

Prof. dr hab. inż. Waldemar Minkina
Politechnika Częstochowska
Wydział Elektryczny
Instytut Elektroniki i Systemów Sterowania
Al. Armii Krajowej 17
42-200 Częstochowa
Telefon komórkowy: +48 608-018-803
e-mail: minkinawaldemar@gmail.com

Częstochowa, 2023. 07.13

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Biuro Rady Dyscypliny
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika
i Technologie Kosmiczne
wpłynęło dnia 20.07.2023
nr 35
zał.

Recenzja

dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego Dr inż. Krzysztofa Musioła w związku z postępowaniem o nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie „automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne”.

1. Wstęp

Niniejsza recenzja została opracowana na zlecenie Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej „automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne” Dr hab. inż. Moniki Kwoki, prof. PŚ., pismem (RDAEETK/48/2023, RDAEETK.532.1.2023) z dnia 22.06.2023 r. Osiągnięcia naukowe Habilitanta powinny spełniać kryteria oceny zawarte w art. 219 Ustawy z dnia 4 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.). Niniejsza recenzja została opracowana także przy uwzględnieniu dobrych praktyk opisanych przez Radę Doskonałości Naukowej (RDN) w poradnikach udostępnionych w zasobach internetowych RDN - data dostępu: 05.07.2023 r.

W niniejszej ocenie uwzględniono także najnowsze zalecenia Przewodniczącego Rady Doskonałości Naukowej prof. dr hab. Grzegorza Węgrzyna opisane w dalszej części niniejszej recenzji.

2. Informacja o habilitancie

Dr inż. Krzysztof Musioł w 2002 roku na Politechnice Śląskiej na Wydziale Elektrycznym uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera na kierunku elektrotechnika, specjalność: automatyka i metrologia elektryczna. Tematem pracy było opracowanie wzorcowego dzielnika rezystancyjnego. Także na Politechnice Śląskiej na Wydziale Elektrycznym w 2007 roku uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych, w dyscyplinie elektrotechnika. Tytuł rozprawy doktorskiej: „*Opracowanie, badania i zastosowanie multipleksa wzorców indukcyjności*”. Dr inż. Krzysztof Musioł od 2007 roku pracuje jako adiunkt w Katedrze Metrologii, Elektroniki i Automatyki w Politechnice Śląskiej na Wydziale Elektrycznym.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania Dr inż. Krzysztofowi Musiołowi stopnia doktora habilitowanego stanowi osiągnięcie pod tytułem: „*Układy różnicowe i ilorazowe w metrologii impedancyjnej najwyższych dokładności*”. Do oceny Habilitant przedstawił monotematyczny cykl publikacji dotyczący ogólnie rzecz ujmując pomiarów impedancji elektrycznej. Pomiary te powszechnie występują w produkcji i badaniu urządzeń elektrycznych i elektronicznych oraz w projektowaniu, produkcji i testowaniu układów elektronicznych.

Na przedmiotowe osiągnięcie składa się cykl dziewięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, opublikowanych w czasopismach z listy JCR. Są to wysoko punktowane czasopisma, takie jak: Measurement (cztery publikacje) – obecnie 200 pkt. MEiN, IF2021 = 5,131, Energies – obecnie 140 pkt. MEiN, IF2022 = 3,252 oraz IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement (cztery publikacje) – obecnie 100 pkt. MEiN, IF2021 = 5,332. Do oceny dorobku Habilitant przedstawił jeszcze inne prace po uzyskaniu stopnia doktora - publikował swoje inne prace w miesięczniku „Pomiary, Automatyka, Kontrola”, „Measurement Automation Monitoring”, „Przeglądzie Elektrotechnicznym”, „Zeszytach Naukowych Politechniki Śląskiej” oraz różnych materiałach konferencyjnych, tematycznie związanych z dyscypliną „automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne”. Sumaryczna liczba punktów MEiN przedstawionego cyklu wynosi 2 315. Sumaryczny IF wynosi 45,542. Liczba prac z Impact Factor po uzyskaniu stopnia doktora według bazy danych Journal Citation Reports / Clarivate Analytisc wynosi 21. Liczba cytowań według Bazy Web of Science: 54 (bez autocytowań: 28), według Bazy Scopus: 103 (bez autocytowań: 46), według Bazy Google Scholar: 133 (bez autocytowań: 73). Indeks Hirscha Habilitanta według Bazy Web of Science: 5, według Bazy Scopus: 6, według Bazy Google Scholar: 6. W ponad połowie prac Habilitant jest pierwszym autorem z udziałem $\geq 40\%$. Ponadto, w siedmiu z **głównych** prac był autorem korespondencyjnym (*ang. corresponding author*).

W sumie w ramach badań prowadzonych przez Habilitanta w obszarze pomiarów dokładnych powstały publikacje (łącznie 85 artykułów z obszaru metrologii najwyższych dokładności), z których 9, najważniejszych, wskazano jako cykl spójnych artykułów stanowiących osiągnięcie, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Uwzględniając powyższe, należy stwierdzić, że jest to bardzo dobry dorobek. Przedstawione zestawienie świadczy o wiodącej roli Habilitanta w opracowaniu i przygotowaniu do druku tych bardzo dobrych publikacji. Należy jednak zaznaczyć, że w swoim ostatnim komunikacie Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej prof. dr hab. Grzegorz Węgrzyn, napisał, że: „*Wewnętrzne regulaminy podmiotów habilitujących **nie** powinny zawierać limitów ilościowych, w szczególności określających minimalne wysokości wskaźników bibliometrycznych, punktowych, itd.*”. Dalej prof. Węgrzyn pisze: „*Artykuły w czasopismach naukowych albo monografie same w sobie **nie** są osiągnięciami naukowymi, a tym bardziej wybitnymi osiągnięciami. Osiągnięciami takimi mogą być uzyskane i opisane w artykułach lub książkach wyniki badań i wyciągnięte na ich podstawie wnioski. Osiągnięcia te powinny wynikać z działalności naukowej kandydatów, a nie głównie współautorów ich publikacji*”.

Oznacza to, że ocenie nie podlega ilość publikacji oraz ocena bibliometryczna czasopism, gdzie te publikacje zostały opublikowane, lecz zawarte w nich treści, nowość, aktualność oraz wkład Habilitanta do rozwoju nauki. W związku z powyższym, w tym zakresie będzie postępowała dalsza ocena dorobku Habilitanta.

Jednym z celów prac Habilitanta był rozwój układów do porównań (komparacji) impedancji z niepewnością względną na poziomie 10^{-6} i metod ich walidacji. W tym zakresie można wyróżnić cztery główne kierunki prac polegających na opracowaniu i rozwoju:

- komparatorów wzorców indukcyjności własnej i cyfrowych systemów komparacji impedancji,
- metody walidacji układów komparacji impedancji przy wykorzystaniu tzw. „trójkątów metrologicznych”,
- metody wyznaczania błędów nieliniowości źródeł cyfrowych i układów próbkujących, wykorzystywanych w cyfrowych komparatorach impedancji,
- algorytmów wykorzystywanych do wyznaczania zespolonego stosunku napięć.

W zakresie prac dotyczących wzorców indukcyjności własnej i cyfrowych systemów komparacji impedancji Habilitant przeprowadził również szereg innych badań istotnych z punktu widzenia zastosowania źródła, a mianowicie badania dotyczące:

- wrażliwości przyrządu na zmiany temperatury zewnętrznej oraz liniowości źródła,
- wpływu zmiany nastawy stosunku napięcia na błąd fazy, zmiany nastawy fazy na błąd stosunku napięcia czy wpływu impedancji obciążenia na wartość napięcia i fazy,
- czystości widmowej źródła i przesłuchu między kanałami.

Są to oryginalne, nowatorskie prace badawcze Habilitanta związane z doskonaleniem konstrukcji komparatorów cyfrowych, które bardzo dobrze wpisują się w światowy trend rozwoju systemów komparacji impedancji obserwowany w ostatnim dziesięcioleciu. W Europie od kilku lat dwa znaczące ośrodki metrologiczne – METAS (szwajcarski krajowy instytut metrologiczny - Federal Institute of Metrology, Berno, Szwajcaria) oraz INRiM (włoski krajowy instytut metrologiczny - Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, Turyn, Włochy) rozwijają komparatory wykorzystując niekwantowe cyfrowe źródła napięcia przemiennego. Podczas gdy METAS rozwija komparator typu próbkującego (bazujący na przetwornikach analogowo-cyfrowych), to INRiM koncentruje swoje badania na komparatorze generatorowym, bazującym na przetwornikach cyfrowo-analogowych. W obu tych instytutach metrologicznych Habilitant odbył staże naukowe, w ramach których uczestniczył w pracach nad rozwojem mostków cyfrowych próbkujących (w METAS) i generatorowych (w INRiM).

Wyniki prac dotyczących rozwoju metod walidacji układów komparacji impedancji przy wykorzystaniu tzw. „trójkątów metrologicznych” Habilitant zaimplementował do walidacji cyfrowego mostka rozwijanego w ramach projektu pt. „Opracowanie i badania cyfrowego układu do komparacji wzorców impedancji w zakresie częstotliwości akustycznych” finansowanego z MNiSW. Stochastyczny charakter poziomu spójności zaobserwowany podczas powtarzania testów spójności świadczył o braku błędów systematycznych w tych układach. Ponadto wyznaczony poziom spójności komparatora był podstawą do wstępnego oszacowania dokładności układu.

Są to oryginalne, nowatorskie prace badawcze Habilitanta związane z rozwojem metod walidacji układów komparacji impedancji.

Prace dotyczące analizy oraz metody wyznaczania błędów nieliniowości źródeł cyfrowych i układów próbkujących wykorzystywanych w cyfrowych komparatorach impedancji są kontynuowane między innymi w ramach kierowanego przez Habilitanta projektu pt. „Badania i rozwój cyfrowych metod komparacji impedancji czteroportowych”, realizowanego w ramach programu „Polska Metrologia” na lata 2022-2024. W ramach tego projektu opracowano i wykonano precyzyjny układ do badania nieliniowości digitizerów oparty o metodę permutowanych pojemności. Układ kondensatorów cechuje się w pełni symetryczną konstrukcją zaprojektowaną z uwzględnieniem technik bezzakłóceńowych, takich jak izolowanie elementów generujących zakłócenia, eliminowanie sprzężeń indukcyjnych czy bardzo dobre ekranowanie magnetyczne i elektryczne. Są to oryginalne, nowatorskie prace badawcze Habilitanta.

Prace dotyczące badania algorytmów wykorzystywanych do wyznaczania zespolonego stosunku napięć dotyczyły między innymi porównania właściwości pięciu algorytmów: dyskretnej transformaty Fouriera DFT (ang. *Discrete Fourier Transform*), metody dopasowania do sinusa SF i dopasowania do elipsy EF pod kątem ich wykorzystania do wyznaczania zespolonego stosunku napięć w cyfrowym komparatorze próbkującym. Celem było tu znalezienie odpowiedzi na pytanie, czy któryś z algorytmów jest „odporny” na brak synchronizacji samplera ze źródłem sygnału - próbkowanie asynchroniczne. W tym zakresie między innymi przeanalizowano wpływ charakterystyk częstotliwościowych kanałów z przetwornikami A/C typu sigma-delta wykorzystanych w metodzie próbkowania równoczesnego na błąd wyzna-

czenia zespolonego stosunku napięć. Ponieważ, jak wykazano w pracy, błąd ten zależy od zakresu pomiarowego modułu z przetwornikami A/C, przeanalizowano osobno przypadek pomiaru kanałów o tym samym zakresie pomiarowym i przypadek kanałów o różnych zakresach pomiarowych. Dokonana analiza teoretyczna wykazała, że w przypadku kanałów o tym samym zakresie pomiarowym błąd wynikający z różnicy kanałów można wyznaczyć pomiarowo, bądź przez doprowadzenie tego samego sygnału do obu wejść przetworników, bądź wykorzystując metodę przestawienia przetworników (*ang. swapping method*). Są to oryginalne, nowatorskie prace badawcze Habilitanta.

Przedstawione do oceny osiągnięcia zostały zaprezentowane w postaci monotematycznego cyklu publikacji. Według mojej opinii znaczący wkład Dr inż. Krzysztofa Musioła w rozwój tej dyscypliny obejmuje:

- przeprowadzenie analizy wpływu błędu nieliniowości źródła i digitizera na wyniki pomiarów cyfrowym komparatorem impedancji oraz wykonanie badań nieliniowości układów wykorzystywanych w komparatorach cyfrowych w instytutach metrologicznych we Włoszech, w Szwajcarii oraz w Polsce,
- udział w opracowaniu i badaniach woltomierza wektorowego przeznaczonego dla wielozakresowego komparatora wzorców indukcyjności własnej,
- przeprowadzenie walidacji wielozakresowego komparatora wzorców indukcyjności własnej o względnej niepewności pomiaru sięgającej 10^{-6} oraz wdrożenie tego komparatora w krajowym instytucie metrologicznym PTB w Niemczech,
- opracowanie, zbudowanie, oprogramowanie i wdrożenie do stosowania w GUM cyfrowego próbkującego komparatora impedancji czteroportowych o niepewności komparacji sięgającej 10^{-6} ,
- udział w opracowaniu metody przeniesienia wartości wzorców indukcyjności na wielokrotności i podwielokrotności przy wykorzystaniu komparatora przeznaczonego do komparacji 1:1,
- opracowanie uogólnionej metody badania spójności pomiarów dla układów ilorazowych (tzw. „*metody trójkątów*”) oraz implementacja „*metody trójkątów*” do walidacji wzorcowych komparatorów impedancji typu różnicowego i ilorazowego,
- opracowanie i przebadanie komparatora ilorazowego wykorzystującego komercyjne cyfrowe źródła napięcia przemiennego,
- przeprowadzenie analizy błędów występujących w pomiarach ilorazowych, a także analizy niepewności w różnicowych i ilorazowych pomiarach spójności,
- dokonanie analizy algorytmów wykorzystywanych do wyznaczania zespolonego stosunku napięć w komparatorach impedancji oraz podanie wytycznych odnośnie możliwości stosowania danego algorytmu w sytuacjach próbkowania niesynchronicznego i niekoherentnego.

Podsumowując, przedstawione osiągnięcia Dr inż. Krzysztofa Musioła zawarte w cyklu publikacji posiadają zdecydowanie wysoką jakość naukową, wyróżniającą zdolność do analitycznego poszukiwania rozwiązań problemów badawczych oraz logiczną synergię działań. Na podstawie oceny przedstawionego cyklu publikacji stwierdzam, iż przedstawione przez Dr inż. Krzysztofa Musioła osiągnięcia naukowe stanowią oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wnoszą nowe i aktualne elementy poznawcze do nauki w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych w dyscyplinie „*automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*” a Habilitant spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

4. Aktywność naukowa Habilitanta w więcej niż jednej uczelni lub jednostce naukowej

Zgodnie z ostatnim komunikatem Przewodniczącego Rady Doskonałości Naukowej prof. dr hab. Grzegorza Węgrzyna, w niniejszej recenzji należy dodatkowo poddać ocenę „...istotną aktywność naukową Habilitanta w więcej niż jednej uczelni lub jednostce naukowej”.

Podejmowana przez Habilitanta tematyka badawcza dotycząca rozwoju układów do porównań impedancji na najwyższym poziomie metrologicznym wymaga ścisłej współpracy z ośrodkami metrologicznymi w kraju i na świecie. Dotyczy to zwłaszcza różnych krajowych instytutów metrologicznych (*ang.* *NMI - National Metrology Institutes*), których głównym celem jest rozwój wzorców państwowych, interkomparacje międzynarodowe, przekazywanie jednostek miar na wzorce niższych rzędów oraz na użytkowe przyrządy pomiarowe. W tym zakresie Dr inż. Krzysztof Musioł ściśle współpracował i nadal współpracuje z:

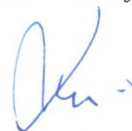
- Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica INRiM - Turyn, Włochy (Luca Callegaro, Massimo Ortolano, Martina Marzano, Vincenzo D'Elia, Andrea Sosso). INRiM to włoski krajowy instytut metrologiczny. Habilitant odbył tam 3-miesięczny staż naukowy.
- Federal Institute of Metrology METAS - Berno, Szwajcaria (Frédéric Overney). METAS to szwajcarski krajowy instytut metrologiczny. Habilitant odbył tam 3-tygodniowy staż naukowy.
- Główny Urząd Miar GUM - Warszawa, Polska (Paweł Zawadzki, Adam Ziółek, Jolanta Jursza, Maciej Koszarny). Współpraca Habilitanta z GUM jest w sposób naturalny związana z podejmowaną przez Niego tematyką badawczą.
- Trescal - Silkeborg, Dania (Andreas Christensen, Charlotte Kramer). Trescal to duński krajowy instytut metrologiczny. Współpraca została zapoczątkowana w roku 2016 a dotyczyła badania stabilności źródeł napięcia przeznaczonych do transferu AC/DC. Obecnie współpraca z Trescal dotyczy rozwoju oprogramowania do sterowania cyfrowym źródłem napięcia przemiennego opracowanym w Katedrze Metrologii Elektroniki i Automatyki Politechniki Śląskiej.
- Politechnika Świętokrzyska - Kielce (prof. Jerzy Augustyn) dotyczy badań algorytmów wykorzystywanych w komparacjach impedancji do wyznaczania zespolonego stosunku napięć, a w szczególności badań w kierunku możliwości stosowania danego algorytmu w sytuacjach próbkowania niesynchronicznego i niekoherentnego.
- Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN (Zabrze) dotyczy badania właściwości elektrostatycznych materiałów dielektrycznych przeznaczonych do zastosowań w atmosferach zagrożonych wybuchem.

Ponadto w latach 2005-2012 Habilitant prowadził współpracę z: Physikalisch-Technische Bundesanstalt PTB (Niemcy) oraz Centralnym Wojskowym Ośrodkiem Metrologii CWOM (Warszawa).

Uwzględniając powyższe kryterium dotyczące aktywności naukowej Habilitanta w więcej niż jednej uczelni lub jednostce naukowej należy ocenić bardzo pozytywnie.

5. Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę

Podczas swojej dwudziestoletniej pracy dydaktycznej w Katedrze Metrologii, Elektroniki i Automatyki Dr inż. Krzysztof Musioł prowadził wykłady, zajęcia ćwiczeniowe, seminaryjne i laboratoryjne w języku polskim i angielskim na pięciu kierunkach studiów realizowanych na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej (Elektrotechnika, Elektronika i Telekomunikacja, Energetyka, Informatyka, Mechatronika) i dwóch kierunkach studiów realizowanych na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej (Inżynieria Produkcji i Zarządzania, Automatyka i Robotyka Przemysłowa). W sumie było to 18 różnych przedmiotów. Był też organizatorem, kierownikiem i głównym wykładowcą kursu dokształcającego „Po-



miary prądów, napięć, rezystancji i temperatury” zorganizowanego na zlecenie zakładu „NGK Ceramics” z branży motoryzacyjnej. Ponadto prowadził 30-godzinny cykl wykładowy „Measurement systems” dla studentów z uczelni Yanshan w Chinach. Wykłady były symultanicznie tłumaczone z języka angielskiego na język chiński. Ze względu na panujące obostrzenia kurs odbywał się online.

Oprócz zajęć dydaktycznych ze studentami z polski i z zagranicy Dr inż. Krzysztof Musioł czterokrotnie był opiekunem studentów w interdyscyplinarnych projektach dydaktycznych Project Based Learning (PBL). Projekty współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego realizowane były w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój (POWER). W ramach realizowanych projektów zostały opublikowane trzy artykuły przygotowane wspólnie ze studentami realizującymi ww. projekty. Opracował 5 nowych stanowisk laboratoryjnych, a 7 innych zmodernizował. Przygotował łącznie 12 nowych instrukcji laboratoryjnych. Był promotorem łącznie 21 prac dyplomowych (7 magisterskich i 14 inżynierskich). W roku 2007 za osiągnięcia w dziedzinie dydaktycznej otrzymał zespołową Nagrodę Rektora stopnia III.

Od roku 2012 do chwili obecnej pełni rolę kierownika Laboratorium Metrologii w Katedrze Metrologii Elektroniki i Automatyki Politechniki Śląskiej, dbając o tworzenie nowych i modernizację istniejących stanowisk dydaktycznych. W latach 2019-2022 nadzorował prace nad przygotowaniem nowych instrukcji do ćwiczeń laboratoryjnych w języku polskim i angielskim, które będą w najbliższej przyszłości podstawą do wydania dwóch skryptów (wersja polska i angielska) dla studentów realizujących ćwiczenia w Wydziałowym Laboratorium Metrologii. Od roku 2020 jest Wydziałowym Koordynatorem ds. Obciążeń Dydaktycznych a od roku 2016 jest członkiem Wydziałowej Komisji ds. Współpracy Międzynarodowej. Trzykrotnie (w latach 2020, 2021 i 2022) był członkiem Wydziałowej Komisji ds. Badań Młodych Naukowców. Jest czynnym członkiem Komisji Metrologii Oddziału Polskiej Akademii Nauk w Katowicach i członkiem Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej (PTETiS). Od samego początku swojej pracy na uczelni mocno angażował się w organizację konferencji metrologicznych. Dziewięciokrotnie był członkiem Komitetu Organizacyjnego konferencji „Podstawowe Problemy Metrologii”. Dwukrotnie pełnił rolę Sekretarza Naukowego w „Międzyuczelnianej Konferencji Metrologów” oraz międzynarodowej konferencji „Quantum and Precision Metrology”.

W ramach popularyzacji nauki trzykrotnie brał czynny udział w Nocy Naukowców Politechniki Śląskiej zachęcając młodzież do wspólnego eksperymentowania i wspólnej zabawy. Za osiągnięcia organizacyjne dwukrotnie otrzymał Zespołową Nagrodę Rektora stopnia III.

Uwzględniając powyższe, kryterium dotyczące osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę należy ocenić bardzo pozytywnie.

Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę materiałów zawartych we wniosku pana Dr inż. Krzysztofa Musioła o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego stwierdzam, że:

- przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe są cyklem powiązanych tematycznie artykułów naukowych, opublikowanych w czasopismach naukowych i w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, spełniających wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”,
- przedstawione osiągnięcia naukowe stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny „automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne”.
- przedstawione osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę należy ocenić bardzo pozytywnie.

Biorąc powyższe pod uwagę, uznaję, że osiągnięcia naukowe Dr inż. Krzysztofa Musioła spełniają wymagania stawiane w art. 219 ust.1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o

szkolnictwie wyższym i nauce” i w związku z tym, z pełnym przekonaniem, popieram jego wniosek o nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie „automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne”.

Waldemar Minkina

(Waldemar Minkina)