

## **Recenzja osiągnięcia naukowego oraz całokształtu aktywności naukowej dr. inż. Mariana Łopatki**

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

### Podstawa opracowania

Recenzję opracowano na podstawie pisma z dn. 13.07.2023 prof. dr. hab. inż. Jerzego Małachowskiego, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna WAT w związku z pismem Rady Doskonałości Naukowej DRKN.Z2.400.72.2023 z dnia 29.06.2023.

Osiągnięcie naukowe Habilitant zatytułował „*Poprawa mobilności terenowej lekkich i średnich robotów inżynieryjnych*” wskazując do oceny monografię pt. „*Problemy mobilności robotów inżynieryjnych*” wydanej w Wydawnictwie WAT w 2023 roku.

Ponadto Habilitant dołączył:

1. Wniosek z dnia 26.04.2023
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
7. Nośnik z ww. dokumentami w wersji elektronicznej

### **1. Charakterystyka Kandydata**

Dr inż. Marian Łopatka jest pracownikiem naukowym zatrudnionym na stanowisku adiunkta badawczo-dydaktycznego w Instytucie Robotów i Konstrukcji Maszyn na Wydziale Inżynierii Mechanicznej Wojskowej Akademii Technicznej. W 1986 roku ukończył jednolite studia magisterskie na Wydziale Mechanicznym Wojskowej Akademii Technicznej uzyskując dyplom magistra inżyniera mechanika na kierunku budowa i eksploatacja maszyn. W roku 1994 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Nadążność hydraulicznych układów napędowych maszyn roboczych” wykonanej pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. Tadeusza Przychodnia, obronionej na Wydziale Mechanicznym Wojskowej Akademii Technicznej.

Karierę zawodową Kandydat związał z Wojskową Akademią Techniczną rozpoczynając pracę najpierw na stanowisku starszego inżyniera (1988-1991), asystenta naukowo-

dydaktycznego (1991-1994), a następnie adiunkta naukowo dydaktycznego (1994-2022) i adiunkta badawczo-dydaktycznego (od 2022) na Wydziale Inżynierii Mechanicznej WAT. W latach 1999-2022 pełnił funkcję kierownika Zakładu Maszyn Inżynieryjnych i Robotów, a od roku 2022 pełni funkcję kierownika Centrum Robotów Mobilnych i Platform Bezzałogowych WAT.

Na etapie realizacji pracy doktorskiej zainteresowania naukowe dr. inż. Mariana Łopatki obejmowały zagadnienia dynamiki i nadążności hydrostatycznych układów napędowych oraz obciążeń układów napędów jazdy spycharek gąsienicowych i szybkobieżnych pojazdów amfibijnych. Zajmował się ograniczeniem galopowania i wężykowania w kołowych maszynach przegubowych, a następnie prowadził badania i prace badawczo-rozwojowe w obszarze robotów inżynieryjnych, platform bezzałogowych i manipulatorów, projektowania systemów detekcji i rozpoznawania zagrożeń, zdalnego sterowania i teleoperacji oraz prace w zakresie bezpieczeństwa i obronności państwa.

## **2. Ocena osiągnięcia naukowego**

Jako osiągnięcie naukowe Habilitant przedstawił monografię „*Problemy mobilności robotów inżynieryjnych*” wydanej w Wydawnictwie WAT w 2023 roku. Recenzentami wydawniczymi monografii byli prof. dr hab. inż. Jan Szlagowski z Politechniki Warszawskiej oraz prof. dr hab. inż. Wiesław Trąbczyński z Politechniki Świętokrzyskiej. W załączonym autoreferacie uzyskane wyniki przedstawiane są na podstawie artykułów naukowych które nie zostały bezpośrednio wykazane do oceny zaś monografia została umieszczona jako ostatnia pozycja w spisie literatury. Jako osiągnięcie naukowe oceniona jest licząca 272 strony monografia. Jest ona podsumowaniem wieloletnich badań Habilitanta w tym wyników uzyskanych w wielu projektach badawczych. Monografia składa się ze wstępu celu i zakresu badań, czterech głównych rozdziałów, każdy zakończony wykazem literatury oraz podsumowania uzyskanych wyników. We wstępie Autor przedstawia problemy związane z użytkowaniem inżynieryjnych robotów mobilnych oraz wyzwania i problemy wymagające rozwiązania. Głównym celem badawczym było zapewnienie wysokiej efektywności użycia robotów w systemie teleoperacji, dopasowania ich możliwości technicznych w zakresie mobilności terenowej, zdolności do pracy niezbędnymi narzędziami i osprzętami oraz systemów sterowania i obrazowania otoczenia. Za najważniejszą cechę Autor uznał zdolności robota mobilnego do przekraczania rowów przydrożnych, skarp, schodów, leżących kłód oraz terenów o niskiej nośności. Drugą cechą była zdolność co długotrwałej realizacji zadań bez uzupełniania źródeł energii. Z tego względu dokładnym badaniom poddane były opory toczenia różnego rodzaju platform mobilnych o różnych masach. Zbadano opory toczenia lekkich platform gąsienicowych z gąsienicami elastomerowymi o masie ok. 220 kg oraz 800 kg

w których jak wykazano opory były 3-5 razy większe niż w przypadku klasycznych gąsienic metalowych. Zbadano również opory toczenia lekkich i średnich platform kołowych o masie od 300 kg do 1500 kg wykazując większą przydatność lekkich i średnich platform kołowych z uwagi na niższą od gąsienic energochłonność ruchu. W celu oceny możliwości pokonywania wytypowanych przeszkód terenowych przez platformy kołowe i gąsienicowe, opracowano pięć konfiguracji platform kołowych oraz sześć konfiguracji platform gąsienicowych, uwzględniając ograniczenia konstrukcyjne. Różniły się one rozwiązaniami układów jezdnych, masą, rozmiarami, położeniem źródeł napędu, zasobnikami energii, układem napędowym, jezdny i konstrukcją nośną. Modele numeryczne platform zostały zbudowane w środowisku MSC Adams z wykorzystaniem dedykowanych, wieloelementowych modeli kół i gąsienic zapewniających wysoką zgodność odwzorowania rozwijanych sił przyczepności w funkcji poślizgu. Modele numeryczne pozwoliły na wybór rozwiązań najkorzystniejszych ze względu na wartość współczynnika przyczepności w celu pokonywania przeszkód, stateczność poprzeczną platform, zwrotność i manewrowość platform. Wybrane rozwiązania zostały sprawdzone doświadczalnie poprzez wykonanie pomiarów na oryginalnym przygotowanym przez Habilitanta torze testowym. Oprócz pomiarów czasu przejazdu, odchylenia od zadanej trajektorii, szerokości pasa ruchu, promienia zawracania itp. przeprowadzono badania ankietowe na populacji 30 operatorów o różnym doświadczeniu. Habilitant zaproponował własną wielokryterialną metodę oceniania zróżnicowanych rozwiązań konstrukcyjnych uwzględniających zdolności i cechy nowych konstrukcji robotów mobilnych.

Oceniając wkład wyników badań zawartych w monografii w dyscyplinę inżynieria mechaniczna należy stwierdzić, że wartość dodana wynika z zastosowania nowego podejścia do koncepcji projektowania oraz oceny rozwiązań konstrukcyjnych robotów mobilnych w stosunku do obecnie panujących standardów. Habilitant przetestował numerycznie i częściowo doświadczalnie szeroką gamę robotów mobilnych oraz zaproponował kryteria oceny ich efektywności w różnych warunkach użytkowania. Dokonał oceny wpływu sterowania, systemu kamer oraz doświadczenia operatorów i percepcji człowieka na efektywność realizacji zadań. Zaproponowane metody projektowania i oceny jakości konstrukcji stanowią wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny w zakresie projektowania i budowy maszyn. Mocnym punktem przedstawionego osiągnięcia jest to, że rozwiązania konstrukcyjne z powodzeniem zostały sprawdzone w praktyce.

Oceniając zaprezentowaną monografię 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 inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

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

Oprócz głównego osiągnięcia naukowego Habilitant była współautorem 19 rozdziałów w monografiach w większości w języku polskim zatem o oddziaływaniu lokalnym, był redaktorem 2 monografii również w języku polskim. Był też współautorem w 16 artykułach opublikowanych w czasopismach międzynarodowym w tym w latach 2020-2022 w czasopismach MDPI – 3 w Energies oraz 2 w Applied Sciences. Ponadto wykazał 80 publikacji w czasopismach krajowych w tym 4 prace indywidualne. Dorobek publikacyjny jest raczej o niskim wskaźniku oddziaływania, brakuje publikacji w uznanych międzynarodowych czasopismach o wskaźniku Q1. Przekłada się to na dosyć niskie oddziaływanie wyników naukowych Habilitanta. Sumaryczny impact factor publikacji wynosi: IF=15,432, a dane bibliometryczne: według bazy WoS - indeks Hirscha wynosi H=7, liczba cytowań LC=95 bez samocytowań 85, według bazy Scopus indeks Hirscha wynosi H=8, liczba cytowań LC=163, bez samocytowań nie podano. Jednak posługując się numerem ORCID Habilitanta i analizując cytowania w bazie WoS należy zauważyć, że w większości cytowania pochodzą od polskich autorów, w wielu przypadkach wykazujących afiliację WAT. Tę część wniosku uważam za słabszą. Wy tłumaczenie tego faktu przypisuję konieczności utajnienia części wyników oraz tym, że prowadzone badania są raczej konstrukcyjno-eksploatacyjne niż czysto naukowe.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant wygłosił 52 referaty na konferencjach międzynarodowych oraz 66 referatów na konferencjach krajowych. Powoływany był na recenzenta artykułów w czasopismach z bazy JCR.

Był członkiem komitetów organizacyjnych 12 konferencji naukowych organizowanych w WAT. Od 1999 roku jest członkiem International Society for Terrain–Vehicle Systems. Był głównym edytorem wydania specjalnego pt. “Energetic Challenges and Perspectives in Advanced Technologies of Hydraulic Systems” w czasopiśmie Energies - MDPI.

Habilitant jest kierownikiem grantu MON który jest w trakcie realizacji (2023-2026) oraz kierownikiem jednego ukończonego grantu MON (2022). Był też kierownikiem pracy badawczo rozwojowej PBR (2013-2018) oraz wykonawcą lub kierownikiem w kilkunastu projektach badawczych finansowanych przez NCBiR, KBN oraz WAT. Większość są to prace badawczo wdrożeniowe. Wykazał udział w programach europejskich - w 3 projektach w trakcie realizacji finansowanych z European Defence Fund, oraz brał udział w 3 projektach zakończonych finansowanych przez Europejską Agencję Obrony (EDA), jak również w programie The European Land Robot Trial ELROB i Military ELROB. Ponadto był kierownikiem lub wykonawcą w 8 innych projektach badawczych. Tę część wniosku oceniam jako bardzo dobrą.

Wykazał też aktywność międzynarodową i współpracę z ośrodkami zagranicznymi odbywając krótkoterminowe wizyty zagraniczne w ramach programu Erasmus+ tj. staż szkoleniowy (03.06 – 083.06.2018) w University of Oulu, Finlandia oraz University of Ljubljana, Słowenia, (20.03.-24.03.2016) oraz staż o charakterze rozwojowo- innowacyjnym University of Maribor, Maribor Słowenia (01-14.09.2013). Tę część wniosku oceniam jako słabszą. Brakuje odbytego długoterminowego stażu naukowego lub wizyt w ośrodkach zagranicznych, pomimo wykazanych projektów międzynarodowych.

Za swoją aktywność naukową był wyróżniony nagrodą zespołową Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego za projekt bezzałogowej platformy lądowej, nagrodami JM Rektora i nagrodą Dziekana oraz wielokrotnie medalami i dyplomami za innowacyjne rozwiązania technologiczne i prace badawczo-rozwojowe.

Kandydat wykazał dużą aktywność we współpracy z sektorem gospodarczym, wykonał 20 zamawianych ekspertyz, jest współautorem 8 patentów oraz jednej wdrożonej technologii. Był członkiem komisji oceniającej w konkursie ministra obrony narodowej na realizację projektów do zastosowań związanych z obronnością i bezpieczeństwem państwa.

Habilitant wykazał również dorobek dydaktyczny: był promotorem 49 prac inżynierskich i 62 magisterskich, prowadzi zajęcia dydaktyczne ze studentami z przedmiotów z zakresu inżynierii mechanicznej głównie projektowania, sterowania, budowy i eksploatacji maszyn. Przygotowywał materiały dla studentów i brał aktywny udział w opracowywaniu programów studiów oraz w popularyzacji inżynierii mechanicznej. Był promotorem pomocniczym w 3 obronionych doktoratach oraz jest promotorem pomocniczym w 3 kolejnych.

Dorobek Kandydata w zakresie istotnej aktywności naukowej oraz aktywność międzynarodową oceniam jako dostateczny, 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. Mariana Łopatki zatytułowane „*Poprawa mobilności terenowej lekkich i średnich robotów inżynierskich*” przedstawiony 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. Marianowi Łopatce stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.