



dr hab. inż. Krzysztof Nozdrzykowski, prof. PM
Politechnika Morska w Szczecinie
Wydział Mechaniczny
Katedra Podstaw Budowy Maszyn

Szczecin 15.05.2025 r.

Recenzja habilitacyjna
osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego i
popularyzatorskiego dr inż. Michała Jakubowicza w związku z Jego wnioskiem o nadanie stopnia
doktora habilitowanego

W odpowiedzi na decyzję Rady Doskonałości Naukowej oraz Rady Dyscypliny Nauki Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej z dnia 31 marca 2025 r. nr 5/III/03/2025 powołującej mnie w skład Komisji jako recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego Panu dr inż. Michałowi Jakubowiczowi w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, wszczętym w dniu 13 stycznia 2025 r. przedstawiam swoją opinię na temat osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Pana dr inż. Michała Jakubowicza pracownika naukowo dydaktycznego zatrudnionego na stanowisku adiunkta w Zakładzie Metrologii i Systemów Pomiarowych, Instytutu Technologii Mechanicznej, Wydziału Mechanicznego Politechniki Poznańskiej. Poniższa recenzja zgodna jest z przepisami ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571) i zawiera: charakterystykę sylwetki naukowej habilitanta, ocenę osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, ocenę pozostałego dorobku naukowego, ocenę działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę oraz wnioski końcowe.

Ocenę dokonano w oparciu o otrzymane załączniki zawierające: dokumentację habilitacyjną dra inż. Michała Jakubowicza, pendrive z elektroniczną wersją dokumentacji kandydata oraz kserokopię pisma z Rady Doskonałości Naukowej.

1. Charakterystyka sylwetki naukowej Habilitanta

Pan dr inż. Michał Jakubowicz (dalej Habilitant) urodził się 22 stycznia 1987 r. w Grodzisku Wielkopolskim. W 2010 r. ukończył studia inżynierskie na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej (kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn, specjalność: Mechatronika). Kolejno w 2011 r. ukończył studia magisterskie również na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej (kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn, specjalność: Diagnostyka maszyn i systemy pomiarowe). Stopień doktora nauk technicznych Habilitant uzyskał w 2016 r., również na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej w dyscyplinie: Budowa i Eksploatacja Maszyn na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej pt: „*Badanie dokładności odwzorowania zarysu okrągłości za pomocą pneumatycznego przetwornika długości ze szczelinową dyszą pomiarową*”. Promotorem pracy był Pan dr hab. inż. Czestaw Jermak z Zakładu Metrologii i Systemów Pomiarowych Instytutu Technologii Mechanicznej Wydziału Mechanicznego Politechniki Poznańskiej. W 2015 r. ukończył dodatkowo studia podyplomowe na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej (kierunek: Przygotowanie edukacyjne do nauczania przedmiotów ogólnych i techniczno – zawodowych). Jak wynika z przedstawionej dokumentacji poczynawszy od 2011 r. do chwili obecnej zatrudniony jest w Zakładzie Metrologii i Systemów Pomiarowych Instytutu Technologii Mechanicznej Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej (w okresie od 01.10..2011 r. do 30.09.2013 r. - jako doktorant, następnie od 01.10.2013 r. do 30.10.2013 r. – jako asystent a od 01.10.2019 r. do chwili obecnej jako adiunkt). Równolegle od 2017 r. zatrudniony jest jako wykładowca w Katedrze Nauk Technicznych Wydziału Nauk Technicznych i Ekonomicznych Akademii Nauk Stosowanych w Koninie.

Biorąc pod uwagę poszczególne etapy rozwoju kariery naukowej Habilitanta można zauważyć, że jego profil badawczy zarówno przed jak i po doktoracie konsekwentnie ukierunkowany jest na zagadnienia związane z multisensorowymi pomiarami wielkości geometrycznych.

2. Omówienie i opinia na temat osiągnięcia i dorobku naukowego.

2.1 Charakterystyka osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem postępowania habilitacyjnego

Jako osiągnięcie podstawowe zatytułowane: „Multisensoryczne pomiary wielkości geometrycznych”, będące przedmiotem postępowania habilitacyjnego, zostały wskazane: autorska monografia naukowa pt: „Metodyka projektowania i badań urządzeń multisensorycznych” wydana przez wydawnictwo Politechniki Poznańskiej w 2024 r. oraz cykl 8-miu powiązanych monotematycznie artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych i 2-uch artykułów opublikowanych w recenzowanych materiałach konferencyjnych. Sześć z tych artykułów posiada IF. W większości z tych publikacji Habilitant występuje jako współautor z udziałem 30÷80%. W przypadku czterech publikacji Habilitant występuje jako pierwszy i korespondencyjny autor z udziałem 70÷80%, w przypadku trzech również jako współautor korespondencyjny z udziałem 30÷60%, natomiast w pozostałych trzech jako współautor z udziałem 30÷60%. Łączna liczba punktów za wymienione publikacje (wg. JCR podanego w wykazie MEiN), wynikająca z zadeklarowanego udziału procentowego wynosi 311,5pkt.. (Habilitant podaje 675pkt. nie uwzględniając jednak zadeklarowanego udziału procentowego). W większości publikacji Habilitant występuje jako osoba odpowiedzialna za opracowanie koncepcji, postawienie hipotez, zebranie i opracowanie danych oraz ich analizę, jak również przygotowanie i sporządzenie artykułu.

Poniżej wykaz publikacji stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego z wyszczególnieniem liczby punktów i wartości IF:

1. **[M1] M. Jakubowicz***, *Metodyka projektowania i badań urządzeń multisensorycznych*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2024, ISBN 978-83-7775-755-0, **(80 pkt. MEiN), udział własny 100%**
2. **[A1] N. Swojak*, M. Wieczorowski, M. Jakubowicz**, *Assessment of selected metrological properties of laser triangulation sensors*, Measurement - Journal of the International Measurement Confederation (IMEKO), vol. 176, 2021, 109190, **(IF: 5,131; 200 pkt. 2017-2021 MEiN), udział własny 30%**
3. **[A2] Cz. J. Jermak, M. Jakubowicz*, M. Wieczorowski, M. Rucki**, *Fast and Precise NonContact Measurement of Cylindrical Surfaces with Air Gauges*, Materials, vol. 14, 2021, s. 3728-1 - 3728-14, **(IF: 3,748; 140 pkt. 2017-2021 MEiN), udział własny 40%**
4. **[A3] Cz. J. Jermak, M. Rucki*, M. Jakubowicz**, *Accuracy of the pneumatic follower for the wooden surface quality assessment*, European Journal of Wood and Wood Products, vol. 78, 2020, s. 1149–1159, **(IF: 2,014; 140 pkt. 2017-2021 MEiN), udział własny 30%**
5. **[A4] M. Jakubowicz, M. Rucki, Z. Siemiątkowski***, *Computer approximation of air gauge dynamic characteristics using the sine input test rig*, MATEC Web of Conferences, EDP Sciences, vol. 252, iss. 02002, 2019, **(5 pkt. 2017-2021 MEiN), udział własny 80%**
6. **[A5] Cz. J. Jermak, P. Pohl, M. Rucki, M. Jakubowicz***, *Pneumatic follower for the wooden surface quality assessment*, Journal of Physics: Conference Series - Measurements of Geomaterial Quantities, IOP Publishing, vol. 1065, 2018, **(15 pkt. 2017-2021 MEiN), udział własny 30%**
7. **[A6] Cz. J. Jermak, M. Rucki*, M. Jakubowicz**, *Air gauge back-pressure uncertainty estimation for the advanced test rig*, International Journal of Materials and Product Technology, vol. 57, no. 4, s. 274-286, 2018, **(IF: 0,674; 15 pkt. 2017-2021 MEiN), udział własny 60%**

8. [A7] **M. Jakubowicz***, J. Dereżyński, *The Measuring Position Designed to Determine the Metrological Properties of Air Gauges*, *Advances in Science and Technology - Research Journal*, vol. 11, no. 4, s. 198-205, 2017, **(10 pkt. 2017-2021 MEiN), udział własny 80%**
9. [A8] Cz. J. Jermak, **M. Jakubowicz***, J. Dereżyński, M. Rucki, *Uncertainty of the air gauge test rig*, *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, vol. 18, iss. 4, s. 479-485, 2017, **(IF: 1,661; 30 pkt. 2017-2021 MEiN), udział własny 60%**
10. [R1] **M. Jakubowicz***, M. Rucki, M. Babic, *Uncertainty of Sine Input Calibration Apparatus for the Air Gauges*, W: *Advances in Manufacturing II Volume 5 - Metrology and Measurement Systems*, red. Magdalena Diering, Michał Wieczorowski, Christopher A. Brown, - Cham, Switzerland : Springer, 2019, s. 82-94. **(20 pkt. 2017-2021 MEiN), udział własny 80%**
11. [R2] **M. Jakubowicz***, M. Rucki, G. Varga, R. Majchrowski, *Influence of the Inlet Nozzle Diameter on the Air Gauge Dynamics*, W: *Advances in Manufacturing I* / red. Adam Hamrol, Olaf Ciszak, Stanisław Legutko, Mieczysław Jurczyk - Cham, Switzerland : Springer, 2018, s. 733-742, **(20 pkt. 2017-2021 MEiN, indeksowana w WoS), udział własny 70%**

Zgodnie z symboliką przyjętą w autoreferacie, publikacja oznaczona jako 1. [M1] pt: *Metodyka projektowania i badań urządzeń multisensorycznych*, jest klasyczną monografią prezentującą całokształt podstawowej działalności naukowej oraz indywidualny wkład habilitanta w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, ujętej dziedziną nauk inżynieryjno-technicznych. Monografia ta jest wynikiem realizacji przyjętego głównego celu naukowego prowadzonych badań i analiz jakim było opracowanie metodyki badań oraz projektowania multisensorycznych systemów pomiarowych przeznaczonych do pomiaru wielkości geometrycznych wykorzystujących wybrane różne typy przetworników przemieszczeń liniowych. Na podstawie aktualnego stanu wiedzy oraz badań wstępnych, Habilitant sformułował tezę badawczą mówiącą, że: Zastosowanie w jednym urządzeniu pomiarowym różnych typów przetworników przemieszczeń liniowych zapewni dokładniejsze odwzorowanie danej wielkości geometrycznej i zwiększy wiarygodność pomiaru. Monografia ta zawiera obszernie (w mojej opinii nawet zbyt obszerne) wprowadzenie do tematyki pomiarów wykorzystujących multisensoryczne systemy przeznaczone do oceny stanu geometrycznego elementów maszyn. W rozdziale 1 dokonano przeglądu literaturowego prezentującego istotę pomiarów multisensorycznych, budowę i zasadę działania rozwiązań konstrukcyjnych tego typu urządzeń oraz budowę i charakterystykę stosowanych czujników przemieszczeń. W oparciu o przeprowadzoną identyfikację właściwości metrologicznych sensorów zamieszczoną w rozdziale 2 dokonano weryfikacji i wyboru trzech różnych czujników, które znalazły zastosowanie w opracowanym autorskim systemie multisensorycznym. Jak podkreśla to wielokrotnie Habilitant, podstawą multisensorowości systemu pomiarowego jest fuzja danych uzyskanych za pośrednictwem różnych sensorów w jednym urządzeniu, dlatego w projektowanym systemie zastosowano odmienne typy przetworników: pneumatyczny długości, magnetyczny inkrementalny oraz optyczny konfokalny, różniące się zasadą działania, charakterem styku z powierzchnią mierzoną oraz parametrami metrologicznymi. Jednym z przyjętych kryteriów wyboru było zastosowanie przetworników o stykowym oraz bezstykowym charakterze pracy i możliwość uzyskania wysokiej rozdzielczości pomiarowej, z jednoczesnym zachowaniem określonej niepewności pomiaru. Wymienione zagadnienia umieszczone zostały w podrozdziale 2.4.5, który w mojej opinii powinien być wyszczególniony jako oddzielny rozdział podkreślający wkład własny autora monografii. Tym bardziej, że zamieszczone zostały w tym podrozdziale finalnie najważniejsze informacje z punktu widzenia funkcjonowania doskonalonego systematycznie, autorskiego multisensorycznego urządzenia pomiarowego. Obszerne wyniki objęte tymi badaniami takie jak: wyznaczenie charakterystyk statycznych i wzorcowanie przetworników, charakterystyk dynamicznych amplitudowo-częstotliwościowych opisujących zmianę amplitudy w funkcji częstotliwości oraz częstotliwości granicznych, zaprezentowane zostały w publikacjach: 2 [A1], 7 [A6], 10 [R1], 11 [R2]. Istotną część monografii stanowi zarówno analiza oddziaływań wybranych wielkości wpływowych na charakterystyki stosowanych sensorów (rozdział 3), jak i autorska koncepcję budowy oraz funkcjonowania

zaprojektowanego urządzenia multisensorycznego (rozdział 4). W końcowej części pracy (rozdział 5) zaprezentowane zostały wyniki pomiarów odchyłki okrągłości przeprowadzone za pomocą opracowanego urządzenia multisensorycznego. Analiza porównawcza uzyskanych wyników z wynikami pomiarów otrzymanych z pomiarów zrealizowanych za pomocą maszyny współrzędnościowej, które przyjęto jako wzorcowe, umożliwiła dokonanie oceny dokładności skonstruowanego systemu pomiarowego. Przeprowadzone również badanie zdolności systemu umożliwiły dodatkowo oszacowanie rozdzielczości urządzenia. Jak wynika z przeglądu spisów literaturowych załączonych do monografii i autoreferatu Habilitanta, opisy wymienionych powyżej rozdziałów oparte są na wynikach badań zamieszczonych w publikacjach deklarowanych jako jego osiągnięcie naukowe (w tym: 3 [A2], 4 [A3], 5 [A4], 6 [A5], 8 [A7], 9 [A8]) oraz inne publikacje naukowe autorskie lub współautorskie Habilitanta (w tym między innymi artykuł pt. *Accuracy of roundness assessment using air gauge with the slot-shaped measuring nozzle*, Measurement 2022, vol. 155, będący podsumowaniem pracy doktorskiej). Świadczy to o konsekwentnej realizacji podjętej tematyki badań podstawowych Habilitanta, który w umiejętny sposób i zgodnie z naukowymi podstawami nowoczesnej metrologii oraz bazując na zapoczątkowanych wynikach badań objętych pracą dokorską, rozwinął przyjętą tematykę i poszerzył spektrum wiedzy na temat zastosowania pomiarowych układów multisensorycznych, wykazując swój autorski wkład w rozwój dziedziny naukowej inżynieria mechaniczna, w tym między innymi poprzez:

- szczegółową identyfikację właściwości metrologicznych wybranych przetworników przemieszczeń liniowych;
- szczegółową analizę możliwości pomiaru wielkości zmiennych w czasie przez wybrane czujniki przemieszczeń liniowych;
- analizę oddziaływania wybranych wielkości wpływowych na charakterystyki wybranych sensorów (ciśnienie, promieni końcówek pomiarowych, temperatury, itp.);
- opracowanie budżetu niepewności w celu wyodrębnienia błędu dominującego szczególnie w przypadku pomiarów z wykorzystaniem autorskich konstrukcji pneumatycznych przetworników długości;
- opracowanie koncepcji pomiaru odchyłek geometrycznych za pomocą pomiarowych systemów multisensorycznych;
- ocenę właściwości metrologicznych skonstruowanego urządzenia multisensorycznego wyposażonego w trzy różne typy sensorów w pomiarach odchyłki okrągłości;
- ocenę możliwości pomiaru cech geometrycznych warstwy wierzchniej za pomocą niekonwencjonalnych bezstykowych metod pomiarowych.

Prezentowane dane są oryginalne w skali międzynarodowej, czego potwierdzeniem jest opublikowanie ich między innymi w renomowanych, recenzowanych czasopismach z listy JCR. Wyniki te były również przedmiotem wystąpień na konferencjach o zasięgu międzynarodowym i krajowym. Habilitant przedstawił też kierunki dalszych prac badawczych. Najbliższe badania będą zmierzać do poprawy właściwości metrologicznych oraz opracowania nowych konstrukcji urządzeń pomiarowych opierających swoje działanie na fuzji danych z wielu czujników. Prace badawcze będą obejmować między innymi analizę możliwości zastosowania drugich parametrów krytycznych do opisu właściwości przepływowych pneumatycznych przetworników długości oraz kompleksową ocenę średnicówek pneumatycznych, w tym analizę działania i zjawisk przy pomiarze za pomocą pneumatycznych układów dualnych i różnicowych. Przewiduje się również prace mające na celu uproszczenie procedury wzorcowania. Wszystkie wykonane już oraz planowane badania mają na celu poprawę właściwości metrologicznych systemów multisensorycznych wyposażonych w pneumatyczne przetworniki długości pod względem ich zastosowania w układach kontroli czynnej wymiaru i kształtu oraz określenia możliwości ich aplikacji w nowych obszarach zastosowań. Badania te mają mieć nie tylko aspekt poznawczy ale również użytkowy. Docelowo ma powstać koncepcja, a następnie opracowane nowatorskich rozwiązań konstrukcyjnych głowic pomiarowych przeznaczona do zastosowań przemysłowych.

2.2. Charakterystyka i ocena pozostałych osiągnięć naukowych

Pozytywnie należy ocenić również pozostałą część działalności naukowej Habilitanta wykazaną w autoreferacie.

Na przestrzeni swojej kariery naukowej Habilitant współpracował z zewnętrznymi jednostkami naukowymi krajowymi i zagranicznymi. Potwierdzeniem tej współpracy są zarówno odbyte staże, wizyty jak i współautorskie publikacje naukowe z pracownikami tych jednostek.

W przypadku jednostek zagranicznych były to:

a) Josef Stefan Institute Ljubljana/Faculty of Information Studies Novo mesto, Słowenia, Assist. Prof. Dr. Matej Babič). Współpraca naukowa dotyczyła analizy pomiaru wielkości zmiennych w czasie za pomocą pneumatycznego przetwornika długości oraz na opracowaniu nowatorskiego podejścia do rozpoznawania wzorców za pomocą teorii grafów i jej zastosowaniu w inżynierii mechanicznej. W ramach tej współpracy, Habilitant wchodził w skład komitetu naukowego konferencji *International Conference on New Research and Development in Technical and Natural Science*, ICNRDTNS oraz opublikował następujące artykuły naukowe:

– M. Babič, G. Varga, D. Ghiculescu, **M. Jakubowicz**, S. Slavov, G. Seritan, D. Marinković, *A novel approach for pattern recognition by using graph theory and its application in mechanical engineering*, Academic Journal of Manufacturing Engineering, vol. 19, iss. 3, 2021, s. 5-10.

– **M. Jakubowicz**, M. Rucki, M. Babic, *Uncertainty of Sine Input Calibration Apparatus for the Air Gauges*, W: Advances in Manufacturing II Volume 5 - Metrology and Measurement Systems, red. Magdalena Diering, Michał Wieczorowski, Christopher A. Brown, - Cham, Switzerland : Springer, 2019, s. 82-94. Artykuł ten został już wcześniej wykazany w zestawieniu materiałów wchodzących w skład podstawowego osiągnięcia naukowego jako publikacja, dla której przyjęto oznaczenie 10 [R1].

– G. Varga, B. Sovilj, **M. Jakubowicz**, M. Babic, *Experimental Examination of Surface Roughness in Low-Environmental-Load Machining of External Cylindrical Workpieces*, W: Advances in Manufacturing II Volume 2 - Production Engineering and Management, Adam Hamrol, Agnieszka Kujawińska, Manuel Francisco Suarez Barraza - Cham, Switzerland : Springer, 2019, s. 307-321. Wspólne prace badawcze były także przedstawiane na konferencjach naukowych m.in. na konferencji *International Scientific-Technical Conference Manufacturing 2019*, 19- 22.05.2019, Poznań, Polska.

b) University of Miskolc, Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, Institute of Manufacturing Science, Węgry (Assist. Prof. Dr. Gyula Varga). Współpraca rozpoczęta w 2018 roku zaowocowała 3 publikacjami naukowymi z zakresu pomiarów struktury geometrycznej powierzchni po obróbce przedmiotów cylindrycznych przy użyciu małej ilości chłodziw i smarów oraz publikacją związaną z teorią pomiarów dynamicznych. Współautorskie artykuły naukowe to:

– M. Babič, G. Varga, D. Ghiculescu, **M. Jakubowicz**, S. Slavov, G. Seritan, D. Marinković, *A novel approach for pattern recognition by using graph theory and its application in mechanical engineering*, Academic Journal of Manufacturing Engineering, vol. 19, iss. 3, 2021, s. 5-10. Artykuł ten wymieniony jest wcześniej w podpunkcie a) dotyczącym współpracy z Assist. Prof. Dr. Matejem Babičem.

– G. Varga, B. Sovilj, **M. Jakubowicz**, M. Babic, *Experimental Examination of Surface Roughness in Low-Environmental-Load Machining of External Cylindrical Workpieces*, W: Advances in Manufacturing II Volume 2 - Production Engineering and Management, Adam Hamrol, Agnieszka Kujawińska, Manuel Francisco Suarez Barraza - Cham, Switzerland : Springer, 2019, s. 307-321. Artykuł ten wymieniony jest wcześniej w podpunkcie a) dotyczącym współpracy z Assist. Prof. Dr. Matejem Babičem.

– **M. Jakubowicz**, M. Rucki, G. Varga, R. Majchrowski, *Influence of the Inlet Nozzle Diameter on the Air Gauge Dynamics*, W: Advances in Manufacturing / red. Adam Hamrol, Olaf Ciszak,

Stanisław Legutko, Mieczysław Jurczyk - Cham, Switzerland : Springer, 2018, s. 733-742. Artykuł ten został już wcześniej wykazany w zestawieniu materiałów wchodzących w skład podstawowego osiągnięcia naukowego jako publikacja, dla której przyjęto oznaczenie 11 [R2].

c) National University of Sciences and Technology, College of Electrical and Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering, Islamabad, Pakistan (Assist. Prof. Dr. Muhammad Rehan Khan). Od 2023 roku, Habilitant rozpoczął współpracę z profesorem Muhammadem Rehan Khan, w ramach prac związanych z przygotowaniem artykułu naukowego dotyczącego doboru współrzędnościowego układu pomiarowego dla wielkogabarytowych elementów typu obręcz i pierścien oraz pomiarów optycznych wielkogabarytowych elementów spawanych. Efekty tej współpracy to współautorskie artykuły:

– M. Wieczorowski, B. Gapiński, **M. Jakubowicz**, D. Kucharski, K. Grochalski, N. Swojak, L. Marciniak-Podsadna, A. Krawczyk, R. Khan, A. Pereira, M. Zakrzewicz, *Measurements of geometric quantities in an automatic line for the verification of large-size rings and rims*, Innovations in Industrial Engineering III, / red. Jose Machado, Filomena Soares, Justyna Trojanowska, Vitalii Ivanov, Katarzyna Antosz, Dagmar Cagáňová, Vijaya Kumar Manupati, Alejandro Pereira- Cham, Switzerland : Springer, 2024, s. 75-87.

– M. Wieczorowski, B. Gapiński, **M. Jakubowicz**, D. Kucharski, K. Grochalski, N. Swojak, L. Marciniak-Podsadna, M. Kuznowicz, A. Krawczyk, J. Stadek, R. Khan, *Influence of Selected Measurement Conditions on the Reliability of the Representation of Ring and Rim Features*, W: Advances in Manufacturing IV. Volume 4 - Measurement and Control Systems: Digitalization, Sustainability and Industry Applications / red. Magdalena Diering, Michał Wieczorowski, Mukund Harugade - Cham, Switzerland : Springer, 2024 - s. 200-215.

– M. Wieczorowski, **M. Jakubowicz**, L. Marciniak-Podsadna, B. Gapiński, R. Barczewski, B. Jakubek, R. Khan, F. Rogiewicz, Cz. Jermak, *Experimental Verification of Geometric Changes Caused by the Release of Residual Stresses for Large-Scale Welded Frames*, Materials 2024, vol. 17, iss. 10, s. 2389-1-2389-17.

Obecnie przygotowywana jest wspólna publikacja dot. wpływu gęstości punktów pomiarowych i szybkości skanowania na reprezentację cech geometrycznych optycznych układów pomiarowych:

– K. Grochalski, **M. Jakubowicz**, B. Gapiński, M. Wieczorowski, W. A. Graboń, A. Krawczyk, R. Khan, *Mapping of Geometrical Features of an Axisymmetric Object: Impact of Laser Scanning Parameters and Surface Topography*, Measurement, (zgłoszony 10.01.2025, MEAS-D-25-00437).

W ramach programu wymiany akademickiej CEEPSUS, Habilitant prowadził zajęcia lub seminaria dot. zarówno zagadnień związanych z realizowanymi badaniami naukowymi (teorią przetworników pomiarowych), jak i związanych z prowadzoną własną działalnością dydaktyczną (współrzędnościowa technika pomiarowa). Wyszczególniony spis mobilności obejmujący okres od 2012 r. do 2024 r. zamieszczony w autoreferacie zawiera 10 pozycji, w których wymienione są ośrodki naukowe z: Rumunii (Uniwersytet Techniczny w Cluj Napoca), Bułgarii (Uniwersytet Techniczny w Sofii), Czech (Uniwersytet Techniczny w Ostrawie), Chorwacja (Uniwersytet J. J. Strossmayer w Osijek/Slavonski Brod).

Współpraca z krajowymi jednostkami naukowymi obejmowała:

a) Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego, Wydział Mechaniczny, Katedra Technologii i Projektowania Maszyn, Radom (dr inż. Zbigniew Siemiątkowski, prof. URad). Współprace z tym ośrodkiem Habilitant rozpoczął w trakcie swoich studiów doktoranckich. Szczególnie owocna była współpraca z pracownikiem naukowym tej Uczelni prof. dr hab. inż. Mirosławem Ruckim w zakresie teorii przetworników pomiarowych, w tym przede wszystkim pneumatycznych przetworników długości oraz miernictwa dynamicznego. W okresie 1.02.2022 r. do 30.04.2022 r., Habilitant był opiekunem stażu naukowego pracownika Uniwersytetu Radomskiego Pana dr inż. Tomasza Mazura, który realizował w Zakładzie Metrologii i Systemów Pomiarowych, Politechniki

Poznańskiej. Jednym z jego efektów jest wspólna publikacja. Od początku trwania współpracy, Habilitant opublikował wraz z pracownikami Katedra Technologii i Projektowania Maszyn 11 publikacji naukowych. Współautorskie referaty były wygłaszane na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Utrzymując chronologiczny układ zgodny z latami, współautorskimi publikacjami były:

– T. Mazur, M. Rucki, **M. Jakubowicz**, L. Cepova, *Analysis of the Direction-Dependent Point Identification Accuracy in CMM Measurement*, W: *Advances in Manufacturing III : Volume 4 - Measurement and Control Systems: Research and Technology Innovations, Industry 4.0* / red. Magdalena Diering, Michał Wieczorowski, Mukund Harugade, Alejandro Pereira - Cham, Switzerland : Springer, 2022, s. 48-56.

– publikacje z lat od 2017 r. do 2021 r., ujęte w zestawieniu materiałów wchodzących w skład podstawowego osiągnięcia naukowego jako publikacje, dla której przyjęto oznaczenia: 3 [A2], 4 [A3], 5 [A4], 6 [A5], 7 [A6], 9 [A8] oraz 10 [R1] i 11 [R2], wykazane również w podpunktach a) i b) dotyczących współpracy naukowej z jednostkami zagranicznymi.

– Cz. J. Jermak, **M. Jakubowicz**, J. Dereżyński, M. Rucki, *Air Gauge Characteristics Linearity Improvement*, *Journal of Control Science and Engineering*, Hindawi Publishing Corporation, Volume 2016, Article ID 8701238.

– Cz. J. Jermak, **M. Jakubowicz**, J. Dereżyński, M. Rucki, *Back-pressure uncertainty estimation for the air gauge experimental rig*, W: *International Conference on Innovative Technologies, IN-TECH 2016, Prague, 6-8. 9. 2016 : proceedings* / red. Zlatan Car, Jan Kudláček: Faculty of Engineering University of Rijeka, 2016, s. 197- 200.

W okresie od 17.06.2024 r. do 17.09.2024 r., Habilitant zrealizował kolejny staż naukowy w Katedrze Technologii i Projektowania Maszyn, Wydziału Mechanicznego, Uniwersytetu Radomskiego im. Kazimierza Pułaskiego. Staż ten był realizowany pod kierunkiem dr inż. Zbigniewa Siemiątkowskiego, prof. URad. Głównym celem naukowym była wymiana doświadczeń nt. dokładności pozycjonowania i odwzorowania punktu pomiarowego w pomiarach współrzędnościowych. Efektem stażu był wygłoszony współautorski referat pt. *Study on the direction-dependent accuracy of identification of the stylus contact point during measurement with coordinate measure machine (CMM)*, podczas Międzynarodowej Konferencji Metrologicznej „New Trends in Metrology”, 16-18 września 2024 roku w Kielcach.

b) Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Konstrukcji Maszyn, Rzeszów (prof. dr hab. inż. Grzegorz Budzik). W terminie od 15.06.2023 r. do 15.09.2023 r., Habilitant odbył staż naukowy w Katedrze Konstrukcji Maszyn, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechniki Rzeszowskiej. Staż ten realizowany był pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Grzegorza Budzika. Głównym celem naukowym była analiza dokładności wymiarowo – kształtowej modeli wykonanych metodami przyrostowymi z zastosowaniem pomiarowych metod multisensorycznych. Efektem stażu był referat wygłoszony podczas konferencji International Scientific-Technical Conference Manufacturing 2024, 14-16.05.2024, w Poznaniu, oraz publikacja:

– **M. Jakubowicz**, P. Mietliński, J. Królczyk, G. Budzik, P. Niestony, A. Trych-Wildner, N. Wojciechowska, G. Królczyk, M. Wieczorowski, J. Staśkiewicz, T. Bartkowiak, *Parametric Evaluation Samples Made by SLM Technology Measured Using MicroComputed Tomography*, W: *Advances in Manufacturing IV. Volume 4 - Measurement and Control Systems: Digitalization, Sustainability and Industry Applications* / red. Magdalena Diering, Michał Wieczorowski, Mukund Harugade - Cham, Switzerland : Springer, 2024 - s. 83-95.

Począwszy od 01.01.2021 r. (zakończenie 31.08.2027 r.), Habilitant uczestniczy w projekcie Narodowa Sieć Metrologii Współrzędnościowej (NSMET). Projekt realizowany jest w konsorcjum, którego Liderem była Politechnika Krakowska, a konsorcjantami są: Politechnika Poznańska, Politechnika Świętokrzyska, Politechnika Warszawska. Głównym celem projektu jest utworzenie

najwyższej jakości, wyspecjalizowanej, infrastruktury badawczej dla rozwoju metrologii współrzędnościowej, będącej częścią Polskiej Mapy Infrastruktury Badawczej – Narodowej Sieci Metrologii Współrzędnościowej (NSMET). W ramach projektu Habilitant został powołany przez JM Rektora Politechniki Poznańskiej Pana Profesora Teofila Jesionowskiego, do pełnienia funkcji Członek Komisji Jakości Konsorcjum. Obecnie w ramach istniejącego konsorcjum, projekt pt. *NSMET – Narodowa Sieć Metrologii Współrzędnościowej – rozszerzenie możliwości w zakresie pomiarów ultraprecyzyjnych i in-process metrology*, został wybrany do dofinansowania (Przedsięwzięcia na Polskiej Mapie Infrastruktury Badawczej – Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki), (FENG.02.04-IP.04-0007/24).

W ramach programu Polska Metrologia II, finansowanego przez Ministerstwo Edukacji i Nauki oraz Polska Metrologia I, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego wraz z partnerami z polskich uczelni technicznych oraz we współpracy z Głównym Urzędem Miar (GUM), Habilitant uczestniczył w projektach mających na celu podniesienie poziomu zdolności badawczych instytucji metrologicznych i wzmocnieniu ich kapitału intelektualnego. Były to między innymi:

- PM-II/SP/0046/2024/02, Tytuł projektu: *Opracowanie metodyki badań i analiz SGP przedmiotów wykonanych z materiałów o różnej refleksyjności*, czas realizacji projektu: 01.02.2024 r. – 31.01.2026 r.; pełniona funkcja – kierownik zespołu PP. Liderem projektu jest Politechnika Krakowska, a konsorcjantami: Politechnika Poznańska oraz Politechnika Opolska.
- PM/SP/0058/2021/1, Tytuł projektu: *Opracowanie podstaw hierarchicznych pomiarów dużych obiektów inżynierskich z wykorzystaniem metod punktowych i polowych*, czas realizacji projektu: 29.06.2022 r. – 29.06.2024 r.; pełniona funkcja – kierownik zespołu PP. Liderem projektu była Politechnika Krakowska, a konsorcjantami: Politechnika Poznańska, Politechnika Świętokrzyska, Politechnika Warszawska.
- PM/SP/0077/2021/1, Tytuł projektu: *Metrologia nierówności powierzchni w technikach addytywnych*, czas realizacji projektu: 06.2022 r. – 06.2024 r.; pełniona funkcja – wykonawca. Liderem projektu była Politechnika Poznańska, a konsorcjantami: Politechnika Rzeszowska oraz Politechnika Opolska.

W działalności obejmującej ocenę pozostałych osiągnięć naukowych warto podkreślić, że Habilitant był lub jest promotorem pomocniczy prac doktorskich, kolejno:

- mgr inż. Bartosz Jakubek, Temat pracy doktorskiej: *Metodyka testowania poprodukcyjnego łożysk stożkowych z zastosowaniem technik przetwarzania sygnałów wibroakustycznych*, Promotor dr hab. inż. R. Barczewski, praca obroniona 16.10.2023 r. Dysertacja nagrodzona w konkursie na „Nagrodę Miasta Poznania za wyróżniającą się pracę doktorską”;
- mgr inż. Marcin Moskwa, Temat pracy doktorskiej: *Kształtowanie charakterystyki siły promieniowej (RFV) opon na podstawie analizy statycznych i zmiennych parametrów procesu technologicznego*, Promotor dr hab. inż. B. Gapiński, prof. PP (doktorat wdrożeniowy);
- mgr inż. Lidia Smyczyńska; Temat pracy doktorskiej: *Ocena wpływu parametrów łuku oraz strategii pomiarowej na wyniki uzyskane w pomiarach współrzędnościowych realizowanych w różnych skalach*, Promotor dr hab. inż. B. Gapiński, prof. PP.

Oprócz wyszczególnionych powyżej form aktywności należy wymienić też owocną współpracę z ośrodkami przemysłowymi, w tym:

- współpraca pomiędzy General Electric Company Polska Sp. z o.o. a Politechniką Poznańską. Celem zawartego porozumienia o współpracy było prowadzenie wspólnych badań naukowych, prac projektowych i produkcyjnych, współdziałanie w kierunku transferu wiedzy z Uczelni i jej komercjalizacji, jak również prac zmierzających do szeroko rozumianego rozwoju poprzez adaptację oraz tworzenie nowych technologii, zwiększanie oferowanego asortymentu i poprawę jego jakości, jak również rozwój zaplecza dydaktycznego Uczelni poprzez poszerzanie oferty edukacyjnej w oparciu o doświadczenia techniczne i posiadane zaplecze materiałowe. Czas

trwania obejmował lata 2021-2023. Pełniona funkcja: Członek zespołu eksperckiego / osoba odpowiedzialna za koordynację działań wynikających z porozumienia.

– współpraca pomiędzy PROTiM Sp. z o.o, ul. Grzybowa 8D, 62-081 Wysogotowo a Politechniką Poznańską. W latach 2019 – 2022, Habilitant pełnił funkcję koordynatora prac badawczych realizowanych w ramach umowy pomiędzy Politechniką Poznańską a firmą PROTiM Sp. z o.o. ul. Grzybowa 8D, 62-081 Wysogotowo. Główne zadania badawcze dotyczyły między innymi: badań dokładności i powtarzalności działania urządzenia pakującego z wykorzystaniem przestrzennej fotogrametrii, możliwości implementacji odprężania wibracyjnego ram maszyn pakujących, oraz przeprowadzenie badań wibroakustycznych prototypu maszyny pakującej. Efektem współpracy były referaty wygłoszone podczas konferencji krajowych i międzynarodowych oraz współautorskie publikacje naukowe z przedstawicielami przedsiębiorstwa. Współpraca ta kontynuowana jest do chwili obecnej.

Do aktywności tych, należy zaliczyć dodatkowo udział w organizowaniu i prowadzeniu szkoleń skierowanych do podmiotów przemysłowych. Szkolenia prowadzone były w zakresie tematyki: *Obsługi i sprawdzenia wybranych narzędzi pomiarowych* oraz *zastosowania optycznych systemów pomiarowych* i były to:

- Urząd Dozoru Technicznego, szkolenie pt. *Optyczne systemy pomiarowe*, 07.09.2022 r., (zlecenie nr 1571);
- P.P.U.H."PLANDEX" Spółka Jawna, szkolenie pt. *Obsługa i sprawdzenie wybranych narzędzi pomiarowych*, 30.06.2020r., (zlecenie nr 1532);
- P.P.U.H. Scorpion, szkolenie pt. *Obsługa i sprawdzenie wybranych narzędzi pomiarowych*, 06.11.2018 r., (zlecenie nr 1480);
- FRAWENT Sp. z o. o., szkolenie pt. *Obsługa i sprawdzenie wybranych narzędzi pomiarowych*, 19.06.2018 r., (zlecenie nr 1451);
- ZOBAL, szkolenie pt. *Szkolenie z zakresu podstaw metrologii technicznej i warsztatowej*, 03-05.04.2017 r., (zlecenie nr 1399).

3. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

Doświadczenie i dorobek dydaktyczny Habilitanta związany jest z prowadzeniem zajęć z zakresu: metrologii, pomiarów warsztatowych, systemów pomiarowych, czujników i pomiarów wielkości nieelektrycznych, laboratorium obróbki mechanicznej, inżynierii odwrotnej, zaawansowanych systemów pomiarowych na Wydziale Inżynierii Mechanicznej oraz na Wydziale Inżynierii Lotniczej i Transportu Politechniki Poznańskiej. Przedstawione w autoreferacie zestawienie prowadzonych zajęć świadczy o wysokich kwalifikacjach i dojrzałości dydaktycznej Habilitanta. Działalności dydaktyczna to również promotorstwo prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich. Od momentu uzyskania stopnia doktora Habilitant był promotorem 32 prac dyplomowych inżynierskich (w tym 3 w trakcie realizacji), 15 prac dyplomowych magisterskich oraz recenzentem 40 prac dyplomowych.

Pozostałe aktywności powiązane z działalnością dydaktyczną to:

- opracowanie autorskiego wykładu oraz zajęć laboratoryjnych z przedmiotu Inżynieria odwrotna, Kierunek Mechanika i budowa maszyn, II stopień, stacjonarne i niestacjonarne (przedmiot utworzony w roku akademickim 2020/2021);
- opracowanie autorskiego wykładu oraz zajęć laboratoryjnych z przedmiotu Metrologia warsztatowa, Kierunek Inżynieria lotnicza / Lotnictwo, I stopień, stacjonarne (przedmiot utworzony w roku akademickim 2021/2022);
- budowa stanowisk i opracowanie instrukcji stanowiskowych dla przedmiotów: Czujniki i elementy pomiarowe, kierunek Mechatronika oraz Czujniki i pomiary wielkości nieelektrycznych, kierunek Inżynieria biomedyczna;
- kierowanie Studiami Podyplomowymi w roku akademickim 2016/2017, Technika współrzędnościowa i pomiary błędów kształtu, Politechnika Poznańska.

Pozytywnie należy ocenić działalność organizacyjną i popularyzującą naukę Habilitanta.

Działalność organizacyjna Habilitanta, to członkostwo w komitetach organizacyjnych konferencji, członkostwo w komisjach rekrutacyjnych i kwalifikacyjnych na studia I i II stopnia zarówno studiów stacjonarnych jak i niestacjonarnych, kierunku Mechatronika oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji realizowanych na Politechnice Poznańskiej. W okresie przed doktoratem Habilitant był: członkiem Prezydium Samorządu Doktorantów Politechniki Poznańskiej w kadencji 2012- 2014, członkiem Rady Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania - przedstawiciel samorządu z ramienia doktorantów, członkiem Wydziałowej Komisji Stypendialnej dla doktorantów w roku akademickim 2013/2014 oraz 2014/2015, na wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej. W 2024 roku Habilitant był członkiem Kolegium Elektorów Politechniki Poznańskiej natomiast obecnie wchodzi w skład Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej, Politechniki Poznańskiej (kadencja 2024-2028).

W swoim dorobku Habilitant może poszczycić się znakomitymi efektami działalności związanej z popularyzacją nauki. Wyróżnić tu można:

- prowadzenie badań i przygotowanie współautorskich publikacji naukowych ze studentami;
- współorganizacja i pełnienie funkcji opiekuna naukowego Ogólnouczelnianego Studenckiego Koła Naukowego μ RoboSpace działającego przy Zakładzie Metrologii i Systemów Pomiarowych Politechniki Poznańskiej;
- współpraca z Międzywydziałowym Kołem Naukowym PUT Renovation;
- współorganizacja imprez popularnonaukowych: Nocy Naukowców 28.09.2018 r. oraz Małych Naukowców 09.06.2018 r., Politechnika Poznańska, Poznań;
- wygłoszenie wykładu na seminarium Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk (Wydział V - Nauk Technicznych) pt. *Multisensoryczne pomiary wielkości geometrycznych* w dniu 01.02.2024 roku.

Wszechstronna działalność Habilitanta została doceniona różnego typu wyróżnieniami i nagrodami (w tym trzykrotnie indywidualnym nagrodami i raz zespołową nagrodą Rektora Politechniki Poznańskiej):

- nagroda Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia organizacyjne i naukowe uzyskane w roku akademickim 2022/2023;
- list gratulacyjny Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej dla najlepiej ocenianego nauczyciela w semestrze zimowym roku akademickiego 2021/2022.
- Nagroda Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia organizacyjne uzyskane w roku akademickim 2021/2022;
- nagroda zespołowa I stopnia JM Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia naukowe w roku 2020;
- nagroda Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia organizacyjne uzyskane w roku akademickim 2019/2020;
- III miejsce za wyróżniający się referat B. Gapiński, P. Janicki, L. Marciniak-Podsadna, **M. Jakubowicz**, *Application of the computed tomography to control parts made on additive manufacturing process*, International Conference on Manufacturing Engineering and Materials, ICMEM 2016, 6-10.06.2016, Nový Smokovec, Slovak Republic;
- nagroda za wyróżniający się referat pt. Zastosowanie pneumatycznych przetworników długości do pomiarów wielkości geometrycznych, na IV Międzyuczelnianym Seminarium Studenckich Kół Naukowych i Studiów Doktoranckich, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. Prezydenta Stanisława Wojciechowskiego w Kaliszu, 29-30.11.2012 r.;
- wyróżnienie za czynne włączanie się do dyskusji naukowej w trakcie konferencji Wpływ Młodych Naukowców na Osiągnięcia Polskiej Nauki – V edycja, Poznań, 30.11.2013 r.;
- nagroda Dziekana Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania, Politechniki Poznańskiej za wyniki w nauce uzyskane podczas studiów, 2011 roku.

Swoje umiejętności zawodowe Habilitant poszerzył kończąc w 2015 r. studia podyplomowe – *Przygotowanie edukacyjne do nauczania przedmiotów ogólnych i techniczno – zawodowych*, 2012 – 2015, Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, Świadectwo ukończenia studiów podyplomowych nr 12288. Umiejętności te doskonalił też licznymi szkoleniami (w większości online), webinariami oraz warsztatami mającymi na celu podniesienie zarówno jakości kształcenia i badań naukowych. Można śmiało stwierdzić, że działania Habilitanta mieszczą się ogólnopolskich standardach i, że jest On dobrze przygotowany do nauczania akademickiego I i II stopnia na kierunku podstawowym jak kierunkach pokrewnych oraz pracy organizacyjnej w szkole wyższej.

Działalność badawczą Habilitanta charakteryzują stosunkowo wysokie wskaźniki naukowometryczne. Jego prace (zgodnie z Web of Sciences - Core Colelection) były cytowane 141 razy (bez autocytowań 109 razy). Zgodnie też z tą bazą Jego Indeks Hirsza (h) = 7. Podana w autoreferacie sumaryczna liczba punktów wynikająca z publikacji od początku kariery zawodowej Habilitanta wynosi 2388, z czego za artykuły opublikowane po doktoracie 2295. Trudno jest zweryfikować te dane z uwagi na to, że w autoreferacie brakuje sumarycznego zestawienia osiągnięć z podaniem własnego udziału procentowego włożonego w ich uzyskanie. Mając na uwadze podaną liczbę punktów, wyliczoną dla publikacji stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, nie uwzględniając procentowego udziału własnego (podano 675 a powinno być 311,5), dane te stoją pod znakiem zapytania. Niemniej jednak uwzględniając całokształt działalności stwierdzam, że Habilitant w stopniu wystarczającym opanował nowoczesny warsztat naukowy umożliwiający prowadzenie badań własnych w zadeklarowanej dyscyplinie inżynieria mechaniczna, jak również posiada niezbędne cechy do kierowania zespołami badawczymi i oceny naukowego innych osób.

4. Wnioski końcowe

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę osiągnięć naukowych (monografia plus cykl publikacji) oraz pozostałego dorobku naukowego jak również szerokie doświadczenie badawcze, dydaktyczne i popularyzatorskie habilitanta stwierdzam, że w mojej opinii Pan dr inż. Michał Jakubowicz spełnia ustawowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego art.219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz.1571).

W związku z powyższym wnoszę do Komisji habilitacyjnej o dopuszczenie Pana dr inż. Michała Jakubowicza do dalszych etapów procedowania zmierzających do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

dr hab. inż. Krzysztof Nozdrzykowski, prof.PM.

