

Prof. dr hab. inż. Wojciech Kacalak
Politechnika Koszalińska

RECENZJA
OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ORAZ DOROBKU DYDAKTYCZNEGO
I ORGANIZACYJNEGO W POSTĘPOWANIU HABILITACYJNYM

dr inż. MAGDALENY NIEMCZEWSKIEJ - WÓJCIK
z Wydziału Mechanicznego
POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

**Koincydencja stereometrycznych i tribologicznych badań warstwy
wierzchniej**

Opinię o dorobku naukowym i dydaktycznym dr inż. Magdaleny Niemczewskiej – Wójcik przedstawiam na podstawie bardzo starannie opracowanego autoreferatu, zbioru publikacji w tym monografii oraz analizy pozostałych osiągnięć naukowych.

Osiągnięciem naukowym, stanowiącym podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego i znaczny wkład w rozwój dyscypliny Budowa i Eksploatacja Maszyn, według art.16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.), jest cykl 10 publikacji powiązanych tematycznie, na który składa się monografia oraz 9 artykułów naukowych, w tym 6 opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR (lista A wykazu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego – sześć artykułów).

1. CHARAKTERYSTYKA WSKAZANEGO OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Kandydatka w 2001 roku rozpoczęła studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej i realizowała je w Instytucie Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji.

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn uzyskała na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej w 2006 roku, na podstawie rozprawy doktorskiej nt.: Kształtowanie powierzchni elementów endoprotez wykonanych z materiałów ceramicznych.

Praca doktorska została wyróżniona przez Radę Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Józef Gawlik, recenzentami byli prof. dr hab. inż. Vladimir Liubimow (Politechnika Rzeszowska) oraz prof. dr hab. inż. Stanisław Mazurkiewicz (Politechnika Krakowska).

W 2006 roku Kandydatka rozpoczęła pracę w Instytucie Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego, a po sześciomiesięcznym stażu przemysłowym oraz uzyskaniu stopnia doktora, w 2007 roku została mianowana na stanowisko adiunkta.

Dr inż. Magdalena Niemczewska – Wójcik posiada ugruntowane doświadczenie organizacyjne. Była zastępcą dyrektora ds. dydaktyki w Instytucie Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji, a obecnie pełni funkcję prodziekana ds. kształcenia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej.

Wskazane osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego, obejmuje ważne osiągnięcia poznawcze i aplikacyjne, które tworzą znaczny wkład w rozwój dyscypliny Budowa i Eksploatacja Maszyn i są zawarte w cyklu 10 publikacji powiązanych tematycznie, na który składa się monografia oraz dziewięć artykułów naukowych w tym 6 opublikowanych w czasopiśmie znajdujących się w bazie JCR (lista A wykazu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego).

Tytuł osiągnięcia naukowego: Koincydencja stereometrycznych i tribologicznych badań warstwy wierzchniej.

Wykaz publikacji zawierających uznane osiągnięcia:

1	Niemczewska-Wójcik M.: Dualny system charakteryzowania powierzchni technologicznej i eksploatacyjnej warstwy wierzchniej elementów trących. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Kraków 2018, s. 228, ISBN 978-83-7789-528-3. (http://suw.biblos.pk.edu.pl/resourceDetailsRPK&rId=81502) Recenzenci wydawniczy: prof. dr hab. inż. Wojciech Wieleba (Politechnika Wrocławska), dr hab. inż. Czesław Łukianowicz, prof. nadzw. (Politechnika Koszalińska)			
	Publikacje	Udział autor-ski	IF	Punkty MNiSW
2	Niemczewska - Wójcik M.: The influence of the surface geometric structure on the functionality of implants. WEAR (2011) Vol. 271/3-4, 596÷603.	100%	1,872	32
3	Niemczewska - Wójcik M., Mańkowska - Snopczyńska A., Piekoszewski W.: Badania tribologiczne materiałów do zastosowań w technice medycznej. Tribologia: teoria i praktyka (2015) Vol. 4, 111÷122.	70%		15
4	Niemczewska-Wójcik M., Piekoszewski W.: Analiza procesów tribologicznych występujących w skojarzeniu panewka-główka endoprotezy stawu biodrowego. Tribologia: teoria i praktyka (2015) Vol. 6, 81÷92.	80%		15
5	Niemczewska-Wójcik M.: Multi-sensor measurements of titanium alloy surface texture formed at subsequent operations of precision machining process. Measurement (2017) Vol. 96, 8÷17.	100%	2,218	30

6	Niemczevska-Wójcik M., Piekoszewski W.: The surface texture and its influence on the tribological characteristics of a friction pair: metal-polymer. Archives of Civil and Mechanical Engineering (2017) Vol.17, Issue 2, 344÷353.	80%	2,763	30
7	Niemczevska-Wójcik M.: Coincidence of the technology and the surface topography of spherical elements occurring during machining process of high precision. Tribologia: teoria i praktyka (2016) Vol. 6, 83÷94.	100%		15
8	Niemczevska-Wójcik M., Piekoszewski W.: The surface topography of a metallic femoral head and its influence on the wear mechanism of a polymeric acetabulum. Archives of Civil and Mechanical Engineering (2017) Vol. 17, Issue 2, 307÷317.	80%	2,763	30
9	Niemczevska-Wójcik M.: Wear mechanisms and surface topography of artificial hip joint components at the subsequent stages of tribological tests. Measurement (2017) Vol. 107, 89÷98.	100%	2,218	30
H10	Niemczevska-Wójcik M., Wójcik A.: The machining process and multi-sensor measurements of the friction components of total hip joint prosthesis. Measurement (2018) Vol. 116, 56÷67	70%	2,359	30

Średni udział procentowy w tworzeniu cyklu powiązanych tematycznie publikacji (z wyłączeniem monografii) wynosi ok. 87 %. Sumaryczny Impact Factor (IF) publikacji stanowiących zbiór zawierający najważniejsze osiągnięcia naukowe wynosi 14,193, a łączny IF wszystkich publikacji przekracza 20.

Liczba punktów analizowanego cyklu publikacji (z wyłączeniem monografii) według wykazu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, uwzględniająca udział Kandydatki wynosi 198,5, a całkowita liczba punktów publikacji w tym zbiorze wynosi 227.

Problemy naukowe i ich rozwiązania mieszczą się w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn. Prace tworzące przedstawiony cykl publikacji, zawierają innowacyjne rozwiązania, dotyczące obróbki oraz kształtowania i oceny właściwości warstwy wierzchniej w elementach z materiałów trudnoskrawalnych oraz materiałów specjalnego przeznaczenia, w tym stosowanych w technice medycznej.

Obejmują także badania tribologiczne, analizy mechanizmów i procesów zużycia oraz współpracy elementów w różnych warunkach eksploatacji, ukierunkowane na badania współzależności procesów kształtowania oraz zmiany stanu warstwy wierzchniej i procesów eksploatacji węzłów kinematycznych.

2. ANALIZA I OCENA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH

Kandydatka uzasadniła potrzebę i korzyści wynikające z kompleksowego rozpatrywania badanych zagadnień, wykorzystania komplementarnych metod badawczych i analiz ukierunkowanych, na możliwe do osiągnięcia dzięki tej strategii, efekty technologiczne i tribologiczne.

Kandydatka w badaniach trwałości i niezawodności obiektów technicznych zawierających węzły tribologiczne, słusznie i konsekwentnie stosuje analizy wieloaspektowe i poszukuje korelacji w wielowymiarowych zbiorach danych.

Najważniejszym celem prac naukowych dr inż. Magdaleny Niemczewskiej – Wójcik jest kompleksowa analiza wpływu charakterystyk powierzchni oraz właściwości warstwy wierzchniej elementów trących na charakterystyki tribologiczne węzła tarcia oraz procesy zmiany cech geometrycznych i właściwości fizycznych warstwy wierzchniej.

W wielu zastosowaniach, na przykład w medycznych, dostęp do strefy tarcia jest ograniczony. To powoduje, że bardzo ważne staje się zarówno opracowanie optymalnej metodyki badań w warunkach laboratoryjnych, jak i metod wnioskowania predykcyjnego.

Osiągnięcia zawarte w cyklu publikacji są wynikiem badań dotyczących:

- wpływu parametrów procesu technologicznego końcowych operacji obróbki na kształtowanie topografii powierzchni i właściwości warstwy wierzchniej,
- wpływu cech geometrycznych powierzchni współpracujących elementów na charakterystyki tribologiczne,
- wpływu właściwości powierzchni na procesy eksploatacji węzłów kinematycznych,
- procesów zużycia oraz mechanizmów kumulacji skutków różnych zjawisk w badanych systemach tribologicznych.

Kandydatka zdefiniowała swoje spójne cztery obszary badawcze. Pierwszy obszar obejmuje problemy doboru materiałów i ich właściwości oraz procesu kształtowania struktury geometrycznej i właściwości warstwy wierzchniej w procesach technologicznych, a na drugi obszar składają się prace dotyczące badań właściwości powierzchni i warstwy wierzchniej obrabianych elementów.

Efektom badań w pierwszym obszarze było określenie metodyki doboru parametrów operacji i zabiegów procesu obróbki końcowej, które zapewnią ukształtowanie struktury powierzchni zapewniające korzystne warunki współpracy elementów trących. Ważne było przy tym wyznaczenie warunków występowania i sposobów zapobiegania zjawisku niekorzystnego dziedziczenia cech powierzchni z wcześniejszych etapów procesu technologicznego.

Zakres metod pomiaru wykorzystywanych w pracach dr inż. Magdaleny Niemczewskiej – Wójcik jest szeroki, co sprzyja komplementarności danych. Analizę i ocenę powierzchni przeprowadzono na podstawie obrazów otrzymanych z wykorzystaniem mikroskopu optycznego OM, mikroskopu interferencyjnego WLIM, elektronowego mikroskopu skaningowego SEM z mikroanalizatorem rentgenowskim SEM/EDS oraz mikroskopu sił atomowych AFM oraz współrzędnościowej maszyny pomiarowej CMM.

Dwa kolejne obszary badawcze obejmują analizy procesów eksploatacji i zmian cech powierzchni oraz stanu warstwy wierzchniej w tych procesach, w tym mechanizmy i procesy zużycia.

Wyniki modelowych i symulacyjnych badań tribologicznych wykazały, że na charakterystyki tribologiczne mają wpływ nie tylko cechy stereometryczne powierzchni po

procesie obróbki elementów tworzących określony węzeł tarcia, ale również wiele innych czynników, takich jak cechy kinematyczne i dynamiczne węzła tarcia, a także właściwości materiałów elementów węzła i płynów smarujących.

Ważnym kierunkiem badań była identyfikacja produktów zużycia badanych systemów tribologicznych, dokonywana na podstawie oceny zmian powierzchni elementów trących oraz analizy zawartości produktów zużycia w filtrach przepływu medium smarowego.

Do ważnych poznawczo i aplikacyjnie osiągnięć naukowych Autorki zaliczam wyniki opisujące zmienność procesów zużywania się par trących, metalowo-polimerowych, w różnych okresach eksploatacji. We wstępnej fazie, podczas wzajemnego docierania się elementów węzła tarcia, niszczenie powierzchni elementu polimerowego było skutkiem oddziaływania mikronierówności powierzchni. Proces mikroskrawania występował w przypadku wzniesień nierówności o ostrych wierzchołkach. Procesy bruzdowania powierzchni polimeru były natomiast skutkiem oddziaływania wzniesień o dość dużym promieniu zaokrąglenia, nawet wzniesień płaskich.

Produkty zużycia materiału polimerowego, tworząc nierównomierne skupiska stają się później przyczyną adhezyjnego odrywania większych fragmentów materiału, co zmniejsza wytrzymałość zmęczeniową powierzchni. Opis tego mechanizmu zliczam do ważnych osiągnięć Autorki.

Wybrane uwagi szczegółowe do wyników osiągnięć naukowych

W analizie topografii wielu powierzchni, w tym w aspekcie oceny ich cech eksploatacyjnych, szczególną uwagę należy zwrócić na cechy wzniesień ponad pewną płaszczyzną położoną na różnych poziomach, na przykład od 0,1 do 0,4 wartości parametru St od najwyższego wierzchołka powierzchni.

Wiele znormalizowanych i stosowanych parametrów oceny struktury stereometrycznej powierzchni, nadmiernie scala i uogólnia dane opisujące powierzchnię, zarówno w kierunku równoległym do powierzchni, jaki w kierunku prostopadłym. Autorka to uwzględniła w wielu analizach, zwłaszcza dotyczących obrazów mikroskopowych i map topograficznych.

Uwaga moja ogranicza się jedynie do potrzeby uwzględniania w dalszych pracach asymetrii cech geometrycznych powierzchni w kierunku prostopadłym do powierzchni nominalnej, bowiem cechy stereometryczne wzniesień i zagłębień różnią się znacznie między innymi stopniem rozwinięcia powierzchni, pochyleniem zboczy, wymiarem fraktalnym.

Do ważnych miar i parametrów można między innymi zaliczyć:

- cechy zbiorów $z(x,y)$ dla wzniesień powierzchni,
- pole powierzchni wzniesienia nad określoną płaszczyzną,
- powierzchnię podstawy wzniesienia (wyspy),
- statystyki położenia środków geometrycznych wzniesień, liczbę wzniesień,
- wysokość i rozproszenie wysokości wierzchołków wzniesień,
- średnią odległość między wierzchołkami wzniesień, wyznaczoną na podstawie dekompozycji powierzchni na komórki Voronoi,
- pole powierzchni komórek Voronoi,
- relacje między polem i obwodem podstawy wzniesienia,
- parametry charakteryzujące rozwinięcie obwodu podstawy wzniesienia,
- wartości i cechy statystyczne rozkładu pierwszej pochodnej zarysu: dz/dx , dz/dy (w tym statystyki wartości zbliżonych do zera),

- zmienność opisanych wyżej parametrów w funkcji położenia płaszczyzny odcinającej.

Powyższa uwaga jest postulatem do kolejnych prac Habilitantki po uzyskaniu stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Podsumowując stwierdzam, iż moja ocena osiągnięć naukowych, zawartych w zbiorze publikacji, będących podstawą postępowania habilitacyjnego Kandydatki, jest wyróżniająca.

Pozytywnie także oceniam poziom monografii: Niemczewska-Wójcik M.: Dualny system charakteryzowania powierzchni technologicznej i eksploatacyjnej warstwy wierzchniej elementów trących. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Kraków 2018, ISBN 978-83-7789-528-3. Warto także podkreślić wysoki poziom redakcyjny i wydawniczy tej monografii.

3. NAJWAŻNIEJSZE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE I APLIKACYJNE

Do najważniejszych osiągnięć naukowych Kandydatki zaliczam:

1. Opracowanie teoretycznych i doświadczalnych podstaw kształtowania struktury geometrycznej powierzchni elementów wykonanych z materiałów trudnoskrawalnych (ceramika, w tym ceramika monokrystaliczna i ceramika polikrystaliczna, stopy tytanu).
2. Wyznaczenie zależności między parametrami obróbki końcowej a właściwościami funkcjonalnymi powierzchni obrobionej.
3. Opracowanie metodyki komplementarnych badań tribologicznych warstwy wierzchniej, zapewniającej weryfikację oceny właściwości funkcjonalnych z zastosowaniem wielu metod badawczych - badań laboratoryjnych, badań modelowych, badań symulacyjnych.
4. Określenie wpływu właściwości powierzchni i warstwy wierzchniej na charakterystyki tribologiczne wybranych węzłów zawierających pary trące.
5. Wyznaczenie zależności między charakterystyką powierzchni i właściwościami warstwy wierzchniej oraz charakterystykami tribologicznymi, a charakterystyką powierzchni podczas eksploatacji wraz z określeniem mechanizmów zużycia elementów trących.

Prace dr inż. Magdaleny Niemczewskiej – Wójcik przyczyniły się między innymi do:

Opracowania prototypu urządzenia do precyzyjnego kształtowania elementów o zarysie sferycznym wykonanych z materiałów trudnoskrawalnych, w tym z innowacyjnego materiału – ceramiki monokrystalicznej (monokryształ szafiru $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$). Materiał ten uzyskał pozytywne wyniki badań biomedycznych.

6. Opracowania narzędzi przeznaczonych do obróbki końcowej (dokładnej i bardzo dokładnej) elementów o zarysie sferycznym w ramach projektu rozwojowego nr 03/0031/10/2010 nt.: „Technologiczny system innowacyjnych me-

tod obróbki materiałów o specjalnych właściwościach”, stanowiącego kontynuację prac nad opracowaniem stanowiska do przeprowadzenia obróbki sekwencyjnej elementów o zarysie sferycznym.

7. Opracowania stanowiska przeznaczonego do badań złożonych, sferycznych układów kinematycznych w ramach projektu badawczego zamawianego nr PBZ-09, II konkurs - zadanie 1.1 nt.: „Metoda i aparatura do badań złożonych, sferycznych układów kinematycznych”, którego wykonawcą był Instytut Technologii Eksploatacji – PIB w Radomiu. Celem głównym projektu było opracowanie, wytworzenie i weryfikacja tribologicznego stanowiska badawczego do symulacji złożonych sferycznych układów kinematycznych – odzwierciedlających pracę stawu biodrowego człowieka.
8. Opracowania metodyki badań stereometrycznych oraz badań tribologicznych stanu warstwy wierzchniej realizowanych w ramach projektu badawczego nr PBS3/A5/44/2015 nt.: „Wysoko obciążone węzły tribologiczne do zastosowań biomedycznych”, którego celem było opracowanie oryginalnego skojarzenia materiałowego do zastosowań biomedycznych (na implanty ortopedyczne stawów człowieka).

4. OCENA AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ

Dr inż. Magdalena Niemczewska – Wójcik jest autorką lub współautorką łącznie 40 opracowań naukowych, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, w tym:

- 11 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach z bazy JCR (lista A wykazu MNiSW),
- 18 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach o zasięgu krajowym (lista B wykazu MNiSW),
- 4 rozdziałów monografii, w tym 3 rozdziały wydane zagranicą,
- 1 praca opublikowana jako monografia,
- 6 dokumentacji prac badawczych.

Pozytywnie oceniam wskaźniki bibliometryczne Kandydatki, które traktuję jako pomocnicze dane do analizy aktywności oraz jako bezpośrednie dane do oceny zakresu upowszechnienia wyników badań.

Sumaryczny Impact Factor (IF) wszystkich publikacji wg listy JCR, zgodnie z rokiem opublikowania, wynosi 20,45.

Liczba cytowań (dane z dnia 07.09.2018) wg bazy Web of Science wynosi 49 (w tym bez autocytowań 35), wg bazy Scopus wynosi 65 (w tym bez autocytowań 51), wg bazy Google Scholar wynosi 131.

Indeks Hirscha (dane z dnia 07.09.2018) wg bazy Web of Science wynosi 5, wg bazy Scopus wynosi 5, wg bazy Google Scholar wynosi 6.

Kandydatka była kierownikiem projektu w ramach konkursu Iuventus Plus (II edycja) ogłoszonego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w 2011 roku. Projekt nt.: „Kompleksowe badania wpływu czynników technologicznych i warunków współ-

pracy na mechanizm zużycia implantów” realizowany był w latach 2011- 2015. Wynikiem tego projektu jest monografia, będąca jednym z elementów postępowania habilitacyjnego oraz inne opublikowane artykuły naukowe.

Habilitantka ponadto w okresie 2007 - 2013 brała udział w realizacji czterech innych projektów naukowo-badawczych; w jednym jako kierownik i wykonawca oraz w trzech jako wykonawca. Aktywnie uczestniczy w programie europejskim (Horyzont 2020 – GEECCO), dwóch innych programach międzynarodowych (Erasmus i Polsko-Meksykańskim) oraz jednym krajowym.

Należy podkreślić aktywny udział w 20. konferencjach naukowych, w tym 12. międzynarodowych oraz 8. krajowych. Była ponadto organizatorem lub współorganizatorem wielu konferencji naukowych, w tym dziesięciu lokalnych, jednej krajowej – ogólnopolskiej oraz jednej międzynarodowej.

Kandydatka jest członkiem 3 towarzystw naukowych: Polskiego Towarzystwa Tribologicznego, Polskiego Naukowo-Technicznego Towarzystwa Eksploatacyjnego oraz Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.

Ocena aktywności naukowej dr inż. Magdaleny Niemczewskiej – Wójcik jest bardzo pozytywna.

5. OCENA DZIAŁALNOŚCI DYDAKTYCZNEJ I ORGANIZACYJNEJ

Habilitantka posiada wyróżniające efekty pracy dydaktycznej w postaci publikacji dydaktycznych oraz poziomu nauczania. Była promotorem ponad 40. prac inżynierskich oraz ponad 40. prac magisterskich.

Sprawuje opiekę naukową nad doktorantami, zarówno w charakterze promotora pomocniczego (3 doktorantów) oraz opiekuna naukowego (1 doktorant).

Opracowała wiele recenzji dla czasopism naukowych, w tym 12 międzynarodowych i 2 krajowych; łącznie wykonała 38 recenzji publikacji naukowych.

Pełni ważną funkcję organizacyjną, jest członkiem Rady Wydziału oraz Senatu Uczelni. Jest członkiem Związku Uczelni Krakowskich InnoTechKrak, członkiem komisji wydziałowych i senackich oraz pozauczelnianych.

Była zastępcą dyrektora ds. dydaktyki w Instytucie Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji, a obecnie pełni funkcję prodziekana ds. kształcenia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej.

6. WNIOSEK KOŃCOWY

W wyniku analizy dorobku naukowego dr inż. MAGDALENY NIEMCZEWSKIEJ – WÓJCIK stwierdzam, iż Habilitantka:

- wybrała tematykę pracy naukowej ważną dla rozwoju podstaw analizy procesów przestrzennego kształtowania powierzchni i właściwości warstwy wierzchniej oraz eksploatacji elementów wytwarzanych z materiałów trudnoskrawalnych oraz materiałów specjalnego przeznaczenia, w tym stosowanych w technice medycznej,

- monografia oraz pozostałe publikacje ze zbioru wskazanego do oceny osiągnięcia naukowego, zawierają innowacyjne rozwiązania ważnych problemów naukowych z dziedziny budowy i eksploatacji maszyn i stanowią ważne elementy nowej wiedzy, a także mają duże znaczenie aplikacyjne,
- opracowała wiele analiz, modeli i ocen efektywności różnych metod pomiarów, analizy i badań topografii powierzchni i właściwości eksploatacyjnych węzłów zawierających współpracujące elementy,
- monotematyczny zbiór publikacji, będący wskazanym osiągnięciem naukowym, zawiera wiedzę przydatną w projektowaniu metodyki badań procesów kształtowania właściwości powierzchni i warstwy wierzchniej oraz przydatna do projektowania układów ruchowych w zakresie mikro inżynierii oraz w zastosowaniach medycznych.

Oceny zawarte w podsumowaniu składają się na opinię, iż dorobek naukowy i inne efekty działalności wypełniają, w stopniu bardzo dobrym, wymagania stawiane w przewodach habilitacyjnych. Uzasadnia to sformułowanie pozytywnej oceny wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego i wniosku o wyróżnienie osiągnięć naukowych Habilitantki.

