

Białystok, 12.07.2025 r.

Dr hab. inż. Adam Idźkowski, prof. uczelni
Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny

S E K R E T A R I A T
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia 18.07.2025

Zarejestrowano pod nr 511-1-12/25

Podpis [signature]

Recenzja

**dotycząca osiągnięcia naukowego oraz aktywności naukowej, dydaktycznej
i organizacyjnej dr. inż. Zbigniewa Marszałka, w związku z postępowaniem
habilitacyjnym prowadzonym przez Radę Dyscypliny Naukowej
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne
Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie**

1. Informacje wstępne

Recenzję sporządziłem jako recenzent komisji habilitacyjnej, powołanej uchwałą Rady Naukowej Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 08.05.2025 r., na potrzeby przeprowadzenia przedmiotowego postępowania.

Recenzja została przygotowana na podstawie otrzymanej dokumentacji, która zawiera:

- wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego,
- kopię dyplomu potwierdzającego uzyskanie stopnia doktora nauk technicznych,
- autoreferat,
- kopie 8 publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe,
- wykaz osiągnięć naukowych,
- oświadczenia współautorskie,
- potwierdzenie odbycia dwóch staży naukowych,
- wykaz dyplomów oraz oświadczeń związanych z dorobkiem naukowym, dydaktycznym oraz działalnością mającą na celu popularyzację nauki,
- dane bibliometryczne wnioskodawcy.

2. Podstawowe dane o kandydacie

Dr inż. Zbigniew Marszałek jest absolwentem Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Uzyskał stopień magistra inżyniera w 2008 roku broniąc pracę magisterską pt. "Interfejs graficzny systemu pomiaru parametrów ruchu drogowego". W roku 2010 rozpoczął pracę na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki w AGH na stanowisku asystenta. W 2014 roku uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika, nadany uchwałą Rady Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH po obronie pracy pt. „Analiza właściwości metrologicznych układów do detekcji osi pojazdów z wykorzystaniem czujników indukcyjnych pętlowych”. Od listopada 2014 do chwili obecnej jest zatrudniony na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH na stanowisku adiunkta.

[signature]

3. Osiągnięcie naukowe Habilitanta

3.1 Informacje o ocenianym osiągnięciu naukowym i danych naukometrycznych Habilitanta

Jako osiągnięcie naukowe habilitant wskazuje cykl artykułów tematycznie powiązanych, które zostały opublikowane w czasopismach naukowych i materiałach konferencyjnych. Są one ujęte pod wspólnym tytułem **„Rozwój metod impedancyjnego, wieloczęstotliwościowego pomiaru profili magnetycznych pojazdów w ruchu drogowym z wykorzystaniem technologii czujników indukcyjnych pętlowych do zastosowania w inteligentnych systemach transportowych i Generalnym Pomiarze Ruchu”**. Cykl ten obejmuje sześć artykułów z listy JCR oraz dwie publikacje związane z wystąpieniami na międzynarodowych konferencjach indeksowanych w bazie WoS i ujętych w załączniku do Komunikatu Ministra Nauki z 5.01.2024 r. Wskazane artykuły zostały opublikowane w renomowanych czasopismach Sensors i Measurement oraz w materiałach międzynarodowej konferencji organizowanej przez IEEE: International Conference on Methods and Models in Automation and Robotics. Jeden artykuł jest autorstwa tylko habilitanta (jeden autor). We wszystkich pozostałych, wieloautorskich artykułach dr inż. Zbigniew Marszałek figuruje jako pierwszy autor.

Przedstawione w dokumentacji dane naukometryczne wszystkich publikacji Habilitanta są następujące:

- liczba dokumentów w bazie WoS 17,
- liczba dokumentów w bazie Scopus 22,
- sumaryczny współczynnik Impact Factor według listy JCR wynosi 22,857,
- liczba cytowań wynosi:
 - według bazy Scopus - 127 (73 bez autocytowań),
 - według bazy Web of Science - 96 (60 bez autocytowań),
- indeks Hirscha wynosi:
 - według bazy Scopus - 6 (4 po wyłączeniu autocytowań),
 - według bazy Web of Science – 6.

Analizując dane naukometryczne można stwierdzić, że całkowite wskaźniki są na dobrym poziomie. Indeks Hirscha i sumaryczny współczynnik Impact Factor, uważam za odpowiedni dla osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

3.2. Charakterystyka osiągnięcia naukowego

Opiniowane osiągnięcie naukowe obejmuje cykl 8 artykułów. We wszystkich publikacjach Habilitant jest pierwszym autorem, jeden artykuł naukowy jest pracą samodzielną. W sześciu publikacjach wnioskodawca wykazał swój wkład w zakresie 70-100%, zaś w dwóch publikacjach udział habilitanta to odpowiednio 50% i 60% (Tabela 1). Są to wartości poświadczone przez współautorów oświadczeniami.

Liczba stron wskazanych prac zawiera się w przedziale od 5 do 19 (w sumie 91). Liczba pozycji literatury we wskazanych pracach zawiera się w przedziale od 8 do 40 (w sumie 189, bez sprawdzania powtórzeń) i obejmuje kluczowe pozycje z punktu widzenia rozpatrywanej przez Habilitanta tematyki badawczej. Wykaz cytowanych prac jest odpowiedni zarówno pod względem liczbowym jak i tematycznym. Literatura swoim zasięgiem obejmuje prace krajowe i zagraniczne. Tematyka cyklu publikacji obejmuje trzy główne zagadnienia dotyczące:

AS

- opracowania i badania układów kondycjonowania sygnału z rozdziałem składowych impedancji czujnika indukcyjnego pętlowego oraz algorytmu detekcji osi (w pracach [C1], [H1], [H2]);
- opracowania układów do pomiaru impedancji jednocześnie na wielu częstotliwościach dla celów kondycjonowania sygnału czujnika indukcyjnego pętlowego o odpowiednio wysokiej czułości dla czujników wąskich (w pracach [C2], [H3]);
- badań w obszarze zastosowań wieloczęstotliwościowych impedancyjnych profili pojazdów – pomiarów odległości między osiami, długości pojazdu, zwisów i estymacji masy ładunku zidentyfikowanego pojazdu (w pracach [H4], [H5], [H6]).

W pracy [C1] (Z. Marszałek, R. Sroka: „Signal fusion of changes in the inductive loop impedance components for vehicle axle detection”, 21th international conference on Methods and Models in Automation and Robotics, IEEE, 2016) zaproponowano oryginalny układ kondycjonowania sygnałów współpracujący z czujnikiem (pętlą indukcyjną) na wyjściu, z którego uzyskano dwa niezależne sygnały. System charakteryzował się wysoką skutecznością detekcji osi pojazdów. Wykazywał się jednak niską skutecznością detekcji uniesionych osi w ciężarówkach. Stanowiło to wyzwanie do podjęcia dalszych badań.

Indywidualny wkład Habilitanta obejmuje m.in. opracowanie algorytmu detektora osi wykorzystującego dwie składowe impedancji, opracowanie i uruchomienie oprogramowania rejestrującego sygnały w ruchu drogowym i oprogramowania detektora osi, opracowanie metodologii i przeprowadzenie badań na stanowisku drogowym. W bazie Web of Science artykuł ten jest cytowany 2 razy (bez autocytowań), a w bazie Google Scholar 3 razy.

W pracy [H1] (Z. Marszałek, T. Żegleń, R. Sroka, J. Gajda: „Inductive loop axle detector based on resistance and reactance vehicle magnetic profiles, Sensors, ISSN 1424-8220, vol. 18, nr 7, s. 1–14, 2018) zaproponowano nowatorskie rozwiązanie układu kondycjonującego sygnał, które umożliwia wyodrębnienie dwóch parametrów jednocześnie (indukcyjności i rezystancji) czujnika i uzyskanie w ten sposób dwóch niezależnych sygnałów elektrycznych ortogonalnych. Przedstawiono algorytm detekcji liczby osi pojazdów z wykorzystaniem profili podzielonych na składowe impedancji: profil R (rezystancyjny) i profil X (reaktancyjny). Jak wykazano, nowy algorytm charakteryzował się bardzo wysoką dokładnością detekcji, nie mniejszą niż 98,8% w odniesieniu do rzeczywistej liczby osi pojazdów oraz 71,8% dla pojazdów poruszających się z uniesioną osią. Są to dokładności wyższe niż dla układu z pojedynczym sygnałem wyjściowym. Badania dokładności detekcji osi przeprowadzono na 4000 pojazdach poruszających się w rzeczywistych warunkach ruchu na drodze poza miastem z ograniczeniem prędkości do 70 km/h. W kilku grupach pojazdów (ciężarówki 4- i 5-osiowe) dokładność wykrywania osi osiągnęła nawet 100%.

Indywidualny wkład Habilitanta obejmuje m.in. opracowanie koncepcji algorytmu detektora osi pojazdu, opracowanie oprogramowania rejestrującego sygnały oraz oprogramowania detekcji osi, przeprowadzenie badań eksperymentalnych. W bazie Web of Science artykuł ten jest cytowany 9 razy (bez autocytowań), a w bazie Google Scholar 15 razy. Jest to najbardziej cytowany artykuł spośród zamieszczonych w cyklu powiązanych tematycznie przez Habilitanta.

W pracy [H2] (Z. Marszałek: „Maxwell-Wien bridge with vector voltmeter system for measurement small and rapid changes in inductive-loop sensor impedance components”, Measurement, ISSN 0263-2241, vol. 121, s. 57–61, 2018) zaproponowano metodę pomiaru małych i szybkich zmian parametrów impedancji wąskiego czujnika indukcyjnego pętlowego na bazie mostka Maxwella-Wiena z woltomierzem wektorowym (VVM) do uzyskiwania profili X i R . System wykorzystywał algorytmy RRC, invRRC oraz korekcji błędów fazowego woltomierza wektorowego, mostek był szybko równoważony i mierzy parametry impedancji czujnika w trybie ciągłym. Opracowano komputerowe stanowisko laboratoryjne do testowania

układu pomiaru impedancji (algorytmy zaimplementowano w środowisku LabVIEW zainstalowanym z modulem MathScript). Badania porównawcze wykonane miernikiem impedancji E4980A (Keysight) i na komputerowym stanowisku laboratoryjnym, wykazały, że błąd w odniesieniu do wartości międzyszczytowej zmian impedancji nie przekraczał 5%.

W bazie Web of Science artykuł ten jest cytowany 2 razy (bez autocytowań), a w bazie Google Scholar 3 razy.

W pracy [C2] (Z. Marszałek, R. Sroka, T. Żegleń: „*Multi-frequency conditioning system of the inductive loop sensor - simulation investigations*”, *22nd international conference on Methods and Models in Automation and Robotics, IEEE, 2017*) przedstawiono wyniki badań symulacyjnych, które potwierdziły, że wieloczęstotliwościowy układ pomiaru impedancji daje możliwość zwiększenia niezawodności w systemach pomiaru parametrów pojazdów w ruchu drogowym ponieważ wprowadza redundancję w ramach jednej szansy na prawidłowy pomiar profilu pojazdu. Badania symulacyjne potwierdziły, że działanie układu kondycjonowania z jednoczesnym podaniem sygnałów o dwóch częstotliwościach ($f_1 = 20$ kHz, $f_2 = 15$ kHz) pozwala na uzyskanie profili magnetycznych R i X . Przyniosły też konkluzję, że wieloczęstotliwościowy układ pozwala na uzyskanie co najmniej jednej pary niezakłóconych sygnałów. Większa liczba takich sygnałów daje możliwość ich fuzji i uzyskania większej ilości informacji o wymiarach przejeżdżającego obiektu.

Indywidualny wkład Habilitanta obejmuje m.in. koncepcję wieloczęstotliwościowego układu kondycjonowania sygnału czujnika indukcyjnego pętlowego, a także koncepcję i plan badań symulacyjnych w obecności zakłóceń. W bazie Web of Science artykuł ten nie jest cytowany przez innych badaczy, natomiast w bazie Google Scholar - 3 razy.

W pracy [H3] (Z. Marszałek, K. Duda: „*Multifrequency vector measurement system for reliable vehicle magnetic profile assessment*”, *Sensors, ISSN 1424-8220, vol. 20, nr 17, art. nr 4933, s. 1–15, 2020*) indywidualny wkład habilitanta obejmuje opracowanie i budowę kolejnego nowatorskiego wieloczęstotliwościowego (12 częstotliwości), wielokanałowego (4 kanały) systemu akwizycji impedancyjnych profili magnetycznych pojazdów. Uzyskano znaczące usprawnienie systemu pomiarowego poprzez zintegrowanie w systemie nadpróbkowania i uśredniania z filtrem o płaskiej charakterystyce w paśmie przenoszenia. Habilitant dokonał także uruchomienia, walidacji i długoterminowych testów systemu w warunkach rzeczywistego ruchu drogowego na zbudowanym 4-czujnikowym stanowisku badawczym.

W bazie Web of Science artykuł ten jest cytowany 1 raz (bez autocytowań), a w bazie Google Scholar 3 razy.

W pracy [H4] (Z. Marszałek, W. Gawędzki, K. Duda: „*A reliable moving vehicle axle-to-axle distance measurement system based on multi-frequency impedance measurement of a slim inductive loop sensor*”, *Measurement, ISSN 0263-2241, vol. 169, art. nr 108525, s. 1–9, 2021*) przedstawione wyniki badań pokazały, że zaproponowana metoda bazująca na wieloczęstotliwościowych profilach, uzyskiwanych jednocześnie z jednego czujnika na trzech częstotliwościach, pozwala na wykrycie zakłóceń w profilu, odrzucenie wartości odstającej i uśrednianie z pozostałych niezakłóconych wyników pomiarów odległości między osiami. Zaproponowana metodologia spowodowała poprawę dokładności pomiaru odległości między osiami, błąd pomiaru odległości między osiami w badanych przypadkach nie był wyższy niż 2 cm. Indywidualny wkład wnioskodawcy obejmował m. in. sformułowanie problemu badawczego, koncepcję i realizację wieloczęstotliwościowego systemu pomiaru impedancji działającego w obecności zakłóceń (EMI), zebranie i opracowanie danych pomiarowych, analizy teoretyczne.

W bazach Web of Science oraz Google Scholar artykuł ten jest cytowany 5 razy (bez autocytowań).

W pracy [H5] (Z. Marszałek, K. Duda, P. Piwowar, M. Stencel, T. Żegleń, J. Izydorczyk: „Load estimation of moving passenger cars using inductive-loop technology”, *Sensors*, ISSN 1424-8220, vol. 23, nr 4, art. nr 2063, s. 1–19, 2023) przedstawiono wyniki badań wskazujące, że do szacowania obciążenia przejeżdżającego pojazdu można zastosować wieloczęstotliwościowe profile magnetyczne pojazdu uzyskiwane z czujników wąskich. Ważnym wnioskiem wynikającym z tej pracy jest to, że szerokie czujniki pętlowe, ze względu na zbyt dużą wrażliwość ścieżki przejazdu na profil magnetyczny, mają za duże rozrzuty w uzyskiwanych wartościach profili i nie nadają się do tego zastosowania. Indywidualnym wkładem Habilitanta jest m.in. koncepcja szacowania ładunku samochodu osobowego w ruchu z wykorzystaniem technologii wąskich czujników indukcyjnych pętlowych i wieloczęstotliwościowego systemu pomiaru impedancji, metodologia badań, zebranie i opracowanie danych pomiarowych dla przejazdów testowych, oraz opracowanie formuł i oprogramowania.

W pracy [H6] (Z. Marszałek, K. Duda: „Validation of Multi-Frequency Inductive-Loop Measurement System for Parameters of Moving Vehicle Based on Laboratory Model”, *Sensors*, ISSN 1424-8220, vol. 24, nr 22, art. nr 7244, 2024) przedstawiono badania nad systemem pomiaru parametrów pojazdu w ruchu oraz proces jego walidacji w warunkach laboratoryjnych. System pomiarowy wykorzystywał cztery czujniki z pętlą indukcyjną, dwa wąskie i dwa szerokie. Prędkość pojazdu, rozstaw osi, długość i zwisy były określane na podstawie przebiegu profilu magnetycznego pojazdu (VMP). VMP były pozyskiwane z ciągłego pomiaru impedancji. Pomiar impedancji dla pojedynczego czujnika był wykonywany jednocześnie dla trzech częstotliwości nośnych. Niekontrolowane warunki pomiaru w terenie na rzeczywistym stanowisku badawczym (RTB), w tym prędkość przejeżdżających pojazdów, były motywacją do opracowania laboratoryjnego stanowiska badawczego (LTB). LTB zawierał czujniki z pętlą indukcyjną i ruchomy model pojazdu wykonany w skali 1:50. LTB umożliwiał walidację całego systemu pomiarowego w zakresie prędkości pojazdu od 10 km/h do 150 km/h, z krokiem co 5 km/h, w warunkach w pełni kontrolowanych. W artykule zostały zaprezentowane wyniki pomiarów w dziedzinie odległości, obliczonej na podstawie VMP i zmierzonej prędkości. Największe błędy w oszacowaniu parametrów nadwozia modelu pojazdu, w skali naturalnej, nie przekroczyły 4,3 cm.

Indywidualny wkład habilitanta obejmuje m.in. koncepcję i opracowanie laboratoryjnego stanowiska badawczego, przygotowanie oprogramowania do realizacji badań, przeprowadzenie analizy błędów zadajnika prędkości, przeprowadzenie badań symulacyjnych metodą elementów skończonych w środowisku ANSYS Maxwell oraz sformułowanie wniosków związanych z modelem laboratoryjnym pojazdu i stanowiskiem, przygotowanie i przeprowadzenie eksperymentów laboratoryjnych, gromadzenie danych, wykonanie analizy wyników. Artykuł jest z roku 2024 i w bazach Web of Science oraz Google Scholar nie ma jeszcze cytowań.

Podsumowując osiągnięcie naukowe Habilitanta, można stwierdzić, że rozpatrywana tematyka cyklu publikacji jest ważna, aktualna i powiązana z reprezentowaną przez niego dyscypliną naukową. Habilitant prezentował badania wstępne na międzynarodowych konferencjach, natomiast główne osiągnięcia opublikował w renomowanych czasopismach z listy JCR – *Sensors* i *Measurement*. Obejmują one:

- wyniki badań symulacyjnych i eksperymentalnych nad wysokoczułymi metodami pomiaru impedancji czujników indukcyjnych pętlowych,
- propozycję zastosowania pojęcia profilu magnetycznego pojazdu ściśle związanego z impedancją,

AS

- oryginalne rozwiązania układowe, które zostały zrealizowane praktycznie do pomiaru impedancji wąskiego czujnika indukcyjnego pętlowego służącego do detekcji osi i pomiaru odległości między osiami,
- wprowadzenie redundancji informacji poprzez adaptację wieloczęstotliwościowej metody pomiaru impedancji oraz zwiększenie liczby jednocześnie rejestrowanych profili pojazdu w ruchu i poprawę ich jakości,
- propozycję nowej metody estymacji masy ładunku zidentyfikowanego samochodu z wykorzystaniem wprowadzonej technologii.

Przeprowadzone badania mają charakter aplikacyjny. Obszarami zastosowań wyników badań są inteligentne systemy transportowe i Generalny Pomiar Ruchu, w których pożądana jest wysoka dokładność klasyfikacji pojazdów. Opracowany system wieloczęstotliwościowego pomiaru impedancyjnych profili magnetycznych wraz z zastosowaniem technik uczenia maszynowego (algorytmu Random Forest) pozwala ją istotnie zwiększyć, co świadczy o innowacyjności przedstawionego rozwiązania.

Tabela 1. Wybrane dane naukometryczne dla przedstawionego cyklu publikacji.

Publikacja/ Rok publikacji	Procentowy wkład Habilitanta	IF czasopisma w roku wydania	Kwartył JIF w roku wydania	Liczba cytowań w WoS (bez autocytowań)	Liczba cytowań w Google Scholar (bez autocytowań)
1/2018	60%	3,031	Q2	9	15
2/2018	100%	2,791	Q2	2	3
3/2020	90%	3,576	Q2	1	4
4/2021	70%	5,131	Q1	5	5
5/2023	50%	3,576	Q2	2	8
6/2024	80%	3,400	Q2	0	0
7/2016	90%	-	-	2	3
8/2017	80%	-	-	0	3
suma	620%	21,505	-	21	41

4. Aktywność naukowa

4.1. Publikacje naukowe

Oprócz wskazanego w punkcie 3 osiągnięcia naukowego (cykl 8 artykułów), dr inż. Zbigniew Marszałek opublikował jeszcze 15 artykułów w recenzowanych czasopismach naukowych, w tym 8 artykułów przed uzyskaniem stopnia doktora. Wskazane artykuły zostały opublikowane w takich czasopismach jak: Pomiary Automatyka Kontrola, Metrology and Measurement Systems, Drogownictwo, Przegląd Elektrotechniczny, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems.

Liczba monografii naukowych habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 1 (liczba autorów tej monografii wynosi 7). W przedstawionej dokumentacji habilitant podaje również 3 rozdziały współautorskie w monografiach, opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora.

4.2. Inne aktywności naukowe lub artystyczne

Oprócz publikowania prac naukowych Habilitant, zgodnie z wytycznymi Rady Doskonałości Naukowej, powinien wykazać również inne aktywności naukowe w swojej dokumentacji. Zostały one wyszczególnione wraz z odpowiednimi komentarzami, stwierdzającymi ich spełnienie lub brak spełnienia przez Habilitanta:

- a) Członkostwo w redakcjach naukowych monografii – *brak*;

- b) Osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne – współautorski system o zmiennej strukturze do pomiaru parametrów ruchu drogowego, opisany w publikacji PAK vol. 56, nr 9/2010;
- c) Wystąpienia na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych:

Udział w krajowych konferencjach naukowych przed uzyskaniem stopnia doktora:

- 1) *Kierunki działalności i współpraca naukowa Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki* : konferencja zorganizowana z okazji Jubileuszu 90-lecia AGH: Kraków, 28–29 maja 2009: „Graficzny interfejs użytkownika w systemach wbudowanych” – sesja plakatu. „Rekonfigurowalny system pomiaru parametrów ruchu drogowego” – sesja plakatu,
- 2) *V Kongres Metrologii* : Łódź, 6–8 września 2010: „Metoda pomiaru składowych impedancji czujnika indukcyjnego” – wystąpienie 1. „Wirtualny przyrząd do pomiaru profili bocznych pojazdów z wykorzystaniem czujnika laserowego” – wystąpienie 2. „System o zmiennej strukturze do pomiaru parametrów ruchu drogowego”,
- 3) *XVIII sympozjum Modelowanie i symulacja systemów pomiarowych* Krynica Zdrój, 18–21 września 2011: „Model polowy czujnika indukcyjnego pętlowego” – wystąpienie 1. „Model systemu oraz otwarte technologie internetowe w zdalnym systemie do automatycznej rejestracji profili magnetycznych pojazdów” – wystąpienie 2,
- 4) *XI sympozjum Modelowanie i pomiary w medycynie* Krynica Zdrój, 13–17 maja 2012: „Badania symulacyjne pojemnościowego detektora wilgotności skóry” – wystąpienie,
- 5) *VI Kongres Metrologii pod hasłem Metrologia królową badań stosowanych* : Kielce– Sandomierz, 19–22 czerwca 2013: „Detekcja osi pojazdów przy użyciu czujników indukcyjnych pętlowych” – wystąpienie. „Selektywna klasyfikacja pojazdów samochodowych z wykorzystaniem pętli indukcyjnych”,
- 6) *XII sympozjum Modelowanie i pomiary w medycynie* Krynica Zdrój 19–23 maja 2013: „Praktyczna realizacja oraz badania eksperymentalne pojemnościowego detektora wilgotności skóry” – wystąpienie;

Udział w krajowych konferencjach naukowych po uzyskaniu stopnia doktora:

- 7) *XIII sympozjum Modelowanie i pomiary w medycynie* Krynica Zdrój, 18–22 maja 2014: „Nowa metoda monitorowania stanu kontaktu elektrody biomedycznej ze skórą pacjenta” – wystąpienie,
- 8) *XIV sympozjum Modelowanie i pomiary w medycynie* Krynica Zdrój 17–21 maja 2015: „Badania wpływu układu monitorowania stanu kontaktu elektrody biomedycznej ze skórą pacjenta na mierzony sygnał elektrokardiograficzny” – wystąpienie,
- 9) *VII Kongres Metrologii pod hasłem Metrologia fundamentem postępu w naukach stosowanych*: Lublin-Nalęczów, 28.06–01.07.2016: „Badania właściwości układu elektrod biomedycznych z ciągłą kontrolą stanu kontaktu w rzeczywistych warunkach rejestracji sygnałów elektrokardiograficznych” – współautor. „Porównanie właściwości układów kondycjonowania współpracujących z wiroprowodowymi czujnikami indukcyjnymi” – współautor. „Czujnik indukcyjny pętlowy jako detektor osi pojazdów” – wystąpienie,

- 10) VIII Kongres Metrologii: Augustów 09.06–13.06.2019: „Jednoczesny, wieloczęstotliwościowy monitoring impedancji o parametrach zmiennych w czasie - teoria i eksperyment” – współautor. „System pomiarowy do ciągłego monitoringu oraz analizy drgań łożysk podczas pracy” – współautor;

Udział w międzynarodowych konferencjach naukowych po uzyskaniu stopnia doktora:

- 11) MMAR 2015: 20th international conference on Methods and Models in Automation and Robotics : 24–27 August 2015, Międzyzdroje, Poland: „Inductive loop for vehicle axle detection from first concepts to the system based on changes in the sensor impedance components” – wystąpienie,
 - 12) MMAR 2016: 21th international conference on Methods and Models in Automation and Robotics : 29 August–01 September 2016, Międzyzdroje, Poland: „Signal fusion of changes in the inductive loop impedance components for vehicle axle detection” – wystąpienie,
 - 13) MMAR 2017: 22nd international conference on Methods and Models in Automation and Robotics : 28–31 August 2017, Międzyzdroje, Poland: „Multi-frequency conditioning system of the inductive loop sensor - simulation investigations” – wystąpienie,
 - 14) ICSES 2018 International Conference on Signals and Electronic Systems : September 10–12, 2018, Kraków, Poland: „Flat-top bandpass FIR Hilbert transformers” – współautor. „Low complexity wavelet compression of multichannel neural data” – współautor. „Design and experimental validation of multi-frequency impedance measurement system” – wystąpienie 1. „Vehicle magnetic signature compatibility for inductive loop sensor with various signal conditioning systems” – wystąpienie 2,
 - 15) MIXDES 2020: 27th international conference Mixed Design of integrated circuits and systems: Łódź, Poland, June 25–27, 2020: “Linux kernel driver for external analog-to-digital and digital-to-analog converters” – współautor;
- d) Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych – brak;
- e) Uczestnictwo w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów:
- 1) Współwykonawca w projekcie „System pomiarowy o zmiennej strukturze do pomiaru parametrów ruchu drogowego” projekt rozwojowy MNiSzW, nr rej. R01 035 01, realizowany w latach 2006 – 2009. Współwykonawca w 2009,
 - 2) Współwykonawca w projekcie „Metody pomiaru i analizy profili magnetycznych obiektów metalowych w celu ich detekcji, rozpoznania i klasyfikacji”, projekt MNiSzW, nr N N505 375537, realizowany w latach 2009 – 2012;
- f) Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach - Członek Stowarzyszenia ITS POLSKA;
- g) Informacja o odbytych stażach w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru:
- 1) Staż w instytucji naukowej: Politechnika Śląska, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, czas trwania: od 2 stycznia do 30 czerwca 2023 roku, charakter: staż naukowy,

- 2) Staż w instytucji naukowej: Uniwersytet Bielsko-Bialski, Katedra Transportu, czas trwania: od 15.11.2023 roku do 15.02.2024 roku, charakter: staż naukowy,
- 3) Staż w DELPHI POLAND S.A. Kraków, sierpień 2014, o charakterze badawczo-rozwojowym;
- h) Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism – brak;
- i) Recenzowanie prac naukowych lub artystycznych: *Measurement* (8), *IEEE Transactions on Industrial Electronics* (3), recenzje dla *IEEE Access* (2), *Sensors* (2), *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* (1), *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* (1), *Metrology and Measurement Systems* (2);
- j) Uczestnictwo w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych – brak;
- k) Udział w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w podpunkcie e) – członek Zespołu Pomiaru Parametrów Ruchu Drogowego i Przetwarzania Sygnałów (AGH), Członek Zespołu Pomiaru Parametrów Ruchu Drogowego i Przetwarzania Sygnałów (AGH);
- l) Uczestnictwo w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny:
 - 1) Uczestnictwo w zespole przygotowującym XL edycję Ogólnopolskiej Olimpiady Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej organizowanej pod patronatem Ministra Edukacji i Nauki oraz Jego Magnificencji Rektora AGH w roku 2017,
 - 2) Praca w Komitecie Głównym XLI edycji Ogólnopolskiej Olimpiady Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej realizowanej pod patronatem Ministra Edukacji i Nauki oraz Jego Magnificencji Rektora AGH w roku 2018.

4.3. Ocena aktywności naukowej

Analizując dokumentację habilitanta można stwierdzić, że po uzyskaniu stopnia doktora, dr inż. Zbigniew Marszałek wykazał się aktywnością naukową w zakresie tworzenia publikacji naukowych (sumarycznie - 23 artykuły naukowe w czasopismach recenzowanych, 1 monografia współautorska i 3 rozdziały współautorskie w monografiach). Wykonał także 19 recenzji artykułów w czasopismach z listy JCR. Nie był członkiem w redakcjach naukowych monografii.

Należy zwrócić uwagę, że habilitant wiele razy prezentował wyniki swoich badań po doktoracie na krajowych (3 wystąpienia) i międzynarodowych (5 wystąpień) konferencjach naukowych. Zatem wyniki te są znane na arenie międzynarodowej.

Habilitant prowadzi aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej. Od roku 2022 pełni funkcję koordynatora ds. współpracy między uczelniami Akademią Górniczo-Hutniczą i Politechniką Śląską. W ramach nawiązanej współpracy odbył staż naukowy w Zakładzie Telekomunikacji i Teleinformatyki Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej w okresie od 2 stycznia do 30 czerwca 2023 roku. Istotnymi efektami stażu naukowego są: dwie publikacje naukowe w czasopismach z listy JCR opublikowane w latach 2023 (*Sensors* [H5]) i 2025 (*IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*) oraz referat na spotkaniu technicznym polskich oddziałów IEEE VTS i ComSoc. W okresie od 15.11.2023 roku do 15.02.2024 roku habilitant odbył staż naukowy w innej instytucji naukowej, tj. na Uniwersytecie Bielsko-Bialskim w Katedrze Transportu. Istotnymi efektami stażu naukowego są wyniki badań dotyczących analiz wyników laboratoryjnych i pomiarowych systemu uruchomionego na drodze krajowej DK44, zebranych w manuskrypcie publikacji złożonej do recenzji w czasopiśmie naukowym.

W dorobku ogólnym brakuje po doktoracie aktywności naukowej habilitanta w obszarze uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych.

Przedstawiony cykl publikacji jest na dobrym poziomie, sześć z ośmiu artykułów jest opublikowanych w czasopiśmie o wysokim poziomie cytowań i wpływu (kwartyle Q1-Q2 w światowym rankingu czasopism JCR). Artykuły (sumaryczny IF=21,505) są cytowane przez naukowców zagranicznych, sumaryczny poziom cytowań (bez autocytowań) jest przeciętny (21 w WoS, 41 w Google Scholar). Indeks Hirscha Habilitanta wynosi 6 (WoS, Scopus).

Moim zdaniem przedstawione aktywności świadczą o istotnym zaangażowaniu dr. inż. Zbigniewa Marszałka w obszary działalności naukowej w zakresie reprezentowanej dyscypliny.

5. Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym

W postępowaniu habilitacyjnym ważne jest również wykazanie się współpracą z otoczeniem społecznym i gospodarczym. Aktywności te zostały wymienione poniżej wraz z odpowiednimi komentarzami, stwierdzające ich spełnienie albo brak spełnienia:

- a) dorobek technologiczny – obejmuje *produkty techniczne, tj. opracowane układy i systemy pomiarowe wraz z oprogramowaniem oraz dokumentację techniczną w postaci uzyskanych 2 patentów*;
- b) współpraca z sektorem gospodarczym:
 - z Firmą APM PRO Bielsko-Biała w zakresie budowy stanowiska badawczego na drodze krajowej DK44,
 - z Firmą Vatico w zakresie budowy stanowiska badawczego na drodze wojewódzkiej DW975,
 - z Generalną Dyrekcją Dróg Krajowych i Autostrad oddział Katowice w zakresie budowy stanowiska badawczego na drodze krajowej DK44,
 - z Zarządem Dróg Wojewódzkich w Krakowie w zakresie umowy dotyczącej rozbudowy stanowiska badawczego na drodze wojewódzkiej DW975;
- c) prawa własności przemysłowej – 2 patenty:
 - Z. Marszałek: „Sposób pomiaru składowych impedancji czujnika indukcyjnego i układ pomiarowy składowych impedancji czujnika indukcyjnego”, PL 218944 B1, 2015,
 - Z. Marszałek, W. Gawędzki: „Sposób monitorowania stanu kontaktu elektrody biomedycznej ze skórą pacjenta”, PL 226438 B1, 2017;
- d) wdrożone technologie
 - Technologia czujników indukcyjnych pętlowych z układem wieloczęstotliwościowym dla zastosowania w systemie ITS wdrożona na drodze krajowej DK44 (Śmiłowice),
 - Technologia czujników indukcyjnych pętlowych z układem wieloczęstotliwościowym dedykowana do Generalnego Pomiaru Ruchu wdrożona na drodze wojewódzkiej DW975 (Wielka Wieś);
- e) wykonane ekspertyzy lub inne opracowania wykonane na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców:
 - Udział w opracowaniu specyfikacji: 1. Zasilanie Elementów Systemu Zarządzania Ruchem, 2. Realizacja mediów do transmisji danych KSZR, 3. System przydrożnej telefonii alarmowej, na zamówienie GDDKiA, 2012;
- f) udział w zespołach eksperckich lub konkursowych
 - udział w zespole eksperckim. Standard realizacji mediów do łączności i transmisji danych Krajowego Systemu Zarządzania Ruchem. Grupa nr 9, GDDKiA, 2012;

g) projekty artystyczne realizowane ze środowiskami pozaartystycznymi – *brak*.

Analizując dokumentację Habilitanta można stwierdzić, że posiada dorobek technologiczny, jest autorem dwóch patentów, współpracował z otoczeniem społecznym i gospodarczym. Świadczy o tym współpraca z firmami z branży inżynierii ruchu drogowego i inteligentnych systemów transportowych (ITS) oraz z organami administracji wojewódzkiej i państwowej. Systemy pomiarowe opracowane przez Habilitanta zostały zaimplementowane w drogach krajowych i wojewódzkich. Habilitant opracowywał także specyfikację systemu zarządzania ruchem na zamówienie GDDKiA oraz brał udział w zespole eksperckim GDDKiA. Biorąc pod uwagę te aktywności, współpracę z otoczeniem społecznym i gospodarczym oceniam pozytywnie.

6. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzujące naukę

Istotnymi obszarami aktywności Habilitanta powinny być także dydaktyka, działalność organizacyjna oraz popularyzująca naukę. Dr inż. Zbigniew Marszałek posiada w swoim dorobku różne formy takich aktywności.

Jako nauczyciel akademicki, Habilitant prowadził zajęcia dydaktyczne w Akademii Górniczo-Hutniczej, do których należy zaliczyć wykłady i zajęcia laboratoryjne z przedmiotów z obszaru miernictwa wielkości elektrycznych i nieelektrycznych, systemów pomiarowych, czy programowania systemów wbudowanych. Habilitant był promotorem 24 prac inżynierskich i 25 prac magisterskich.

Od 2010 roku pełni funkcję koordynatora do spraw związanych z organizacją zajęć dydaktycznych, a w szczególności opracował 13 planów obciążeń dydaktycznych i 12 rozliczeń obciążeń dydaktycznych w Katedrze Metrologii i Elektroniki.

Popularyzował naukę przez udział w przygotowaniach i pracach Komitetu Głównego Ogólnopolskiej Olimpiady Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej.

Analizując aktywność Habilitanta w zakresie działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę oceniam ją pozytywnie.

7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Stwierdzam, że w ramach wypełnienia wymogów Art. 219. ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz.U.2024 poz. 1571) Habilitant:

- 1) posiada stopień doktora nauk technicznych;
- 2) przedstawił cykl powiązanych tematycznie ośmiu artykułów naukowych oraz wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne;
- 3) wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni. Odbił dwa kilkumiesięczne staże naukowe w krajowych jednostkach naukowych. Prowadził badania naukowe z pracownikami Politechniki Śląskiej, w wyniku czego powstały publikacje. Współpracuje także z pracownikami Uniwersytetu Bielsko-Bialskiego, a w chwili obecnej w procesie recenzji znajduje się wspólna publikacja.

Po zapoznaniu się z przekazaną mi dokumentacją **popieram wniosek** o nadanie stopnia doktora habilitowanego Panu dr. inż. Zbigniewowi Marszałkowi w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

Adam Ochowski

