

prof. dr hab. inż. Jerzy Świder  
Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Instytut badawczy  
ul. Pszczyńska 37, 44-101 Gliwice, tel.: (032) 237-45-28; 608022700; e-mail: jswider@komag.eu  
Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny  
Katedra Automatyzacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania  
ul. Konarskiego 18A, 44-100 Gliwice, tel.: (032) 237-27-59; 608552400; e-mail: jerzy.swider@polsl.pl

---

Gliwice, 19.02.2024 r.

## **RECENZJA**

w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk  
inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna  
dr. inż. Dariuszowi Szybickiemu

### **Podstawa opracowania**

Podstawą opracowania recenzji jest pismo RM/53-09-05/23/2024 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej, dr. hab. inż. Andrzeja Burghardta, prof. PRz, z dnia 10.01.2024 r., informujące o powołaniu mnie na funkcję recenzenta Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie dr. inż. Dariuszowi Szybickiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

#### Tytuł osiągnięcia naukowego:

Osiągnięciami naukowymi Habilitanta, stanowiącymi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, o których mowa w art. 219 ust. 1. pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r., są:

- monografia naukowa,
- cykl powiązanych tematycznie 10 artykułów naukowych,
- 3 oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne,

#### Podstawa wniosku:

Podstawą wniosku Kandydata jest dokumentacja, zawierająca monografię oraz wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

## Informacje ogólne dotyczące Habilitanta

Dariusz Szybicki uzyskał w 2009 r. tytuł zawodowy magistra inżyniera na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, na kierunku studiów Mechanika i Budowa Maszyn, na specjalności Mechatronika, wykonując pracę dyplomową pod opieką promotorską prof. dr. hab. inż. Józefa Giergiela, dr h.c. multi.

Stopień doktora w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie mechanika Kandydat uzyskał w roku 2014, na podstawie pracy doktorskiej pt. „Mechatroniczne projektowanie inspekcyjnego robota gaśnicowego”, obronionej na Politechnice Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa, wykonanej także pod opieką promotorską prof. dr. hab. inż. Józefa Giergiela, dr h.c. multi.

Kandydat, w latach 2011 – 2014 był zatrudniony jako asystent w Katedrze Mechaniki Stosowanej i Robotyki Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza, a od 2014 pracuje jako adiunkt w Katedrze Mechaniki Stosowanej i Robotyki, Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa tej Uczelni.

## Ocena osiągnięcia naukowego

### Wykaz osiągnięć naukowych Habilitanta

Habilitant jest autorem:

- monografii naukowej: **Szybicki D.**: Zastosowanie idei cyfrowych bliźniaków w projektowaniu oraz programowaniu stacji zrobotyzowanych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej. Rzeszów 2023

oraz

- cyklu dziesięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Przedmiotem monografii, przedstawionej jako pierwsze osiągnięcie naukowe, są zagadnienia związane z projektowaniem i programowaniem stacji zrobotyzowanych, wspomaganym współpracą z tzw. cyfrowymi bliźniakami takich obiektów. Za istotne osiągnięcie naukowe uznają opracowanie przez Habilitanta autorskiej metodyki budowy cyfrowych bliźniaków zrobotyzowanych stacji technologicznych oraz zaproponowanie sposobu osiągania przy programowaniu off-line robotów zakładanej dokładności odwzorowania stanowiska i powstających na niej wytworów. Do wzajemnej komunikacji pomiędzy realnym, zrobotyzowanym obiektem a jego cyfrowym bliźniakiem Habilitant używa protokołów TCP/IP, standardu OPC oraz tzw. synchronizacji. Cyfrowy bliźniak zrobotyzowanej stacji technologicznej jest tu sterowany wirtualnym kontrolerem, emulującym działanie rzeczywistego kontrolera robota przemysłowego, a dokładność działania stacji, w tym precyzyjne generowanie programów, wyznaczanie układów współrzędnych oraz definiowanie stref bezpieczeństwa, jest zapewniana poprzez zastosowanie bardzo dokładnych systemów pomiarowych, w tym w szczególności trackera laserowego, wraz z oprogramowaniem LeicaConnector. Dzięki temu opisane w monografii autorska metodyka w odniesieniu do projektowania zrobotyzowanych stacji technologicznych może być uznana za unikatowe rozwiązanie, możliwe do zastosowań w warunkach przemysłowych. Zgodnie z opracowaną metodyką Habilitant zbudował i opisał w monografii cyfrowego bliźniaka

wybranej, rzeczywistej stacji zrobotyzowanej, i zilustrował możliwości wynikające z użycia wirtualnych narzędzi. Istotnymi zaletami użycia w praktyce opracowanej, autorskiej koncepcji cyfrowego bliźniaka zrobotyzowanej stacji technologicznej, są takie aspekty, jak uproszczenie procesu doboru robota do projektowanej stacji; ułatwienie wyznaczania przestrzeni roboczych manipulatora robota; umożliwienie wspomaganie projektowania systemów bezpieczeństwa układów zrobotyzowanych poprzez zastosowanie modeli CAD i środowisk programistycznych; wygodne, szybkie i bezpieczne dokonywanie wirtualnego sprawdzania wszystkich aspektów funkcjonowania stacji zrobotyzowanych; wzbogacenie możliwości i zalet programowania off-line oraz programowania hybrydowego; umożliwienie wspomaganie procesu projektowania stacji zrobotyzowanych takimi narzędziami programistycznymi, jak pakiet Matlab/Simulink oraz środowisko TIA Portal.

Jako drugie osiągnięcie naukowe Habilitanta zadeklarował cykl dziesięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych:

1. **Szybicki D.**, Obal P., Kurc K., Gierlak, P.: Programming of Industrial Robots Using a Laser Tracker. Sensors, 2022 (IF= 3,847)

Praca ta zawiera opis autorskiej techniki programowania robotów, wygodnej w procesie komunikacji w czasie rzeczywistym trakerem laserowym z kontrolerem robota przemysłowego, prowadzącej do minimalizacji błędów modelowania detali i środowiska, będącego miejscem pracy robota. Opracowana technika, dedykowana do robotów ABB, może znaleźć zastosowanie do programowania innych robotów, przy zapewnieniu poprawnej komunikacji robota z trakerem. Utworzona koncepcja programowania robota wymagała zbudowania specjalnego algorytmu procesu programowania, polegającego na wskazywaniu retrorefraktorem punktów, które ma osiągnąć centralny punkt narzędzia robota, a niezbędne do realizacji algorytmu obliczenia mogłyby być wykonywane w języku RAPID, bezpośrednio w kontrolerze robota. Głównymi zaletami przedstawionej tu autorskiej techniki programowania są takie cechy, jak wydajność programowania, oszczędność czasu programisty, ułatwienie wyznaczania szczególnych punktów obrabianych detali, a przede wszystkim minimalizacja ryzyka kolizji wynikającej z błędu ręcznego operowania ruchami manipulatora, głównie poprzez minimalizację czasu użycia samego robota w procesie programowania. Opracowana metoda jest przewidziana do programowania procesów obróbczych przedmiotów o dużej masie, którymi operator może wygodnie manewrować w wirtualnym środowisku programistycznym, generującym niezbędne, charakterystyczne punkty ścieżek robota.

2. **Szybicki D.**, Obal P., Penar P., Kurc K., Muszyńska M., Burghardt, A.: Development of a Dedicated Application for Robots to Communicate with a Laser Tracker. Electronics, 2022 (IF=2,9)

Osiągnięciem opisanym w pracy jest autorska koncepcja zbudowania aplikacji, służącej do komunikowania się z robotami przemysłowymi, w czasie rzeczywistym, trakerem laserowym, stosowanego do sondowania, skanowania, zautomatyzowanej kontroli oraz do pomiarów cech geometrycznych elementów w przestrzeni trójwymiarowej, np. w celu przestrzennego skanowania postaci takich obiektów. Utworzona aplikacja umożliwia nadzorowanie rodzaju pomiaru trakerem oraz sposobu jego wyzwalania.

3. **Szybicki D.**, Burghardt A., Kurc K., Pietruś P.: Calibration and verification of an original module measuring turbojet engine blades geometric parameters. *Archive of Mechanical Engineering*, 2019 (IF= 0,229)

Habilitant uczestniczył w opracowaniu algorytmu wyznaczania grubości łopatki silnika turbodrzutowego na podstawie pomiaru odległości oraz kalibracja modułu pomiarowego, utworzonego na kontrolerze robota IRC5 w języku Rapid firmy ABB do programowania robotów przemysłowych. Opracowane i opisane w pracy rozwiązanie zrobotyzowanej obróbki łopatek wdrożono w firmie Ultratech.

4. **Szybicki D.**, Kurc K., Gierlak P., Burghardt A., Muszyńska M., Uliasz M.: Application of virtual reality in designing and programming of robotic stations. In *Collaborative Networks and Digital Transformation: 20th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, PRO-VE 2019, Turin, Italy. Proceedings Springer International Publishing 2019*

W pracy opisano procedurę projektowania zrobotyzowanej stacji wytwórczej oraz prowadzenia szkoleń i serwisowania robotów i stanowisk zrobotyzowanych, z użyciem metod i narzędzi wirtualnej rzeczywistości, skracającą czas niezbędny do implementacji oprogramowania w warunkach rzeczywistych.

5. Burghardt A., **Szybicki D.**, Gierlak P., Kurc K., Pietruś P., Cygan R.: Programming of industrial robots using virtual reality and digital twins. *Applied Sciences*, 2020 (IF=2,67)

Habilitant uczestniczył w opracowaniu i opisanie w tej pracy techniki, bazującej na użyciu okularów wirtualnej rzeczywistości, kontrolerów ręcznych oraz środowiska programowania robotów w trybie offline, przeznaczonej przede wszystkim do dokładnego odwzorowywania przez robota przemysłowego skomplikowanych, z punktu widzenia robotyzacji, ruchów człowieka w procesie wytwórczym, głównie z uwagi na konieczność manipulowania przedmiotami o dużej masie. W pracy została zawarta idea opracowanej metodyki, algorytm jej prowadzenia oraz wdrożony praktycznie przekład realizacji technicznej.

6. Burghardt A., **Szybicki D.**, Kurc K., Muszyńska M., Mucha J.: Experimental study of Inconel 718 surface treatment by edge robotic deburring with force control. *Strength of Materials*, 219 (IF=0,552)

Habilitant jest współautorem rozwiązania wspomagającego dobór parametrów w zrobotyzowanym procesie tzw. gratowania elementów dyfuzora silnika odrzutowego, odnoszącego się zarówno do samej technologii zrobotyzowanej obróbki, jak również do projektowania elementów zrobotyzowanej stacji obróbczej. Autorzy przeprowadzili eksperyment pomiarowy, polegający na wyznaczeniu szerokości wykonywanej fazy, w funkcji sił kontaktu, dochodząc do wniosku, że można zdefiniować wiele parametrów procesu obróbczego, które przy zadanej nominalnej prędkości narzędzia zapewnią uzyskanie zatępienia krawędzi, zgodne z dokumentacją projektową, przy zapewnieniu osiągnięcia przyjętych kryteriów jakości.

7. Burghardt A., **Szybicki D.**, Gierlak P., Kurc K., Muszyńska M., Ornat A., Uliasz M.: TCP Parameters Monitoring of Robotic Stations. *Electronics*, 2022 (IF=2,9)

Zaproponowane w artykule monitorowanie punktu TCP robota ma za zadanie poprawę jakości wykonywanych przez stację zrobotyzowaną procesów wytwórczych. Autorzy

przedstawili dostępne narzędzia informatyczne, służące do monitorowania parametrów stacji zrobotyzowanych oraz omówili sposób ich wykorzystania, na przykładach zrobotyzowanych, przemysłowych stacji obróbczych czy technologicznych, jak np. stacji nakładania warstw kleju, spawanie czy też stacji malowania elementów. Pozyskiwane w tych procesach dane mogą być zapisywać w czasie rzeczywistym, przy stanowisku realizującym proces, jak również zdalnie, poprzez komunikację w sieci przemysłowej.

8. Muszyńska M., **Szybicki D.**, Gierlak P., Kurc K., Burghardt A., Uliasz M.: Application of virtual reality in the training of operators and servicing of robotic stations. In Collaborative Networks and Digital Transformation: 20th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, PRO-VE 2019, Turin, Italy, 2019, Proceedings. Springer International Publishing, 2019

W tej pracy Autorzy ponownie wrócili do opisu procedury prowadzenia szkoleń oraz serwisowania robotów i konserwacji stanowisk zrobotyzowanych, z użyciem metod i narzędzi wirtualnej rzeczywistości. Ważnym elementem jest opracowanie wirtualnych, interaktywnych szkoleń, eliminujących możliwości uszkodzenia eksploatowanego sprzętu.

9. Gierlak P., Burghardt A., **Szybicki D.**, Szuster M., & Muszyńska M.: On-line manipulator tool condition monitoring based on vibration analysis. Mechanical Systems and Signal Processing, 2017 (IF=4,37)

Wkładem naukowym przedstawionym w pracy jest utworzenie metody analizy w dziedzinie czasu i w dziedzinie częstotliwości sygnałów pomiarowych, reprezentujących parametry procesu drgań mechanicznych oraz wartości prędkości obrotowych narzędzia, przydatnej w diagnozowaniu stanu narzędzia obsługiwanego przez manipulator w zrobotyzowanych stacjach obróbczych.

10. Burghardt A., Kurc K., **Szybicki D.**, Muszyńska M., Nawrocki J.: Robot-operated quality control station based on the UTT method. Open Engineering, 2017 (IF=0,211)

Udział Habilitanta w latach 2014-2016 w realizacji projektu Demonstrator Plus UOD-DEM pt. „Testowanie krytycznych elementów silnika lotniczego o podwyższonych parametrach użytkowych” był podstawą do opisu w tej pracy osiągnięcia, związanego z zaprojektowaniem zrobotyzowanego stanowiska, służącego do ultradźwiękowych pomiarów cech geometrycznych segmentów aparatów kierujących silników odrzutowych, z zastosowaniem narzędzi CAD oraz środowisk programistycznych Autodesk Robot Structural Analysis i Robot Studio. Nowatorskim elementem publikacji jest opis utworzonego zautomatyzowanego układu reorientacji detalu względem narzędzia, z użyciem sygnałów pochodzących z zastosowanego tam ultradźwiękowego czujnika.

Jako trzecie osiągnięcie naukowe Habilitanta zadeklarował trzy oryginalne osiągnięcia projektowe:

- 1) POIR.01.01.01-00-0804/17 w ramach konkursu NCBiR, pt. „Opracowanie i uruchomienie technologii wytwarzania wysokodokładnych odlewów żeliwnych dla sektora automotive z wykorzystaniem metodyki INDUSTRY 4.0.” Rola Habilitanta w projekcie: kierownik zespołu projektowania i programowania. Wkład twórczy Habilitanta: wykonanie projektu zrobotyzowanego stanowiska do obróbki skrawaniem detali o losowo zmiennym kształcie; opracowanie zadań manipulatorów zrobotyzowanej stacji technologicznej; wykonanie symulacji pracy robotów wraz z optymalizacją kinematyki ruchów; opracowanie

wytycznych do zestawiania oraz zbudowania zrobotyzowanej stacji z uwzględnieniem norm bezpieczeństwa maszyn; zaprojektowanie i wykonanie oprogramowania do prowadzenia procesu z zastosowaniem dwóch kontrolerów IRC5, skanera laserowego 2D oraz standardów komunikacji przemysłowej; współudział w opracowaniu technologii obcinania losowych wyplwyków odlewniczych z wykorzystaniem skanera 2D oraz układów kontroli siły.

2) POIR.01.01.01-00-0763/17 w ramach konkursu NCBiR, pt. „Opracowanie technologii wytwarzania oraz wdrożenie do produkcji aparatów kierujących lotniczej turbiny niskiego ciśnienia”. Rola Habilitanta w projekcie: kierownik zespołu projektowania i programowania. Wkład twórczy Habilitanta: wykonanie projektu zrobotyzowanego stanowiska do przygotowania form odlewniczych; opracowanie zadań elementów stacji zrobotyzowanej; utworzenie symulacji pracy robota wraz z optymalizacją kinematyki jego ruchów; opracowanie wytycznych zbudowania stacji zrobotyzowanej z uwzględnieniem norm bezpieczeństwa maszyn; współautorstwo utworzonej konstrukcji stacji zrobotyzowanej oraz jej dokumentacji 2D i 3D; zaprojektowanie i współautorstwo utworzenia oprogramowania do prowadzenia procesu wytwórczego; współautorstwo technologii zrobotyzowanego mycia, czyszczenia, suszenia i sprawdzania szczelności form odlewniczych.

3) DEMONSTRATOR PLUS UOD-DEM-1-557/001 w ramach konkursu NCBiR, pt. „Testowanie krytycznych elementów silnika lotniczego o podwyższonych parametrach użytkowych”. Rola Habilitanta w projekcie: kierownik zespołu projektowania i programowania. Wkład twórczy Habilitanta: wykonanie projektu zrobotyzowanego stanowiska do pomiarów parametrów geometrycznych segmentów aparatów kierujących silników odrzutowych; opracowanie zadań elementów stacji zrobotyzowanej; utworzenie symulacji pracy robota wraz z optymalizacją kinematyki jego ruchów; opracowanie wytycznych do zbudowania stacji zrobotyzowanej z uwzględnieniem norm bezpieczeństwa maszyn; współautorstwo utworzenia konstrukcji stacji zrobotyzowanej; zaprojektowanie i opracowanie oprogramowania do realizacji procesu wytwórczego z użyciem kontrolera IRC5, komputera przemysłowego z dedykowaną kartą pomiarową oraz standardów komunikacji przemysłowej; współudział w opracowaniu technologii pomiaru grubości ścian elementów aparatu kierującego.

Zauważalna jest tu duża aktywność twórcza Habilitanta, a wkład w realizację zadań projektowych mieści się w obszarze Jego zainteresowań naukowo – badawczych. Ważny jest także praktyczny efekt badań Kandydata w ramach realizacji zadań projektowych w postaci współautorstwa Habilitanta w zgłoszeniu patentu pt. „Machining chuck for a measuring and machining station, especially for metal casts”.

### **Uczestnictwo w krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych**

Habilitant, po uzyskaniu stopnia doktora, uczestniczył czynnie w 21 krajowych konferencjach naukowych, takich jak:

16 Krajowa Konferencja Robotyki, Trzebieiszowice, 2022; XVIII Konferencja Automatyzacji i Eksploatacji Systemów Sterowania i Łączności ASMOR 2022; The Conference on Robotization and Automation of The Foundry Industry, Zakopane, 2021; 59 Sympozjon

Modelowanie w Mechanice, Ustroń, 2020; XV Konferencja Dynamical Systems – Theory and Applications, Łódź, 2019; 58 Sympozjon Modelowanie w Mechanice, Ustroń, 2019; 57 Sympozjon Modelowanie w Mechanice, Ustroń, 2018; XXVI Międzynarodowa Konferencja Naukowa Teorii Maszyn i Układów Mechatronicznych, Wrocław, 2018; XXII International Seminar of Metrology MSM'2018, Arłamów, 2018; XIV Konferencja Dynamical Systems – Theory and Applications, Łódź, 2017; III Podkarpacka Konferencja Młodych Naukowców, Rzeszów, 2017; Nowe Kierunki Rozwoju Mechaniki, Supraśl, 2017; XXV Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Dydaktyczna Teorii Maszyn i Układów Mechatronicznych, Nowy Sącz, 2016; 12th International Conference Mechatronic Systems and Materials, Białystok, 2016; II Podkarpacka Konferencja Młodych Naukowców, Rzeszów, 2016; 53 Sympozjon Modelowanie w Mechanice, Ustroń, 2015; KraSyNT Krakowskie Sympozjum Naukowo–Techniczne, Kraków/Wieliczka, 2015; XIII Konferencja Dynamical Systems – Theory and Applications, Łódź, 2015; XV Konferencja Automatyzacji i Eksploatacji Systemów Sterowania i Łączności ASMOR 2015, Władysławowo, 2015; I Podkarpacka Konferencja Młodych Naukowców, Rzeszów, 2015.

oraz w trzech konferencjach międzynarodowych, takich jak:

5<sup>th</sup> International Conference on Advances in Signal Processing and Artificial Intelligence (ASPAI' 2023), Hiszpania, Costa Adeje, 2023; Przemysł 4.0 Event Overview HANNOVER MESSE & CeMAT, Niemcy, Hanower, 2019; 20<sup>th</sup> Working Conference on Virtual Enterprises Włochy, Turyn, 2019.

Przed uzyskaniem stopnia doktora, Kandydat uczestniczył w dwóch konferencjach międzynarodowych:

Robotics Welding & Cutting Opening Ceremony European Showroom Exclusive robotics session, Czechy, Praga, 2014; Ukraińsko-Polskie Naukowe Dialogi, Ukraina, Jaremcze, 2013.

oraz w dziewięciu konferencjach krajowych:

KraSyNT Krakowskie Sympozjum Naukowo–Techniczne, Kraków/Wieliczka, 2014; 53 Sympozjon Modelowanie w Mechanice, Ustroń, 2014; I Podkarpacka Konferencja Naukowa Doktorantów, Rzeszów, 2013; 52 Sympozjon Modelowanie w Mechanice, Ustroń, 2013; V Sympozjum Naukowe Postęp w Technikach Wytwarzania i Konstrukcji Maszyn, Kazimierz Dolny n. Wisłą – Lublin, 2013; XIV Konferencja Automatyzacji i Eksploatacji Systemów Sterowania i Łączności ASMOR 2013, Jastrzębia Góra, 2013; International Conference Mechatronics: Ideas for Industrial Applications, Warszawa, 2012; 51 Sympozjon Modelowanie w Mechanice, Ustroń, 2012; 50 Sympozjon Modelowanie w Mechanice, Ustroń, 2011.

### **Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych, realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych**

Poza trzema wiodącymi projektami, wykazanymi przez Habilitanta jako trzecie osiągnięcie naukowe, dr inż. Dariusz Szybicki deklaruje swój udział w latach 2019 - 2022 w kolejnych sześciu zadaniach projektowych:

W ramach projektu POIR.01.01.01-00-0016/19 „Automatyzacja obróbki cienkościennych korpusów przekładni lotniczych, wykonanych ze stopów lekkich” Habilitant uczestniczył w realizacji dwóch zadań: „Opracowanie technologii zrobotyzowanej, adaptacyjnej obróbki korpusów ze stopu aluminium przekładni lotniczych, realizowanej

narzędziami pasywnymi”, a także „Opracowanie zrobotyzowanej technologii pomiaru wybranych parametrów geometrii obudowy przekładni lotniczej”. W zakresie tematyki projektu powstała praca doktorska, której promotorem pomocniczym był Habilitant, a opracowana w ramach projektu technologia została wdrożona w firmie Pratt & Whitney w Rzeszowie.

W ramach umowy zlecenia z firmą Pratt & Whitney Rzeszów Habilitant uczestniczył w wykonaniu zadania opracowania technologii projektowania elementów stacji zrobotyzowanej przeznaczonej do zrobotyzowanego procesu fazowania elementów przekładni typu FDGS. (Fan Drive Geared System), stanowiącej element unikatowej konstrukcji silników lotniczych, stosowanych m.in. w samolotach Airbus. Także i ta technologia została wdrożona na dwóch zrobotyzowanych stacjach obróbczych w firmie Pratt & Whitney w Rzeszowie.

W ramach projektu: POIR.01.02.00-00-0016/15-01, pt. „Zaawansowane technologie wytwarzania łopatek turbin metodami obróbki skrawaniem, zautomatyzowanym polerowaniem oraz drukowaniem 3D” Habilitanta uczestniczył w opracowaniu zrobotyzowanej, realizowanej w sposób iteracyjny, technologii szlifowania i polerowania łopatek silników lotniczych. Utworzone rozwiązanie zrobotyzowanej obróbki łopatek zostało wdrożone w firmie Ultratech.

W ramach projektu: INNOTECH-K2/IN2/66/182991/NCBR/13 pt. „Opracowanie procesu zrobotyzowanego zatępienia krawędzi elementów o zmiennym kształcie stosowanych w silnikach lotniczych z wykorzystaniem systemu automatycznej adaptacji trajektorii narzędzia” Habilitant uczestniczył w opracowaniu technologii zrobotyzowanego procesu zatępienia krawędzi elementów o losowo zmiennym kształcie, realizowanego z wykorzystaniem systemu automatycznej adaptacji trajektorii narzędzia w czasie rzeczywistym. Zaprojektowana technologia została wdrożona na zrobotyzowanej stacji obróbczej w firmie Pratt & Whitney w Rzeszowie.

W ramach projektu N N501 054440 pt. „Zastosowanie sztucznej inteligencji w mechatronicznym projektowaniu gąsienicowych robotów inspekcyjnych” Habilitant brał udział w wykonaniu i zaprojektowaniu robota inspekcyjnego wraz z jego oprogramowaniem, przeznaczonego do pomiarów elementów sieci wodociągowej.

Uczestnictwo Habilitanta w tak wielu praktycznych zadaniach projektowych, kończących się zwykle wdrożeniami w warunkach przemysłowych, decyduje o Jego dużej wiedzy i wielkim doświadczeniu w zakresie problemów, objętych obszarem osiągnięć naukowych zgłaszanych do oceny w procedurze habilitacyjnej.

## **Podsumowanie wkładu Habilitanta do rozwoju dyscypliny inżynieria mechaniczna**

Główne osiągnięcia naukowe Habilitanta lokują się w obszarze tworzenia i wdrażania do praktycznych aplikacji autorskich metod projektowania i programowania offline zrobotyzowanych stacji technologicznych, z zastosowaniem idei cyfrowych bliźniaków oraz absolutnego trakera laserowego. Dzięki opracowanej metodyce, stosowanym narzędziom offline i precyzji działania trakerów laserowych, Habilitant rozwinął hybrydowe metody programowania robotów przemysłowych, uprościł wyznaczanie czasów cykli pracy robota oraz analizę możliwych kolizji w zrobotyzowanym gnieździe produkcyjnym, umożliwił tworzenie



oprogramowania i symulacji funkcjonowania projektowanego gniazda zrobotyzowanego z zastosowaniem sterowników PLC i środowiska programistycznego Matlab, a także umożliwił wprowadzenia do szkoleń programistów i techników utrzymania ruchu stacji zrobotyzowanych metod i narzędzi wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości, a przede wszystkim cyfrowych bliźniaków takich zintegrowanych komputerowo, zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych.

Za bardzo istotne uważam działania Habilitanta, zmierzające do praktycznych zastosowań efektów swoich badań, do których to działań należą: opracowania projektowo-konstrukcyjne, technologiczne i aplikacyjne zrobotyzowanych stanowisk obróbki skrawaniem elementów o losowo zmiennym kształcie; utworzenie, z zastosowaniem sieci neuronowych, form odlewniczych części turbin lotniczych oraz dokonanie pomiarów ich geometrycznych cech konstrukcyjnych; opracowanie i wprowadzenie do zrobotyzowanych stacji wytwórczych zaawansowanego klasyfikatora stanu narzędzi oraz algorytmów pomiaru geometrycznych cech konstrukcyjnych łopatek silników odrzutowych; opracowanie dwóch autorskich technik programowania robotów przemysłowych oraz zastosowanie ich w praktyce przemysłowej.

### **Aktywność naukowo-badawcza Habilitanta w jednostkach poza macierzystą Uczelnią**

Habilitant ma w swoim dorobku potwierdzenie aktywności naukowej, prowadzonej przez Niego w jednostkach poza macierzystą Uczelnią:

- 1) Udział w latach 2020 - 2022 w realizacji projektu pn. „Kształcenie dualne w kontekście wyzwań Przemysłu 4.0”, finansowanego z Funduszy Norweskich, Mechanizmu Finansowego EOG Komponent III PROGRAM EDUKACJA nr dokumentu: EOG/19/K3/W/0037. Lider projektu - Wszechnica Uniwersytetu Jagiellońskiego, partnerzy - International Development Norway oraz Pratt&Whitney Rzeszów Spółka Akcyjna. Efektem prac Habilitanta w tym konsorcjum jest opracowanie i upowszechnienie oferty szkoleń VR, potwierdzonych wdrożeniami krajowymi i zagranicznymi. Udział Habilitanta w pracach tego konsorcjum wymagał uczestnictwa w 2022 r. w stażu w Trondheim Norwegia, siedziba IDN (International Development Norway), gdzie tematyka prac w ramach stażu dotyczyła opracowania produktu w postaci wirtualnych szkoleń z zakresu serwisowania stacji zrobotyzowanych, a także w 2021 r. w stażu w Oslo, Norwegia, gdzie, tematyka prac dotyczyła poprawy właściwości aplikacyjnych szkoleń,
- 2) Udział w 2022 r. w projekcie JANUS - e-Pedagogy and Virtual Reality Based Robotic Blended Education nr: 2020-1-PL01-KA226-HE-095371, we współpracy z Politechniką Rzeszowską oraz Politecnico di Torino. Udział Habilitanta w pracach tego konsorcjum wymagał uczestnictwa w 2022 r. w stażu w Turynie, Politecnico di Torino, Włochy.
- 3) Współpraca z Akademią Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie, w ramach projektu pt. „Zastosowanie sztucznej inteligencji w mechatronicznym projektowaniu gąsienicowych robotów inspekcyjnych”, grant nr: N N501 054440, gdzie Habilitant prowadził prace badawcze w ramach umów cywilno-prawnych, a także brał udział w projekcie prowadzonym na AGH pt. „Mechatroniczne projektowanie robotów do diagnostyki i konserwacji zbiorników z cieczą”. Efektem naukowym tej aktywności Habilitanta jest monografia: Cedro L., Dominik I., Giergiel M., Kaszuba F., Kurc K., Lalik K., Pękała S., **Szybicki D.**, Zwierzchowski J.: Wybrane problemy współczesnej robotyki - Zrobotyzowane czyszczenie zbiorników z cieczą. AGH, 2014, a także monografia: Burghardt A., Cieślík J., Flaga S., Kurc K., Minorowicz B., Nawrocki M., Pluta J., Stefański F., **Szybicki D.**,

Zając M.: Wybrane problemy współczesnej robotyki - Metody adaptacji trajektorii robotów przemysłowych. AGH, 2015.

### **Udział Habilitanta w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych**

Habilitant czterokrotnie uczestniczył w pracach komitetów naukowych I, II, III i IV Podkarpackiej Konferencji Młodych Naukowców, Rzeszów 2013, 2016, 2017, 2018.

### **Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych**

Habilitant jest Członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej, a także Członkiem Polskiego Komitetu Teorii Maszyn i Mechanizmów.

### **Recenzowanie prac naukowych, w szczególności publikowanych w czasopiśmie międzynarodowych**

Habilitant trzykrotnie recenzował prace naukowe, a w tym: monografię Szellerski M.W. pt. „Praktyczne podstawy mechatroniki dla techników”; publikację Zafra-Urrea R. M., López-Damian, E., & Santana-Díaz, A. Grasp: Planning Based on Metrics for Collaborative Tasks Using Optimization. Applied Sciences, 2023; publikację Paradise A., Surve S., Menezes J. C., Gupta M., Bisht V., Jang K. R., Ferrari S.: RealTHASC-A Cyber-Physical XR Testbed for AI-Supported Real-Time Human Autonomous Systems Collaborations. Frontier in Virtual Reality.

### **Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym**

Współpraca Habilitanta z sektorem gospodarczym zasługuje na szczególne wyróżnienie. Habilitant, poza aktywnością akademicką, jest wiceprezesem firmy 3D Robot, zajmującej się projektowaniem stacji zrobotyzowanych oraz programowaniem robotów przemysłowych, będącej członkiem Stowarzyszenia Grupy Przedsiębiorców Przemysłu Lotniczego „Dolina Lotnicza”.

Dzięki współpracy z firmą ABB Politechnika Rzeszowska oferuje studentom atrakcyjne staże zagraniczne, prowadzi doradztwo i konsultacje parametrów oprogramowania stacji zrobotyzowanej, realizującej obróbkę elementów podwozi lotniczych oraz stacji spawalniczej, uczestniczyła w opracowaniu wytycznych do technologii obróbki łopatek turbin energetycznych, produkowanych przez firmę GE Power oraz wytycznych do technologii zrobotyzowanej obróbki odlewów rozjazdów kolejowych, a ponadto prowadzi szkolenia dla pracowników firm z Doliny Lotniczej z zakresu programowania robotów ABB.

W ramach współpracy z firmą Pratt & Whitney Rzeszów Habilitant pełnił funkcję promotora pomocniczego doktoratu wdrożeniowego pracownika tej firmy, uczestniczył w procesie kształcenia dualnego, a także w wielu projektach badawczych.

Wiele dodatkowych projektów Habilitant realizował z takimi firmami z otoczenia społeczno-gospodarczego, jak: Consolidated Precision Products Poland, Cobot Planet, Odlewnia Kutno, Fibrain, Safran Aircraft Engines Poland, EC Test Systems, czy też Huta Stalowa Wola.

## **Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych**

Habilitant pełnił funkcje eksperckie w procesie oceny merytorycznej oraz wydawania opinii dotyczących projektów Programu Regionalnego Fundusze Europejskie dla Podkarpacia 2021-2027, w ramach konkursu w dziedzinie Lotnictwo i Kosmonautyka, a także w ramach konkursu w dziedzinie Motoryzacja.

## **Dane naukometryczne Habilitanta**

Dane naukometryczne Habilitanta, takie jak Indeks Hirscha równy 9; Impact Factor IF równy 38,9; liczba cytowań wg Web of Science równa 202 (134 bez autocytowań), świadczą o rozpoznawalności dorobku Habilitanta w nauce.

## **Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę**

Do osiągnięć dydaktycznych Habilitanta zaliczam: organizowanie kursów dla studentów, wieńczonych uzyskaniem certyfikatu firmy ABB z zakresu programowania robotów przemysłowych; roztaczanie opieki nad studentami oraz udział w zawodach organizowanych przez firmę ABB pod nazwą Robot Studio Challenge; opiekę nad Studenckim Kołem Naukowym „Mechatronik”, uzyskując za tę aktywność nagrody rektorskie; dwukrotne pełnienie funkcji promotora pomocniczego w postępowaniach doktorskich; wypromowanie blisko 90 absolwentów, jako prowadzący ponad 40 projektów inżynierskich i promotor 45 prac dyplomowych magisterskich; zrecenzowanie blisko 50 prac dyplomowych oraz udział w blisko 150 posiedzeniach komisji dyplomowych.

Za osiągnięcia organizacyjne Habilitanta uznaję: pełnienie przez trzy kadencje funkcji przewodniczącego Samorządu Doktorantów Politechniki Rzeszowskiej oraz Samorządu Doktorantów Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej; udział w pracach Senatu Politechniki Rzeszowskiej; udział w posiedzeniach Rady Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa; udział w pracach Senackiej Komisji ds. Kształcenia oraz w pracach Komisji Stypendialnej. Habilitant był ponadto: członkiem zarządu i sekretarzem Porozumienia Doktorantów Uczelni Technicznych; członkiem Komisji ds. Uczelni Technicznych Krajowej Reprezentacji Doktorantów; sekretarzem Komisji Rekrutacyjnej na Studia Doktoranckie Politechniki Rzeszowskiej. Za współpracę w utworzeniu Laboratorium Robotyki dla Przemysłu Lotniczego, Habilitant otrzymał Nagrodę Rektora Politechniki Rzeszowskiej. Ważną aktywnością Habilitanta był udział w pracach zespołu ds. opracowania strategii rozwoju Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej.

Jako aktywność w obszarze promowania nauki uznaję: czynny udział Habilitanta w Festiwalu Nauki w 2017 z prezentacją „Roboty – od fantastyki do codzienności. Wybrane zagadnienia z historii robotyki i zastosowań robotów”; wystąpienie w ramach współpracy z firmą Fundacja Wspierania Edukacji przy Stowarzyszeniu Dolina Lotnicza; promowanie oryginalnych rozwiązań powstających w laboratorium Robotyki dla Przemysłu Lotniczego; wystąpienie w 2022 r. w programie telewizyjnym Aktualności TVP Rzeszów oraz w ogólnopolskim wydaniu programu Teleexpress TVP. Habilitant często publikuje również materiały na stronie domowej macierzystej Uczelni, a także w czasopiśmie branżowych,

w Gazecie Politechniki Rzeszowskiej, w dzienniku Nowiny. Istotny w tym zakresie był udział Habilitanta w projekcie „Inżynieria mechaniczna dla przemysłu lotniczego - realizacja studiów dualnych II stopnia na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej”, poprzez prowadzenie dodatkowych zajęć dla studentów oraz udział w projekcie „Politechniczna Sieć VIA CARPATIA”, poprzez realizację działania: „Z technikum na politechniki”, w formie przeprowadzenia dodatkowych zajęć dla uczniów szkół średnich, dotyczących promocji rozwiązań zrobotyzowanych.

Wymienione osiągnięcia świadczą o dużym zaangażowaniu Habilitanta w działalność macierzystego Wydziału i Uczelni, a także o Jego umiejętności skutecznego dzielenia swojej aktywności zarówno na badania naukowe, na współpracę z przemysłem, na prowadzenie procesu dydaktycznego, na społeczne promowanie nauki, jak i na niezbędne prace dla dobra wspólnoty akademickiej.

## **Podsumowanie recenzji**

Jak wynika z dostarczonych przez Habilitanta we wniosku habilitacyjnym dokumentów, Kandydat jest bardzo aktywnym, kreatywnym, cenionym pracownikiem naukowo – dydaktycznym na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej, spełniającym się w badaniach naukowych, pracach badawczych, procesie dydaktycznym, popularyzacji nauki, a także w aktywności organizacyjnej. Parametry bibliometryczne dorobku Habilitanta, wg WoS, takie jak: Indeks Hirscha równy 9, sumaryczny Impact Factor publikacji naukowych równy 38,9 oraz liczba cytowań prac Habilitanta równa 202 (134 bez autocytowań), pozwalają na pozytywną ocenę całokształtu dorobku Kandydata do nadania stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Biorąc pod uwagę wysoką ocenę dorobku naukowego Habilitanta, stanowiącego zadeklarowane osiągnięcia naukowe, wysoką ocenę istotnej aktywności naukowej i badawczej dr. inż. Dariusza Szybickiego, udokumentowanej poprzez opublikowanie czterech monografii, autorstwo pięciu rozdziałów w monografiach, współautorstwo blisko 80 artykułów, 11 wniosków patentowych oraz siedmiu wdrożeń i jednego uzyskanego patentu, wysoką ocenę aktywności dydaktycznej, organizacyjnej i promocyjnej w obszarze nauki, a także Jego doświadczenie w prowadzeniu międzynarodowej współpracy naukowej i badawczej stwierdzam, że Kandydat jest dojrzałym pracownikiem naukowym, posiadającym niezbędne i wysokie kompetencje, konieczne w procesie prowadzenia samodzielnej działalności naukowej i badawczej.

Uważam, że dr inż. Dariusz Szybicki spełnia warunki określone w art. 219 Ustawy prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U. z 2018 poz. 1668 z późn. zm.) i ma gruntowne podstawy, aby ubiegać się o nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, należącej do dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych.

Popieram wniosek o nadanie dr. inż. Dariuszowi Szybickiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

