

Dr hab. Inż. Ksenia Ostrowska, prof. PK
Laboratorium Metrologii Współrzędnościowej,
Wydział Mechaniczny
Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki
ul. Warszawska 24
31-155 Kraków

Kraków, 23.05.2025 r.



Recenzja

osiągnięć naukowych dr. inż. Michała Jakubowicza w związku z
postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w
dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria
mechaniczna

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą formalną opracowania recenzji jest pismo Pana Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej i Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej dr hab. inż. Bartosza Gapińskiego, profesor PP z dnia 01.04.2025 r. (nr DIM.075.86.2025) informujące o powołaniu mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym Pana dr. inż. Michała Jakubowicza w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Otrzymana dokumentacja, tj. pismo i wniosek Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego wraz z załącznikami, została przygotowana zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (dalej Ustawa).

Podstawę merytoryczną opracowania recenzji stanowi komplet dokumentów (w wersji elektronicznej), zawierający: wniosek Kandydata z dnia 13 stycznia 2025 roku skierowany do Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, dane wnioskodawcy, kopia poświadczanego dokumentu stwierdzającego posiadanie stopnia doktora, autoreferat, monografia pt. „Metodyka projektowania i badań urządzeń multisensorycznych”, kopie artykułów jako osiągnięcia naukowe wchodzące w skład cyklu powiązanych tematycznie publikacji pod zbiorczą nazwą wspólną „Multisensoryczne pomiary wielkości geometrycznych”, wykaz osiągnięć naukowych, oświadczenia współautorów oraz Kandydata określające indywidualny wkład w powstanie prac stanowiących Jego osiągnięcia naukowe, jak również analiza bibliometryczna.

Na podstawie otrzymanej dokumentacji stwierdzam, że oceniany dorobek można zakwalifikować do dyscypliny inżynieria mechaniczna.

2. Charakterystyka Kandydata

Dr inż. Michał Jakubowicz ukończył studia inżynierskie na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej na specjalności Mechatronika w 2010 roku. Rok później na tym samym Wydziale ukończył studia magisterskie. W roku 2016 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, który został mu nadany uchwałą Rady Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Badanie dokładności odwzorowania zarysu okrągłości za pomocą pneumatycznego przetwornika długości ze szczelinową dyszą pomiarową”, której promotorem był dr hab. inż. Czesław Janusz Jermak.

Od 2011 jest zatrudniony na Politechnice Poznańskiej na Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania w Instytucie Technologii Mechanicznej w Zakładzie Metrologii i Systemów Pomiarowych, początkowo jako doktorant, następnie jako asystent, a od 2019 roku na stanowisku adiunkta badawczo-dydaktycznego.

Od 2017 roku jest również zatrudniony w Akademii Nauk Stosowanych w Koninie na Wydziale Nauk Technicznych i Ekonomicznych w Katedrze Nauk Technicznych, jako wykładowca.

Działalność naukowa dr. inż. Michała Jakubowicza wpisuje się w problematykę inżynierii mechanicznej, a w szczególności w obszar zagadnień związanych z metrologią. Szczególnym obiektem badań są problemy pomiarowe, a następnie decyzyjne, związane z doбором odpowiedniego systemu bądź czujnika do danego zadania pomiarowego. Kandydat podjął pracę nad systemami pomiarowymi multisensorycznymi, pozwalającymi na podjęcie decyzji zarówno na etapie projektowania jak i realizacji pomiarów.

Analiza bibliometryczna publikacji Kandydata za lata 2012 - 2025 wykonana w System Informacji Naukowej Politechniki Poznańskiej (wg stanu na dzień 05.05.2025 r.). Sumaryczna liczba publikacji naukowych Kandydata wynosi 39 (30- po roku uzyskania stopnia doktora tj. 2016), 17 artykułów w czasopismach posiadających impact factor, 16 artykułów w czasopismach nieposiadających impact factor, 6 artykułów w krajowych czasopismach lub materiałach konferencyjnych, 1 monografia autorska oraz 13 rozdziałów. (<https://sin.put.poznan.pl/search/publications/article?personId=1575&personName=Micha%C5%82+Jakubowicz&years=2001-2025>).

Suma punktów za publikacje wg rozporządzeń MEiN/MNiSW- 2728 i wykazu Systemu Informacji Naukowej Politechniki Poznańskiej. Informacje o cytowaniu publikacji Kandydata oraz h-index zawarte są w Tabeli 1.

Tabela 1. Informacje o cytowaniu publikacji Kandydata

Baza	Scopus	WoS
Liczba publikacji	31	26
Liczba cytowań	182, bez autocytowań (149)	148 bez autocytowań (115)
Indeks Hirscha (h- index)	8	8

Dodatkowo do analizy bibliometrycznej publikacji Kandydata dokonanej zgodnie z System Informacji Naukowej Politechniki Poznańskiej dodaje informacje odnośnie Jego działalności patentowej: patenty współautorskie -3; patenty samodzielne -1; zgłoszenia patentowe -1.

Ze względu na dużą liczbę publikacji, co z kolei przekłada się na liczbę cytowań i indeks Hirsha, ogólny dorobek naukowy Kandydata oceniam pozytywnie.

Podsumowując, stwierdzam, że spełniony jest wymóg art. 219 Ustawy, Kandydat posiada stopień doktora, uzyskany na podstawie przepisów obowiązujących w polskim prawie oraz wykazał się znacznym dorobkiem publikacyjnym, który wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

3. Ocena osiągnięć naukowych

Dokumentacja przesłana do oceny zawiera dwa osiągnięcia naukowe, zgłoszone przez Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego:

Osiągnięcie nr 1 w formie monografii naukowej: „Metodyka projektowania i badań urządzeń multisensorycznych”, wydana przez Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a. oraz

Osiągnięcie nr 2 stanowi cykl powiązanych tematycznie jedenastu publikacji pod wspólnym tytułem: „Multisensoryczne pomiary wielkości geometrycznych”, opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit.

Na wskazany cykl publikacji składają się tylko pozycje opublikowane po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (po 2016 roku).

3.1. Ocena osiągnięcia w postaci monografii naukowej

Pierwszym osiągnięciem naukowym Pana dr. inż. Michała Jakubowicza w rozumieniu art. 219 Ustawy, które przedstawiono jako jedną z podstaw wystąpienia z wnioskiem o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, jest monografia pt. „Metodyka projektowania i badań urządzeń multisensorycznych”. Monografia opublikowana w 2024 r. przez Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, ISBN 978-83-7775-755-0, recenzji prof. Dr. hab. Grzegorza Królczyka. Monografia obejmuje 172 strony i składa się ze spisu treści, streszczeń, wstępu, pięciu rozdziałów, wniosków i bibliografii.

Monografia prezentuje metodykę projektowania i badań multisensorycznych systemów pomiarowych. Istotną jej część stanowi analiza oddziaływań wybranych wielkości wpływających na charakterystyki stosowanych sensorów, jak i koncepcja budowy i funkcjonowania autorskiego, zaprojektowanego urządzenia multisensorycznego. W wyniku analizy wyznaczonych wpływów poszczególnych sensorów na daną cechę pomiarową, autor ułatwia poprawny metrologicznie dobór odpowiedniego sensora do określonego zadania pomiarowego. Choć ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.) nie podaje wprost szczegółowej struktury monografii habilitacyjnej, to w praktyce każda monografia habilitacyjna powinna zawierać jasno sformułowany cel badawczy lub cel naukowy, który ukierunkowuje analizę i uzasadnia wybór tematu wprost, czego w przedstawionej monografii mi zabrakło. Cel naukowy został zdefiniowany dopiero w Autoreferacie.

Wstęp zawierał uzasadnienie podjęcia tematu oraz prezentację zakresu pracy. W rozdziale pierwszym pt.: „*Multisensoryczne systemy pomiarowe*” dokonano przeglądu literatury oraz opisano dostępne na rynku urządzenia, posiadające w swej budowie kilka rodzajów czujników pomiarowych. Scharakteryzowano również perspektywy rozwoju pomiarowych urządzeń multisensorycznych w kontekście strategii Przemysłu 4.0.

Rozdział drugi „*Identyfikacja właściwości metrologicznych wybranych sensorów*” przedstawia klasyfikację czujników w systemach pomiarowych, teoretyczne podstawy ich działania, budowę, zasadę działania oraz kryteria wyboru odpowiednich przetworników, uwzględniając wymagania dotyczące dokładności statycznej i dynamicznej. Po przeprowadzeniu analizy wybrano trzy typy przetworników tj. pneumatyczny, magnetyczny inkrementalny oraz optyczny konfokalny. Omówiono również metodykę identyfikacji ich charakterystyk metrologicznych, a następnie opisano proces wyznaczenia ich błędów i

kalibracji (wzorcowania). Uzyskane wyniki potwierdziły przydatność sensorów do realizacji pomiarów zmiennych w czasie z minimalnym błędem dynamicznym. Rozdział był obszernym opisem sensorów pomiarowych zawartym na 44 stronach, co dało $\frac{1}{4}$ objętości monografii.

W rozdziale trzecim „*Oddziaływanie wybranych wielkości wpływających na charakterystyki stosowanych sensorów*” przedstawiono wpływ poszczególnych wielkości na charakterystyki wybranych w poprzednim rozdziale sensorów. Wykazano istotne wpływy na wyniki pomiarów i wartości błędów, co stało się podstawą do określenia warunków eksploatacji dla każdego z sensorów.

Rozdział czwarty pod tytułem „*Koncepcja funkcjonalna multisensorycznego systemu pomiarowego*”, jest w dużej mierze odpowiedzią na postawiony cel pracy w autoreferacie. Przedstawiona została koncepcja multisensorycznego systemu przeznaczonego do pomiaru odchyłek okrągłości i średnicy walcowych powierzchni wewnętrznych, która polega na zastosowaniu w jednym urządzeniu trzech sensorów: stykowego, pneumatycznego i optycznego. Układ umożliwia użycie dowolnego czujnika w zadaniu zdefiniowanym przez warunki metrologiczne i środowiskowe. Głowica pomiarowa, która stanowi główny element autorskiego systemu multisensorycznego, a składająca się z zespołu platform, których wzajemne położenie regulują prowadnice z szyną profilową, a odpowiednie usytuowanie wymiennego korpusu następuje za pomocą mikrosiłownika oraz zestawu sprężyn, zgłoszono do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej i uzyskano patent: *Głowica do pomiaru odchyłki okrągłości wewnętrznych powierzchni walcowych metodą stykową i bezstykową* [PL 225971], który stanowi rozwojową wersję dwóch wcześniejszych, to jest: *Głowica do pomiaru średnicy i odchyłki okrągłości metodą odniesieniową, wewnętrznej powierzchni walcowej* oraz *Głowica do pomiaru odchyłki okrągłości metodą odniesieniową, powierzchni walcowej wewnętrznej* [PL 225447; PL 224761]. Ponad to opisano algorytm oraz cały system sterujący, jak również adiustację wskazań sensorów do pomiarów średnicy, a wykorzystanych do budowy niniejszego rozwiązania. Przedstawiono badania, a następnie analizę wpływu promienia zaokrąglenia końcówek pomiarowych i podporowych głowicy na uzyskane wyniki. Zagadnienia wyrażone w niniejszym rozdziale umożliwiły ustalenie parametrów konstrukcyjnych głowicy pomiarowej.

W piątym rozdziale przedstawiono rezultaty pomiarów odchyłki okrągłości zrealizowanych przy użyciu zaprojektowanego systemu multisensorycznego. Przedstawiono badanie zdolności niniejszego systemu zgodnie z wytycznymi MSA, gdzie określono: rozdzielczość, powtarzalność, odtwarzalność, łączną powtarzalność i odtwarzalność *R&R*, stabilność systemu pomiarowego w czasie.

Rozdział szósty obejmuje wnioski, opis osiągnięć metodycznych i praktycznych, a także propozycje dalszych badań.

Za najważniejsze osiągnięcia Kandydata związane z monografią uważam:

- a) Zaproponowanie autorskiej metodyki projektowania i badań multisensorycznych systemów pomiarowych. Połączenie urządzeń i danych z kilku źródeł informacji (sensorów) w jednym formacie reprezentacji w efekcie czego można uzyskać kompleksową ocenę metrologiczną badanej cechy.
- b) Zaprojektowanie głowicy pomiarowej, którą zgłoszono do Urzędu Patentowego Rzeczypospolitej Polskiej i uzyskano patent: *Głowica do pomiaru odchyłki okrągłości wewnętrznych powierzchni walcowych metodą stykową i bezstykową* [PL 225971], który stanowi rozwinięcie dwóch wcześniejszych: *Głowica do pomiaru średnicy i odchyłki okrągłości metodą odniesieniową, wewnętrznej powierzchni walcowej oraz Głowica do pomiaru odchyłki okrągłości metodą odniesieniową, powierzchni walcowej wewnętrznej* [PL 225447; PL 224761].
- c) Przeprowadzenie wnikliwej analizy czujników o różnej zasadzie działania, do tego samego zadania pomiarowego i określenia założeń ich doboru do tego zadania.
- d) Implementację opracowanego modelu optymalizacyjnego, który umożliwia zwiększanie odporności na zakłócenia spowodowane wpływem czynników na dokładność pomiaru czujnikami o różnej zasadzie działania.

Podsumowując, stwierdzam, że zaproponowane do oceny osiągnięcie w postaci monografii naukowej wydanej przez wydawnictwo, które w roku opublikowania było ujęte w wykazie MEiN/MNiSW, stanowi oryginalne podejście do pomiarów multisensorycznych odchylek okrągłości oraz wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

3.2. Ocena osiągnięcia w postaci jednego cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych

Drugim osiągnięciem naukowym, które przedstawiono jako jedną z podstaw wystąpienia z wnioskiem o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, są powiązane tematycznie artykuły naukowe stanowiące logiczny cykl pod wspólnym tytułem „*Multisensoryczne pomiary wielkości geometrycznych*”.

Tabela 2 przedstawia cykl powiązanych tematycznie publikacji, które zostały posortowane malejąco odpowiednio do roku publikacji oraz rodzaju.

Tabela 2. Cykl powiązanych tematycznie publikacji (osiągnięcie nr 2).

Nr	Rok	Dane bibliograficzne	MEiN/ MNISW	IF	Udział własny w procentach
3.2.2[A1]	2021	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, 10.1016/j.measurement.2021.109190	200 (2017- 2021 MEiN)	5,131	30%
3.2.3[A2]	2021	Cz. J. Jermak, M. Jakubowicz*, M. Wieczorowski, M. Rucki, Fast and Precise Non-Contact Measurement of Cylindrical Surfaces with Air Gauges, Materials, vol. 14, 2021, s. 3728-1 - 3728-14, doi.org/10.3390/ma14133728	140 (2017- 2021 MEiN)	3,748	40%
3.2.4[A3]	2020	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, doi.org/10.1007/s00107-020-01593-y	140 (2017- 2021 MEiN)	2,014	30%
3.2.5[A4]	2019	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, doi.org/10.1051/matecconf/201925202002	5 (2017- 2021 MEiN)		80%
3.2.6[A5]	2018	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	15 (2017- 2021 MEiN)		30%

		Publishing, vol. 1065, 2018, 10.1088/1742-6596/1065/14/142012			
3.2.7[A6]	2018	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, doi.org/10.1504/IJMPT.2018.095117	15 (2017-2021 MEiN) 40 (MNiSW)	0,674	60%
3.2.8[A7]	2017	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, doi.org/10.12913/22998624/79830	100 (2017-2021 MEiN) 10 (MNiSW)	1,000	80%
3.2.9[A8]	2017	Cz. J. Jermak, M. Jakubowicz*, J. Derezynski, M. Rucki, Uncertainty of the air gauge test rig, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, vol. 18, iss. 4, s. 479-485, 2017, https://link.springer.com/article/10.1007/s12541-017-0058-8	30 (2017-2021 MEiN) 70 (MNiSW)	1,661	60%
3.2.10[R1]	2019	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 naukowy opublikowanych w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych)	20 (2017-2021 MEiN) 20 (MNiSW)		80%
3.2.11[R2]	2018	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,	20 (2017-2021 MEiN)		70%

		Stanisław Legutko, Mieczysław Jurczyk - Cham, Switzerland : Springer, 2018, s. 733-742, (artykuł naukowy opublikowanych w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych)	20 (MNiSW)		
--	--	---	------------	--	--

3.2.2. W artykule [A1] zostały przedstawione badania eksperymentalne oraz symulacyjne statycznych charakterystyk laserowych czujników triangulacyjnych do pomiaru długości. Zaprezentowano wyniki analizy błędów tych czujników w zależności od parametrów i przyjętej strategii pomiarów. Następnie przedstawiono metodę wyznaczania niepewności pomiaru, opartą na procedurze kalibracji i szacowaniu współczynników charakterystyk statycznych. Praca została wzbogacona o propozycję i weryfikację modelu matematycznego, mającego na celu przewidywanie cech głowic triangulacyjnych. Niniejsze podejście pozwala na ułatwienie doboru czujnika, maksymalnie dostosowanego do danego zadania pomiarowego, co ważne, bez konieczności posiadania fizycznego urządzenia.

3.2.3. W artykule [A2] przedstawiono bezdotkowy pomiar powierzchni cylindrycznych (pomiar okrągłości i walcowości) przy użyciu głowic pneumatycznych. Wyjaśniono zasadę działania układu pomiarowego, w szczególności konstrukcję systemu pomiarowego, który wykorzystuje nową konstrukcję głowicy pomiarowej wyposażonej w trzy niezależne jednokaskadowe pneumatyczne przetworniki długości. Omawia algorytm pomiarowy oparty na zasadzie odniesieniowej, charakteryzuje automatyczną kalibrację, a także zbieranie danych i analizę harmoniczną. Zidentyfikowane są również potencjalne źródła błędów dzięki przeprowadzonym symulacjom oraz testom, co pozwoliło ocenić wpływ parametrów urządzenia na wynik pomiaru.

3.2.4. W artykule [A3] omówiono zastosowanie bezkontaktowego czujnika pneumatycznego, który został wykorzystany do oceny stanu powierzchni materiałów drewnianych oraz kompozytów zawierających drewno. Przedstawiono w nim unowocześnioną wersję prototypowego urządzenia pomiarowego (z artykułu [A5]), w którym zastosowano pneumatyczny przetwornik do pomiaru długości jako główny element pomiarowy. Modernizacja ta miała na celu opracowanie systemu/ czujnika, który będzie w stałej odległości od powierzchni mierzonej, umożliwiając dokładny pomiar chropowatości drewna bez ryzyka uszkodzenia jego struktury. Przeprowadzono pomiar za pomocą

przedstawionego systemu pneumatycznego i porównano je z wynikami z tradycyjnych urządzeń pomiarowych w celu określenia jego przydatności do pomiaru, co zostało potwierdzone.

3.2.5. Artykuł [A4] przedstawia konstrukcję wraz z działaniem stanowiska autorskiego pozwalającego na analizę dynamiczną czujników poprzez pomiar amplitudy ciśnienia pomiarowego przy różnych częstotliwościach sygnału wejściowego. Dokumentuje przydatność opracowanego stanowiska do precyzyjnej kalibracji dynamicznej czujników pneumatycznych, co zostało wykorzystane również w zgłoszonej monografii.

3.2.5. Artykuł [A5] jest przedstawieniem pierwszej wersji urządzenia pomiarowego rozwiniętego i zmodyfikowanego w artykule [A3]. Opisuje prototyp czujnika do pomiaru powierzchni drewna oraz materiałów zawierających drewno jako jeden ze składników. Założenia miały na celu wykonanie systemu pomiarowego, który będzie bezkontaktowy ze względu na możliwość uszkodzenia powierzchni.

3.2.7. W artykule [A6] omówiono szacowanie niepewności pomiaru przeciwcisnienia w zaawansowanym stanowisku eksperymentalnym wyposażonym w urządzenia elektroniczne, przetworniki ciśnienia oraz precyzyjne silniki krokowe. Stanowisko opracowano do eksperymentalnego badania wybranych mierników ciśnienia w celu potwierdzenia ich zdolności. Do wyrażenia niepewności pomiarów przedstawionym urządzeniem wyznaczono główne źródła niepewności wykorzystując metodę A. W opracowaniu opisano również procedury adjustacyjne, pozwalające na zminimalizowanie błędów przypadkowych oraz dodano rekomendacje pozwalające na optymalizację stanowisk do pomiaru wskazań ciśnienia.

3.2.8. Artykuł [A7] zawiera opis układu pomiarowego, za pomocą którego można określić właściwości metrologicznych manometrów, wyznaczyć ich charakterystyki statyczne przy jednoczesnej możliwości pomiaru temperatury w kanale doprowadzającym sprężone powietrze do przetwornika oraz w komorze pomiarowej. Zaprojektowane stanowisko pozwala na badanie nowych konstrukcji manometrów powietrznych i określenie ich parametrów metrologicznych, co umożliwi rozszerzenie zastosowania manometrów w statycznych i dynamicznych układach sterowania.

3.2.9. W artykule [A8] opisano wyznaczenie budżetu niepewności pomiarów stanowiska opisanego w artykule [A7]. Scharakteryzowane stanowisko testowe, zostało zaprojektowane do precyzyjnego pomiaru ciśnienia zwrotnego powstającego podczas przepływu powietrza przez komorę pomiarową i elementy przetwornika.

3.2.10. W artykule [R1] opisano badania opracowania metody szacowania niepewności pomiarowej wyników uzyskanych za pomocą skonstruowanego stanowiska do wyznaczania charakterystyk amplitudowo-częstotliwościowych pneumatycznych przetworników długości, które były wyposażone w małe komory pomiarowe. Szczególną uwagę poświęcono identyfikacji źródeł błędów i ich wpływowi na końcowy wynik. Przedstawione stanowisko było wykorzystane jako część aparatury do analiz wielkości zmiennych w czasie opisanych w monografii z Osiągnięcia nr 1.

3.2.11. Artykuł [R2] przedstawia wyniki badań eksperymentalnych nad wpływem średnicy dyszy wlotowej na właściwości dynamiczne pneumatycznych przetworników długości. Autorzy analizują, jak zmiany tej średnicy wpływają na parametry takie jak stała czasowa i częstotliwość graniczna, co ma istotne znaczenie dla precyzyjnych pomiarów w zastosowaniach przemysłowych.

Cykl powiązanych tematycznie publikacji zawiera artykuły opublikowane w czasopismach naukowych, oraz recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania były ujęte w wykazie czasopism opublikowanym przez MEiN/MNiSW. Do każdej publikacji wieloautorskiej dołączono oświadczenia, w których wszyscy współautorzy określili udział merytoryczny w publikacji.

Tematyka przedstawionego osiągnięcia naukowego dotyczy modelowania, konstruowania, a także analizowania wpływów na pomiar różnych rodzajów systemów pomiarowych i czujników. Głównym celem podjętym przez Kandydata w cyklu publikacji jest opracowanie metodyki badań i projektowania systemów pomiarowych przeznaczonych do pomiaru wielkości geometrycznych opierających swoje działanie o wybrane różne typy przetworników przemieszczeń liniowych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy opisanego cyklu publikacji za najważniejsze osiągnięcia Kandydata uważam:

1. Opracowanie autorskich rozwiązań stanowiska pozwalającego na badanie nowych konstrukcji manometrów powietrznych i określenie ich parametrów metrologicznych.
2. Opracowanie prototypu czujnika do pomiaru powierzchni drewna oraz materiałów zawierających drewno jako jeden ze składników.

3. Opracowanie konstrukcji wraz z działaniem stanowiska autorskiego pozwalającego na analizę dynamiczną czujników poprzez pomiar amplitudy ciśnienia pomiarowego przy różnych częstotliwościach sygnału wejściowego.

Zaproponowane do oceny osiągnięcia Kandydata stanowią cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod tytułem „*Multisensoryczne pomiary wielkości geometrycznych*” opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, ujętych w wykazie MEiN/MNiSW, oraz wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Podsumowując Rozdział 3 recenzji, stwierdzam, że spełniony jest wymóg art. 219 Ustawy, oba osiągnięcia naukowe Kandydata wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Trzecim warunkiem nadania stopnia doktora habilitowanego, zgodnie z art. 219 Ustawy, jest wykazanie się aktywnością naukową realizowaną w innych podmiotach polskich lub zagranicznych. Na podstawie Autoreferatu Kandydata, do aktywności naukowej realizowanej w innych podmiotach można zaliczyć:

4.1. Współpraca z zagranicznymi jednostkami naukowymi:

4.1.1. Josef Stefan Institute Ljubljana/Faculty of Information Studies Novo mesto, Słowenia, (Assist. Prof. Dr. Matej Babič). Współpraca z Profesorem Matejem Babič od 2018 roku, dotycząca analizy pomiaru wielkości zmiennych w czasie za pomocą pneumatycznego przetwornika długości oraz na opracowaniu nowatorskiego podejście do rozpoznawania wzorców za pomocą teorii grafów i jej zastosowaniu w inżynierii mechanicznej. Współpraca potwierdzona wspólnymi publikacjami (3 artykuły naukowe w materiałach pokonferencyjnych) oraz przedstawieniem wyników badań na konferencjach.

4.1.2. University of Miskolc, Faculty of Mechanical Engineering and Informatics, Institute of Manufacturing Science, Węgry (Assist. Prof. Dr. Gyula Varga). Współpraca z Profesorem Gyula Varga od 2018 roku, dotycząca pomiarów struktury geometrycznej powierzchni po obróbce przedmiotów cylindrycznych przy użyciu małej ilości chłodziw i smarów oraz publikacją związaną z teorią pomiarów dynamicznych. Współpraca potwierdzona wspólnymi

publikacjami (3 artykuły naukowe w materiałach pokonferencyjnych z czego 2 z nich z również Profesorem Matejem Babič).

4.1.3. National University of Sciences and Technology, College of Electrical and Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering, Islamabad, Pakistan (Assist. Prof. Dr. Muhammad Rehan Khan). Współpraca z Profesorem Muhammadem Rehan Khan od 2023 roku dotycząca doboru współrzędnościowego układu pomiarowego dla wielkogabarytowych elementów typu obręcz i pierścieni oraz pomiarów optycznych wielkogabarytowych elementów spawanych. Współpraca potwierdzona wspólnymi publikacjami.

Wymienione współpracy z ośrodkami przedstawionymi w punktach 4.1.1- 4.1.3 nie obejmowały stażu w tych jednostkach, natomiast publikacje w dużej części były związane z konferencjami.

4.2. Krótkoterminowe wyjazdy zagraniczne:

W ramach programu wymiany akademickiej CEEPUS prowadzone zajęcia lub seminaria dot. zagadnień związanych z teorią przetworników pomiarowych oraz współrzędnościową techniką pomiarową. Wyjazdy miały miejsce: Uniwersytet Techniczny w Cluj Napoca, Rumunia (3 razy), Uniwersytet Techniczny w Sofii, Bułgaria (5 razy), Uniwersytet Techniczny w Ostrawie, Czechy (1 raz) oraz Uniwersytet J. J. Strossmayer w Osijek/Slavonski Brod, Chorwacja (1 raz). Wyjazdy miały wydźwięk bardziej dydaktyczny.

4.3. Współpraca z krajowymi jednostkami naukowymi:

4.3.1. Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego, Wydział Mechaniczny, Katedra Technologii i Projektowania Maszyn, Radom (dr inż. Zbigniew Siemiątkowski, prof. URad). Współpraca od studiów doktoranckich potwierdzona wspólnymi publikacjami (11 publikacji), wygłoszonymi referatami na konferencjach naukowych oraz odbytym 3 miesięcznym stażem w terminie 17.06.2024 – 17.09.2024.

4.3.2. Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Konstrukcji Maszyn, Rzeszów (prof. dr hab. inż. Grzegorz Budzik). Współpraca potwierdzona stażem naukowym w terminie 15.06.2023 – 15.09.2023, a poparta publikacją.

4.3.3. Współpraca w ramach Narodowej Sieci Metrologii Współrzędnościowej (NSMET). Współpraca opiera się o projekt realizowany w konsorcjum, którego Liderem jest Politechnika Krakowska, a konsorcjantami są: Politechnika Poznańska, Politechnika Świętokrzyska, Politechnika Warszawska. Głównym celem projektu było utworzenie najwyższej jakości,

wyspecjalizowanej, infrastruktury badawczej dla rozwoju metrologii współrzędnościowej, będącej częścią Polskiej Mapy Infrastruktury Badawczej.

4.3.4. W ramach programu Polska Metrologia I oraz Polska Metrologia II wraz z partnerami z polskich uczelni technicznych oraz we współpracy z Głównym Urzędem Miar (GUM) realizacja projektów służących podniesieniu poziomu zdolności badawczych instytucji metrologicznych i wzmocnieniu ich kapitału intelektualnego. Potwierdzeniem niniejszej współpracy jest udział w 3 projektach (PM-II/SP/0046/2024/02, PM/SP/0058/2021/1, PM/SP/0077/2021/1).

4.4. Współpraca z ośrodkami przemysłowymi:

Porozumienie o współpracy pomiędzy ośrodkami przemysłowymi tj. General Electric Company Polska Sp. z o.o. , gdzie Pan dr inż. Michał Jakubowicz był członkiem zespołu eksperckiego, osobą odpowiedzialną za koordynację działań wynikających z porozumienia oraz PROTiM Sp. z o.o, ul. Grzybowa 8D, 62-081, gdzie w latach 2019 – 2022 pełnił funkcję koordynatora prac badawczych.

Pan dr inż. Michał Jakubowicz wykazał się dużym zaangażowaniem w współpracy z innymi ośrodkami nie tylko naukowymi ale również przemysłowymi. Jego zaangażowanie poparte jest stażami, krótkimi wyjazdami zagranicznymi, projektami oraz publikacjami, co kandydat bardzo skrupulatnie opisuje i dokumentuje w Autoreferacie. *Podsumowując, stwierdzam, że Kandydat wykazał się dużą aktywnością naukową realizowaną w innych podmiotach. W autoreferacie wskazał jednoznacznie zakres przeprowadzonych badań naukowych w ramach wymienionej współpracy i wyjazdów. Moim zdaniem ta część Jego dokonań jest odpowiednia do pozytywnej oceny dorobku oraz wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.*

5. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

5.1. Działalność dydaktyczna:

Kandydat od początku swojej pracy jako nauczyciel akademicki jest związany z Politechniką Poznańską. Prowadzi tam wykłady, ćwiczenia laboratoryjne i ćwiczenia projektowe na pierwszym i drugim stopniu studiów. Prowadził zajęcia z takich przedmiotów jak: laboratorium obróbki mechanicznej, technologie ubytkowe, czujniki i elementy pomiarowe, czujniki i pomiary wielkości nieelektrycznych, metrologia warstwowa, metrologia techniczna i systemy pomiarowe, podstawy metrologii, inżynieria odwrotna, zaawansowane systemy pomiarowe, seminarium dyplomowe czy praca przejściowa. Jak już

wcześniej wspomniano, od 2017 roku jest również zatrudniony w Akademii Nauk Stosowanych w Koninie na Wydziale Nauk Technicznych i Ekonomicznych w Katedrze Nauk Technicznych, jako wykładowca.

Pracując jako adiunkt badawczo — dydaktyczny, był promotorem 15 prac magisterskich i 32 inżynierskich oraz jest promotorem pomocniczym 3 prac doktorskich (jedna obroniona 13.10.2023 dr inż. Bartosz Jakubek).

5.2. Działalność organizacyjna:

Kandydat był członkiem komitetu organizacyjnego dwóch edycji konferencji międzynarodowej: 7th and 8th International Scientific-Technical Conference Manufacturing Poznań, Polska oraz czterech edycji konferencji międzynarodowych: 1th, 2nd, 3th and 4th International Conference on New Research and Development in Technical and Natural Science, Radenci, Słowenia. Jest też członkiem zwyczajnym Komisji Budowy Maszyn, Wydział V - Nauk Technicznych, Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, Sekretarzem Organu Technicznego nr 207 do spraw Obróbki Ubytkowej i Przyrostowej oraz Charakterystyki Warstwy Wierzchniej Polskiego Komitetu Normalizacyjnego PKN. Jest również członkiem komisji rekrutacyjnych i kwalifikacyjnych na studia II stopnia, a od roku 2020 jest upoważniony przez Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej do pełnienia funkcji przewodniczącego komisji egzaminacyjnej w przypadku studiów pierwszego stopnia. Kandydat został też wybrany do Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej, Politechniki Poznańskiej na lata 2024-2028. W latach 2012- 2014, był członkiem Prezydium Samorządu Doktorantów Politechniki Poznańskiej.

5.3. Działalność związana z popularyzacją nauki:

Kandydat był współorganizatorem oraz opiekunem naukowym Ogólnouczeniowego Studenckiego Koła Naukowego μ RoboSpace działającego przy Zakładzie Metrologii i Systemów Pomiarowych Politechniki Poznańskiej, gdzie prowadzone były badania i zostały przygotowane publikacje i referaty ze studentami. Był też współorganizatorem imprez popularnonaukowych tj. Noc Naukowców oraz Noc Małych Naukowców w 2018 roku.

Pan dr inż. Michał Jakubowicz został wielokrotnie doceniony i nagrodzony zarówno przez Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej jak też przez Rektora Politechniki Poznańskiej, za osiągnięcia organizacyjne i naukowe. Ukończył Studia podyplomowe „Przygotowanie edukacyjne do nauczania przedmiotów ogólnych i techniczno – zawodowych” oraz certyfikowane szkolenia techniczne.

Podsumowując, stwierdzam, że Kandydat wykazał się znaczącym zaangażowaniem w działalność organizacyjną i dydaktyczną związaną z dyscypliną inżynieria mechaniczna.

6. Wniosek końcowy

Na podstawie przedstawionej powyżej szczegółowej oceny dorobku Kandydata zgodnie z art. 219 Ustawy o Szkolnictwie Wyższym i Nauce, w mojej ocenie, dr inż. Michał Jakubowicz spełnia warunki do nadania mu stopnia doktora habilitowanego.

Uzasadnieniem oceny jest spełnienie przez Kandydata następujących wymogów:

- posiada tytuł doktora uzyskany na podstawie obowiązujących przepisów;
- przedstawiona jako Osiągnięcie nr 1 monografia naukowa: „*Metodyka projektowania i badań urządzeń multisensorycznych*” wydana przez wydawnictwo, które w roku opublikowania było ujęte w wykazie MEiN/MNiSW wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna;
- przedstawiony jako Osiągnięcie nr 2 cykl powiązanych tematycznie publikacji pod wspólnym tytułem „*Multisensoryczne pomiary wielkości geometrycznych*” opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, ujętych w wykazie MEiN/MNiSW wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna;
- pozostała aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucjach naukowych, wysokie wskaźniki bibliometryczne Kandydata pozwalają na pozytywną ocenę spełnienia tego wymagania oraz istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

dr hab. inż. Ksenia Ostrowska, prof. PK