do zaopiniowania cykl 7 publikacji Habilitanta zaznaczę też pewien niedosyt dotyczący ich treści, a zwłaszcza braku szerszego powiązania realizowanych rozpoznań badawczych z analizą niepewności uzyskanych rezultatów. Ten element w załączonych pracach jest mało opracowany. Uwaga ta dotyczy zarówno kwestii oceny możliwych błędów w odniesieniu do realizowanych eksperymentów pomiarowych, jak i stosowanych przetworzeń numerycznych gdyż nie zostały one właściwie wyeksponowane.

Taka edycja wyników będących raportem z pracy zespołu badawczego, w którym zawarte są dokonania Habilitanta - rodzić może pytania, czy Zespół je realizujący wraz z Habilitantem zwracał należytą uwagę na te kwestie oraz czy analiza budżetu niepewności typu A, jak i typu B związanego z prowadzonymi pracami była dokonywana w realizowanych badaniach. Mam nadzieję, że problematyka niepewności pomiaru ważna z naukowego i kontrolnego punktu widzenia – pogłębiająca rozwiniętą

przez Habilitanta tematykę badawczą - znajdzie się w obszarze zainteresowań i dalszych badań Habilitanta. Jej uwzględnienie i pogłębienie umożliwiłoby pełniejsze wypunktowanie pola aplikacji dla uzyskanych rezultatów badawczych. Podniesione wyżej zastrzeżenia, nie umniejszają **bardzo pozytywnej oceny** przedstawionego cyklu publikacji, których realizacja wymagała dużego zaangażowania i umiejętności badawczych od Habilitanta.

#### 4.3. Podsumowanie i ocena końcowa osiągnięcia naukowego

Podsumowując osiągnięcie naukowe Habilitanta mogę stwierdzić, że przedstawiony cykl 7 publikacji spełnił ustawowe wymogi do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego. W opinii Recenzenta do najważniejszych osiągnięć można zaliczyć niżej podane rozwiązywane problemy badawcze:

- a) dedykowane układom mechanicznym o masach skupionych:
  - opracowanie koncepcji izolacji drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnego siłownika ze sterowaną sztywnością,
  - modelu procesów termodynamicznych zachodzących w siłowniku pneumatycznym z zaworem w tłoku,
  - konstrukcji zaworu płytowego do precyzyjnego sterowania przepływem gazu,
  - metodyki badań eksperymentalnych sterowanych zaworów pneumatycznych
- b) dedykowane układom mechanicznym o ciągłym rozkładzie masy:
  - sterowanie lokalne w zadaniu kontroli ustrojów ramowych przy zastosowaniu półaktywnych sprzęgieł tarciovych,
  - opracowanie metody badań eksperymentalnych do wyznaczania charakterystyk mechanicznych ustrojów ramowych o zmiennej w czasie sztywności dynamicznej
  - opracowanie metody wykorzystania sterowanych komponentów półaktywnych do lokalnej zmiany sztywności

Stwierdzam, że wartość naukowa i potencjał użyteczny przedstawionego cyklu publikacji **jest właściwy i zdaniem moim spełnia wszystkie wymogi stosownej Ustawy**. Swoimi treściami nakreśla nową perspektywę dla współczesnych wyzwań inżynierii mechanicznej - aktualnych zarówno pod względem naukowym, jak i o wyraźnie zarysowanym polu potrzeb aplikacyjnych.

#### 5. Zestawienie i ocena osiągnięć naukowych Habilitanta oraz ustalenia uznanej aktywności naukowej

##### 5.1. Osiągnięcia naukowe

Osiągnięciem naukowym Habilitanta jest zestaw 7 artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych. Ponadto Habilitant jest współautorem 16 publikacji w czasopismach znajdujących się na liście A MNiSW. Trzy publikacje są tematycznie związane z

charakteryzacją właściwości mechanicznych materiału przeznaczonego na implanty układów moczowych. Jedna publikacja jest związana z identyfikacją wielokierunkowych odkształceń kości. Habilitant jest również współautorem rozdziału w monografii krajowej jak również międzynarodowej. **Sumaryczny Impact Factor tych publikacji wynosi IF=36.05.**

## **5.2. Udzielone patenty międzynarodowe i krajowe**

Dr inż. Grzegorz Mikułowski jest współautorem jednego patentu europejskiego oraz czterech patentów krajowych.

Patent europejski:

1. Faraj R., Kowalski T. M., Wołęjsza Z., Mikułowski G., Pawłowski P., Hinc K., Graczykowski C., Holnicki-Szulc J. Emergency landing device, EPO, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Nr patentu: 3805099

Patenty krajowe:

1. Doerffer P., Flaszyński P., Mikułowski G., Holnicki-Szulc J., Zespół płyt zaworowych, PL, Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szevalskego PAN, Doerffer Piotr, Flaszyński Paweł, Mikułowski Grzegorz, Holnicki-Szulc Jan, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Nr patentu: 228288 P15.

2. Świercz A., Mikułowski G., Wiszowaty R., Holnicki-Szulc J., Kołakowski P., Graczykowski C., Sposób generowania wstępnie zaprojektowanego udarowego obciążania konstrukcji oraz urządzenie do generowania wstępnie zaprojektowanego obciążania konstrukcji, PL, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Adaptronica sp. z o.o., Nr patentu: 221709

3. Mikułowski G., Rogoźnicki W., Wiszowaty R., Zawór płytowy, PL, Adaptronica sp. z o.o., Nr patentu: 214668 -16-

4. Graczykowski C., Mikułowski G., Mróz A., Sekuła K., Sposób dyssypacji energii uderzenia obiektu i absorber pneumatyczny, PL, Adaptronica sp. z o.o., Nr patentu: 214845

## **5.3. Autorstwo i współautorstwo opracowań zbiorowych dotyczących dokumentacji prac badawczych i ekspertyz**

Habilitant brał udział jako wykonawca w 5 projektach Narodowego Centrum Nauki oraz w 4 projektach naukowo-badawczych NCBiR.

## **5.4. Sumaryczne dane naukowo-metryczne**

1. sumaryczny Impact Factor wszystkich publikacji wynosi **IF=65,075**

2. liczba cytowań publikacji z oddzielnym uwzględnieniem auto cytowań:

- wg bazy Web of Science 327, w tym 84 auto cytowań,
- wg bazy Scopus 372, w tym 74 auto cytowań,

3. Index Hirscha wg Bazy Web of Science - 12, wg Bazy Scopus – 13.

Należy zauważyć, że wskaźniki naukowo-metryczne habilitanta są znaczące, co świadczy, że w sposób ciągły prezentował on swoje osiągnięcia naukowe w czasopismach o dużej randze



międzynarodowej. Dość wysokie współczynniki indexu Hirscha dla dwóch baz publikacyjnych świadczą o jego znaczącej pozycji naukowej i dużym międzynarodowym zasięgu prowadzonych badań.

#### **5.5. Krajowe i naukowe nagrody za działalność naukową**

Habilitant otrzymał w latach od 2010 do 2022 sześć nagród Dyrektora IPPT PAN, w tym jedną nagrodę indywidualną za osiągnięcia naukowe. Otrzymane nagrody świadczą o tym, że Habilitant osiągnął wysoką pozycję naukową w swoim najbliższym otoczeniu.

#### **5.6. Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych**

Dr inż. Grzegorz Mikułowski został zaproszony i wygłosił wykład na konferencji 6th World Conference on Structural Control and Monitoring w Barcelonie w roku 2014 p.t. Analysis and thermodynamic modeling of a pneumatic adaptive absorber

#### **5.7. Podsumowanie i ocena osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta oraz jego uznanej aktywności naukowej**

Podsumowując osiągnięcia naukowe Habilitanta po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych można stwierdzić, że dorobek jest znaczny i świadczy o jego istotnej aktywności naukowej. Spełnia tym samym wymogi stawiane w postępowaniu habilitacyjnym, w zakresie oryginalności i poziomu wykonanych analiz i ich rozpowszechnienia w obiegu międzynarodowym.

Dowodzi również, że Opiniowany jest dobrze notowany w obszarze badań którym się zajmuje, potrafił dostrzec w nim problemy naukowe wymagające odpowiedzi, oraz zaproponować dla nich interesujące środowisko rozwiązania. W związku z przedstawioną powyżej opinią w pełni popieram kandydaturę Habilitanta do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

### **6. Zestawienie i ocena osiągnięć Habilitanta w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzacyjnego oraz dorobku dotyczącego współpracy międzynarodowej.**

#### **6.1. Ocena osiągnięć Habilitanta w zakresie dorobku dydaktycznego**

Dr inż. Grzegorz Mikułowski nie jest aktywnym nauczycielem akademickim. Prowadzi jednak zajęcia dydaktyczne w ramach Studium Doktoranckiego IPPT PAN.

#### **6.2. Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach oraz Komitetach organizacyjnych tych konferencji.**

Dr inż. Grzegorz Mikułowski uczestniczył w 12. międzynarodowych konferencjach naukowych w Polsce i 2 za granicą. Był też członkiem Komitetu Organizacyjnego międzynarodowej konferencji naukowej 7 th European Conference on Structural Control (EACS 2022), 10-13 lipca 2022, Warszawa.

### **6.3. Kierowanie i udział w projektach realizowanych we współpracy z naukowcami innych ośrodków polskich i zagranicznych, a w przypadku badań stosowanych – zespołami obejmującymi przedsiębiorstwa**

Habilitant brał udział w europejskim programie EU Marie Curie Actions – Industry-Academia and Pathways (2012-2015) – SMART NEST. FP7-PEOPLE-2011-IAPP, 284995.

Dr inż. Grzegorz Mikułowski uczestniczył:

1. z firmą o profilu technologicznym Adaptronika Sp. z o.o. w realizacji projektu badawczo rozwojowego “ADBAG – Adaptacyjne poduszki awaryjnego lądowania dla bezzałogowych statków powietrznych”, POIR.01.02.00-00-0083/16, finansowanego poprzez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (2017-2019)
2. z kombinatem KGHM Polska Miedź w realizacji projektu badawczo rozwojowego - Innowacyjna technologia przygotowania rudy miedzi do flotacji z wykorzystaniem wysokoenergetycznych technik rozdrabniania, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, CuBR/I/3/NCBR/2014, 1.02.2015 – 31.01.2017
3. z Politechniką Rzeszowską w projekcie rozwojowym R10 005 02 p.t. Demonstrator zaawansowanych technologii lotniczych – latająca platforma badawcza, w latach 2007 – 2010. Pełnił funkcję kierownika zadania badawczego: Opracowanie i wykonanie prototypu nowego adaptacyjnego podwozia lotniczego.

### **6.4. Osiągnięcia dydaktyczne w zakresie popularyzacji nauki**

Habilitant brał udział w:

- Festiwalu Nauki, w latach 2013 - 2023 jako organizator i współorganizator lekcji festiwalowych,
- Pikniku naukowym w Warszawie jako organizator stanowiska IPPT PAN, 2018

### **6.5. Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego**

Dr inż. Grzegorz Mikułowski był promotorem pomocniczym w dwóch zakończonych przewodach doktorskich. Obecnie pełni funkcję promotora pomocniczego w jednym przewodzie doktorskim, co świadczy o tym, że ma duże możliwości w kierowaniu pracami doktorskimi.

### **6.6 Staże zagraniczne lub krajowe w ośrodkach naukowych lub akademickich**

Habilitant w ramach projektu EU Marie Curie Actions – Industry-Academia and Pathways (2012-2015) – SMART NEST. FP7-PEOPLE-2011-IAPP, 284995 przebywał na trzech stażach o charakterze naukowo-inżynierskim w.

- a) CEDRAT Technologies Grenoble (FR) – 2 miesiące. Zakres współpracy: opracowanie innowacyjnego tłumika drgań skrętnych przy wykorzystaniu technologii prądów wirowych
- b) I-deal Technologies Saarbruecken (DE) – 2 miesiące. Zakres współpracy: opracowanie laserowego systemu monitorowania stanu technicznego połączeń spawanych z wykorzystaniem technik ultradźwiękowych

c) CEDRAT Technologies Grenoble (FR) – 4 miesiące. Zakres współpracy: opracowanie półaktywnego systemu redukcji drgań mechanicznych z wykorzystaniem aktuatorów piezoelektrycznych ze sterowaniem półpasywnym.

W wyniku współpracy został opublikowany artykuł Mikułowski G., Fournier M., Porchez T., Belly C., Claeysen F., SemiPassive Vibration Control Technique via Shunting of Amplified Piezoelectric Actuators, ACTUATOR 2016, 15th International Conference on New Actuators, 2016-06-13/06-15, Bremen (DE), pp.542-546, 2016

#### **6.7. Recenzowanie projektów międzynarodowych i krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych**

Habilitant wykazał się aktywnością w recenzowaniu artykułów w znaczących czasopismach naukowych, gdyż zrecenzował 23 artykuły w 10 czasopismach. Świadczy to o jego wysokiej pozycji naukowej i jest też odzwierciedleniem szerokiej współpracy z wieloma ośrodkami naukowymi w kraju i zagranicą.

#### **6.8. Podsumowanie dorobku dydaktycznego i popularyzacyjnego oraz współpracy międzynarodowej**

Oceniając ogólnie dorobek dr inż. Grzegorz Mikułowskiego uważam, że jest zadowolający i satysfakcjonujący.

#### **7. Podsumowanie i wniosek końcowy**

W ocenie osiągnięcia naukowego udokumentowanego w 7 publikacjach pt. „*Redukcja drgań mechanicznych przy wykorzystaniu półaktywnych technik adaptacji sztywności strukturalnej w wybranych układach dyskretnych i ciągłych*” należy przedstawić podane niżej informacje.

1. Tematyka przedstawionego zestawu publikacyjnego i dorobek naukowy Habilitanta odnosi się do dziedziny nauk inżynierijno-technicznych i dotyczy głównie dyscypliny inżynieria mechaniczna,
2. Osiągnięcie naukowe przedstawione w artykułach należy ocenić wysoko, gdyż odnoszą się głównie do oryginalnych prac badawczych
3. Dorobek naukowy oraz osiągnięcia naukowe Habilitanta po uzyskaniu stopnia naukowego doktora są potwierdzone jego dużą aktywnością badawczą i projektową
4. Dorobek dydaktyczny, popularyzacyjny i współpracę z podmiotami gospodarczymi oceniam pozytywnie

Podsumowując ocenę wniosku o nadanie stopnia dr habilitowanego dla dr. inż. Grzegorza Mikułowskiego stwierdzam, że spełnia wymagania Ustawy o stopniach naukowych oraz stopniach i tytułach w zakresie sztuki formułującej kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Przedstawiony przez Habilitanta cykl publikacji, traktowany jako rozprawa habilitacyjna, uzupełniony zbiorem publikacji związanych z realizacją licznych prac badawczych, jest przekazem Jego znaczących dokonań naukowych, którym można przypisać atrybut określonego wkładu w rozwój inżynierii mechanicznej, w szczególności w rozwój metod redukcji drgań mechanicznych. Dokumentuje on Jego duże kwalifikacje naukowe, predysponujące Kandydata na osobę samodzielnego pracownika naukowego. Jego sylwetka jako pracownika naukowego jest ściśle określona, poprzez dorobek naukowy, dydaktyczno-organizacyjny i popularyzatorski.

W związku z moją pozytywną oceną wszystkich elementów składowych recenzji, **popieram wniosek o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dr. inż. Grzegorzowi Mikułowskiemu przez Radę Naukową IPPT PAN.**



Leszek Radziszewski