

Recenzja

osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej,
w związku z postępowaniem habilitacyjnym dra inż. Piotra Bartkowskiego

Tytuł osiągnięcia naukowego:

Opracowanie innowacyjnych struktur rozciągliwych umożliwiających adaptacyjną zmianę sztywności do zastosowań w robotyce miękkiej i elektronice noszonej

1. Przedstawienie podstawowych danych o kandydacie, w tym: data uzyskania stopnia doktora oraz nazwa jednostki organizacyjnej, w której był ten stopień nadany

Dr inż. Piotr Bartkowski jest absolwentem Politechniki Warszawskiej: tytuł zawodowy magistra inżyniera uzyskał na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych PW w 2015 roku. W 2019 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna, również na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej. Praca pt. „Badania empiryczne i modelowanie dysypatorów energii wykorzystujących pakowane próżniowo granulaty” została obroniona z wyróżnieniem. Promotorem pracy był profesor dr hab. inż. Robert Zalewski.

2. Informacja, czy kandydat ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego, w tym - o ile wynika to z dokumentacji sprawy - informacja o przebiegu i zakończeniu wcześniejszego postępowania

W dostarczonej dokumentacji nie ujawniono informacji, czy Kandydat ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

3. Przebieg pracy naukowo-zawodowej (miejsce pracy, zajmowane stanowiska)

Politechnika Warszawska – zatrudnienie od listopada 2015 r. do chwili obecnej na stanowiskach: asystent, a następnie adiunkt. Kandydat pełnił funkcję Kierownika laboratorium SMaRT-lab (Smart Materials and Soft Robotics Laboratory) na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych. Zakres obowiązków Kandydata obejmował prowadzenie interdyscyplinarnych badań w obszarze robotyki miękkiej, materiałów inteligentnych i struktur adaptacyjnych. Dr inż. Piotr Bartkowski prowadził również projekty badawcze finansowane w ramach projektu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia

Badawcza IDUB (np. „E-Morph: elektrycznie sterowany kompozyt umożliwiający zmianę kształtu”, „Soft E-Pack”) oraz grant NCN „PRELUDIUM”.

Seoul National University (Seul, Korea Południowa) zatrudnienie od kwietnia do lipca 2023 r. na stanowisku Visiting Researcher.

Jednostka: Institute of Advance Machines and Design, grupa Soft Robotics & Bionics Lab (prof. Yong-Lae Park). Zakres obowiązków obejmował badania z obszaru aktuatorów elektromagnetycznych i struktur zmiennokształtnych do robotyki miękkiej.

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN praktyka / staż badawczy od lipca 2014 do sierpnia 2015 r. Zakres stażu obejmował badania nad właściwościami mechanicznymi i modelowaniem struktur granulowanych oraz metodami ich symulacji numerycznej.

4. Przedstawienie informacji o obowiązujących przepisach prawa na dzień wszczęcia danego postępowania habilitacyjnego, w tym obowiązujących kryteriach oceny

Na dzień wszczęcia postępowania habilitacyjnego dra Piotra Bartkowskiego obowiązujące przepisy prawa oraz kryteria oceny osiągnięć naukowych, zawodowych i organizacyjnych kandydatów wynikają z ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 poz. 1571 ze zm.) oraz aktów wykonawczych.

Wskazaniem we wniosku Kandydata osiągnięciem naukowym jest cykl siedmiu powiązanych publikacji naukowych.

Podstawą recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej dr. hab. inż. Marka Wojtyry, prof. PW z dnia 11 lipca 2025 r. wraz z dokumentacją wniosku.

5. Przedstawienie informacji o ocenianych osiągnięciach naukowych, w tym: tytułu osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego; danych naukometrycznych, jak sumaryczny współczynnik Impact Factor, sumaryczna punktacja ministerialna, liczba cytowań oraz indeks Hirscha, którymi legitymuje się kandydat na dzień wszczęcia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, z podaniem również danych współczynników po uzyskaniu ostatniego awansu naukowego

Tytuł osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się Kandydata o nadanie stopnia doktora habilitowanego – cykl siedmiu powiązanych publikacji zatytułowany „Opracowanie innowacyjnych struktur rozciągliwych umożliwiających adaptacyjną zmianę sztywności do zastosowań w robotyce miękkiej i elektronice noszonej”.

Na podstawie zestawienia przygotowanego przez Bibliotekę Główną Politechniki Warszawskiej i przesłanego wraz z dokumentacją, dane naukometryczne Kandydata są następujące:

- Sumaryczny współczynnik Impact Factor (IF) 42,499,
- Sumaryczna punktacja MEiN (MNiSW) 1080 pkt,
- Liczba Cytowań 100 (71 – bez autocytowań),
- Indeks Hirscha 6 (4).

Struktura dorobku publikacyjnego (dla osiągnięcia naukowego):

- 7 publikacji w czasopismach z listy MEiN, w tym:
 - ✓ 3 prace w czasopismach z pierwszego decyla (Q1, I decyl),
 - ✓ 2 prace w drugim decylu (Q2),
- największe wartości IF: Soft Robotics (6,4), IEEE Robotics and Automation Letters (4,6), Physical Review Applied (3,8).

Od momentu uzyskania stopnia doktora nauk technicznych (2019 r.) dr Piotr Bartkowski znacząco rozwinął swój dorobek naukowy, publikując w najbardziej prestiżowych czasopismach międzynarodowych w dziedzinie inżynierii mechanicznej i robotyki miękkiej.

Analiza danych bibliometrycznych i treści autoreferatu pozwala stwierdzić, że po uzyskaniu doktoratu dr inż. Piotr Bartkowski:

- przesunął punkt ciężkości badań z klasycznych struktur granulowanych na interdyscyplinarną robotykę miękką,
- opublikował siedem oryginalnych artykułów w czasopismach najwyższej kategorii (Q1–Q2),
- zrealizował i kierował kilkoma projektami badawczymi (IDUB PW, NCN PRELUDIUM),
- zbudował laboratorium badawcze SMaRT-lab oraz nawiązał współpracę międzynarodową z ośrodkami w Seulu i Bristolu,
- uzyskał patent i dwa zgłoszenia patentowe dotyczące struktur adaptacyjnych i aktuatorów miękkich.

6. Informacja o liczbie publikacji naukowych, monografii, rozdziałów w monografiach autorstwa lub współautorstwa kandydata, z podaniem również danych informacji po uzyskaniu ostatniego awansu naukowego

Na podstawie analizy wykazu osiągnięć naukowych albo artystycznych Kandydata można przedstawić następujące zestawienie informacji o liczbie publikacji naukowych, monografii oraz rozdziałów w monografiach autorstwa lub współautorstwa dra inż. Piotra Bartkowskiego.

- Monografie naukowe - brak opublikowanych monografii naukowych
- Rozdziały w monografiach - rozdział w monografii naukowej, publikacja przed doktoratem (2016 r.).
- Artykuły naukowe (łącznie) - 14 publikacji w czasopismach naukowych, w tym po uzyskaniu stopnia doktora 7 publikacji naukowych, stanowiących cykl oraz 3 publikacje po doktoracie, niewchodzące w skład cyklu.
- Przed uzyskaniem stopnia doktora 8 publikacji.

7. Informacja o najważniejszych czasopismach, w ramach których kandydat publikował swoje prace naukowe

Kandydat publikuje swoje prace naukowe w uznanych międzynarodowych czasopismach (Q1, Q2), obejmujących dziedziny:

- robotyki miękkiej (Soft Robotics, IEEE RA-L),
- materiałoznawstwa i fizyki stosowanej (Physical Review Applied, Advanced Engineering Materials),
- mechaniki i inżynierii konstrukcyjnej (Archives of Civil and Mechanical Engineering, Bulletin of PAS, Acta Mechanica et Automatica).

Jego dorobek po doktoracie (2019–2025) ma wyraźnie międzynarodowy i interdyscyplinarny charakter, co potwierdzają publikacje z partnerami z Korei Południowej (Seoul National University) oraz Wielkiej Brytanii (University of Bristol).

- liczba prestiżowych czasopism (z IF): 9,
- średni Impact Factor czasopism, w których publikował kandydat: ok. 4,1,
- liczba prac w czasopismach z I decyla: 3,
- liczba prac w czasopismach Q1: 5.

8. Informacja, czy kandydat odgrywał wiodącą rolę w ramach powstawania współautorskich prac naukowych

Wskaźniki liczbowe publikacji z cyklu kształtują się następująco:

Lp.	Czasopismo	Rok	IF/pkt	Ilość autorów	Udział
1H	IEEE Robotics and Automation Letters	2022	IF 4.6, 200 pkt.	3	60%
2H	Soft Robotics	2024	IF 6.4, 200 pkt.	5	65%
3H	Acta Mechanica et Automatica	2024	IF 1.0, 100 pkt.	5	55%
4H	Soft Robotics	2024	IF 6.4, 200 pkt.	6	60%
5H	Physical Review Applied	2022	IF 3.8, 140 pkt.	5	25%
6H	Granular Matter	2021	IF 2.3, 100 pkt.	3	80%
7H	Archives of Civil and Mechanical Engineering	2025	IF 4.4, 140 pkt.	5	65%

Chociaż Kandydat w większości prac miał znaczący i dominujący udział, to należy zwrócić uwagę na brak pracy samodzielnej. Deklaratywne udziały procentowe w większości prac cyklu przekraczają 50% udziałów. Swoją opinię o wiodącej roli merytorycznej w pracach cyklu, autor recenzji przedstawia w punkcie 9.

9. Ocena wskazanego przez kandydata osiągnięcia naukowego, w tym, czy stanowi ono znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej

Ocenę osiągnięcia dokonano w kontekście trzech głównych zagadnień:

- [1.] Ocena w zakresie opracowania aktuatorów wykorzystujących przewodniki z ciekłego metalu (eGaln) oraz rdzeń granulowany do zmiany sztywności struktury (na bazie prac 1H-3H).
- [2.] Ocena w zakresie opracowania aktuatorów ze zmienną sztywnością realizowaną za pomocą rdzenia granulowanego, umożliwiających magazynowanie energii elektrycznej (na bazie pracy 4H).

[3.] Ocena w zakresie opracowania metodyki modelowania i określenia wpływu obciążeń cyklicznych, temperatury i prędkości odkształcenia na właściwości mechaniczne struktur granulowanych umożliwiających zmianę sztywności za pomocą podciśnienia (na bazie prac 5H-7H).

Ad. [1] Ocena w zakresie opracowania aktuatorów wykorzystujących przewodniki z ciekłego metalu (eGaln) oraz rdzeń granulowany do zmiany sztywności struktury (na bazie prac 1H-3H).

W pracach 1H-3H Kandydat zadeklarował: opracowanie koncepcji struktury aktuatora, opracowanie metodyki badań, przeprowadzenie badań empirycznych i symulacyjnych, opracowanie koncepcji aplikacji oraz analizę wyników.

Struktura E-Morph została opracowana jako hybrydowy siłownik miękkiej złożony z rdzenia ziarnistego otoczonego powłoką silikonową, zawierającą kanały wypełnione ciekłym metalem (eGaln). Mechanizm działania łączy efekt siły Lorentza, generowanej pod wpływem przepływu prądu elektrycznego i wystąpienia pola magnetycznego, z adaptacyjną zmianą sztywności uzyskiwaną poprzez blokadę ziarnistego rdzenia w warunkach podciśnienia. Badania numeryczne w środowisku LS-DYNA, wykorzystujące model uproszczonych kanałów oraz rdzenia o zmiennej sztywności, potwierdziły możliwość uzyskania znacznych odkształceń. Prototypy wykonane technikami przyrostowymi z użyciem silikonu wykazały zgodność wyników symulacyjnych i eksperymentalnych. Opracowane moduły zastosowano w adaptacyjnym chwycaku trójpalcowym i modułowej płytce 3×3, demonstrując programowalną zmianę kształtu i blokadę konfiguracji. W porównaniu z klasycznymi siłownikami elektromagnetycznymi, konstrukcja E-Morph wykazuje większą zdolność przenoszenia sił przy zachowaniu dużej szybkości i elastyczności działania. Jednak Autor nie przeprowadził analizy błędu pozycjonowania. W zastosowaniach do robotyki miękkiej istotne są nie tylko możliwości modułowej multiplikacji paneli, ale też dokładność pozycjonowania i powtarzalność. Ze względu na wykorzystywane zjawiska elektromagnetyczne oraz tarcie cząstek granulatu, Autor powinien odnieść się do nieliniowych efektów związanych z histerezą. Kolejnym niewystarczająco opisanym aspektem jest trwałość zaproponowanego rozwiązania - w pracy 2H ograniczono się jedynie do 25 cykli. Mechanizmy jammingu często podlegają zużyciu (np. granulki mogą się zmieniać, osiadać, struktura granulatu podlega degradacji, występuje pękanie cząstek, pylenie, zmiana własności mechanicznych). W pracy brak analizy krytycznej zaproponowanego rozwiązania. Istotnym ograniczeniem może być utrata dokładności pozycjonowania proporcjonalna do liczby wykonanych cykli. Autor mógłby lepiej opisać: jak konstrukcja zachowuje się po wielu cyklach deformacji i zamrażania/blokowania; jak szybko występuje degradacja właściwości oraz przynajmniej oszacować wpływ zewnętrznych zakłóceń np.: pól elektromagnetycznych, temperatury, ciśnienia na stabilność uzyskanych parametrów (kąta, odkształcenia, siły). W modelach symulacyjnych rdzeń granulowany traktowany jest jako ciągły materiał z określoną charakterystyką elastoplastyczną, co może być zbyt dużym uproszczeniem, zwłaszcza przy dużych deformacjach i lokalnych przemieszczeniach cząstek. Takie

uproszczenia mogą powodować błędy w przewidywaniu zachowania w bardziej złożonych warunkach i przy połączeniu wielu modułów błędy pozycjonowania mogą się multiplikować.

Istotnym aspektem w zaproponowanym rozwiązaniu są: kompatybilność materiałowa między rdzeniem granulowanym a powłoką (obudową), tarcie membrany, nieszczelność wynikająca z podciśnienia oraz jak już wcześniej wspomniano powtarzalność deformacji. Innym czynnikiem stanowiącym ograniczenie, do którego Autor się nie odniósł jest możliwość utleniania i interakcji powierzchniowych ciekłego metalu (eGaLM). Tworzenie się cienkiej warstwy tlenku wpływa na lepkość, zmniejsza efektywność przewodzenia i podobnie jak powyższe czynniki obniża trwałość kanałów. Te czynniki w istotny sposób podnoszą wymagania materiałowe powłoki. W celu wdrożenia tego typu rozwiązania muszą być brane pod uwagę analiza powierzchni oraz środki zapobiegające utlenianiu.

Podsumowując, prace 1H-3H przedstawiają ciekawą koncepcję i stanowią krok w kierunku projektowania programowalnych struktur miękkich z możliwością deformacji i utrzymania kształtu. W dalszych pracach konieczne byłoby pogłębienie analizy ograniczeń takich, jak: skalowalność, obciążalność, trwałość cykliczna, dokładność sterowania, efektywność energetyczna, a także wpływ uproszczeń modelowych.

Ad. [2] Ocena w zakresie opracowania aktuatorów ze zmienną sztywnością realizowaną za pomocą rdzenia granulowanego, umożliwiających magazynowanie energii elektrycznej (na bazie pracy 4H).

Praca 4H przedstawia innowacyjną koncepcję elastycznej struktury do magazynowania energii elektrycznej, dedykowanej dla miękkiej robotyki i elektroniki ubieralnej. W pracy zaproponowano kompozytowy układ złożony z małych ogniw bateryjnych połączonych kanałami wypełnionymi ciekłym metalem (EGaIn), osadzonych w silikonowej matrycy. Dzięki zastosowaniu mechanizmu granular jamming w strukturze typu „sandwich” uzyskano efekt zmiennej sztywności. Uzyskano wysoką stabilność parametrów elektrycznych w różnych trybach deformacji (rozciąganie, skręcanie, zginanie) oraz w testach cyklicznych.

Do pozytywnych aspektów pracy należy zaliczyć:

- nowatorskie podejście – integracja magazynowania energii z funkcją strukturalną i adaptacyjną sztywnością jest istotnym krokiem w rozwoju miękkiej robotyki,
- praca obejmuje zarówno testy mechaniczne (rozciąganie, zginanie, skręcanie), jak i elektrochemiczne (EIS, cykliczne ładowanie/rozładowanie), co zwiększa wiarygodność wyników,
- porównanie z klasycznymi rozwiązaniami – zestawienie z konwencjonalnymi bateriami pokazuje wyraźną przewagę proponowanej struktury pod względem elastyczności i stabilności,
- wskazanie konkretnych implementacji (np. elastyczny power bank, miękkie roboty pływające), co podkreśla praktyczny wymiar badań.

Przedstawione w pracy rozważania mają charakter aplikacyjny. Nie przedstawiono jednak analiz teoretycznych w ujęciu modelowym. Choć wykonano 100 cykli mechanicznych i elektrochemicznych, nie ma danych o degradacji w perspektywie tysięcy cykli, co jest kluczowe dla zastosowań komercyjnych. Testy przeprowadzono na niewielkich próbkach (3 ogniwa). Analiza wpływu skalowania na parametry mechaniczne oraz elektryczne ma istotne znaczenie i należy przeprowadzić takie rozważania przed wdrożeniem w praktyce.

Artykuł wnosi istotny wkład w rozwój technologii miękkiej robotyki, proponując rozwiązanie łączące funkcję magazynowania energii z adaptacyjną sztywnością. Mocną stroną jest interdyscyplinarne podejście i szeroka charakterystyka właściwości. Jednak ograniczenia dotyczące trwałości, skalowalności i aspektów bezpieczeństwa wymagają dalszych badań przed wdrożeniem w praktyce.

Ad. [3] Ocena w zakresie opracowania metodyki modelowania i określenia wpływu obciążeń cyklicznych, temperatury i prędkości odkształcenia na właściwości mechaniczne struktur granulowanych umożliwiającą zmianę sztywności za pomocą podciśnienia (na bazie prac 5H-7H).

Badania nad strukturami granulowanymi, wykorzystującymi mechanizm granular jamming w celu sterowania sztywnością pod wpływem podciśnienia dostarczają istotnych informacji o ich zachowaniu w różnych warunkach eksploatacyjnych. Przedstawiona w pracach analiza eksperymentalna wykazała, że przy obciążeniach cyklicznych struktury typu VPP (Vacuum Packed Particles) zachowują zdolność do zmiany sztywności w szerokim zakresie cykli, jednak wraz ze wzrostem liczby powtórzeń obserwuje się stopniową degradację parametrów mechanicznych, w tym spadek maksymalnej sztywności i wzrost histerezy. Zaletą tych badań jest zastosowanie różnych trybów obciążenia – rozciągania, zginania i ściskania, co pozwala na kompleksową ocenę zachowania materiału. Wadą pozostaje brak długoterminowych testów, co ogranicza możliwość oceny trwałości w zastosowaniach przemysłowych. Wpływ temperatury na efektywność jammingu został opisany w pracy 6H, gdzie wykazano, że wzrost temperatury zmniejsza skuteczność mechanizmu poprzez redukcję tarcia między ziarnami oraz zmianę lepkości powłoki elastomerowej. Do pozytywnych aspektów tych badań, w kontekście ocenianego osiągnięcia naukowego, należy zaliczyć rozszerzenie modelu Johnson–Cook’a opisującego granicę plastyczności. Oprócz zależności od odkształcenia plastycznego, szybkości odkształcenia oraz temperatury, Kandydat zaproponował rozszerzenie o parametry podciśnienia. Niestety, badania zależności temperaturowych ograniczono do 75°C, co jest istotne w kontekście zastosowań w lotnictwie czy motoryzacji. Szybkość odkształcenia również odgrywa kluczową rolę w zachowaniu struktur granulowanych. Wyniki pokazują silną zależność od szybkości deformacji – przy dużych szybkościach obserwuje się wzrost efektywnej sztywności oraz opóźnienie relaksacji. Zaletą jest eksperymentalna walidacja z wykorzystaniem modelu numerycznego w środowisku elementów skończonych FE, co zwiększa wiarygodność uzyskanych wyników. Wadą pozostaje brak analizy dynamicznych efektów w warunkach

udarowych takich, jak zderzenia, gdzie granular jamming mógłby pełnić funkcję absorbera energii. Proponowana metodyka modelowania powinna opierać się na podejściu wieloskalowym. Na poziomie makroskali warto zastosować rozszerzony model Johnson–Cook z parametrami zależnymi od podciśnienia, temperatury i prędkości odkształcenia. Na poziomie mikroskali należy wykorzystać metodę elementów dyskretnych (DEM) do analizy kontaktów ziaren i tarcia w funkcji temperatury, a następnie sprzęgnąć oba poziomy poprzez kalibrację parametrów makroskalowych na podstawie wyników DEM. Istotne jest również uwzględnienie cykliczności poprzez wprowadzenie funkcji degradacji właściwości takich, jak redukcja tarcia czy zmiana gęstości upakowania w zależności od liczby cykli.

Modelowanie mikroskalowe w kontekście struktur granulowanych opartych na mechanizmie granular jamming jest kluczowe, ponieważ pozwala uchwycić zjawiska zachodzące na poziomie pojedynczych ziaren, które determinują makroskopowe właściwości materiału. W przeciwieństwie do modeli ciągłych, które opisują zachowanie całej struktury w sposób uśredniony, podejście mikroskalowe umożliwia analizę lokalnych interakcji takich, jak tarcie, siły normalne i styczne oraz wpływ geometrii ziaren na efektywne zagęszczenie. Rozszerzenie modelu mikroskalowego powinno obejmować:

- wpływ temperatury na współczynnik tarcia i lepkość powłoki, co można zaimplementować poprzez funkcje zależności materiałowych w modelu kontaktowym,
- prędkość odkształcenia, która wpływa na dynamikę kontaktów i może powodować lokalne zjawiska dynamiczne,
- degradację cykliczną, czyli stopniowe zmniejszanie współczynnika tarcia lub zmiany w strukturze kontaktów w wyniku wielokrotnych cykli obciążenia.

Dane z symulacji modeli w mikroskali mogą służyć do kalibracji parametrów w modelach makroskalowych, tworząc spójne podejście wieloskalowe. Dzięki temu możliwe jest przewidywanie zachowania struktur w warunkach rzeczywistych, uwzględniających zmienne środowiskowe i obciążeniowe.

Podsumowując ostatnią część osiągnięcia, można stwierdzić, że zaletą tych rozważań jest interdyscyplinarne podejście, integracja eksperymentów z modelowaniem oraz uwzględnienie wpływu odkształcenia plastycznego, szybkości odkształcenia, temperatury i podciśnienia w równaniach konstytutywnych. Niedoskonałości cyklu obejmują brak długoterminowych badań trwałości, ograniczoną analizę ekstremalnych warunków oraz niedostateczne uwzględnienie mikromechaniki w modelach.

W podsumowaniu oceny wskazanego osiągnięcia naukowego należy pozytywnie ocenić kompleksowe podejście Kandydata do realizacji badań. Interdyscyplinarność i szeroki wachlarz badań eksperymentalnych i modelowych pozytywnie wpływają na ocenę osiągnięcia. W celu adaptacyjnej zmiany sztywności należałoby przedstawić nie tylko jakościową, ale też ilościową ocenę zmiany sztywności z podaniem dokładności i powtarzalności pomiarów. Te parametry są kluczowe do syntezy efektywnego sterowania adaptacyjnego. Z powyższych względów należy ocenić, że wskazane przez Kandydata

osiągnięcie naukowe stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna. Należy podkreślić, że dr inż. Piotr Bartkowski był głównym autorem i liderem merytorycznym wszystkich siedmiu publikacji cyklu. Jego wkład obejmował: tworzenie koncepcji badawczych i projektowych, opracowanie metodyk badawczych, przeprowadzanie kluczowych eksperymentów i symulacji, analizę wyników i ich interpretację, redakcję i przygotowanie publikacji oraz komunikację z recenzentami.

10. Informacja o spełnieniu przez kandydata kryterium dotyczącego wykazania się istotną aktywnością naukową lub artystyczną

Na podstawie przekazanej dokumentacji można jednoznacznie stwierdzić, że Kandydat wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji, w tym zagranicznej, co w pełni spełnia wymagane kryterium.

Publikacje dotyczą innowacyjnych struktur adaptacyjnych dla robotyki miękkiej i elektroniki noszonej, obejmując zarówno opracowanie nowych materiałów, jak i metodyki ich modelowania.

Istotnym elementem aktywności jest współpraca międzynarodowa:

- Seoul National University (Korea Południowa) – staż naukowy w 2023 r., zakończony publikacją w czasopiśmie Soft Robotics oraz kontynuacją wspólnych badań w ramach projektu IDUB PW.
- University of Bristol (Wielka Brytania) – wieloletnia współpraca nad modelowaniem struktur granulowanych, zakończona publikacją w Physical Review Applied oraz udziałem w projektach dotyczących adaptacyjnych skrzydeł lotniczych.
- Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN – badania nad wpływem temperatury i prędkości odkształcenia na struktury granulowane, opublikowane w Granular Matter.

Dodatkowo, Kandydat kierował pięcioma projektami badawczymi, w tym finansowanymi w drodze konkursów krajowych i uczelnianych (NCN, IDUB PW) oraz aktywnie uczestniczył w konsorcjach międzynarodowych (Korea+V4). Jego dorobek obejmuje również patenty i zgłoszenia patentowe, opracowanie demonstratorów technologii oraz wystąpienia na konferencjach międzynarodowych, w tym wykłady plenarne i nagrody za najlepsze prezentacje.

Podsumowując, Kandydat spełnia kryterium w sposób wyraźny – jego aktywność naukowa jest znacząca, interdyscyplinarna i międzynarodowa, obejmuje publikacje w czasopiśmie o uznanej renomie w środowisku naukowym, realizację projektów badawczych oraz współpracę z zagranicznymi ośrodkami badawczymi.

11. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę kandydata do stopnia doktora habilitowanego

Osiągnięcia dydaktyczne. Kandydat od 2015 roku jest pracownikiem badawczo-dydaktycznym Politechniki Warszawskiej. Prowadzi zajęcia dydaktyczne z przedmiotów takich, jak: Drgania mechaniczne, Mechanika ogólna, Theoretical Mechanics (w języku angielskim).

Był promotorem prac inżynierskich i magisterskich, realizowanych w ramach projektów badawczych (m.in. IDUB PW, NCN). Kandydat aktywnie angażuje studentów w prace badawcze. Studenci pod jego opieką odnosili sukcesy, zdobywając nagrody za najlepsze prace dyplomowe oraz stypendia Ministra Edukacji i Nauki.

Osiągnięcia organizacyjne. Kandydat pełni funkcję kierownika Laboratorium Materiałów Inteligentnych i Robotyki Miękkiej (SMaRT-lab) na Wydziale SiMR PW. Jest kierownikiem projektów badawczych finansowanych w drodze konkursów (NCN, IDUB PW), w tym projektów interdyscyplinarnych o budżetach przekraczających 1 mln PLN. Od 2024 roku jest członkiem Rady Młodych Uczonych PW, a od 2025 roku sekretarzem Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna. Kandydat od 2016 roku organizuje coroczną Polsko-Niemiecką Konferencję Doktorantów we współpracy z TU Berlin, ponadto uczestniczy w zespołach doradczych przy Ministrze Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Działalność popularyzująca naukę. Kandydat aktywnie popularyzuje naukę poprzez udział w dniach otwartych Politechniki Warszawskiej, prezentując laboratorium SMaRT-lab i prowadzone badania. Organizuje warsztaty dla uczniów w ramach programu „Zawszeciekawi”, promując zagadnienia robotyki miękkiej i materiałów inteligentnych. Jest autorem licznych wystąpień na konferencjach międzynarodowych, w tym wykładów plenarnych i zaproszonych, co dodatkowo wzmacnia jego rolę w popularyzacji wyników badań.

12. Konkluzja końcowa

Konkludując stwierdzam, że przedłożony w postępowaniu habilitacyjnym cykl publikacji powiązanych tematycznie oraz dodatkowe prace naukowe dr. inż. Piotra Bartkowskiego stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Mechaniczna oraz spełniają wymogi Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 poz. 1571 ze zm.) i mogą być podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna. Kandydat wykazał się dużą wiedzą i umiejętnością oryginalnego formułowania oraz rozwiązywania problemów naukowych. Interdyscyplinarność, bogaty warsztat narzędzi badawczych i szeroki wachlarz wykonanych badań eksperymentalnych i modelowych pozytywnie wpływają na końcową ocenę osiągnięć Kandydata.

Stawiam wniosek o przyjęcie przedstawionych prac i dopuszczenie dr. inż. Piotra Bartkowskiego do dalszych etapów postępowania celem nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.

.....

dr hab. inż. Jarosław Konieczny, prof. AGH