

**Recenzja osiągnięcia naukowego oraz całokształtu aktywności naukowej
dr. inż. Jarosława Szreka**

w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

Podstawa opracowania

Recenzję opracowano na podstawie pisma z dn. 26.10.2023 prof. dr. hab. inż. Zbigniewa Gronostajskiego, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej w związku z uchwałą 634/34/RDND07/2021-2024 Rady Dyscypliny Naukowej dnia 24.10.2023.

Osiągnięcie naukowe Habilitant zatytułował „*Metody i algorytmy w syntezie oraz sterowaniu robotów mobilnych*” wskazując do oceny monografią pt. „Inspekcyjne roboty mobilne. Synteza, badania, aplikacje” wydaną w 2023 roku przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej” oraz dziesięć powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Ponadto Habilitant dołączył:

1. Wniosek z dnia 5.08.2023
2. Dane wnioskodawcy
3. Kopię dyplomu doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn
4. Autoreferat
5. Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna
6. Monografię oraz artykuły wchodzące w skład osiągnięcia naukowego
7. Zestawienie wkładu merytorycznego artykułów oraz oświadczenia autorów
8. Dokumenty potwierdzające dorobek naukowy i dane bibliograficzne
9. Nośnik z ww. dokumentami w wersji elektronicznej

1. Charakterystyka Kandydata

Dr inż. Jarosław Szrek jest pracownikiem naukowym zatrudnionym na stanowisku adiunkta w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn i Układów Mechatronicznych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej. W 2004 roku ukończył studia magisterskie na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej uzyskując tytuł zawodowy magistra na kierunku automatyka i robotyka. W roku 2009 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Synteza układu kinematycznego i sterowania czworonożnego robota kołowo-kroczącego” wykonanej pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Antoniego Gronowicza, obronionej na Wydziale

Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej. Praca doktorska została wyróżniona przez Radę Instytutu Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn.

Karierę zawodową Kandydat związał z Politechniką Wrocławską rozpoczynając pracę na stanowisku asystenta na Wydziale Mechanicznym w Zakładzie Teorii Maszyn i Układów Mechatronicznych (2009-2010). Od 2010 roku pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Podstaw Konstrukcji Maszyn i Układów Mechatronicznych. Ponadto w latach 2021–2022 był zatrudniony w Akademii Wojsk Lądowych im. generała Tadeusza Kościuszki na Wydziale Zarządzania w Katedrze Zarządzania Innowacyjnymi Projektami.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe Habilitant przedstawił monografię pt. „Inspekcyjne roboty mobilne. Synteza, algorytmy, aplikacje.” wydaną w 2023 roku przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej. Recenzentami wydawniczymi monografii byli prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz oraz dr hab. inż. Grzegorz Tora. Ponadto do osiągnięcia wykazał dziesięć współautorskich artykułów naukowych oznaczonych [A1]-[A10] które zostały opublikowane w czasopiśmie: 3 artykuły w Acta Mechanica et Automatica, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej (100 pkt.), 6 artykułów w wydawnictwie MDPI, w tym: 2 w Sensors (100 pkt.), 2 w Energies (140 pkt.), 1 w Applied Sciences (100 pkt.), 1 w Remote Sensing (100 pkt.) oraz 1 artykuł pokonferencyjny.

Główne wyniki badań naukowych zawarte są w monografii która jest podsumowaniem wieloletnich badań Habilitanta. Część wyników została opublikowana również w postaci artykułów naukowych, w których wybrane zagadnienia omówione są nieco szerzej niż w monografii.

Tematyka badawcza podjęta przez Habilitanta dotyczy robotów mobilnych posiadających specjalne wyposażenie oraz funkcje, które umożliwiają ich zastosowanie w trudnych warunkach otoczenia np. nierównym i grząskim podłożu, dużym zapyleniu, dużej wilgotności, ograniczonym dostępie np. korytarzach podziemnych itp. Głównym celem Habilitanta było opracowanie robota mobilnego, który może działać bez udziału człowieka i zostać skutecznie wykorzystany do zadań inspekcji. Podjęte zadanie jest bardzo ambitne wymaga bowiem szeroko rozumianego projektowania mechatronicznego, obejmującego opracowanie części mechanicznej robota, układów elektronicznych wraz z algorytmami sterowania i oprogramowaniem oraz wyposażenia robota w systemy sensoryczne i systemy pobierania i analizy danych.

W pierwszej kolejności Habilitant opracował układ jezdny robota wraz z doбором napędów, elementów przeniesienia ruchu, zawieszenia oraz mechanizmów umożliwiających realizację zadanego prawa ruchu. Habilitant opracował autorskie metody syntezy strukturalnej

i geometrycznej które pozwoliły na wyznaczenie indywidualnych wymiarów mechanizmów umożliwiających realizację zadanej trajektorii przy jednym napędzie. W opracowanej metodyce do wyboru „najlepszego” rozwiązania Habilitant zastosował metody optymalizacji oparte na algorytmach genetycznych oraz algorytmów inspirowanych naturą. Wyniki tych badań zawarte zostały w rozdziale trzecim monografii oraz publikacjach [A1] i [A2]. Kolejnym istotnym zagadnieniem był problem pokonywania przeszkód co wymagało sformułowania modelu dynamiki robota wraz z algorytmem sterowania opartym na tym modelu. Poprawność modelu zweryfikowano na stanowisku badawczym na którym odwzorowano warunki eksploatacyjne. Za pomocą czujnika tensometrycznego wbudowanego w strukturę robota mierzono siłę która umożliwiła analizę nacisku kończyny robota na podłoże i utrzymywanie jej na zadanym poziomie. Ponadto zastosowane systemy sensoryczne pozwalały na detekcję przeszkód, określenie ich wymiarów, a zastosowane algorytmy na wybór metody pokonania przeszkody. Habilitant potwierdził poprawność doboru układów wykonawczych robota, czujników oraz algorytmów sterowania na stanowisku badawczym. Robot został wyposażony w manipulator umożliwiający wykonywanie dodatkowych zadań. Wyniki prac zostały przedstawione w monografii oraz w artykułach naukowych [A3]-[A5]. Dodatkowy problem rozwiązany przez Habilitanta dotyczył określenia położenia robota w przestrzeniach w których nie jest dostępna lokalizacja satelitarna. W takich przypadkach zaproponowane zostały techniki radiowe i odometrii, omówione w monografii i artykule [A6].

Wykonany prototyp robota został sprawdzony również w praktycznych zastosowaniach w trudnych warunkach terenowych np. do lokalizacji uszkodzenia elementów przenośnika taśmowego [A8] i w podziemnych korytarzach [A9]. Opracowane algorytmy i zaimplementowane oprogramowanie umożliwiające wykonywanie zadań inspekcyjnych bez udziału człowieka zostały opublikowane w pracy [A7]. W pracy tej przedstawiono skuteczność algorytmu zastosowanego do wykrywania uszkodzenia przenośnika taśmowego na podstawie zarejestrowanych zmian temperatury. Weryfikację opracowanych metod przeprowadzono również w warunkach rzeczywistych w kopalni odkrywkowej [A10]. Ponadto wykazano, że zaproponowany algorytm wykorzystujący obrazy z kamery termowizyjnej oraz obrazy RGB umożliwiające skuteczne wykrycie człowieka o różnych posturach i w różnym położeniu. Wymagało to opracowania klasyfikatorów wykorzystujących dane z różnych systemów obrazujących oraz zastosowanie sztucznych sieci neuronowych.

Oceniając wkład wyników badań zawartych w monografii oraz w artykułach naukowych [A1]-[A10] w dyscyplinę inżynieria mechaniczna należy stwierdzić, że wartość dodana polega na zastosowaniu nowego podejścia do koncepcji projektowania mechatronicznego oraz na rozwoju rozwiązań konstrukcyjnych robotów mobilnych w stosunku do obecnie panujących standardów.

Opracowane rozwiązania konstrukcyjne robota Habilitant przetestował numerycznie, dokonał optymalizacji uzyskanych rozwiązań, a następnie zweryfikował uzyskane rozwiązania doświadczalnie w warunkach laboratoryjnych oraz w trudnych warunkach rzeczywistych tj. w korytarzach kopalni. Habilitant opracował algorytmy pozwalające na efektywne działanie robota w różnych warunkach użytkowania. Dokonał oceny wpływu sterowania, systemu kamer na efektywność realizacji zadań inspekcyjnych. Zaproponowane metody projektowania i zastosowane algorytmy sterowania stanowią wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna. Mocnym punktem przedstawionego osiągnięcia jest to, że rozwiązania konstrukcyjne z powodzeniem zostały sprawdzone w praktyce.

Oceniając zaprezentowaną monografię i publikacje oraz biorąc pod uwagę uzyskane wyniki i opracowane procedury uważam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny i spełnia kryteria niezbędne do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej, współpracy międzynarodowej oraz dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego

Oprócz głównego osiągnięcia naukowego Habilitant był współautorem 1 rozdziału w monografii w języku polskim, był współredaktorem 2 monografii materiałów konferencyjnych i redaktorem 10 prac zbiorowych wydanych przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej. Był też współautorem w 20 artykułach opublikowanych w czasopismach m.in. Przegląd Elektrotechniczny, Sensors, Measurement, Energies, Acta Polytechnica Hungarica, Modelowanie Inżynierskie, Interdisciplinary Journal of Engineering Sciences, Journal of Transdisciplinary Systems Science, Pracach Naukowych Politechniki Warszawskiej, Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Pneumatyka, Archive of Mechanical Engineering, Napędy i Sterowanie.

W pozostałych osiągnięciach naukowo-badawczych Habilitant opracował prototyp wózka inwalidzkiego dedykowanego do pokonywania przeszkód. Opracował mechatroniczne kije Nordic Walking wyposażone w zestaw czujników monitorujących wybrane wielkości kinematyczne i dynamiczne oraz moduł sygnalizacji użytkownika który monitorował jakość wykonywanych ruchów. Ponadto opracował układy pomiarowe dla dronów, którego przykładem jest „Elektroniczny nos” przeznaczony do wykrywania źródeł uciążliwych zapachów.

Wskaźniki bibliometryczne habilitanta są dobre tj. sumaryczny impact factor publikacji wynosi: IF=43,166, wg bazy WoS: indeks Hirsha wynosi H=10, zaś liczba cytowań LC=216 bez samocytowań LC=180, według bazy Google Scholar: indeks Hirscha wynosi H=11, liczba cytowań LC=383, bez samocytowań nie podano. W przedstawionym dorobku publikacyjnym

niedostaje artykułów opublikowanych w uznanych międzynarodowych czasopiśmie o wskaźniku Q1.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant wygłosił 7 referatów na konferencjach międzynarodowych oraz wykazał 24 referaty wygłoszone przez współautorów. Powoływany był też na recenzenta artykułów w czasopiśmie krajowych i międzynarodowych (23 razy) był też recenzentem w programie Diamentowy Grant, prowadzonego przez Departament Nauki Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Był członkiem komitetu naukowego konferencji dla Młodych Naukowców (dwukrotnie), komitetu organizacyjnego Międzynarodowej Konferencji Naukowej Teorii Maszyn i Układów Mechatronicznych organizowanej we Wrocławiu (dwukrotnie), oraz inicjatorem Interdyscyplinarnej Konferencji Młodych Naukowców „Ko-oper field”.

Od 2013 roku jest członkiem IFToMM, pełnił funkcję sekretarza w Stowarzyszeniu Polskiego Komitetu Teorii Maszyn i Mechanizmów, był redaktorem strony internetowej Sekcji Teorii Maszyn i Mechanizmów przy Komitecie Budowy Maszyn Polskiej Akademii Nauk.

Habilitant aktywnie uczestniczy lub uczestniczył w projektach badawczych. Obecnie jest kierownikiem ds. badań i rozwoju w projekcie współfinansowanym przez NCBiR. Był kierownikiem w projekcie finansowanym z funduszy Wyszehradzkich, jest wykonawcą w 3 projektach oraz był wykonawcą w 5 zakończonych projektach, finansowanych ze środków Unii Europejskiej, NCN oraz NCBiR.

W okresie 2.11.21-30.09.22 Habilitant odbył staż w Akademii Wojsk Lądowych im. generała Tadeusza Kościuszki na Wydziale Zarządzania w Katedrze Zarządzania Innowacyjnymi Projektami we Wrocławiu.

Wykazał też aktywność międzynarodową i współpracę z ośrodkami zagranicznymi. W ramach projektów międzynarodowych odbył krótkoterminowe wizyty zagraniczne w Fondazione Bruno Kessler w Trento we Włoszech (2020) oraz w Worldsensing w Barcelonie w Hiszpanii (2022). Zaowocowało to wspólną publikacją z partnerem zagranicznym. W ramach programu Erasmus+ odbył dwie wizyty (23– 26.03.2022) w Laboratorio di Robotica e Meccatronica, University of Rome Tor Vergata w Rzymie oraz (4-9.07.2022) w Kaunas University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Design w Kownie. Pozytywnie należy ocenić długoterminowy staż w Akademii Wojsk Lądowych nieco słabiej wygląda aktywność międzynarodowa, brakuje dłuższego stażu naukowego lub dłuższych wizyt w ośrodkach zagranicznych, pomimo wykazanych projektów międzynarodowych.

Za swoją aktywność naukową pięciokrotnie wyróżniony był nagrodą JM Rektora Politechniki Wrocławskiej i nagrodą Dziekana. Otrzymał dyplom Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa

Wyższego za projekt pod nazwą: „Mechatroniczny układ wspomagającego pokonywanie progów i krawężników przez wózek inwalidzki”. Zdobywał czołowe miejsca w kilku konkursach organizowanych przez Politechnikę Wrocławską.

Kandydat wykazał dużą aktywność we współpracy z sektorem gospodarczym, wykonał 6 zamawianych ekspertyz, jest współautorem 5 patentów oraz 5-ciu wdrożonych technologii. Był członkiem komitetu oceniającego w konkursie na najlepszy referat podczas Sesji Teorii Maszyn i Układów Mechatronicznych w ramach 16 Krajowej Konferencji Robotyki, 2022.

Habilitant wykazał również dorobek dydaktyczny: był promotorem 54 prac dyplomowych w tym 43 inżynierskich i 9 magisterskich. Prowadzi zajęcia dydaktyczne ze studentami z przedmiotów z zakresu inżynierii mechanicznej, głównie sterowania, robotyki i automatyzacji, projektowania układów mechatronicznych. Brał aktywny udział w popularyzacji inżynierii mechanicznej. Był promotorem pomocniczym w 1 obronionej pracy doktorskiej oraz jest promotorem pomocniczym w 2 kolejnych w trakcie realizacji.

Dorobek Kandydata w zakresie istotnej aktywności naukowej oraz aktywność międzynarodową oceniam jako dobrą, natomiast udział w projektach badawczych, osiągnięciach projektowych i wdrożeniowych, dorobek dydaktyczny i organizacyjny oceniam jako bardzo dobry.

4. Podsumowanie oceny i wniosek końcowy

Podsumowując powyższe elementy oceny, uważam, że osiągnięcie naukowe dr. inż. Jarosława Szreka zatytułowane „*Metody i algorytmy w syntezie oraz sterowaniu robotów mobilnych*” przedstawione w postaci monografii oraz Jego dorobek w zakresie istotnej aktywności naukowej spełnia wymogi ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce i jest wystarczający do nadania dr. inż. Jarosławowi Szrekowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.