

Prof. dr hab. inż. Tomasz Tarasiuk
Uniwersytet Morski w Gdyni
Wydział Elektryczny
Katedra Elektroenergetyki Okrętowej

Gdynia, 18.08.2023 r.

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Biuro Rady Dyscypliny
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika
i Technologie Kosmiczne
wpłynęło dnia 23.08.2023
nr 41 zat.

OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

pt. „Układy różnicowe i ilorazowe w metrologii impedancyjnej najwyższych dokładności”
oraz pozostałej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej **dra inż. Krzysztofa Musioła** w ramach postępowania o nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie **automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne**

Ocenę przygotowano w związku z powołaniem na recenzenta w wyżej wymienionym postępowaniu habilitacyjnym uchwałą nr 28/2023 Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Śląskiej z dnia 30 maja 2023 r. oraz Umową o dzieło UMC/1929/2023 zawartą w dniu 26.06.2023 r.

Podstawą są kryteria określone w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) oraz wymagania zawarte w wyżej wspomnianej umowie.

Ocenę przygotowano w oparciu o następujące dokumenty:

1. Wniosek przewodni.
2. Dane wnioskodawcy.
3. Kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora.
4. Autoreferat.
5. Wykaz osiągnięć naukowych.
6. Oświadczenia współautorów publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego i dokumenty potwierdzające osiągnięcia wymienione w wykazie osiągnięć.
7. Kopie publikacji naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe.

1. Podstawowe dane o kandydacie

Dr inż. Krzysztof Musioł ukończył studia w roku 2002 na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej na kierunku elektrotechnika, w specjalności automatyka i metrologia elektryczna. Stopień naukowy doktora uzyskał w roku 2007 w dyscyplinie elektrotechnika również na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej. Tematem rozprawy było „Opracowanie, badania i zastosowanie multiplexera wzorców indukcyjności”. Promotorem był prof. dr hab. inż. Tadeusz Skubis.

Wnioskodawca od 2007 roku jest zatrudniony na stanowisku adiunkta, obecnie w Katedrze Metrologii, Elektroniki i Automatyki na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej.

W przesłanej dokumentacji brak jest informacji o wcześniejszym ubieganiu się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Na osiągnięcie naukowe składa się cykl dziewięciu publikacji z lat 2010-2022. Osiem z nich ukazało się w renomowanych czasopismach *Measurement* i *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. We wszystkich tych artykułach Wnioskodawca był współautorem, w tym czterokrotnie jako pierwszy autor. Cykl został uzupełniony jednoautorską publikacją w czasopiśmie *Energies*. Ich sumaryczny IF jest równy 33,643. Natomiast IF wszystkich prac wynosi 45,542. Wartości te uważam za dobre.

Przedstawiony cykl jest spójny tematycznie i opisuje prace zespołu z Katedry Metrologii, Elektroniki i Automatyki Politechniki Śląskiej w obszarze metrologii najwyższych dokładności. Wnioskodawca już na etapie realizacji pracy doktorskiej stał się jego członkiem, konsekwentnie budując swoją pozycję naukową, związaną z opracowaniem nowych metod i układów do komparacji wzorców impedancji.

Dr inż. Krzysztof Musiał w swoim Autoreferacie wskazał cztery obszary prowadzonych badań:

1. Opracowanie, rozwój i zastosowanie komparatorów wzorców indukcyjności własnej i cyfrowych systemów komparacji impedancji;
2. Rozwój metody walidacji układów komparacji impedancji przy wykorzystaniu tzw. „trójkątów metrologicznych”;
3. Analiza i metody wyznaczania błędów nieliniowości źródeł cyfrowych i układów próbkujących wykorzystywanych w cyfrowych komparatorach impedancji;
4. Badania algorytmów wykorzystywanych do wyznaczania zespolonego stosunku napięć.

Tematyka osiągnięcia naukowego i publikacji wchodzących w skład cyklu wpisuje się w obszar dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

W pierwszej pracy z przedstawionego cyklu K. Musiał, A. Met, T. Skubis *Automatic bridge for comparison of inductance standards*, *Measurement*, Volume 43, Issue 10, December 2010, przedstawiono wielozakresowy mostek transformatorowy KWL5 przeznaczony do kalibracji wzorców indukcyjności o tej samej wartości nominalnej. Jednym z elementów układu był woltomierz wektorowy. Właśnie na tym elemencie skoncentrowano się w kolejnej publikacji A. Met, K. Musiał, T. Skubis *Vector Voltmeter for High-Precision Unbalanced Comparator Bridge*, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Volume 60, No. 2, February 2011. W obu publikacjach Wnioskodawca był współautorem koncepcji i metodologii badań oraz odpowiadał za część eksperymentalną prac.

Ważnym krokiem w badaniach Wnioskodawcy była praca K. Musiał, T. Skubis *The use of 1:1 comparator bridge for 10:1 and 1:10 inductance standard transfer*, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 63, Issue:12, December 2014, w której omówiono metodę przeniesienia wartości wzorców indukcyjności na wielokrotności i

podwielokrotności 1:10 i 10:1 przy wykorzystaniu komparatora przeznaczonego do komparacji 1:1 oraz wykonano analizę niepewności. Niewątpliwie wkład dra inż. Krzysztofa Musioła w powstanie tej pracy był znaczący.

Równie istotna w Jego dorobku była praca K. Musioł, M. Kampik *Metrological triangles in impedance comparison*, Measurement, Volume 148, December 2019, w której omówiono metodę oceny dokładności przyrządu na podstawie porównań parami co najmniej trzech wzorców o nieznanych, ale stabilnych wartościach. Rozwiązanie to wykorzystano już do modyfikacji mostka KWL5, przedstawionego w pierwszej pracy cyklu. Natomiast w omawianej pracy szczegółowo analizowano również wykorzystanie tego rozwiązania do pomiarów ilorazowych.

W kolejnej pracy M. Ortolano, M. Marzano, V. D'Elia, N. T. M. Tran, R. Rybski, J. Kaczmarek, M. Kozioł, K. Musioł *A Comprehensive Analysis of Error Sources in Electronic Fully Digital Impedance Bridges* IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Volume 70, April 2021, zaprezentowano wyniki uzyskane w ramach Joint Research Project 17RPT04 VersICaL. Analizowano źródła błędów w pomiarach realizowanych za pomocą komparatora generatorowego i komparatora próbkującego. Dr inż. Krzysztof Musioł opracował generator wykorzystany w komparatorze próbkującym i wykonał część badań eksperymentalnych. Jego udział w powstanie tej pracy był ograniczony, ale podkreślić należy umiejętność współpracy w ramach międzynarodowego zespołu.

Następnie Wnioskodawca uczestniczył w pracach, których celem była analiza pięciu wybranych algorytmów wyznaczania stosunku napięć zespolonych, możliwych do zastosowania w systemach komparacji impedancji. Wzięto pod uwagę dwa przypadki: próbkowanie napięć w jednym kanale z wykorzystaniem multipleksera lub jednoczesne próbkowanie w dwóch kanałach. Wyniki omówiono w artykule J. Augustyn, M. Kampik, K. Musioł, *Investigation of Selected Reconstruction Algorithms Used for Determination of Complex Ratio of AC Voltages*, IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Volume 70, April 2021. Wnioskodawca odpowiedzialny był za część eksperymentalną pracy.

Prace poświęcone komparatorom próbkującym były kontynuowane, a ich rezultatem była publikacja M. Kampik, K. Musioł *Investigations of the high-performance source of digitally synthesized sinusoidal voltage for primary impedance metrology*, Measurement, Volume 168, 15 January 2021, w której przedstawiono cyfrowe dwufazowe źródło napięcia przemiennego o regulowanej amplitudzie i fazie do zastosowania w komparatorze próbkującym. Dr inż. Krzysztof Musioł wykonał badania eksperymentalne i analizę właściwości metrologicznych opracowanego źródła.

Kolejny element komparatora próbkującego, mianowicie układ do pomiaru stosunku napięć został omówiony w autorskiej publikacji Wnioskodawcy K. Musioł *Experimental Study of Digitizers Used in High-Precision Impedance Measurements*, Energies, 2022, 15(11), 4051. W pracy omówiono wpływ nieliniowości kanałów wejściowych wybranych układów PXI-4461 i PXI-4462 firmy National Instruments. W konkluzji (w Autoreferacie) stwierdzono, że „układy tego samego producenta, a nawet różne kanały tego samego modułu mogą wykazywać istotnie różne błędy nieliniowości” oraz „błędy rosną nieliniowo wraz ze wzrostem stosunku porównywanych impedancji”. Są to wnioski raczej oczywiste, a wykonane badania tylko potwierdziły istniejący stan wiedzy o charakterystykach torów przetwarzania sygnałów. W artykule wskazano również na kierunki dalszych prac, których celem będzie

wyeliminowanie błędów nieliniowości za pomocą współczynników korekcyjnych dla każdego stosunku różnego od 1:1.

Podsumowaniem prac nad komparatorami próbkującymi jest publikacja z dominującym udziałem dra inż. Krzysztofa Musioła: K. Musioł, M. Kampik, A. Ziółek, J. Jursza *Experiences with a new sampling-based four-terminal-pair digital impedance bridge Measurement*, Volume 205, December 2022, 112159. W pracy opisano konstrukcję i wyniki badań oryginalnego komparatora próbkującego, opracowanego i wykonanego w znacznym stopniu przez Wnioskodawcę, który również był autorem oprogramowania. Praca powstała we współpracy z autorami z Głównego Urzędu Miar.

W Autoreferacie dr inż. Krzysztof Musioł wymienia jedenaście swoich najważniejszych osiągnięć, które stanowią oryginalny i znaczny wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Pewne zdziwienie budzi fakt, że liczba przywołanych znaczących osiągnięć jest większa od liczby publikacji wchodzących w skład cyklu (dziewięć prac). Co więcej, Jego średni udział w pracach współautorskich, które uważam za najważniejsze, wynosi 45%. Należy jednak zaznaczyć, że w Autoreferacie cytowane są dodatkowo dwadzieścia dwie inne prace autorstwa i współautorstwa Wnioskodawcy, nie zaliczone do omawianego cyklu. Tym niemniej, jak wynika z analizy oświadczeń współautorów, nie wszystkie deklarowane osiągnięcia stanowią opracowanie wydzielonego zagadnienia, które jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego. Dotyczy to opracowania woltomierza wektorowego (wydaje się, że głównym autorem był dr inż. Andrzej Met – „developing vector voltmeter for the comparator bridge”), opracowania dwufazowego cyfrowego źródła napięcia przemiennego (głównym autorem był prof. Marian Kampik – „developing the 2-channel source”) oraz oceny algorytmów wykorzystywanych do wyznaczania zespolonego stosunku napięć w komparatorach impedancji. W tym ostatnim przypadku głównym autorem był prof. Jerzy Augustyn („investigation of the algorithms for complex voltage ratio determination”). Informacje w nawiasach są dosłownymi cytatami z oświadczeń współautorów. Również w przypadku metody przeniesienia wartości wzorców indukcyjności dr inż. Krzysztof Musioł deklaruje w Autoreferacie jedynie swój udział („udział w opracowaniu metody przeniesienia wartości wzorców indukcyjności na wielokrotności i podwielokrotności przy wykorzystaniu komparatora przeznaczonego do komparacji 1:1 ...”). Uważam, że nie wszystkie osiągnięcia deklarowane w Autoreferacie przez Wnioskodawcę spełniają wymagania wynikające bezpośrednio z art. 219 ust. 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.).

Niewątpliwie cechą wspólną wszystkich prac cyklu jest dominujący udział Wnioskodawcy w planowaniu i realizacji badań eksperymentalnych oraz istotny udział w pracach konstrukcyjnych.

Prace realizowane z udziałem dra inż. Krzysztofa Musioła były cytowane według bazy Scopus 44 razy bez autocytowań (dane z dnia 11.08.2023r.). W *Wykazie osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny* znajduje się informacja o 46 cytowaniach bez autocytowań (również według bazy Scopus). Ta niewielka różnica, może wynikać z błędnego przypisania prac w bazie Scopus. Indeks *h* wszystkich prac dra inż. Krzysztofa Musioła bez autocytowań wynosi 3. Prace wchodzące w skład cyklu były cytowane zaledwie 22 razy. Są to wartości niewielkie, ale, jak stwierdzono w Autoreferacie, „liczba interesariuszy

jest dość wąska”, co w pewnym stopniu tłumaczy małą liczbę cytowań. Nadto, należy podkreślić zauważalny wzrost liczby cytowań od 2022 roku. Ich liczba w okresie 1.01.2022 – 11.08.2023 wyniosła 23.

Reasumując, pomimo pewnych wyżej wspomnianych zastrzeżeń, uważam, że osiągnięcia dra inż. Krzysztofa Musioła udokumentowane cyklem dziewięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych oraz Jego osiągnięcia konstrukcyjne przedstawione w *Wykazie osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny*, spełniają w stopniu dostatecznym wymagania art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.).

3. Współpraca z innymi jednostkami

Dr inż. Krzysztof Musioł w Autoreferacie wymienił osiem jednostek w których współpracował w okresie od 2005 roku do chwili obecnej. W przypadku dwóch jednostek: Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica INRiM (Turyn, Włochy) oraz Federal Institute of Metrology METAS (Berno, Szwajcaria) zostało to potwierdzone załączonymi kopiami zaświadczeń o odbytych stażach naukowych. Ich efektem były wspólne publikacje oraz udział w międzynarodowym projekcie „A versatile electrical impedance calibration laboratory based on digital impedance bridges” VersICaL 17RPT04 (INRiM).

Od roku 2007 współpracuje z Głównym Urzędem Miar. Efektem tej współpracy była, między innymi, ostatnia publikacja cyklu pt. *Experiences with a new sampling-based four-terminal-pair digital impedance bridge*. Jej współautorami było dwoje pracowników Głównego Urzędu Miar.

Dodatkowo Wnioskodawca opracował cztery ekspertyzy na rzecz podmiotów przemysłowych. Na podkreślenie zasługuje Jego kilkuletnia współpraca z firmą Diehl Metering Sp. z o.o.

Tę część dorobku dra inż. Krzysztofa Musioła oceniam wysoko i uważam, że w pełni spełnia wymagania art. 219 ust. 1 pkt. 3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.), tzn. Wnioskodawca wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji. Za równie ważną uważam Jego działalność ekspercką na rzecz podmiotów przemysłowych.

4. Pozostała aktywność naukowa

Dr inż. Krzysztof Musioł jest współautorem 12 rozdziałów w monografiach naukowych oraz autorem i współautorem 28 artykułów naukowych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora i jednego artykułu przed uzyskaniem stopnia doktora, bez uwzględnienia publikacji wchodzących w skład cyklu przedstawionego do oceny. Po uzyskaniu stopnia doktora sześciokrotnie prezentował swoje prace na konferencjach międzynarodowych i dziesięciokrotnie na konferencjach krajowych. Przed uzyskaniem stopnia doktora było to odpowiednio trzy i pięć wystąpień.

Do chwili obecnej kierował lub kieruje trzema projektami badawczymi finansowanymi przez instytucje krajowe, a w czterech innych był głównym wykonawcą. Uczestniczył

również w projekcie międzynarodowym VersICaL 17RPT04 (bezkosztowo). 29-krotnie był recenzentem artykułów naukowych, w tym ośmiokrotnie dla czasopisma *Measurement*.

Za osiągnięcia naukowe czterokrotnie otrzymał Nagrodę Rektora Politechniki Śląskiej: dwukrotnie indywidualną (2020r. i 2022r.) i dwukrotnie zespołową (2015r. i 2021r.). Nadto, był laureatem Rektorskiego Grantu Habilitacyjnego i dwóch Rektorskich Grantów Projakościowych za wysoko punktowane publikacje.

Uważam, że aktywność naukowa dra inż. Krzysztofa Musioła jest powyżej przeciętnej dla kandydatów do stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

5. Dorobek dydaktyczny

Dr inż. Krzysztof Musioł w okresie swojego zatrudnienia na Politechnice Śląskiej prowadził zajęcia z osiemnastu przedmiotów, głównie związanych z metrologią. Nadto, w roku 2021 prowadził 30-godzinny cykl wykładowy „Measurement systems” dla studentów z uczelni Yanshan w Chinach. Był promotorem 7 prac magisterskich i 14 prac inżynierskich. Jednak, moim zdaniem, na szczególne podkreślenie zasługuje fakt pełnienia roli opiekuna studentów w interdyscyplinarnych projektach dydaktycznych Project Based Learning (PBL), które były współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego i realizowane były w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój (POWER). Efektem tych projektów były trzy opublikowane artykuły przygotowane wspólnie ze studentami, o tematyce odbiegającej od głównego nurtu zainteresowań dra inż. Krzysztofa Musioła. Wszystkie prace dotyczyły technologii betonów modyfikowanych. Wysoko oceniam umiejętność wsparcia studentów w projektach interdyscyplinarnych o tematyce istotnie różnej od podstawowej działalności badawczej.

Dr inż. Krzysztof Musioł opracował 5 nowych stanowisk laboratoryjnych, a 7 innych zmodernizował oraz opracował 12 nowych instrukcji laboratoryjnych.

W roku 2007 otrzymał nagrodę Rektora Politechniki Śląskiej za osiągnięcia dydaktyczne.

Podsumowując, dorobek dydaktyczny dra inż. Krzysztofa Musioła oceniam pozytywnie.

6. Dorobek organizacyjny

Dr inż. Krzysztof Musioł był członkiem Wydziałowej Komisji ds. Współpracy Międzynarodowej (od 2016 roku) i Wydziałowej Komisji ds. Badań Młodych Naukowców (w latach 2020, 2021 i 2022). Od roku 2020 jest Wydziałowym Koordynatorem ds. Obciążeń Dydaktycznych. Pełni również rolę kierownika Laboratorium Metrologii w Katedrze Metrologii, Elektroniki i Automatyki na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej od roku 2012.

Dziewięciokrotnie (w okresie 2005 - 2018) był członkiem Komitetu Organizacyjnego konferencji „Podstawowe Problemy Metrologii” (od 2015 roku „Problems and Progress in Metrology”), a także dwukrotnie pełnił funkcję sekretarza naukowego konferencji: w 2012

roku „Międzyuczelnianej Konferencji Metrologów” i w roku 2019 międzynarodowej konferencji „Quantum and Precision Metrology”.

W 2013 roku był organizatorem, kierownikiem i głównym wykładowcą kursu dokształcającego „Pomiary prądów, napięć, rezystancji i temperatury” (nr KS-70/RE/2013) zorganizowanego na zlecenie zakładu „NGK Ceramics” z branży motoryzacyjnej.

Trzykrotnie (w latach 2012, 2015, 2022) uczestniczył w Nocy Naukowców Politechniki Śląskiej.

Jest członkiem Komisji Metrologii Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Katowicach i członkiem Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej (PTETiS).

Za osiągnięcia organizacyjne dwukrotnie otrzymał Zespołową Nagrodę Rektora Politechniki Śląskiej w 2008 r. i w 2013 r.

Również ten obszar aktywności dra inż. Krzysztofa Musioła oceniam pozytywnie.

7. Wniosek końcowy

Osiągnięcia naukowe dra inż. Krzysztofa Musioła stanowią część pracy zespołowej, co niewątpliwie zawsze utrudnia ocenę, zwłaszcza biorąc pod uwagę kryteria określone w wielokrotnie wyżej przywołanej ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.). Jak wcześniej wspomniałem, moim zdaniem większość z wymienionych w Autoreferacie przez dr inż. Krzysztofa Musioła osiągnięć nie spełnia kryterium indywidualnego wkładu w opracowanie wydzielonego zagadnienia. Natomiast doceniam fakt, że niemal wszystkie publikacje wchodzące w skład przedstawionego cyklu ukazały się w renomowanych czasopismach. Również bardzo wysoko oceniam jego współpracę z innymi jednostkami, w tym zagranicznymi. Ostatecznie, pomimo pewnych zastrzeżeń, po analizie przedstawionej dokumentacji, uważam, że Jego osiągnięcia naukowe są wystarczające do nadania stopnia doktora habilitowanego. Moim zdaniem, jego indywidualnym wkładem w postaci opracowania wydzielonego zagadnienia są w szczególności: opracowanie uogólnionej metody analizy układów do pomiarów ilorazowych (na podstawie tzw. „metoda trójkątów”) oraz opracowanie, zbudowanie, oprogramowanie i wdrożenie do stosowania w GUM cyfrowego próbkującego komparatora impedancji czteroportowych o niepewności komparacji sięgającej 10^{-6} .

Również pozostałe elementy jego dorobku, w tym dorobku dydaktycznego i organizacyjnego, są odpowiednie dla kandydata do stopnia doktora habilitowanego.

Ostatecznie uważam, że dr inż. Krzysztof Musiał posiada w dorobku indywidualne osiągnięcia naukowe, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne oraz wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, a więc spełnia wymagania określone w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) i rekomenduję nadanie dr. inż. Krzysztofowi Musiałowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.