

prof. dr hab. inż. Krzysztof Mendrok

Kraków 09.09.2025

Katedra Robotyki i Mechatroniki

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Recenzja

W postępowaniu habilitacyjnym dra inż. Piotra Bartkowskiego

1. Podstawa prawna

Podstawą wykonania recenzji jest pismo nr RND.IM.524.4.2025.1 z dnia 11 lipca 2025 r. dra hab. inż. Marka Wojtyry, Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej, wraz z otrzymaną dokumentacją postępowania habilitacyjnego. Przesłana dokumentacja zawierała: kopię dyplomu doktora nauk technicznych, autoreferat w języku polskim, wykaz opublikowanych prac naukowych oraz informację o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i współpracy naukowej, kopie prac stanowiących osiągnięcie naukowe oraz oświadczenia współautorów publikacji.

2. Sylwetka Kandydata

Dr inż. Piotr Bartkowski w 2015 roku został absolwentem studiów magisterskich Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, otrzymując tytuł zawodowy magistra inżyniera. Temat pracy dyplomowej brzmiał: „Badania i symulacje procesu napelniania poduszki gazowej i jej własności materiałowych”. Rolę promotora pełnił prof. dr hab. inż. Robert Zalewski.

W 2019 roku, także na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, Kandydat obronił z wyróżnieniem pracę doktorską zatytułowaną: „Badania empiryczne i modelowanie dyssypatorów energii wykorzystujących pakowane próżniowo granulaty” i uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*, Promotorem w postępowaniu doktorskim był prof. dr hab. inż. Robert Zalewski, a promotorem pomocniczym dr inż. Bogumił Chiliński.

Od listopada 2015 roku jest Habilitantem pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, zatrudnionym w Instytucie Podstaw Budowy Maszyn początkowo na stanowisku asystenta. W 2019 roku otrzymuje

stanowisko adiunkta. Od 2024 roku jest kierownikiem utworzonego przez siebie multidyscyplinarnego Laboratorium Materiałów Inteligentnych i Robotyki Miękkiej (SMaRT-lab).

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Oceny osiągnięcia naukowego dra inż. Piotra Bartkowiaka dokonano na podstawie dołączonego do wniosku autoreferatu, który zawierał omówienie cyklu powiązanych tematycznie publikacji zatytułowanego **„Opracowanie innowacyjnych struktur rozciągliwych umożliwiających adaptacyjną zmianę sztywności do zastosowań w robotyce miękkiej i elektronice noszonej”**. Na wspomniany cykl publikacji składa się 7 pozycji, wszystkie to artykuły w czasopismach z listy JCR:

1. P. Bartkowski, F. Gawiński and Ł. Pawliszak, "E-Morph as a New Adaptive Actuator for Soft Robotics," in IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 7, no. 4, pp. 8831-8836, Oct. 2022,
2. P. Bartkowski, Ł. Pawliszak, Siddhi G Chevale, P. Pełka, Y.-L. Park, "Programmable Shape-Shifting Soft Robotic Structure Using Liquid Metal Electromagnetic Actuators" in Soft Robotics, vol. 11, no. 5, 2024,
3. P. Bartkowski, Ł. Pawliszak, Siddhi G Chevale, J. Ruiz Lu, J. Brigido, "Multiphysics simulation and concept of an electromagnetically control volumetric pixel as a step towards a shape morphing composite" Acta Mechanica et Automatica, vol. 18, no. 4, 2024,
4. P. Bartkowski, Ł. Pawliszak, A. Lusawa, S. Sypniewska, M. Ciemiorek, and Y.-L. Park, "Flexible Electrical Energy Storage Structure with Variable Stiffness for Soft Robotics and Wearable electronics" in Soft Robotics, 2024,
5. J. Brigido, G. Burrow, B. Woods, P. Bartkowski and R. Zalewski, "(Warsaw-Bristol Collaboration): Flexural Models for Vacuum-Packed Particles as a Variable-Stiffness Mechanism in Smart Structures", Physical Review Applied, no. 17, 2022,
6. P. Bartkowski, G. Suwała, R. Zalewski, "Temperature and strain rate effects of jammed granular systems: experiments and modelling", Granular Matter, vol. 23, no. 79, pp.1-12 2021,
7. P. Bartkowski, M. Ciemiorek, H. Bukowiecki, P. Bomba, R. Zalewski, „Granular jamming for soft robotics - experiments and modelling of cyclic loading”, Archives of Civil and Mechanical Engineering, 2025.

Wszystkie prezentowane artykuły są wieloautorskie, jednak w 6 z nich Kandydat jest pierwszym autorem, a załączone oświadczenia o udziale w ich tworzeniu wskazują, że jego wkład jest dominujący i wahający się między 55% a 80% (z wyjątkiem pozycji nr 5, gdzie wkład Habilitanta szacowany jest na 25%).

Osiągnięcie naukowe przedstawione do oceny, dotyczy zastosowania materiałów inteligentnych do zmiany kształtu i sztywności oraz magazynowania energii układów robotyki miękkiej. Rewolucja w zakresie stosowalności generatywnej sztucznej inteligencji, którą obserwujemy od kilku lat, pociąga za sobą równie raptowny postęp w innych dziedzinach i dyscyplinach nauki i techniki. Szczególnie jest to widoczne w układach zaawansowanych technologicznie takich jak robotyka. Łatwość tworzenia algorytmów sterowania, wymusza

adekwatny postęp w zakresie struktur mechanicznych robotów. Jednym ze sposobów sprostania temu wyzwaniu jest stosowanie materiałów inteligentnych, które pod wpływem sterowania wykazują duże zdolności zmiany kształtu czy parametrów fizycznych. Szczególnie istotne jest to w robotyce miękkiej i elektronice noszonej, gdzie małe wymiary i masa stanowią dodatkowe ograniczenie. W tym kontekście podjęcie przez Habilitanta tematu związanego z projektem inteligentnego kompozytu, gdzie możliwa jest zmiana kształtu (siła Lorentza, generowana w przewodniku z ciekłego metalu) i sztywności (podciśnienie aplikowane w granulowanym rdzeniu) uważam za trafny wybór. Taki materiał wychodzi naprzeciw zainteresowaniom świata nauki i wymaganiom przemysłu. Ważność realizowanej tematyki badań dla środowiska naukowego podkreśla dobra cytowalność prac, wchodzących w skład osiągnięcia: sumaryczny CS wynoszący 61,7 oraz sumaryczny IF 28,9. Istotność wspomnianych zagadnień udowadnia dodatkowo ponadprzeciętna współpraca międzyinstytucjonalna.

Poniżej krótko scharakteryzowano tematyczny zakres cyklu publikacji przedstawionego do oceny.

1. W pracy 1H (zgodnie z numeracją z Autoreferatu) przedstawiono koncepcję kompozytu umożliwiającego zmianę kształtu sterowaną elektromagnetycznie. Kompozyt składa się z zewnętrznej silikonowej powłoki z kanałami wypełnionymi ciekłym metalem, w której znajduje się rdzeń z granulatu. Autorzy nadali tej strukturze nazwę e-morph i proponują jej zastosowanie do budowy inteligentnych chwytaków w robotyce miękkiej. Zmiana kształtu odbywa się poprzez umieszczenie kompozytu w polu magnetycznym przy jednoczesnym przepuszczaniu przez ciekły metal prądu elektrycznego. Generowana siła Lorentza powoduje odkształcanie się podatnego materiału. Jeżeli zachodzi potrzeba usztywnienia osiągniętego kształtu, wytwarzane jest podciśnienie w granulowanym rdzeniu kompozytu. Proponowany materiał ma zatem możliwość programowalnej zmiany kształtu i takież zmiany sztywności. W pracy, poza koncepcją, pokazano badania numeryczne i doświadczalne przygotowanej próbki.

2. Artykuł 2H kontynuuje koncepcję sterowanego inteligentnego kompozytu. Autorzy proponują utworzenie z przedmiotowego materiału komórek przestrzennych (vokseli), które łączone szeregowo zwiększają zdolności programowania kształtu struktury. Każda z komórek ma postać prostopadłościanu o podstawie kwadratu, gdzie kanały na płynny metal ułożone są w formie sześciokątów foremnych. Niezależne zasilanie każdej z komórek zwiększa zdolności zmiany kształtu całej struktury. Granulowany rdzeń umożliwia zachowanie otrzymanego kształtu nawet po wyłączeniu prądu płynącego przez ciekły przewodnik. Dodatkowym atutem pracy jest opracowanie sposobu modelowania kompozytu z zastosowaniem symulacji wielodzielinowych. Autorzy pracy badali strukturę złożoną z czterech vokseli najpierw przy użyciu modelu wielodzielinowego, a następnie charakteryzowali rzeczywisty obiekt z wykorzystaniem między innymi technik wizyjnych i trójwymiarowego skanowania pola magnetycznego. Wykazano, że zaproponowana struktura zdolna jest przyjmować różne kształty z amplitudą większą niż 10 mm oraz, że proces ten jest odwracalny i powtarzalny..

3. W artykule H3, podobnie jak w H1 i H2 testowano kompozyt inteligentny o programowalnym kształcie i sztywności. Tym razem zmieniono postać vokseli na sześciokątną, co umożliwia budowanie bardziej złożonych kształtów przyszłych struktur robotycznych. Analogicznie jak w pracy H2, badano numerycznie

i doświadczalnie zachowanie się materiału w różnych warunkach, zaproponowanymi metodami modelowania wielodzielnicowego i pomiarami bezdotykowymi..

4. Artykuł H4 dotyczy elastycznej struktury do magazynowania energii elektrycznej, która może stanowić zasilanie w robotyce miękkiej lub elektronice noszonej. Pomysł Autorów polega na połączeniu niewielkich ogniw elektrycznych zalanych w silikonie przewodnikiem z ciekłego metalu. Taki materiał może być skalowany w zależności od potrzeb z jednoczesnym zachowaniem dużej elastyczności. Przewidziano też możliwość sterowania sztywnością struktury poprzez dodanie warstwy z granulatem, który zakleszcza się pod wpływem podciśnienia. Po przedstawieniu koncepcji elastycznej baterii, poddano ją szerokim testom najpierw na poziomie symulacji numerycznych wielodzielnicowych. Dalej z wykorzystaniem prototypu badano jego własności mechaniczne i elektryczne, wykonano między innymi spektroskopię impedancji elektrochemicznej oraz cykle ogniw baterii galwanostatycznych. Do scharakteryzowania elektrod wykorzystano skaningową mikroskopię elektronową i spektroskopię rentgenowską..

5. Praca H5 skupia się na modelowaniu kompozytów z próżniowo pakowanym granulowanym rdzeniem. Opisuje dwa modele prognozujące odpowiedź mechaniczną belek wykonanych z takiego materiału pod obciążeniem zginającym. Autorzy przeprowadzili czteropunktowe testy zginania z wizyjnym pomiarem odkształceń osiowych i poprzecznych w zginanej belce. Wyniki testów wykazały nieliniową charakterystykę mechaniczną, w tym zmianę grubości belki wraz z odkształceniem. Na podstawie otrzymanych wyników, opracowany został model analityczny kompozytu z wykorzystaniem nieliniowego modelu naprężeń materiału opartego na obwiedni ścinania Mohra-Coulomba. Ponadto, zaimplementowano metodę elementów skończonych z wykorzystaniem rozszerzonego modelu Johnsona-Cooka w celu symulowania odpowiedzi belki pod obciążeniem przy różnych poziomach podciśnienia. Opracowane modele zweryfikowano z wynikami eksperymentalnymi, wskazując na dobrą zgodność, a więc ich przydatność do przewidywania zmian sztywności belek z pakowanym próżniowo granulowanym rdzeniem.

6. Pozycja H6 to kontynuacja badań nad zachowaniem materiałów z granulowanym rdzeniem. W tej pracy Autorzy koncentrowali się na rejestrowaniu charakterystyk mechanicznych, przy zmianach temperatury i szybkości odkształcenia. W efekcie wykonanych pomiarów, opracowano konstytutywny model materiału, stanowiący rozszerzenie modelu Johnsona-Cooka. Modyfikacja polega na uwzględnieniu wpływu podciśnienia wewnętrznego w granulacie na promień powierzchni plastyczności Hubera von Misesa Hencky'ego. Dodatkowo Autorzy wyartykułowali wnioski dotyczące zachowania się materiału kompozytowego przy zmieniającej się temperaturze i szybkości odkształcenia.

7. Artykuł H7 ponownie dotyczy materiału kompozytowego z pakowanym próżniowo granulowanym rdzeniem. W tym przypadku praca koncentruje się na badaniu właściwości kompozytu poddanego cyklicznym obciążeniom w różnych stanach naprężenia. Autorzy wykonali szeroki zakres badań doświadczalnych dla ściskania, rozciągania i zginania próbki. Na podstawie otrzymanych wyników zaproponowali równanie konstytutywne opisujące zachowanie kompozytu pod wpływem obciążeń cyklicznych. Ponieważ materiał wzmacnia się wraz ze wzrostem liczby cykli, w zmodyfikowanym modelu konstytutywnym Johnsona-Cooka dodatkowo przyjęto powierzchnię plastyczności Hubera von Misesa Hencky'ego

o zmiennym promieniu, który również zależy od liczby cykli. Dodatkowo artykuł prezentuje koncepcję miękkiego chwytaka robotycznego wykorzystującego zakleszczanie granulatu jako mechanizm usztywniający.

Prezentowane osiągnięcie zawiera szereg innowacyjnych pomysłów z zakresy materiałów inteligentnych przeznaczonych dla robotyki miękkiej czy elektroniki noszonej. Publikacje stanowią logiczną całość choć można dyskutować nad kolejnością ich zestawienia przez Kandydata. W opinii recenzenta lepiej byłoby rozpocząć od prac H5, H6 i H7, gdzie badano kompozyt ze sterowaną sztywnością. Dopiero po tych trzech artykułach można by zaprezentować prace od H1 do H4. Kolejność w zestawieniu jest jednak mało istotnym szczegółem nie umniejszającym wysokiego poziomu prezentowanych osiągnięć. Za najważniejsze z nich można uznać:

1. Określenie wpływu temperatury, prędkości odkształcenia i obciążeń cyklicznych na właściwości mechaniczne materiału kompozytowego z granulowanym rdzeniem o sztywności sterowanej podciśnieniem wraz z opracowaniem sposobu modelowania przedmiotowego materiału (5H-7H).
2. Opracowanie struktury inteligentnej pozwalającej na zmianę kształtu poprzez siłę Lorenza, generowaną w przewodniku z ciekłego metalu z dodatkowym rdzeniem granulowanym umożliwiającym sterowanie sztywnością struktury (1H-3H),
3. Opracowanie rozciągliwego i elastycznego magazynu energii elektrycznej z dodatkowym rdzeniem granulowanym umożliwiającym sterowanie sztywnością (4H),

Prezentowane osiągnięcie naukowe oceniam bardzo wysoko od strony merytorycznej, choć proponowane rozwiązania w zakresie materiałów inteligentnych nie są zupełnie autorskimi pomysłami Habilitant. Zebrane prace prezentują dobry poziom naukowy, każda była poddana wcześniejszym recenzjom wydawniczym. Można znaleźć w nich kilka drobnych uchybień i wątpliwości jak stosowanie tylko jednej procedury optymalizacyjnej w procesie identyfikacji, czy powtarzanie podobnych treści w kilku pozycjach przedstawionych do oceny. Lektura prac stanowiących osiągnięcie budzi też następujące pytania:

1. Czy zaproponowany kompozyt pozwalający na zmianę kształtu z zastosowaniem siły Lorenza, będzie miał praktyczne zastosowanie? Siły generowane w vokselach są bardzo małe i deformacja pod obciążeniem może być trudna.
2. Zmianę kształtu kompozytu osiągnano przez sterowanie prądem płynącym przez płynny przewodnik oraz polaryzacją magnesów (zmiana biegunów). Jak w praktyce realizować ten drugi proces?
3. Przy testowaniu elastycznej baterii zastosowano małą liczbę cykli (liczoną w setkach). To w przypadku robotów miękkich oznacza niejednokrotnie relatywnie krótki okres działania. Czy można wnioskować nad zachowaniem się baterii w oparciu o takie badania?

Zarówno uwagi jak i wątpliwości nie umniejszają jednak wartości osiągnięcia jako całości.

Pewne wątpliwości może budzić oryginalny wkład Kandydata w przedstawione prace. Żadna spośród zgłoszonych w osiągnięciu publikacji nie jest samodzielna. Jednakże w sześciu pozycjach Kandydat jest pierwszym autorem i zgodnie z oświadczeniami współautorów jak i deklaracjami w artykułach jego udział w większości prac miał charakter wiodący i kreatywny. To Kandydat opracowywał koncepcje materiałów, struktur i ich badań. Jest też odpowiedzialny za realizację znakomitej większości symulacji i badań eksperymentalnych oraz autorstwo tekstu. W ocenie recenzenta nie ma więc obaw, że prezentowane osiągnięcie nie może być przypisane Kandydatowi. Przeciwnie, na wyróżnienie zasługuje fakt, że badania były

realizowane w ramach szerokiej współpracy z ośrodkami naukowymi w kraju (Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN) i za granicą (Seul National University i University of Bristol). W przypadku opracowywania nowych technologii czy materiałów i ich badania, konieczna jest szeroka współpraca między-dyscyplinowa.

Podsumowując, Habilitant wykazał się wszechstronną wiedzą i kreatywnością z zakresu mechaniki materiałów kompozytowych i granulowanych, mechatroniki i robotyki. Udowodnił znajomość metod symulacyjnych oraz umiejętność planowania i prowadzenia badań doświadczalnych. Dobrze zarządzał zespołem oraz skutecznie nawiązywał współpracę z naukowcami z innych ośrodków. Kandydat w ramach prezentowanego osiągnięcia dokonał istotnego wkładu w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna poprzez:

- wykazanie, że materiał kompozytowy z granulowanym rdzeniem umacnia się na skutek obciążeń cyklicznych (w wyniku sklejanie się granulatu w podwyższonej temperaturze),
- opracowanie metody modelowania zjawiska umacniania się granulatu wraz ze wzrostem cykli obciążenia za pomocą zmodyfikowanego (empirycznie) modelu Jonhsona-Cooka,
- wskazanie korelacji pomiędzy właściwościami granulatu (materiału poszczególnych granulek), a makroskopową odpowiedzią kompozytu przy podwyższonej temperaturze,
- opracowanie modeli zjawisk zachodzących w strukturach granulowanych (modele kontinuum),
- opracowanie struktury pozwalającej na sterowaną zmianę kształtu (siła Lorenza powstająca w przewodniku z ciekłego metalu - eutektyczny stop galu i indu) i zmianę sztywności (solidyfikacja granulatu pod wpływem podciśnienia),
- opracowanie elastycznej struktury umożliwiającej magazynowanie energii elektrycznej złożonej z niewielkich ogniw litowo-jonowych połączonych ścieżkami przewodzącymi z ciekłego metalu, także ze sterowaną sztywnością (solidyfikacja granulatu pod wpływem podciśnienia).

Ważnym aspektem ocenianego osiągnięcia jest fakt, iż dr Bartkowski zadbał o ochronę własności intelektualnych uzyskanych wyników badań, poprzez uzyskanie trzech patentów. Brak jest jednak informacji o wdrożeniach lub innych praktycznych zastosowaniach opracowanych wynalazków.

Warto podkreślić, że wszystkie pozycje z monotematycznego cyklu publikacji to artykuły opublikowane w czasopiśmie z listy JCR o dobrych parametrach bibliometrycznych..

Stwierdzam ostatecznie, że przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe spełnia w stopniu większym niż zadowalający wymagania stawiane w celu uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

4. Ocena pozostałego dorobku naukowo-badawczego

Działalność naukowo-badawcza Kandydata jest umiejscowiona w dyscyplinie inżynieria mechaniczna i dotyczy głównie robotyki w tym robotyki miękkiej oraz materiałów inteligentnych. Zajmuje się on projektowaniem robotów i ich elementów, struktur

inteligentnych, modelowaniem numerycznym układów wielodzielnicowych oraz badaniami doświadczalnymi z zastosowaniem nowoczesnych technik pomiarowych jak np. metody wizyjne.

Dr Piotr Bartkowski opublikował po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych ogółem 10 artykułów w czasopismach z listy MNiSW z czego 9 umieszczonych jest w czasopismach z listy JCR. Żadna z tych publikacji nie jest samodzielna. Przygotował także 10 referatów konferencyjnych, w tym: 1 referat zapraszany, 1 referat plenarny oraz dwa referaty wyróżnione nagrodą za najlepszą prezentację. Impact Factor Autora wynosi 42,499, Indeks Hirsha 6, a liczba cytowań 100 (71 bez autocytowań). Przedstawione dane zostały opracowane na podstawie bazy SCOPUS na dzień składania wniosku. Habilitant wykonał 16 recenzji artykułów naukowych do czasopism z listy JCR i MNiSW oraz referatów konferencyjnych, a także zrecenzował książkę dla Royal Society of Chemistry. Kandydat jest współautorem 3. patentów oraz 3. zgłoszeń patentowych. Brał udział w 7. projektach badawczych jako wykonawca i główny wykonawca oraz kierował 5. projektami. 5 z wspomnianych projektów było finansowanych przez macierzystą uczelnię Kandydata w ramach projektu IDUB. Jest członkiem Materials Research Society oraz Zespołu Doradczego przy Ministrze Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach konkursu „Studenckie Koła Naukowe Tworzą Innowacje”, a także członkiem Rady Młodych Uczonych Politechniki Warszawskiej. Otrzymał Indywidualną Nagrodę Naukową I i III stopnia oraz Zespołową Nagrodę Naukową I stopnia Rektora Politechniki Warszawskiej. Był też laureatem konkursu Najlepsi z Najlepszych Politechniki Warszawskiej oraz stypendystą Polsko - Amerykańskiej Fundacji Wolności dla wybitnych studentów studiów doktoranckich. Habilitant niewiele pisze o swojej współpracy z przemysłem, choć zaznaczył, że wykonywał analizy struktur nośnych pojazdów metodą elementów skończonych. Odbył dwa staże naukowe w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN oraz w Seoul National University.

Oceniając dorobek naukowy Habilitanta należy zwrócić uwagę na jego dużą aktywność i rozpoznawalność w środowisku związanym z uprawianą dyscypliną. Większość prac opublikował w czasopismach o szerokich zasięgach, był także zapraszany do wygłaszania referatów plenarnych na konferencjach. Prowadzi ożywioną współpracę z ośrodkami badawczymi w kraju i za granicą (IPPT PAN, Seoul National University, University of Bristol). Jego osiągnięcia publikacyjne są dzięki temu znaczące, liczba publikacji na liście JCR duża, a IF bardzo wysoki biorąc pod uwagę staż działalności naukowej. Dobra liczba cytowań świadczy o zainteresowaniu w środowisku naukowym badaniami prowadzonymi przez Habilitanta. Dobrze ocenić należy też działalność patentową Kandydata. Na tym tle słabo wypada współpraca z sektorem gospodarczym. Warto też zaznaczyć, że choć kandydat kierował aż pięcioma projektami badawczymi, to cztery z nich były uzyskane w ramach wewnętrznych konkursów Politechniki Warszawskiej.

Stwierdzam, że dorobek naukowo-badawczy Kandydata jest na wysokim poziomie i upoważnia do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

5. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Kandydat od 2015 roku jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej. W tym czasie zgromadził udokumentowany dorobek dydaktyczny i organizacyjny, w skład którego wchodzi:

- kierowanie i prowadzenie zajęć w tym wykładów na następujących przedmiotach:
 - Drgania mechaniczne,
 - Theoretical mechanics (studia w języku angielskim),
 - Mechanika ogólna (studia niestacjonarne).
- promotorstwo 8. prac inżynierskich i 2. magisterskich,
- tutoring w ramach indywidualnego programu kształcenia „Szkola Orłów na PW”,
- kierowanie Laboratorium Materiałów Inteligentnych i Robotyki Miękkiej (SMaRT-lab) działającego na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej,
- członkostwo w Zespole ekspertów przy Ministrze Nauki i Szkolnictwa Wyższego, który ocenia projekty w programie „Studenckie Koła Naukowe Tworzą Innowacje”,
- członkostwo w Radzie Młodych Uczonych Politechniki Warszawskiej,
- członkostwo oraz pełnienie funkcji sekretarza w Radzie Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej,
- członkostwo w Komitecie organizacyjnym cyklicznej Polsko-Niemieckiej konferencji doktorantów realizowanej we współpracy z TU Berlin,
- udział w dniach otwartych Politechniki Warszawskiej,
- udział w warsztatach „Zawszeciekwai” dla uczniów liceów.

Stwierdzam, że dorobek dydaktyczny i organizacyjny Kandydata jest wystarczający do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

Opinia w sprawie nadania dr. inż. Piotrowi Bartkowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego

Osiągnięcia naukowo-badawcze, organizacyjne i dydaktyczne, powiększone po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, a także przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe w postaci monotematycznego cyklu publikacji, są wystarczające w świetle wymagań stawianych kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynierijno-technicznych. Osiągnięcia te wymagały od Habilitanta szerokiej i wszechstronnej wiedzy z zakresu projektowania układów mechatronicznych, robotyki, ale także klasycznej mechaniki i inżynierii materiałowej. Kandydat wykazał się ponadprzeciętnymi umiejętnościami dotyczącymi modelowania układów wielod dziedzinowych oraz planowania i wykonywania eksperymentów także zastosowaniem nowoczesnych bezkontaktowych technik pomiarowych. Kandydat prezentuje dużą aktywność we współpracy z ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą. Należy zaznaczyć dobrą działalność organizacyjną i dydaktyczną, zwłaszcza angażowanie studentów w prace naukowe. Jego działalność naukową charakteryzuje multidyscyplinarność i zaangażowanie w uprawianym kierunku badań.

Przedłożony do oceny monotematyczny cykl publikacji pt.: „Opracowanie innowacyjnych struktur rozciągliwych umożliwiających adaptacyjną zmianę sztywności do zastosowań w robotyce miękkiej i elektronice noszonej” dokumentuje osiągnięcie naukowe kandydata. Wpływ tego osiągnięcia na dyscyplinę naukową *inżynieria mechaniczna* potwierdzają wysokie parametry bibliometryczne publikacji wchodzących w skład cyklu, zaproszenia do wygłoszenia plenarnych referatów konferencyjnych oraz uzyskane patenty. Słabszą stroną Kandydata jest współpraca z przemysłem, lecz należy mieć przekonanie, że aktualność prezentowanej tematyki badań wraz z aktywnością i otwartością na współpracę Kandydata poprawią także ten obszar.

Wyrażam opinię, że dorobek naukowy Habilitanta zgromadzony po otrzymaniu stopnia doktora wraz z osiągnięciem naukowym, wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny *Inżynieria mechaniczna*, a Kandydat wykazuje aktywność naukową i projektową. Spełnia on zatem wymagania, jakie osobom ubiegającym się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego stawia ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742), z uwzględnieniem późniejszych zmian. **W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie dra inż. Piotra Bartkowskiego do dalszych czynności w postępowaniu habilitacyjnym, związanych z nadaniem stopnia naukowego doktora habilitowanego.**

