

Wrocław, dn. 18.03.2024 r.

Dr hab. inż. **Krzysztof Jacek Bałchanowski**, prof. uczelni
Politechnika Wrocławska
Wydział Mechaniczny
Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn i Układów Mechatronicznych
ul. Łukasiewicza 7/9
50-371 Wrocław

Recenzja

osiągnięcia naukowego oraz całokształtu aktywności naukowej
Pana dr. inż. Dariusza Szybickiego
w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę formalną recenzji stanowi pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej dr. hab. inż. Andrzeja Burghardta, prof. PRz nr RM/531-09-08/23/2024 z dnia 10.01.2024 r. informujące o powołaniu mojej osoby na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Dariusza Szybickiego.

Recenzja została opracowana zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742 ze zm.).

Osiągnięcie naukowe Habilitant zatytułował „**Implementacja autorskich metod projektowania stacji zrobotyzowanych oraz programowania robotów potwierdzona wdrożeniami przemysłowymi**” wskazując do oceny autorską monografię pt. „**Zastosowanie idei cyfrowych bliźniaków w projektowaniu oraz programowaniu stacji zrobotyzowanych**” wydaną w 2023 roku przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Rzeszowskiej, cykl dziesięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych oraz trzy oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne.

Recenzja została sporządzona na podstawie dostarczonych dokumentów:

- wniosek z dnia 15.09.2023 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, w którym osiągnięciem naukowym będącym podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego są:
monografia,
cykl powiązanych tematycznie 10 artykułów naukowych,
trzy oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne,
- dane wnioskodawcy,
- dokument potwierdzający posiadania stopnia doktora,
- autoreferat,
- cykl powiązanych tematycznie artykułów,
- egzemplarz monografii stanowiącej osiągnięcie naukowe,

- oświadczenie dotyczące osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych.

Otrzymana dokumentacja zawiera materiały, które umożliwiły mi przygotowanie recenzji w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna wszczętym na wniosek dr. inż. Dariusz Szybickiego.

2. Charakterystyka ogólna Kandydata

Pan dr inż. Dariusz Szybicki ukończył w 2009 r. studia magisterskie na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn o specjalności Mechatronika. Na tym samym Wydziale ukończył studia doktoranckie i w roku 2014 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dziedzinie naukowej mechanika pisząc rozprawę doktorską pt.: „Mechatroniczne projektowanie inspekcyjnego robota gąsienicowego”. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Józef Giergiel, a recenzentami prof. dr hab. inż. Zbigniew Koruba i prof. dr hab. inż. Arkadiusz Mężyk.

Kandydat jest pracownikiem badawczo-dydaktycznym zatrudnionym w Politechnice Rzeszowskiej. W latach 2011-2014 był zatrudniony na stanowiska asystenta, a od roku 2014 jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Katedrze Mechaniki Stosowanej i Robotyki Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa.

Podstawowy obszar działalności badawczej i naukowej kandydata można wskazać jako poszukiwania oraz wdrażania autorskich metod projektowania i programowania stacji zrobotyzowanych. Wniosek o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego jest tematycznie umiejscowiony w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

Z przedstawionych do recenzji dokumentów wynika również, że pan dr inż. Dariusz Szybicki nie ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

3. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego znaczny wkład w rozwój dyscypliny

Dr inż. Dariusz Szybicki jako osiągnięcie naukowe mające być podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego wskazał autorską monografię naukową. Przedstawiona do oceny monografia nosi tytuł: „Zastosowanie idei cyfrowych bliźniaków w projektowaniu oraz programowaniu stacji zrobotyzowanych” została wydana w roku 2023 nakładem Oficyny Wydawniczej Politechniki Rzeszowskiej. Recenzentami wydawniczymi byli prof. dr hab. inż. Gabriel Kost, Politechnika Śląska oraz dr hab. inż. Andrzej Klepka, prof. AGH, Akademia Górniczo - Hutnicza im. S. Staszica.

Ponadto Kandydat wykazał do osiągnięcia dziesięć współautorskich artykułów naukowych oznaczonych (w autoreferacie) [1] - [10]), które zostały opublikowane w czasopiśmie: [1] w Sensors (według MNiSW 100 pkt.), [2] i [7] w Electronics (140 pkt.), [3] w Archive of Mechanical Engineering (100 pkt.), [5] w Applied Sciences (100 pkt.), [6] w Strength of Materials (100 pkt.), [9] w Mechanical Systems and Signal Processing (40 pkt.), [10] w Open Engineering (70 pkt), [4] i [8] w materiałach konferencyjnych wydanych przez Springer International Publishing oraz wskazał trzy oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne:

Bub

- 1) Projekt i konstrukcja zrobotyzowanego stanowiska oraz opracowanie technologii obróbki skrawaniem detali o kształcie zmiennym losowo,
- 2) Projekt i konstrukcja zrobotyzowanego stanowiska oraz opracowanie technologii przygotowania form odlewniczych aparatów kierujących osiowych turbin lotniczych,
- 3) Projekt i konstrukcja zrobotyzowanego stanowiska oraz opracowanie technologii pomiarów parametrów geometrycznych segmentów aparatów kierujących silników odrzutowych.

Tematyka naukowa podejmowana przez Kandydata jest osadzona w dyscyplinie inżynieria mechaniczna w obszarze badań związanych z budową i eksploatacją maszyn, robotyką, automatyką, mechatroniką oraz wdrażaniem nowych rozwiązań w nowoczesnym przemyśle.

W nowoczesnej i współczesnej technice przedsiębiorstwa, by stać się bardziej konkurencyjnymi, by poprawić jakość i wydajność produkcji starają się realizować i wdrażać idee kolejnej rewolucji przemysłowej Przemysłu 4.0. Koncepcja Przemysłu 4.0 obejmuje obszary, do których zalicza się liczne technologie i związane z nimi paradygmaty. Do głównych elementów, które są ściśle związane z ideą Przemysłu 4.0, należy zaliczyć: automatyzację i robotyzację przemysłu, przemysłowy internet rzeczy, produkcję opartą na chmurze, inteligentne fabryki, systemy cyberfizyczne czy społeczny rozwój produktu itp.

Wzrost liczby nowo instalowanych robotów to tylko część obrazu związanego z Przemysłem 4.0, automatyzacją i wdrażaniem stacji zrobotyzowanych. Budowa zrobotyzowanych stanowisk wymaga przygotowania kompleksowej infrastruktury obejmującej elementy bezpieczeństwa i dodatkowe wyposażenie robota w specjalistyczne oprzyrządowanie, odpowiednie oprogramowanie, szkolenia pracowników, wdrożenia oraz utrzymania stanowisk. Jest to proces długotrwały i kosztowny.

Zarówno nowo wdrażane roboty, jak i te już wykorzystywane wymagają opracowania lub zmian oprogramowania, dlatego badania nad metodami programowania robotów są bardzo szybko rozwijającą się dziedziną robotyki. Ze względu na koszty programowania, niedobór specjalistów oraz czasochłonność tego procesu celem prac prowadzonych nad tą tematyką jest przyspieszenie tego procesu i ułatwienie jego wykonania przez personel. Skrócenie czasu programowania jest źródłem oszczędności i ma dla przedsiębiorstw olbrzymie znaczenie.

Przedstawione przez Habilitanta dane statystyczne i dokonana analiza literatury wskazują na zasadność prowadzenia prac badawczych dotyczących projektowania i modelowania stacji zrobotyzowanych oraz cyfrowych bliźniaków. Analizowany stan wiedzy dotyczącej projektowania i programowania stacji zrobotyzowanych wykazuje, że w dostępnej literaturze związanej z analizą procesu projektowania w kontekście danego zastosowania można wskazać brak uogólnień i wniosków użytecznych. W tematyce projektowania bardzo istotne jest pokazanie narzędzi i przykładów realizacji poszczególnych etapów procesu. Bardzo dużą wiedzę przynoszą opisy procesów wdrożeń, gdyż najlepiej sprawdzają i oceniają poprawność przyjętych procedur i metod. Przykładów opisów narzędzi i wdrożeń w publikacjach wciąż jednak jest niewiele. Autor nie znalazł publikacji ukazujących w sposób ogólny i wyczerpujący metody oraz narzędzia stosowane w projektowaniu stacji zrobotyzowanych. Tematyka modelowania robotów przemysłowych ze szczególnym uwzględnieniem kinematyki, dynamiki oraz metod sterowania jest często podejmowana i przedstawiana w literaturze. Brakuje jednak uogólniania i odniesienia tych zagadnień do koncepcji stacji zrobotyzowanej jako całości.

Głównym problemem badawczym, który Autor podejmuje w swojej pracy i w

Buła

przedstawionym osiągnięciu naukowym są zagadnienia modelowania, projektowania i programowania stacji zrobotyzowanych realizowane przy zastosowaniu idei cyfrowych bliźniaków. Cyfrowy bliźniak w odniesieniu do stacji zrobotyzowanej oznacza rozszerzenie modeli cyfrowych stacji o dwustronną i w pełni zintegrowaną komunikację modelu z rzeczywistą stacją.

Kandydat podjął się zadania opracowania autorskich metod projektowania stacji zrobotyzowanych oraz programowania robotów. Metody przedstawione w monografii oraz w cyklu artykułów opierają się na wykorzystaniu metodyki projektowania mechatronicznego rozszerzonej o zastosowanie narzędzi programowania robotów offline, idei cyfrowych bliźniaków oraz absolutnego trakera laserowego. Opracowane zostały nowe narzędzia i metody uzupełniające metodykę projektowania mechatronicznego stacji zrobotyzowanych i umożliwiające programowanie robotów nowymi autorskimi metodami hybrydowymi, pozwalające na modelowanie funkcjonalne elementów stacji, implementację autorskich rozwiązań technologicznych i algorytmów, na zastosowanie wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości do projektowania, programowania, serwisowania i szkoleń.

Podjęcie przez Autora ambitnego zadania opracowania oryginalnej, skutecznej metody projektowania i programowania stacji zrobotyzowanych realizowane przy zastosowaniu idei cyfrowych bliźniaków oraz wypełnienie luki w stanie wiedzy w metodach modelowania cyfrowego układów mechanicznych uważam za właściwe i w pełni uzasadnione.

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

Przedstawiona jako osiągnięcie naukowe o znacznym wkładzie w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna monografia pt. „Zastosowanie idei cyfrowych bliźniaków w projektowaniu oraz programowaniu stacji zrobotyzowanych” składa się z 10 rozdziałów i liczy stron 161. Ponadto książka obejmuje spis literatury, streszczenia w języku polskim i języku angielskim.

Kandydat formułuje jako cel badawczy monografii pokazanie możliwości, jakie daje koncepcja cyfrowych bliźniaków w aspekcie projektowania stacji zrobotyzowanych, programowania robotów przemysłowych oraz sposobów wykorzystania bliźniaków w użytkowaniu rzeczywistych stacji. Autor proponuje holistyczne podejście do aspektów projektowania stacji co oznacza uwzględnienie zarówno modelowania samego robota, jak i pozostałych elementów stacji (detale, przyrządy, wygradzenia itd.) oraz wzięcie pod uwagę dokładności i powtarzalności robotów przemysłowych. W poszczególnych rozdziałach monografii konsekwentnie opisuje podstawy teoretyczne i zastosowania opracowanych metod i narzędzi.

W rozdziałach 1, 2 i 3 Kandydat zamieścił wprowadzenie, ogólny przegląd literatury, podstawowe definicje oraz sformułował cel i zakres pracy. W szczególności przedstawiona została idea cyfrowego bliźniaka jako „sprzężonego modelu cyfrowego rzeczywistej maszyny, który działa na platformie chmurowej i symuluje stan rzeczywistej maszyny przy użyciu zintegrowanej wiedzy zarówno z algorytmów analitycznych opartych na danych, jak i innej dostępnej wiedzy fizycznej” i jej znaczenie w procesie projektowania stacji zrobotyzowanych w kontekście Przemysłu 4.0. Autor bardzo trafnie rozróżnił i przedstawił koncepcje przejścia od modelu cyfrowego, cyfrowych cieni do cyfrowych bliźniaków. W idei cyfrowego bliźniaka

przepływy danych odbywają się między istniejącym obiektem fizycznym a obiektem cyfrowym i są w pełni zintegrowane w obu kierunkach.

Rozdział 4 monografii podejmuje problemy budowy modelu cyfrowego robota i pozostałych elementów stacji za pomocą modelowania geometrii uwzględniającego wzajemne ich położenia i orientacje. Omówiono powszechnie stosowane w robotyce układy współrzędnych i zasady ich transformacji. Przedstawiono podstawy opisu kinematyki manipulatora z zastosowaniem notacji Denavita-Hartenberga.

Problemy dokładności oraz powtarzalności robotów w procesie projektowania stacji i programowania zostały podjęte w rozdz. 5. Opisane zostały podstawowe definicje i narzędzia stosowane do badania powtarzalności i dokładności, ze szczególnym uwzględnieniem absolutnych trackerów laserowych. Bardzo istotnym zagadnieniem poruszonym w tym rozdziale było przedstawienie rozwiązań zwiększających dokładność robotów przemysłowych.

Rozdział 6 dotyczy narzędzi i metod programowania robotów. Habilitant dokonał omówienia i scharakteryzowania stosowanych metod online i offline programowania robotów przemysłowych wskazując, że podczas procesu programowania widoczne stają się bardzo duże możliwości wynikające z połączenia cyfrowego modelu z rzeczywistym obiektem. W tym rozdziale zostały przedstawione dwie opracowane autorskie hybrydowe metody programowania opierające się na zastosowaniu wirtualnej rzeczywistości oraz trackera laserowego. Autorskie rozwiązania hybrydowe mogą być wykorzystane podczas programowania i implementacji stacji zrobotyzowanych przy wykorzystaniu idei cyfrowych bliźniaków.

Kolejnymi aspektami projektowanych stacji zrobotyzowanych były kwestie bezpieczeństwa przedstawione w rozdziale 7. Szczegółowo omówiono pojęcia, podstawowe normy związane z projektowaniem bezpieczeństwa stacji zrobotyzowanych i doбором technicznych środków ochrony. Autor szczegółowo opisał możliwości zaawansowanych systemów bezpieczeństwa zaprojektowanych przy wykorzystaniu narzędzi cyfrowych i możliwości cyfrowych bliźniaków. Nowe metody umożliwiają tworzenia stref bezpieczeństwa oraz tzw. stref zabronionych dla robota na podstawie modeli CAD oraz z wykorzystaniem ścieżek TCP robota, dostępna jest ich natychmiastowa implementacja w rzeczywistej stacji.

Metodyce budowy cyfrowych bliźniaków stacji zrobotyzowanych oraz sposobom rozwiązywania podstawowego problemu programowania offline robotów, czyli ograniczonej dokładności odwzorowania stanowiska oraz detali poświęcony jest rozdział 8 monografii. Habilitant w tej części pracy opracował i przedstawił dwa algorytmy postępowania budowy cyfrowych modeli i bliźniaków. Pierwszy algorytm obejmuje przypadek, gdy budowany jest cyfrowy model stacji zrobotyzowanej dla istniejącego fizycznie stanowiska. Drugi algorytm dotyczy postępowania, gdy cyfrowy model wyprzedza budowę rzeczywistego stanowiska. Opracowana w tym rozdziale metodyka postępowania jest kluczowa do rozwiązania problemów badawczych postawionych za cel w monografii.

W rozdziale 9 Autor przedstawia wykorzystanie zastosowanie idei i opracowanej metodyki budowy cyfrowych bliźniaków w projektowaniu oraz programowaniu stacji zrobotyzowanych na przykładzie zrealizowanych wdrożeń. W rozdziale pokazano przykłady autorskich projektów i realizacji zrobotyzowanych stacji do przygotowania form odlewniczych oraz obróbki skrawaniem. W przypadku obu projektów zastosowano metodykę przedstawioną w rozdz. 8 w wersji, gdy stacja zrobotyzowana jest dopiero na etapie projektowania i najpierw powstanie cyfrowy model, a później na jego podstawie zostanie zbudowana rzeczywista

stacja. W obydwu przypadkach do projektowania i symulacji stacji wykorzystano oprogramowanie CAD oraz narzędzia do programowania robotów offline. Do programowania stacji zastosowano autorskie metody hybrydowe wykorzystujące wirtualną rzeczywistość oraz tracker laserowy. Stacje zostały zaprojektowane zgodnie z idea cyfrowych bliźniaków wykorzystującą dwustronną wymianę danych model cyfrowy – rzeczywista stacja. Opracowane rozwiązania przetestowano na rzeczywistym obiekcie i wdrożono na stanowiskach badawczych.

Habilitant w rozdz. 10 dokonując podsumowania uznał, że do najważniejszych dokonań monografii, które jego zdaniem mogą być traktowane jako wkład w dyscyplinę naukową inżynieria mechaniczna należą m.in.: osiągnięcia dotyczące implementacji autorskich metod kompleksowego projektowania stacji zrobotyzowanych oraz programowania robotów. Dobór oraz montaż robota są tylko etapami wstępnymi w projekcie całej stacji. Konieczne jest jeszcze zaprojektowanie i dobranie elementów wyposażenia robota, urządzeń współpracujących, rozwiązań bezpieczeństwa, wykonanie oprogramowania oraz wdrożenie do produkcji i przeszkolenie pracowników. Opracowane przez Autora metody projektowania stacji zrobotyzowanych w pełni to umożliwiają.

Autorskie metody przedstawione w monografii opierają się na wykorzystaniu metodyki projektowania mechatronicznego rozszerzonej o zastosowanie narzędzi programowania robotów offline, budowy modeli cyfrowych i idei cyfrowych bliźniaków. Ponieważ podstawowym elementem cyfrowego bliźniaka jest model robota, to właśnie modelowaniu uwzględniającym wzajemne pozycjonowanie składników i przygotowywaniu opisu formalnego w postaci modelu matematycznego poświęcono znaczną część badań. W pracy została zaprezentowana również autorska metodyka pozycjonowania elementów stacji z wykorzystaniem trackera laserowego wykorzystana m.in. w budowie modelu i w opracowaniu nowej hybrydowej metody programowania.

Model cyfrowy stacji jest tylko elementem idei cyfrowych bliźniaków. Do jej pełnej realizacji konieczne jest uzupełnienie modelu o wymianę danych oraz rozbudowane możliwości symulacyjne. Kandydat realizując pracę opracował metodykę budowy cyfrowych bliźniaków stacji, która pozwala m.in. na programowanie robota zaproponowanymi autorskimi metodami hybrydowymi i zastosowanie wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości do programowania oraz szkoleń. Z zastosowania w projektowaniu stacji zrobotyzowanej zarówno modelu cyfrowego, jak i w pełni idei cyfrowych bliźniaków wynikają korzyści związane ze skróceniem czasu projektowania, dostępnymi symulacjami różnego typu oraz możliwością dokładnej analizy aspektów bezpieczeństwa i ergonomii.

W przedstawionym cyklu publikacji (10 artykułów), który został opublikowany w czasopiśmie (z bazy JCR o łącznym IF=17.68) i w materiałach konferencyjnych wybrane zagadnienia zgłoszonego osiągnięcia naukowego są omówione nieco szerzej i uzupełniają wyniki badań oraz metody przedstawione w monografii. Artykuły [1] i [2] poświęcone są wykorzystaniu trackera laserowego w stanowiskach zrobotyzowanych. Prace dotyczą m.in. opracowania koncepcji aplikacji do komunikacji w czasie rzeczywistym trackera laserowego z robotami, co Autor wykorzystał do opracowania autorskiej techniki programowania robotów. Technika ta rozwiązuje m.in. problem błędów modelowania detali środowiska, w którym pracuje robot.

W artykule [5] przedstawiono metodę programowania robotów z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości i cyfrowych bliźniaków. Środowisko wirtualne to cyfrowy bliźniak



stanowiska zrobotyzowanego. System wirtualnej rzeczywistości służy do rejestrowania ruchów człowieka w środowisku wirtualnym środowisku, które następnie odtwarza robot.

Zastosowania wirtualnej rzeczywistości w zastosowaniach projektowania stacji zrobotyzowanych oraz realizacji serwisowania i szkoleń przedstawiono w pracach [4] i [8].

Artykuły [3], [6], [7], [9] i [10] związane są z metodami i problemami związanymi z projektowaniem stacji zrobotyzowanych. Prace dotyczą m.in.: opracowaniu projektu modułu do pomiaru parametrów geometrycznych łopatek silników odrzutowych i struktury komunikacji z elementami stacji zrobotyzowanej, opracowaniu metodologii doboru i optymalizacji parametrów procesu dotyczącego zrobotyzowanego wykonywania fazy zatępienia krawędzi narzędziem pneumatycznym z progresją siły nacisku, projektowania stacji zrobotyzowanych w aspekcie rejestracji oraz analizy parametrów pracy robota (prędkość, przyspieszenie TCP, moc), opracowania elementów systemu, algorytmu oraz oprogramowania do analizy stanu narzędzi w stacjach zrobotyzowanych z zastosowaniem czujników pomiarowych i układu kontroli siły, projektu zrobotyzowanego stanowiska oraz opracowania technologii pomiarów parametrów geometrycznych segmentów aparatów kierujących silników odrzutowych.

Wszystkie publikacje przedstawione jako osiągnięcie naukowe są artykułami współautorskimi. Oświadczenia współautorów potwierdzają udział Habilitanta uwzględniając zakres jego prac. Oceniam udział Kandydata ww. pracach jako znaczący.

Ostatnim elementem przedstawionego osiągnięcia naukowego są 3 oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne. Kandydat wykorzystał ideę cyfrowych bliźniaków na przykładzie autorskich projektów i realizacji zrobotyzowanych stacji do przygotowania form odlewniczych oraz obróbki skrawaniem. Wybrane osiągnięcia Autor scharakteryzował szczegółowo i opisał szczegółowo w rozdziale 9 monografii. Wskazane oryginalne osiągnięcia to:

1). Projekt i konstrukcja zrobotyzowanego stanowiska oraz opracowanie technologii obróbki skrawaniem detali o kształcie zmiennym losowo. Projekt realizowany dla Odlewnia Kutno sp. z o. o. W ramach projektu m.in. zaprojektowano oraz wdrożono do produkcji zrobotyzowaną stację do obróbki skrawaniem detali o kształcie zmiennym losowo. Rola Kandydata w projekcie: kierownik zespołu projektowania i programowania.

2). Projekt i konstrukcja zrobotyzowanego stanowiska oraz opracowanie technologii przygotowania form odlewniczych aparatów kierujących osiowych turbin lotniczych. Projekt realizowany dla Consolidated Precision Products Poland sp. z o.o. Zadaniem opracowanego stanowiska z robotem przemysłowym było wykonanie sekwencji operacji: czyszczenie form z wykorzystaniem podciśnienia, mycie z wykorzystaniem specjalistycznego środka oczyszczającego, badania szczelności form; automatyczny proces suszenia z wykorzystaniem promienników podczerwieni. Rola Kandydata w projekcie: kierownik zespołu projektowania i programowania.

3) Projekt i konstrukcja zrobotyzowanego stanowiska oraz opracowanie technologii pomiarów parametrów geometrycznych segmentów aparatów kierujących silników odrzutowych. Stanowisko zostało zaprojektowane dla odlewni precyzyjnej (obecnie Consolidated Precision Products Poland sp. z o.o.) firmy Pratt & Whitney Rzeszów Spółka Akcyjna. W ramach prac badawczych zaprojektowano oraz wykonano zrobotyzowaną stację

do ultradźwiękowej kontroli grubości ścian piór aparatów kierujących. Rola Kandydata w projekcie: kierownik zespołu projektowania i programowania.

W przypadku wszystkich wymienionych osiągnięć i wdrożonych stacji proces projektowania wykorzystujący opracowaną przez Kandydata metodyką i elementy idei cyfrowych bliźniaków skutkowało opracowaniem i budową innowacyjnych stacji zrobotyzowanych. Przedstawione osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne i ich wdrożenia bardzo dobrze ilustrują utylitarne możliwości opracowanego przez Kandydata osiągnięcia naukowego.

Przedstawione przez Habilitanta osiągnięcie naukowe (w postaci monografii, cyklu publikacji i oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych) udowadnia, iż jest on specjalistą w modelowaniu i projektowaniu stacji zrobotyzowanych, programowania robotów przemysłowych oraz sposobów wykorzystania bliźniaków cyfrowych w użytkowaniu rzeczywistych stacji. Autor opracował autorskie hybrydowe metody programowania opierające się na zastosowaniu wirtualnej rzeczywistości oraz trakeru laserowego, opracował metodykę budowy cyfrowych bliźniaków stacji zrobotyzowanych w projektowaniu oraz programowaniu stacji zrobotyzowanych, przedstawił dwa nowe algorytmy postępowania podczas budowy cyfrowych modeli i bliźniaków. Ambitnie podjęte zadanie implementacji autorskich metod projektowania stacji zrobotyzowanych oraz programowania robotów potwierdzone wdrożeniami przemysłowymi zostało z sukcesem osiągnięte i stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Łącznie Kandydat jest współautorem (po uzyskaniu stopnia doktora) 65 artykułów w czasopiśmie, 2 rozdziałów w monografiach naukowych, 4 monografii, miał 29 wystąpień na kongresach i konferencjach. Jest współautorem 1 patentu krajowego, 1 zgłoszenia patentowe do Europejskiego Urzędu Patentowego, 10 zgłoszeń patentowych i 1 zgłoszenia wzoru użytkowego.

Publikacyjny dorobek naukowy Kandydata po doktoracie należy ocenić pozytywnie. Sumaryczny Impact Factor IF wynosi 38.9, liczba cytowań według Web of Science - 202/134 (bez autocytowań), wg Scopus - 268/167. Indeks Hirsha wg WoS – 9, wg Scopus – 9.

Podsumowując przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe Kandydata w odniesieniu do wspomnianej Ustawy należy stwierdzić, że wyniki badań przedstawione w monografii oraz cyklu publikacji dokumentują istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna wypełniając obowiązujące wymogi ustawowe.

4. Ocena aktywności naukowej

4.1. Aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej w szczególności zagranicznej

Istotna aktywność naukowa kandydata w odniesieniu do art. 219 ust. 1 pkt. 3) realizowana w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej w szczególności zagranicznej była wykonywana w formie realizowania projektów międzynarodowych we współpracy z instytucjami naukowymi polskimi i zagranicznymi oraz partnerami komercyjnymi i polegała na prowadzeniu wspólnych badań naukowych, szkoleń i staży.

W latach 2020 - 2022 Kandydat uczestniczył w realizacji projektu „Kształcenie dualne w kontekście wyzwań Przemysłu 4.0” finansowanego z Funduszy Norweskich (EOG/19/K3/W/0037). W projekcie uczestniczyli: Wszechnica Uniwersytetu Jagiellońskiego



(WUJ), International Development Norway (IDN) oraz Pratt&Whitney Rzeszów Spółka Akcyjna. Projekt zakładał opracowanie i upowszechnienie oferty szkoleniowej VR dotyczącej wyzwań wynikających ze zmian technologicznych Przemysłu 4.0. W ramach projektu na Politechnice Rzeszowskiej powstały produkty w postaci wirtualnych szkoleń z zakresu serwisowania stacji zrobotyzowanych. Habilitant uczestniczył w trzech kilkudniowych stażach/szkoleniach: w 2021 w Oslo w Norwegian University of Science and Technology, w 2022 w Trondheim w International Development Norway oraz w 2022 w Krakowie we Wszechnicy Uniwersytetu Jagiellońskiego.

W roku 2020 we współpracy Politecnico di Torino i Politechniki Rzeszowskiej Kandydat współrealizował projekt „JANUS - e-Pedagogy and Virtual Reality Based Robotic Blended Education” nr: 2020-1-PL01-KA226-HE-09537. Celem prac było opracowanie modeli cyfrowych laboratoriów w uczelniach. W ramach projektu został zrealizowany w roku 2022 jeden kilkudniowy staż/szkolenie w Turynie w Politecnico di Torino.

Habilitant aktywnie współpracuje również z zespołami badawczymi Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Współpracę rozpoczął przy realizacji swojej pracy doktorskiej, która była realizowana w ramach projektu N N501 054440, kierowanego przez prof. J. Giergiela. Współpraca z instytucjami naukowymi AGH Kandydata skutkowałą kolejnymi realizacjami projektów badawczych w zakresie badań związanych z robotami przemysłowymi (m.in. grant nr: N R03 005710 i projekt nr POiR.01.01.01-00-1335/20). Prace i badania zaowocowały m.in. opracowaniem i współautorstwem 2 monografii naukowych: „Wybrane problemy współczesnej robotyki - Zrobotyzowane czyszczenie zbiorników z cieczą”, ISBN: 978-83-64755-00-2 oraz „Wybrane problemy współczesnej robotyki - Metody adaptacji trajektorii robotów przemysłowych”, ISBN: 978-83-64755-13-2.

Pozytywnie należy ocenić długoterminową współpracę naukową z zespołami badawczymi z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, nieco słabiej wygląda aktywność międzynarodowa, brakuje dłuższego stażu naukowego lub dłuższych wizyt w ośrodkach zagranicznych, pomimo wykazanych udziałów w projektach międzynarodowych.

Aktywność naukowa Kandydata realizowana więcej w niż jednej uczelni, instytucji naukowej w szczególności zagranicznej, z pewnymi zastrzeżeniami, oceniam pozytywnie i spełniającą wymagania Ustawy.

4.2. Udział w projektach badawczych, współpraca z sektorem gospodarczym

W przedstawionym do oceny autoreferacie Kandydat deklaruje, że brał udział w 17 (po uzyskaniu stopnia doktora) projektach naukowych i badawczo-rozwojowych. Był wykonawcą w 3 projektach międzynarodowych (program Erasmus+), był kierownikiem 4 projektów i kierownikiem zespołu/wykonawcą w 9 krajowych projektach (NCBiR, Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka, Fundusze Europejskie - ścieżka SMART, Projekty służące rozwojowi młodych naukowców).

Aktywnie współpracuje z sektorem gospodarczym dla którego zrealizował liczne szkolenia, zlecenia, projekty i opracowania technologii zrobotyzowanej. W szczególności można wskazać na intensywną współpracę z firmami: ABB, Pratt & Whitney Rzeszów Spółka Akcyjna, Consolidated Precision Products Poland sp. z o.o., Cobot Planet sp. z o.o., ENERGY 2000 sp. z o.o., Axon Media Group s.c., Odlewnia Kutno sp. z o. o. , Fibrain sp. z o.o. , Safran Aircraft Engines, EC Test Systems Sp. z.o.o., Huta Stalowa Wola Spółka Akcyjna.

Pełnienie funkcji kierownika projektów potwierdza umiejętności dr inż. Dariusza Szybickiego do kierowania i zarządzania zespołami badawczymi. Jego aktywność w zakresie udziału w projektach badawczych, osiągnięciach projektowych i wdrożeniowych oceniam bardzo wysoko.

4.3. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjnych i w zakresie popularyzacji nauki

Macierzystą uczelnią Habilitanta jest Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza i tutaj skoncentrowana jest jego działalność dydaktyczna, którą rozpoczął jako asystent w 2011 r. Kandydat jest aktywnie zaangażowany w prowadzenie zajęć dydaktycznych w swojej macierzystej uczelni w Katedrze Mechaniki Stosowanej i Robotyki na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa. Prowadzi zajęcia na studiach pierwszego i drugiego stopnia na kierunkach studiów na swoim wydziale. Był współtwórcą Laboratorium Robotyki dla Przemysłu Lotniczego (2016).

Doktor Dariusz Szybicki był promotorem 41 prac inżynierskich oraz 45 prac magisterskich. Bierze czynny udział w rozwoju młodej kadry naukowej - zadeklarował, że uczestniczy w realizacjach 2 przewodów doktorskich jako promotor pomocniczy.

Wykazuje również aktywność we współpracy ze studentami. Był w latach 2011-2017 opiekunem Studenckiego Koła Naukowego „Mechatronik”, którego studenci uczestniczyli w budowie łazika marsjańskiego Legendary III i z sukcesem brali udział w zawodach łazików marsjańskich University Rover Challenge w USA. Kandydat był również w 2017 opiekunem nad studentami w przygotowaniach i w uczestniczeniu w zawodach Robot Studio Challenge organizowanych przez firmę ABB w Warszawie, gdzie studenci zajęli dwa najwyższe miejsca.

Habilitant aktywnie uczestniczy w działalności organizacyjnej swojej Uczelni na różnych szczeblach. Był Przewodniczącym Samorządu Doktorantów Politechniki Rzeszowskiej oraz Przewodniczącym Samorządu Doktorantów WBMiL (2012-2014). Przez 2 lata był członkiem: Senatu Politechniki Rzeszowskiej, Rady Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa, Senackiej Komisji ds. Kształcenia, Komisji Stypendialnej. Pełnił funkcję Sekretarza Komisji Rekrutacyjnej na Studia Doktoranckiej (2017- 2019), był członkiem zespołu ds. Opracowania strategii rozwoju Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej (2022)

Za swoją działalność dydaktyczną, organizacyjną i naukową był wielokrotnie nagradzany Nagrodami indywidualnymi i zespołowymi Rektora Politechniki Rzeszowskiej (2008, 2009, 2011, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 i 2021). Jest laureatem nagrody Award Pioneers of Our Future: Robotization of deburring operations – adaptive manufacturing, Pratt & Whitney Canada (2016).

Kandydat aktywnie uczestniczy w działalności promującej naukę i swoją Uczelnie w formie: wystąpień na Festiwalu Nauki (2017), udziału w programach TVP (2014, 2022), publikacji w czasopiśmie branżowych promujących uczelnie i sukcesy studentów (2013, 2017, 2021) oraz udzielając się w projektach edukacyjnych prowadząc dodatkowe zajęcia dla studentów i uczniów szkół średnich (2018-2023).

Przedstawiony do oceny udział w projektach badawczych, dorobek dydaktyczny, organizacyjny i w zakresie popularyzacji nauki dr inż. Dariusza Szybickiego oceniam pozytywnie i bardzo dobrze.

5. Wniosek końcowy

Po zapoznaniu się z przedstawionym do recenzji osiągnięciem naukowym pt. „Implementacja autorskich metod projektowania stacji zrobotyzowanych oraz programowania robotów potwierdzona wdrożeniami przemysłowymi” składającym się z autorskiej monografii pt. „Zastosowanie idei cyfrowych bliźniaków w projektowaniu oraz programowaniu stacji zrobotyzowanych”, z cyklu dziesięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych oraz z trzech oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych stwierdzam, że dr inż. Dariusz Szybicki zgromadził wystarczający dorobek naukowy, który należy ocenić bardzo dobrze w świetle wymagań stawianych kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych.

Jego dorobek i przedstawione osiągnięcie naukowe są na wysokim poziomie naukowym i stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna. Kandydat wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, a dorobek dydaktyczny, organizacyjny i w zakresie popularyzacji nauki uważam za pozytywny. Zatem stwierdzam, że dr inż. Dariusz Szybicki spełnia wymagania określone w art. 219 ust. 1, pkt. 1, 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami) kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

Na tej podstawie wnioskuję o dopuszczenie dr. inż. Dariusza Szybickiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego i o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

M. Boldranowski

Handwritten text, possibly a signature or a name, located in the lower middle section of the page.