

Rzeszów, 10.06.2025r

Prof. dr hab. inż. Robert Hanus
Politechnika Rzeszowska
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych
al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów
e-mail: rohan@prz.edu.pl
Tel: 783820880

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

Wpłynęło dnia12. 06. 2025.....
Zarejestrowano pod nr511-1-10/25.....
Podpisdm.....

Recenzja

w postępowaniu dotyczącym nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne Panu dr inż. Zbigniewowi Marszałkowi.

1. Podstawy formalne recenzji

Recenzja została opracowana na zlecenie Pana dr hab. inż. Ryszarda Sroki, prof. AGH, przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (pismo nr WEALiTB-b/511-1-7/25 z dnia 8 maja 2025r).

2. Skrócony przebieg pracy zawodowej Habilitanta

Dr inż. Zbigniew Marszałek studia ukończył w 2008 r. na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w uzyskał w 2014 roku decyzją Rady Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Elektroniki i Inżynierii Biomedycznej tej samej uczelni. Promotorem rozprawy doktorskiej był dr hab. inż. Ryszard Sroka. Obecnie dr inż. Zbigniew Marszałek pracuje na stanowisku adiunkta Katedrze Metrologii i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej.

3. Ocena osiągnięć naukowych Pana dr inż. Zbigniewa Marszałka

Wystąpienie dr inż. Zbigniewa Marszałka o postępowanie habilitacyjne w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne opiera się na cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, opublikowanych w indeksowanych czasopismach lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, zatytułowanym: „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”.

Dorobek autora związany z wnioskiem habilitacyjnym obejmuje osiem współautorskich i autorskich publikacji dotyczących prac realizowanych po uzyskaniu stopnia doktora, z których sześć to artykuły w czasopismach z listy JCR, a dwie to publikacje związane z wystąpieniami na międzynarodowych konferencjach indeksowanych w bazach WoS i Scopus. We wszystkich publikacjach wnioskodawca jest pierwszym autorem, jeden artykuł naukowy jest pracą samodzielną. W sześciu publikacjach wnioskodawca wykazał swój wkład w

zakresie 70-100%, a w dwóch publikacjach udziały Habilitanta to 50% i 60%. Warto podkreślić, że dwa artykuły (w tym samodzielny) opublikowano w prestiżowym czasopiśmie *Measurement* o aktualnie najwyższej punktacji MNiSW (200 pkt). Jednak cztery artykuły (czyli połowa prac wskazanych jako osiągnięcie naukowe) ukazała się w czasopiśmie MDPI *Sensors*. Wymaga to moim zdaniem wyjaśnienia przez Habilitanta.

W skład przedstawionego cyklu publikacji wchodzi następujące prace:

[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, is. 7, s. 1–14, 2018. Impact Factor: 3.031. Punktacja (lista A czasopism MNiSW, 2017): 30 pkt. Udział Habilitanta: 60%.

[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. Impact Factor: 2.791. Punktacja (lista A czasopism MNiSW, 2017): 30 pkt. Udział Habilitanta: 100%

[H3] Z. Marszałek, K. Duda: „Multifrequency vector measurement system for reliable vehicle magnetic profile assessment”, *Sensors*, ISSN 1424-8220, vol. 20, is. 17, art. no. 4933, s. 1–15, 2020. Impact Factor: 3.576. Punktacja MNiSW: 100 pkt. Udział Habilitanta: 90%.

[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. no. 108525, s. 1–9. 2021. Impact Factor: 5.131. Punktacja MNiSW: 200 pkt. Udział Habilitanta: 70%.

[H5] Z. Marszałek, K. Duda, P. Piwowar, M. Stencel, T. Żegleń, J. Izydorezyk: „Load estimation of moving passenger cars using inductive-loop technology”, *Sensors*, ISSN 1424-8220, vol. 23, is. 4, art. no. 2063, s. 1–19, 2023. Impact Factor: 3.576. Punktacja MNiSW: 100 pkt. Udział Habilitanta: 50%.

[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, is. 22, art. no. 7244, 2024, <https://doi.org/10.3390/s24227244>. Impact Factor: 3.4. Punktacja MNiSW: 100 pkt. Udział Habilitanta: 80%.

[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. Punktacja MNiSW (2016): 15 pkt. Udział Habilitanta: 90%.

[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. Punktacja MNiSW (2016): 15 pkt. Udział Habilitanta: 80%.

Automatyczna klasyfikacja pojazdów na podstawie magnetycznych sygnatur stanowi dynamicznie rozwijającą się dziedzinę badań, której celem jest doskonalenie metod detekcji i identyfikacji pojazdów przy użyciu czujników indukcyjnych pętlowych. Prace badawcze z tego zakresu opisują różne podejścia do klasyfikacji, wykorzystując różnorodne techniki przetwarzania sygnału oraz algorytmy uczenia maszynowego w celu zwiększenia dokładności rozpoznawania kategorii pojazdów.

Przedstawiony cykl publikacji koncentruje się na propozycji usprawnienia układów kondycjonowania sygnału czujnika indukcyjnego pętlowego w celu poprawy jakości klasyfikacji pojazdów w ruchu drogowym (w tym umożliwienie dokładniejszego pomiaru: prędkości pojazdów, odległości między osiami, osi uniesionej, zwisów i długości pojazdu) oraz zwiększenia odporności na zakłócenia elektromagnetyczne. Zamiast dotychczasowych układów, które dostarczały tylko jedną składową impedancji (związaną z reaktancją, np. układy generatorowe czy mostkowe), proponowana metoda stosuje rozwiązania zdolne do pomiaru obu parametrów impedancji, jak również działa na kilku częstotliwościach prądu pomiarowego jednocześnie. W systemach dedykowanych do Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS), metoda ta nie zyskała jeszcze szerokiego uznania ani powszechnego zastosowania. Takie rozwiązanie znacząco rozszerza ilość dostępnych informacji, ponieważ uzyskiwane są dwa niezależne sygnały elektrycznie ortogonalne związane z właściwościami czujnika. Umożliwia to znaczące zwiększenie dokładności pomiarów wspomnianych wyżej parametrów pojazdu i klasyfikacji pojazdów, co z kolei wpływa na efektywność systemów monitorujących ruch drogowy.

Rozwiązania opisane w publikacjach Habilitanta są dedykowane do zastosowań w rozwijających się polskich systemach ITS i w planowanym na rok 2025 Generalnym Pomiarze Ruchu.

Rozwiązania opisane w przedstawionym cyklu 8 prac powiązanych tematycznie stanowią moim zdaniem znaczące osiągnięcia naukowe Habilitanta, które można podzielić na trzy istotne tematy:

- Opracowanie i zbadanie układów kondycjonowania sygnału z rozdziałem składowych impedancji czujnika indukcyjnego pętlowego i algorytmu detekcji osi [H1], [H2], [C1].
- Opracowanie układów do pomiaru impedancji jednocześnie na wielu częstotliwościach dla celów kondycjonowania sygnału czujnika indukcyjnego pętlowego o odpowiednio wysokiej czułości dla czujników wąskich [H3], [C2].
- Badania w obszarze zastosowań wieloczęstotliwościowych impedancyjnych profili pojazdów: pomiar odległości między osiami, długości pojazdu, zwisów i estymacja masy ładunku zidentyfikowanego samochodu [H4], [H5], [H6].

Prace prezentowane na międzynarodowych konferencjach [C1], [C2] przedstawiają badania wstępne, natomiast prace [H1 – H6] opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych z listy JCR prezentują główne osiągnięcia.

Artykuł [H1] przedstawia nową metodę i system pomiarowy, który rejestruje dwie składowe profilu magnetycznego pojazdu, związane z rzeczywistą i urojoną częścią impedancji wąskiego czujnika indukcyjnego. Proponowany algorytm wykorzystuje obie składowe magnetycznego profilu impedancji do wykrywania osi pojazdu, w tym osi podniesionych. Symulacje przeprowadzone przy użyciu uproszczonego modelu układu potwierdziły jego prawidłowe działanie. W zdudowanym wielokanałowym układzie pomiarowym uzyskano dokładności nie mniejsze niż 71,8% dla pojazdów poruszających się z uniesioną osią oraz nie mniejsze niż 98,8% dla innych pojazdów. Dokładność wykrywania osi została określona podczas serii eksperymentów przeprowadzonych w normalnych warunkach drogowych, z wykorzystaniem analizy profilu, nagrań wideo oraz sygnałów referencyjnych z detektora obciążenia osi, na łącznej liczbie 4000 pojazdów. W kilku grupach pojazdów (4-osiove i 5-osiove ciężarówki) dokładność wykrywania osi osiągnęła 100%.

W artykule [H2] opisano niskokosztowy system elektroniczny do pomiaru impedancji czujnika pętli indukcyjnej, a także małych, szybkich zmian składowych impedancji. Idea systemu opiera się na wykorzystaniu mostka Maxwella-Wiena i adaptacji woltomierza

wektorowego zamiast wskaźnika równowagi oraz zastosowaniu mikrokontrolera. Proponowane procedury, oparte na zespolonym napięciu nierównowagi mostka, umożliwiają obliczenie w krótkim czasie rezystancji, która może zrównoważyć mostek. Pozwala to na pomiar składowych impedancji czujnika, identycznie jak w przypadku znanej metody mostka zrównoważonego. Oryginalnym osiągnięciem jest możliwość przeprowadzenia pomiarów w stanie nierównowagi mostka z wysoką dokładnością względną w stosunku do małych zmian impedancji czujnika.

Publikacja [H3] przedstawia projekt oraz działanie systemu pomiaru impedancji przy jednoczesnym użyciu wielu częstotliwości dla czterech czujników pętli indukcyjnej (IL), które zostały opracowane do pomiaru parametrów pojazdu na podstawie analizy profilu magnetycznego pojazdu (VMP). Jednoczesny pomiar impedancji przy kilku częstotliwościach wzbudzenia zwiększa niezawodność pomiarów VMP, ponieważ typowe zakłócenia elektromagnetyczne są wąskopasmowe i nie powinny jednocześnie wpływać w ten sam sposób na wszystkie pasma pomiarowe. System składa się z dwóch standardowych i dwóch wąskich czujników IL, analogowego przedwzmacniacza oraz komputera przemysłowego z konwerterami C/A i A/C (układ FPGA). Impedancja czujników jest uzyskiwana poprzez pomiar wektorowy napięć z mostka, które są demodulowane z częstotliwości wzbudzenia za pomocą odpowiednich filtrów FIR. System umożliwia uzyskiwanie VMP w trybie czasu rzeczywistego i rejestrowanie napięć do późniejszego przetwarzania offline i dalszej analizy. Omówiono również rozkłady pól i czułości wąskich i standardowych czujników IL. Testy terenowe potwierdziły założoną zwiększoną niezawodność pomiaru VMP dla proponowanego rozwiązania.

Walidację systemu pomiaru odległości osi pojazdu na podstawie jednoczesnego pomiaru impedancji wąskiego czujnika indukcyjnego na wielu częstotliwościach (MFIM) przedstawia praca [H4]. Na podstawie przeprowadzonych badań system ustawiono na jednoczesny pomiar impedancji przy częstotliwościach 6 kHz, 10 kHz i 14,2 kHz. Szerokość pasma systemu została ustalona w zakresie od 0 do 20 Hz, co odpowiada zakładanej prędkości mierzonych pojazdów poniżej 50 km/h. Wyniki uzyskane w testach laboratoryjnych potwierdziły, że informacje zawarte w sygnałach impedancyjnych są poprawnie przenoszone w tym paśmie. Pomiary terenowe potwierdziły możliwość zastosowania systemu MFIM do pomiaru odległości między osiami pojazdu ze zwiększoną odpornością na zakłócenia elektromagnetyczne.

W artykule [H5] zastosowano profile magnetyczne pojazdów do określania parametru obciążenia proporcjonalnego do masy pojazdu osobowego. Wrażliwość VMP na zmianę masy wynika z faktu, że wyższe obciążenie zmniejsza wartość prześwitu pojazdu, co z kolei zwiększa VMP. Użyteczność proponowanego parametru obciążenia wykazano eksperymentalnie w testach terenowych. Pokazano również, że wąskie czujniki indukcyjne pozwalają na zbudowanie systemu szacowania masy z maksymalnym błędem około 30 kg, co umożliwia przybliżone określenie liczby pasażerów w samochodzie. Przedstawione rozwiązanie rozszerza funkcjonalność pętli indukcyjnych, już zainstalowanych w jezdni, o pozyskiwanie innych parametrów pojazdu. Zaproponowana metoda szacowania masy ładunku samochodu umożliwia wykrycie przeładowania zidentyfikowanego pojazdu i może znaleźć zastosowanie w nadzorowaniu oraz poprawie bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Praca [H6] prezentuje badania systemu pomiaru parametrów pojazdu w ruchu oraz jego walidację w warunkach laboratoryjnych. System wykorzystuje cztery czujniki indukcyjne (IL), dwa wąskie i dwa szerokie. Prędkość pojazdu, rozstaw kół, długość i zwisy określano z wykorzystaniem profilu magnetycznego pojazdu, który rejestrowano na podstawie ciągłego pomiaru impedancji. Pomiar impedancji dla pojedynczego IL przeprowadzano jednocześnie na trzech częstotliwościach nośnych. Warunki pomiarowe w terenie, takie jak prędkość

przejeżdżających pojazdów, wymusiły opracowanie laboratoryjnego stanowiska testowego (LTB). LTB służyło jako model istniejącego rzeczywistego układu pomiarowego, zainstalowanego na drodze. LTB obejmowało czujniki IL oraz ruchomy model pojazdu wykonany w skali 1:50 i umożliwiał walidację całego systemu pomiarowego w zakresie prędkości pojazdu od 10 km/h do 150 km/h z krokiem 5 km/h w kontrolowanych warunkach. Wyniki pomiarów, obliczane na podstawie VMP i zmierzonej prędkości, przedstawiano w domenie odległości. Stwierdzono, że największe błędy w oszacowaniu parametrów nadwozia modelu pojazdu w rzeczywistej skali nie przekraczają 4,3 cm.

W artykule pokonferencyjnym [C1] przedstawiono możliwość wykorzystania czujnika pętli indukcyjnej jako efektywnego detektora osi pojazdów. Podstawowym warunkiem użycia takich czujników jest odpowiedni dobór ich wymiarów geometrycznych. Do współpracy z czujnikiem zastosowano oryginalny system z układem kondycjonowania sygnałów. Na wyjściu tego systemu uzyskuje się dwa sygnały proporcjonalne do zmian w składowych impedancji. Zaprezentowano wyniki identyfikacji parametrów funkcji umożliwiających optymalne połączenie sygnałów wyjściowych kondycjonera dla różnych klas pojazdów, oraz algorytmu detekcji osi. Zaletą zastosowania czujników indukcyjnych jest możliwość wykrywania podniesionych osi w pojazdach, co jest niemożliwe przy stosowaniu powszechnie dostępnych czujników obciążenia.

Drugi artykuł konferencyjny [C2] przedstawia koncepcję wieloczęstotliwościowego systemu kondycjonowania sygnału indywidualnej pętli indukcyjnej z rozdzielaniem składowych impedancji. Opisano badania symulacyjne dotyczące stanów dynamicznych w systemie wzbudzonym skokową zmianą parametrów impedancji czujnika. Badano również zachowanie systemu w obecności zakłóceń wywołanych w obwodzie czujnika. Wstępnie przeprowadzono analizę zakłóceń elektromagnetycznych generowanych przez silniki pojazdów. Badania symulacyjne potwierdziły, że działanie systemu kondycjonowania jednocześnie na dwóch częstotliwościach pozwala uzyskać magnetyczne pary profili rezystancji i reaktancji. Może to zapewnić poprawę niezawodności działania systemów detekcji osi oraz systemów pomiaru parametrów pojazdów w ruchu.

Reasumując wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne zawarty w omawianym cyklu publikacji obejmuje:

- badania nad wysoko czułymi metodami pomiaru impedancji czujników indukcyjnych pętlowych,
- propozycję zastosowania ściśle związanego z impedancją pojęcia profilu magnetycznego pojazdu,
- zaproponowanie rozwiązań układowych, które zostały zastosowane w praktyce, zwłaszcza do pomiaru impedancji wąskiego czujnika indukcyjnego pętlowego w celu detekcji osi pojazdu i pomiaru odległości między osiami,
- wprowadzenie redundancji informacji poprzez adaptację wieloczęstotliwościowej metody pomiaru impedancji,
- zwiększenie liczby jednocześnie rejestrowanych profili pojazdu w ruchu i poprawę ich jakości,
- zwiększenie odporności systemu pomiarowego na zakłócenia elektromagnetyczne,
- propozycję nowej metody estymacji masy ładunku zidentyfikowanego samochodu z wykorzystaniem wprowadzonej technologii.

Obszarami zastosowań wyników badań są inteligentne systemy transportowe i Generalny Pomiar Ruchu, w których pożądana jest wysoka dokładność klasyfikacji pojazdów, przy czym system wieloczęstotliwościowego pomiaru impedancyjnych profili magnetycznych pozwala ją istotnie zwiększyć. Opracowane przez habilitanta systemy pomiarowe są wdrażane na

drodze krajowej DK44 i drodze wojewódzkiej DW975, a uzyskiwane wyniki poddawane są dodatkowym analizom.

Biorąc pod uwagę istniejące uwarunkowania prawne i administracyjne oraz spodziewany dalszy rozwój ruchu drogowego, podjętą tematykę badawczą należy uznać za aktualną oraz przydatną w praktycznych zastosowaniach do rozwoju zrównoważonego ruchu drogowego.

W mojej ocenie zaprezentowane w cyklu ośmiu publikacji osiągnięcia stanowią znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne w zakresie metod i aparatury do pomiaru parametrów ruchu i klasyfikacji pojazdów w ruchu drogowym. Wkład ten ma charakter zarówno naukowy, jak i użyteczny, związany z wdrażaniem opracowanych rozwiązań.

4. Ocena aktywności naukowej Habilitanta

Aktywność naukowa dr inż. Zbigniewa Marszałka koncentruje się głównie w Katedrze Metrologii i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej. Oprócz publikacji przedstawionych do oceny jako osiągnięcia naukowe, po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant był autorem lub współautorem jednej monografii i 3 rozdziałów w monografiach, 8 artykułów w czasopiśmie i 9 wystąpień konferencyjnych. Ponadto Habilitant jest autorem i współautorem dwóch patentów i dwóch wdrożeń, co potwierdza znaczące zaangażowanie w działalność o charakterze aplikacyjnym.

Pan dr inż. Zbigniew Marszałek uczestniczył jako współwykonawca w dwóch projektach finansowanych w drodze konkursów krajowych, bierze też udział w pracach Zespołu Pomiaru Parametrów Ruchu Drogowego i Przetwarzania Sygnałów w grupie badawczej „Pomiarów parametrów ruchu drogowego”. Współpracuje z otoczeniem gospodarczym, uczestniczy w pracach zespołów eksperckich, jest autorem ekspertyz i recenzji dla czasopism naukowych o zasięgu międzynarodowym.

Od roku 2022 Habilitant pełni funkcję koordynatora ds. współpracy między Akademią Górniczo-Hutniczą i Politechniką Śląską. W ramach nawiązanej współpracy z prof. dr hab. inż. Jackiem Izydorczykiem Habilitant 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 są: aktualnie dwie publikacje w czasopiśmie, referat na spotkaniu technicznym polskich oddziałów IEEE VTS i ComSoc, oraz wyniki badań dotyczących zastosowania uczenia maszynowego do klasyfikacji na podstawie parametrów profili magnetycznych pojazdów.

W okresie od 15.11.2023 roku do 15.02.2024 roku Habilitant odbył staż naukowy w Uniwersytecie Bielsko-Bialskim w Katedrze Transportu. Istotnymi efektami stażu jest publikacja i wyniki badań dotyczących analiz prac laboratoryjnych i pomiarowych systemu uruchomionego na drodze krajowej DK44.

Realizacja ww. staży potwierdzona jest odpowiednimi zaświadczeniami, a wymiernymi ich efektami są dwie współautorskie publikacje naukowe w czasopiśmie z listy JCR: [H5] Z. Marszałek, K. Duda, P. Piwowar, M. Stencel, T. Żegleń, J. Izydorczyk: „Load estimation of moving passenger cars using inductive-loop technology”, *Sensors*, 2023, vol. 23(4), 2063, oraz: Z. Marszałek, T. Konior, J. Izydorczyk, M. Szulik, K. Duda: „Vehicle classification based on multi-frequency resistance and reactance magnetic profiles”, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2025, vol. 26(4), 5322 – 5331.

Wspomniane wyżej dokumenty i publikacje stanowią obiektywne potwierdzenie faktu, że istotna aktywność naukowa Habilitanta była zrealizowana w Politechnice Śląskiej i w Uniwersytecie Bielsko-Bialskim.

Dorobek publikacyjny Habilitanta na dzień złożenia wniosku pod względem ilościowym i jakościowym, w postaci: 22 publikacji w bazie Scopus, (17 w WoS), 2 patentów, sumarycznego Impact Factor równego 22,857, liczby cytowań bez autocytowań równej 73 (Scopus) i 60 (WoS) i Indeksu Hirscha równego 6 (wg Scopus i WoS), mimo że w dużej części wynika z publikacji współautorskich, mieści się w granicach zwyczajowo przyjętych w postępowaniach habilitacyjnych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Na dzień złożenia wniosku publikacje przedłożonego cyklu 8 prac powiązanych tematycznie miały 22 (Scopus) i 21 (WoS) cytowań bez autocytowań. Warto zauważyć, że dorobek publikacyjny dr inż. Zbigniewa Marszałka i liczba cytowań uległy powiększeniu od czasu złożenia wniosku.

Recenzje dla prestiżowych czasopism naukowych i wystąpienia na ważnych konferencjach międzynarodowych świadczą o rozpoznawalności Habilitanta w skali międzynarodowej i Jego istotnej aktywności naukowej.

Wobec powyższego pozytywnie oceniam aktywność naukową Pana dr inż. Zbigniewa Marszałka i stwierdzam, że była ona zrealizowana w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej.

5. Podsumowanie

Po zapoznaniu się z otrzymaną dokumentacją w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne dr inż. Zbigniewowi Marszałkowi stwierdzam, że Habilitant posiada w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój tej dyscypliny naukowej. Wkład ten potwierdzony jest poprzez cykl ośmiu powiązanych tematycznie publikacji naukowych pod 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”. Ponadto aktywność naukowa dr inż. Zbigniewa Marszałka jest adekwatna do uzyskania stopnia doktora habilitowanego i stwierdzam, że aktywność ta była zrealizowana w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej.

Wobec powyższego stwierdzam, że Pan dr inż. Zbigniew Marszałek spełnia wymogi dotyczące nadania stopnia doktora habilitowanego, zawarte w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r., poz. 742 z późniejszymi zmianami) i popieram Jego wniosek o nadanie tego stopnia.



