



**Wojskowa
Akademia
Techniczna**



dr hab. inż. Jacek Jakubowski, prof. WAT
Wydział Elektroniki
Wojskowa Akademia Techniczna
Warszawa, 9 lipca 2025 r.

SEKRETARIAT
Rady Dyscypliny AEEiTK

Wpłynęło dnia 10. 07. 2025
Zarejestrowano pod nr 511-1-11/25
Podpis *Sm*

dr hab. inż. Ryszard Sroka, prof. AGH
Przewodniczący Rady Dyscypliny
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne
Akademia Górniczo-Hutnicza

RECENZJA

osiągnięcia naukowego sporządzona na podstawie Zawiadomienia Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Akademii Górniczo-Hutniczej nr 24/2025 z dnia 8 maja 2025 r. o wyznaczeniu na Recenzenta i Członka Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego

Określenie osiągnięcia: 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

Autor osiągnięcia: dr inż. Zbigniew Marszałek

Dyscyplina naukowa: automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne

1. Podstawa sporządzenia recenzji

Przedmiotem recenzji jest osiągnięcie naukowe dr. inż. Zbigniewa Marszałka, Kandydata ubiegającego się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego. Recenzja została sporządzona w zakresie określonym artykułem 221 ust. 8 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, zwanej dalej Ustawą, (t.j. Dz.U. z 2024r. poz. 1571 z późn. zm.) na podstawie dokumentacji przedłożonej przez Kandydata w postaci wniosku z dnia 30.01.2025 zawierającego następujące załączniki:

- 1) Dane wnioskodawcy
- 2) Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora
- 3) Autoreferat
- 4) Wykaz osiągnięć naukowych lub artystycznych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny
- 5) Oświadczenia autorów publikacji, zawartych w cyklu, przedstawiające indywidualny wkład każdego z nich w powstanie poszczególnych artykułów
- 6) Dane bibliometryczne wnioskodawcy

2. Podstawowe informacje o Kandydacie

Pan dr inż. Zbigniew Marszałek uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w 2008 r. Należy zauważyć, że już od tego momentu datuje się Jego naukowe zainteresowanie szeroko

rozumianym obszarem telematyki transportu drogowego. Tematem pracy magisterskiej obronionej w tym samym roku był bowiem *Interfejs graficzny systemu pomiaru parametrów ruchu drogowego*. Kontynuując w tym obszarze prace badawcze, których wyniki zostały opublikowane w latach 2009-2013 w 8 artykułach, zaprezentowane na 6 konferencjach i przełożone na zgłoszenie patentowe, na tej samej Uczelni i Wydziale Kandydat otrzymał w 2014 roku stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie *elektrotechnika*. Podstawą nadania stopnia była rozprawa zatytułowana *Analiza właściwości metrologicznych układów do detekcji osi pojazdów z wykorzystaniem czujników indukcyjnych pętlowych*. Kandydat od 2010 roku pracuje na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej, aktualnie na stanowisku adiunkta, będąc jednocześnie członkiem zespołu mogącego się poszczycić znaczącymi osiągnięciami naukowymi w zakresie pomiarów parametrów ruchu drogowego. Dr inż. Zbigniew Marszałek wydaje się też być pasjonatem tematyki związanej ze zgłaszanym osiągnięciem naukowym – jest członkiem Stowarzyszenia ITS Polska zrzeszającego przedstawicieli przemysłu, instytucji naukowych, akademickich i administracji zainteresowanych wsparciem procesów rozwoju i wdrożenia inteligentnych systemów transportowych.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

3.1. Ocena formalna osiągnięcia

Na recenzowane osiągnięcie naukowe zgłaszane przez Kandydata składa się cykl 8 artykułów naukowych opublikowanych w latach 2016-2024 w czasopiśmie naukowych i w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania w ostatecznej formie były ujęte w stosownym wykazie sporządzonym na podstawie art. 267 Ustawy. Wszystkie prace dotyczą tematyki kondycjonowania i algorytmów przetwarzania sygnałów pochodzących od indukcyjnych czujników pętlowych umieszczanych pod powierzchnią drogi na potrzeby inteligentnego systemu transportowego. Kandydat w autoreferacie w sposób umiejętny i akceptowalny wykazał ich powiązanie tematyczne przechodząc w pierwszej kolejności od prezentacji artykułów poświęconych bazowym układom kondycjonowania poprzez prace dotyczące ich wersji zaawansowanych pracujących na wielu częstotliwościach, a skończywszy na artykułach przedstawiających wykorzystanie omówionych tym sposobem rozwiązań do badań wykazujących możliwości wykonywania pomiarów w trakcie ruchu pojazdów obejmujących określenie ich długości, odległości między osiami, zwisów i obciążenia pojazdów osobowych. Stąd tematykę wszystkich prac można potraktować jako jednorodną, związaną z tematem wskazanego osiągnięcia naukowego. Tym samym można również przyjąć, że spełnione są formalne warunki ubiegania się Kandydata o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. b Ustawy.

3.2. Ocena wkładu osiągnięcia w rozwój dyscypliny naukowej

Przedstawiony we wniosku Kandydata dorobek koncentruje się na tematyce rozwiązań pomiarowych, których koncepcja nie jest nowa – początki rozwoju technologii czujników pętlowych w zastosowaniu do detekcji obecności, oceny własności i wyznaczania parametrów ruchu pojazdów, sterowania sygnalizacją świetlną itp. sięgają lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Tym niemniej, prace badawcze i rozwojowe w ich obszarze prowadzące do poprawy dokładności pomiarów są nadal uzasadnione. W szczególności uzasadnione są prace, w które wpisuje się zgłaszane osiągnięcie, ukierunkowane na rozdzielenie i wykorzystanie uzyskanych tym sposobem składowych impedancji czujnika pętlowego. Stosowane do tego celu układy kondycjonowania nowej generacji otwierają możliwości budowy nowych algorytmów pozyskiwania informacji o pojazdach. Dostarczanie wiarygodnych danych z ruchu drogowego jest lub w najbliższej przyszłości będzie podstawą zarządzania ruchem, planowania infrastruktury drogowej, poprawy bezpieczeństwa transportu oraz zasilania modeli sztucznej inteligencji na potrzeby systemów inteligentnych miast. W tym kontekście należy uznać, że zgłaszane osiągnięcie jest aktualne i wpisuje się w rosnące potrzeby zrównoważonego rozwoju transportu oraz w konsekwencji – również polityki niskoemisyjnej.

Wszystkie prace zgłoszone jako osiągnięcie mają zasięg międzynarodowy. W siedmiu z nich Kandydat figuruje jako pierwszy autor a w jednej jest jedynym autorem. Sześć prac zostało opublikowanych w czasopismach z listy JCR z przypisanym współczynnikiem IF, dwie pozostałe i jednocześnie najstarsze znajdują się w materiałach z dwu edycji zagranicznej konferencji naukowej indeksowanej w bazie *Web of Science*. Dobór publikatorów należy ocenić pozytywnie. Są to czasopisma o uznanej renomie i właściwe dla tematyki prac badawczych z zakresu technologii pomiarowych prezentowanych w osiągnięciu. Na szczególnie wyróżnienie zasługują 2 prace, które ukazały się w prestiżowym dla środowiska pomiarowego czasopiśmie *Measurement*. W aktualnym Komunikacie Ministra Nauki w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych czasopismu temu przypisano maksymalną liczbę 200 punktów. W pierwszym z nich, z roku 2018, Kandydat był jedynym autorem, a w drugim, z roku 2021, współautorem z udziałem 70 %. Do wniosku zostały dołączone oświadczenia współautorów o ich udziale procentowym i merytorycznym w każdej z prac zaliczonych do cyklu. Z oświadczeń tych wynika, że udział Kandydata we wszystkich pracach jest znaczący (trzy z udziałem kolejno 50 %, 60 % i 70 %, dwie z udziałem po 80 %, dwie z udziałem po 90 % i jedna 100 %) i że wykazywał się przy ich powstawaniu aktywnością właściwą samodzielnym pracownikom nauki, m.in. planował eksperymenty, pozyskiwał środki finansowe oraz zgody administracyjne na budowę terenowych stanowisk pomiarowych, nadzorował te budowy, opracowywał koncepcje metod pomiarowych i ich implementacji oraz gromadził i analizował uzyskiwane dane.

W podzbiorze 3 publikacji cyklu, dotyczących generalnie układów kondycjonowania, 2 z nich (**H1** i **C1**) dotyczą wykorzystania rozwiązania, którego koncepcja prezentowana była w ramach wcześniejszych prac zespołu w roku 2011 (czasopismo *Metrology & Measurement Systems*) i w roku 2015 (materiały konferencji *Methods and Models in Automation and Robotics*) i z którą związana jest ochrona patentowa wynalazku Kandydata pt. *Sposób pomiaru składowych impedancji czujnika indukcyjnego i układ pomiarowy składowych impedancji czujnika indukcyjnego*, udzielona przez Urząd Patentowy RP w 2015 r. W mojej ocenie rozwiązanie objęte patentem mogło być włączone do osiągnięcia naukowego będącego podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jako oryginalne osiągnięcie projektowe lub konstrukcyjne, zgodnie z artykułem 219 ust. 1 pkt 2 lit. c Ustawy. Niezależnie od tego, zgłaszane jako osiągnięcie publikacje **H1** i **C1** stanowią rozwinięcie wymienionych prac ze znaczącym udziałem Kandydata w ich opracowaniu, w szczególności w zakresie dotyczącym detekcji liczby osi pojazdów w ruchu. Zaproponowany algorytm detekcji w wersji podstawowej bazuje na wykorzystaniu fuzji profilu rezystancyjnego i reaktancyjnego w postaci ich liniowej kombinacji z możliwością zmiany ich proporcji w tej kombinacji oraz zmiany poziomu odniesienia i szerokości pętli histerezy komparatora odpowiedzialnego za wytwarzanie znormalizowanych impulsów w momencie pojawienia się osi pojazdu nad czujnikiem. Kandydat dokonał optymalnego doboru wartości tych parametrów i przedstawił modyfikację wersji podstawowej algorytmu, która charakteryzuje się wysoką dokładnością detekcji osi pojazdów, w tym również osi podniesionych w pojazdach ciężarowych. Tym sposobem udało mu się przedstawić skuteczne rozwiązanie odbiegające od powszechnego współcześnie postępowania, ale właściwego raczej pokrewnej dyscyplinie *informatyka techniczna i telekomunikacja*, polegającego na budowie modelu sieci neuronowej trenowanej z wykorzystaniem dużej liczby danych, którymi Kandydat dysponował dzięki rejestracjom przeprowadzonym w rzeczywistych warunkach drogowych. W przeciwieństwie do tego powstał w pełni wyjaśnialny model, możliwy do implementacji z wykorzystaniem układów elektronicznych, który dzięki temu można uznać za rozwiązanie stanowiące znaczący wkład do rozwoju dyscypliny *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*. Za równie wartościową pracę należy uznać trzecią publikację z podzbioru związanego z bazowymi układami kondycjonowania – samodzielną publikację Kandydata **H3**, która ukazała się w *Measurement*. Zaprezentowane rozwiązanie to adaptacja mostka Maxwella-Wiena do pomiaru składowych impedancji wąskiego czujnika pętlowego w warunkach dynamicznych zmian tej impedancji powodowanych ruchem pojazdu. Układ wyposażony w woltomierz wektorowy jako wskaźnik równowagi oraz mikroprocesor sterujący cyfrowymi potencjometrami włączonymi w gałęzie mostka wraz z zaproponowanymi przez Kandydata algorytmami pozwolił na szybkie określanie rezystancji potrzebnej do zrównoważenia mostka oraz pomiar składowych impedancji z zadowalającą

dokładnością bez fizycznego doprowadzenia mostka do stanu równowagi. Przedstawione w pracy rozwiązanie stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny, gdyż ma charakter uniwersalny i może być stosowane wszędzie tam, gdzie potrzebna jest duża czułość mostka i jednocześnie nie można sobie pozwolić na jego długotrwałe równoważenie.

Drugi podzbiór cyklu, obejmujący zgrupowane w autoreferacie publikacje **C2** i **H3**, dotyczy rozszerzenia metody pomiaru składowych impedancji na kilka częstotliwości, dzięki czemu pojawia się potencjalna możliwość pozyskania dodatkowych informacji o własnościach fizycznych przejeżdżających pojazdów. Zgodnie z oświadczeniami współautorów obu publikacji, Kandydat jest autorem koncepcji i planu badań symulacyjnych układu do jednoczesnego wyznaczania składowych impedancji czujnika pętlowego na wielu częstotliwościach oraz autorem projektu i wykonawcą jego fizycznej wersji w postaci zaawansowanego technologicznie 4-kanalowego systemu opartego na strukturze programowalnej FPGA umożliwiającego wykonywanie w czasie rzeczywistym pomiarów w każdym z kanałów równolegle na 3 częstotliwościach. Sama koncepcja wieloczęstotliwościowego pomiaru impedancji nie jest nowa – autorzy **H3** w bibliografii sami wskazują kilka publikacji poświęconych tej tematyce, ale należy uznać, że prace autora wnoszą oryginalny wkład do dyscypliny w postaci jej zastosowania do wyznaczania profili magnetycznych pojazdów w warunkach występowania zakłóceń elektromagnetycznych wytwarzanych przez ich instalacje elektryczne. W koncepcyjno-symulacyjnej pracy **C2**, ale zawierającej wyniki analizy widmowej rzeczywistych zakłóceń EMI powodowanych przez pojazdy, Kandydat wykazał bowiem, że jeśli w zaproponowanym przez niego układzie do jednoczesnego wyznaczania składowych impedancji na różnych nośnych pojawi się zakłócenie o częstotliwości zbliżonej do jednej z nich, to pomiary na pozostałych nośnych nie będą obciążone błędami. Wykazał tym samym, że istnieje możliwość poprawnego pozyskania par profili magnetycznych służących do detekcji osi pojazdu na podstawie tylko jednego przejazdu. Kandydat pozyskał wymagane zgody administracyjne oraz nadzorował budowę drogowego stanowiska pomiarowego obejmującego 4 czujniki pętlowe po jednym dla każdego z kanałów systemu pomiarowego celem walidacji opracowanej koncepcji w warunkach rzeczywistych oraz testowania możliwości pomiarów prędkości pojazdów i ich długości. Przeprowadzone w ciągu 2 lat testy drogowe, w wyniku których Kandydat zarejestrował ok. 200 tysięcy sygnałów oraz fotografii przejeżdżających pojazdów, potwierdziły możliwość wzrostu niezawodności wyznaczania profili magnetycznych w warunkach zakłóceń elektromagnetycznych generowanych przez nie w trakcie pomiaru i dostarczyły danych do dalszych badań. Trzeba jednak przyznać, że w żadnej z prac **C2** i **H3** nie przedstawiono dyskusji dotyczącej doboru częstotliwości pomiarowych, metody ignorowania częstotliwości zakłóconych oraz nie przedyskutowano konieczności ewentualnej adaptacji układu pomiarowego do prędkości pojazdu.

Informacje na ten temat pojawiają się jednak w pierwszej z 3 prac zaliczonych do cyklu, które są poświęcone zastosowaniom profili magnetycznych pozyskanych na różnych częstotliwościach. W pracy **H4**, która ukazała się w *Measurement* rok po pracy **H3**, Kandydat przedstawił, popartą wynikami laboratoryjnych testów dynamicznych i wynikami analizy widmowej zakłóceń EMI, wstępną rekomendację doboru częstotliwości pomiarowych w postaci wartości pobieranych z określonego przedziału z odstępem nie mniejszym niż 4 kHz, poprawił dotychczasowy algorytm detekcji osi dla pojazdów z niskim zawieszeniem oraz sformułował empiryczną formułę wyrażającą dopasowanie pasma przenoszenia systemu pomiarowego do prędkości pojazdu. Nie do końca jasna jest jednak przyjęta metoda wyznaczania ostatecznej wartości odległości między osiami pojazdów pozwalająca na redukcję błędu do 2 cm. W autoreferacie Kandydat wskazuje na wykonanie pomiarów profili na 3 częstotliwościach, następnie na „*wykrycie zakłóceń w profilu, odrzucenie wartości odstającej i uśrednianie z pozostałych niezakłóconych wyników pomiarów odległości między osiami*”. Natomiast w treści artykułu jest wzmianka o przeprowadzonych pomiarach terenowych z wykorzystaniem 425 pojazdów, z której wynika, że w ok. 13 % przypadków zakłócenia występowały na co najmniej dwóch częstotliwościach pomiarowych, co wyklucza wskazywanie wartości błędnych za pomocą wartości odstających. Tym niemniej praca **H4** w zasadzie rozwiązuje najistotniejsze problemy metrologiczne w obszarze układów kondycjonowania i algorytmów przetwarzania sygnałów z indukcyjnych czujników pętlowych

w zastosowaniu do detekcji osi pojazdów w warunkach występujących zakłóceń EMI w i w tym kontekście wkład Kandydata należy uznać za znaczący do rozwoju dyscypliny.

Bardzo ciekawą, bo otwierającą nowe możliwości aplikacyjne dla systemów ITS, zawiera druga z publikacji wchodząca do podzbioru prac poświęconych zastosowaniom, czyli praca **H5**. Zaproponowana przez Kandydata koncepcja bazuje na spostrzeżeniu, że obciążony pojazd wykazuje się zmniejszoną wartością prześwitu przez co powinien mieć istotny wpływ na zmianę profili magnetycznych. Przeprowadzone badania eksperymentalne potwierdziły tę hipotezę a dobrany przez Kandydata parametr obciążeniowy, tzw. *load parameter*, obliczany na podstawie zmierzonych profili magnetycznych z uwzględnieniem zakłóceń EMI, dla których została, w porównaniu do wcześniejszych prac, wyodrębniona oddzielna ścieżka pomiarowa, okazał się być zależny w sposób liniowy od rzeczywistego obciążenia. Można mieć pewne zastrzeżenia do tej pracy, dotyczące m.in. braku wyjaśnienia zmiany wartości częstotliwości nośnych w stosunku do tych rekomendowanych w pracy **H4**, sposobu konstrukcji krzywych kalibracyjnych, w którym jako wielkość opisująca została przyjęta ta z większą niepewnością, czy też braku szerszych wyników wstępnej identyfikacji pojazdu z wykorzystaniem zaproponowanej metryki euklidesowej porównującej profile magnetyczne w dziedzinie drogi, ale nie można zaprzeczyć, że jest to prawdopodobnie pierwsze na świecie doniesienie o możliwości wykorzystania wąskiego czujnika pętlowego do oszacowania obciążenia wagowego samochodu osobowego. Znamienne jest to, że w artykule jednego z zagranicznych zespołów prowadzącego badania w tej tematyce, który opublikował swoją pracę w dniu 15 czerwca 2025 r. w czasopiśmie z listy JCR – *Engineering Structures* (<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2025.120163>), metoda zaproponowana w **H5** jako jedyna została zacytowana jako alternatywa dla sensorów tensometrycznych i światłowodowych przy pomiarze obciążenia pojazdów w ruchu. W kontekście stwierdzonej innowacyjności należy więc uznać jej znaczący wkład dla rozwoju dyscypliny. Udział Kandydata w powstaniu pracy **H5** został oszacowany jedynie na 50 %, ale należy mieć na uwadze fakt, że pozostałe udziały dotyczą głównie osób uczestniczących w testowych przejazdach, podczas których były wykonywane pomiary według opracowanej przez Kandydata koncepcji.

Ostatnią pracą podzbioru poświęconego zastosowaniom wieloczęstotliwościowych profili pojazdów jest praca **H6**. Kandydat, używając zaawansowanego modelowania zjawisk elektromagnetycznych, dokonał doboru materiałów i geometrii elementów, które posłużyły mu do zaprojektowania i wykonania fizycznego modelu laboratoryjny pojazdu dwuosiowego w skali 1:50, którego profile magnetyczne, obserwowane na stanowisku zadawania prędkości przejazdu, odwzorowują efekty rejestrowane z wykorzystaniem rzeczywistych pojazdów. W kontekście całego dorobku Kandydata należy jednak stwierdzić, że jest to praca spóźniona. Waliduje ona wieloczęstotliwościowy układ pomiarowy oraz algorytmy wyznaczania prędkości pojazdu, konwersji profili impedancyjnych zarejestrowanych w dziedzinie czasu na profile określone w dziedzinie drogi, algorytmy detekcji osi i odległości między osiami, które były już przedmiotem wcześniejszych badań z użyciem rzeczywistych sygnałów zarejestrowanych na terenowych stanowiskach pomiarowych. Jednak z drugiej strony należy też przyznać, że opracowane stanowisko ma charakter unikalny, gdyż umożliwia uzyskiwanie w sposób kontrolowany powtarzalnych wyników pomiarów profili magnetycznych w bardzo szerokim zakresie prędkości przejazdu modelu. Otwiera to możliwości prowadzenia w przyszłości dalszych prac optymalizacyjnych, np. w zakresie geometrii czujników pętlowych, które nie są możliwe na stanowiskach rzeczywistych. Stąd w końcowym rozrachunku należy uznać, że jest to praca prezentująca opracowane przez Kandydata narzędzie, które w perspektywie dalszych badań wnosi istotny wkład do rozwoju techniki pomiarów ruchu drogowego i tym samym przyczynia się do rozwoju dyscypliny.

4. Podsumowanie

Biorąc pod uwagę wyniki powyższej analizy oceniam, że zgłoszony przez Pana dr inż. Zbigniewa Marszałka cykl publikacji, będący formalną podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest spójny tematycznie, charakteryzuje się dużym potencjałem użytecznym oraz wnosi oryginalny i znaczący wkład do rozwoju dyscypliny *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*. Zgłoszone osiągnięcie, oprócz prezentacji wyników

autorskiego opracowania i walidacji bogatego zbioru zaawansowanych elektronicznych narzędzi do pomiaru składowych impedancji czujnika indukcyjnego, przedstawia również ich wykorzystanie w działalności naukowo-badawczej prowadzonej przez Kandydata w obszarze pomiarów parametrów poruszających się pojazdów, której wyniki mogą być z powodzeniem wykorzystane na potrzeby gospodarki krajowej w ramach programu Generalnego Pomiaru Ruchu.

Jednocześnie należy zauważyć, że Kandydat w swoim wniosku przedłożył również informacje o innych osiągnięciach naukowych. Na dzień sporządzenia niniejszej recenzji posiada wartościowy dorobek publikacyjny, oceniany w bazie Web of Science liczbą cytowań przez innych autorów równą 64 oraz indeksem Hirscha 7. Jest też autorem ok. 20 recenzji sporządzonych dla redakcji międzynarodowych czasopism naukowych, co świadczy o Jego społecznym zaangażowaniu w życie środowiska naukowego. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora był współautorem jednej monografii oraz 3 rozdziałów w innych monografiach naukowych poświęconych elektronicznej aparaturze pomiarowej, uczestniczył w 4 krajowych i 5 międzynarodowych konferencjach naukowych prezentując referaty dotyczące tej tematyki. Oprócz wspomnianego wyżej patentu związanego z osiągnięciem, Kandydat uzyskał w 2017 r. patent na *sposób monitorowania stanu kontaktu elektrody biomedycznej ze skórą pacjenta*. Jest też autorem dwu wdrożeń technologii czujników indukcyjnych pętlowych do pomiaru parametrów ruchu, które zostały wykorzystane w pomiarach na drodze krajowej DK44 i drodze wojewódzkiej DW975. Realizując te wdrożenia współpracował z sektorem gospodarczym oraz administracją państwową, zdobywając niezbędne uzgodnienia oraz nadzorując proces budowy stanowisk. Kandydat był też współwykonawcą w dwu projektach związanych tematycznie z osiągnięciem, dla których finansowanie zostało pozyskane w drodze konkursu. Z przedstawionych przez Kandydata powyższych informacji wynika, że posiada osiągnięcia, które sprawiają, że jest osobą rozpoznawalną w środowisku naukowym funkcjonującym w ramach dyscypliny i w sposób znaczący przyczynia się do jej rozwoju.

W związku z powyższym stwierdzam, że **dorobek naukowy dr. inż. Zbigniewa Marszałka w bardzo dobrym stopniu spełnia warunki nadania mu stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy**, o którym mowa w Zawiadomieniu Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Akademii Górniczo-Hutniczej nr 24/2025 z dnia 8 maja 2025 r.

Z przedłożonych we wniosku zaświadczeń wynika ponadto, że Kandydat odbył dwa staże naukowe w krajowych uczelniach poza macierzystą jednostką, tj. 6-miesięczny staż na Politechnice Śląskiej oraz 3-miesięczny staż na Uniwersytecie Bielsko-Bialskim. W trakcie staży, w lokalnym środowisku wymienionych Uczelni dzielił się swoimi doświadczeniami i realizował badania z zakresu pomiarów wieloczęstotliwościowych profili magnetycznych pojazdów. Efektem tej współpracy są m.in. uzyskane wyniki badań na stanowisku zbudowanym na drodze krajowej DK44, jeden referat wygłoszony na spotkaniu technicznym polskich oddziałów IEEE VTS i ComSoc, jedna publikacja, która ukazała się w zagranicznym czasopiśmie z listy JCR oraz jedna publikacja złożona w czasopiśmie *Measurement*. Był również uczestnikiem stażu w dziale badawczo-rozwojowym polskiego przedstawiciela zagranicznej instytucji Delphi. Należy zatem uznać, że Kandydat wykazał się istotną aktywnością naukową w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej. Tym samym stwierdzam, że **spełniony jest również warunek nadania dr. inż. Zbigniewowi Marszałkowi stopnia naukowego doktora habilitowanego określony w art. 219 ust. 1 pkt 3 Ustawy**.

Podsumowując stwierdzam, że całokształt osiągnięć dr. inż. Zbigniewa Marszałka spełnia wszystkie wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego określone w Ustawie. Jednocześnie stawiam wniosek o dopuszczenie Go do dalszych etapów postępowania w sprawie uzyskania tego stopnia w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*.

Z wyrazami szacunku

Jacek Jakubowski