

Prof. dr hab. Inż. Bronisław Stec  
Wojskowa Akademia Techniczna  
Wydział Elektroniki  
Instytut Radioelektroniki  
ul. Gen. S. Kaliskiego 2  
00-908 Warszawa

Warszawa dn. 19.05.2023 r.

**SEKRETARIAT**  
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia ..... **22. 05. 2023** .....  
Zarejestrowano pod nr ..... **511-5-5/23** .....  
Podpis ..... *Om* .....

## RECENZJA

**osiągnięć naukowych i aktywności naukowej**

**dr. inż. Jakuba Sorockiego**

**ubiegającego się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego**

### I. Osiągnięcia naukowe

#### 1. Stopnie naukowe i zatrudnienie

Dr. inż. Jakub Sorocki kolejne stopnie zawodowe i naukowe: inżyniera, magistra inżyniera i doktora nauk technicznych uzyskał w latach 2012, 2013 i 2018 na Wydziale Informatyki Elektroniki i Telekomunikacji Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Pracę zawodową rozpoczął w 2013 r. w Katedrze Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej, a następnie w Instytucie Elektroniki w tejże Akademii i pracuje w niej do dnia dzisiejszego. Kolejno zajmował stanowiska asystenta naukowo-dydaktycznego, adiunkta naukowego i ostatnio adiunkta naukowo-dydaktycznego.

Studia i praca dr. inż. Jakuba Sorockiego związane były z Wydziałem Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie .

#### 2. Omówienie osiągnięć naukowych

Praca habilitacyjna dr. inż. Jakuba Sorockiego p.t. „Zastosowanie technologii przyrostowego wytwarzania do realizacji wysokowydajnych obwodów mikrofalowych” zrealizowana jest w postaci zbioru 12 artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych. Tematyka pracy to realizacja elementów i podzespołów mikrofalowych metodą druku 3D. Istotą tej metody jest możliwość realizacji biernych układów mikrofalowych na zakres fal milimetrowych umożliwiającą współpracę z układami aktywnymi.

Rozwój technologii w zakresie bardzo wielkich częstotliwości wymaga realizacji specyficznych linii przesyłowych, które są zasadniczym budulcem

filtrów, dzielników mocy, sumatorów, multiplekserów częstotliwości i wszelkich innych układów mikrofalowych. Problemy z tym związane Habilitant przedstawił we wprowadzeniu do pracy.

Dotychczas budowano te układy z wykorzystaniem linii paskowych. Grubość laminatów ograniczała budowę linii na zakres bardzo wielkich częstotliwości. Decyduje o tym wymagana smukłość linii przesyłowych. Im wyższe częstotliwości tym mniejsza musi być szerokość paska linii. Mniejsza szerokość paska linii wymaga cieńszego dielektryka, który jest podstawą konstrukcji takiej linii przesyłowej. Budowa tak złożonej linii jest sednem pracy dr. inż. J. Sorockiego. Realizację cienkich podłoży dielektrycznych i cienkich warstw metalowych umożliwia technologia przyrostowa druku 3D.

Technologia wytwarzania addytywnego pozwala na uzyskanie układów charakteryzujących się wysokim stopniem integracji, niskimi stratami mocy i niskim kosztem ich realizacji. Zbudowane w tej technologii układy znajdują szerokie zastosowanie w systemach komunikacji radiowej, czujników do badania własności fizykochemicznych materiałów i czujników wykrywania niskich stężeń gazów.

Redakcja pracy habilitacyjnej zaprezentowana w Autoreferacie przez dr. inż. J. Sorockiego jest wzorowa. Zaczyna się od przedstawienia 12 artykułów spośród kilkudziesięciu publikacji zaprezentowanych w czasopismach naukowych i na krajowych i zagranicznych konferencjach. Większość prac jest opublikowana w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR).

Dalej Habilitant przedstawia stan wiedzy w obszarze tematyki zasygnalizowanej w tytule pracy. Jest to podstawa Habilitanta do realizacji postawionych sobie celów pracy.

Projektowanie układów mikrofalowych, ich realizacja technologią druku 3D i pomiary wykonał we współpracy z zespołami:

- Instytutu Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie kierowanym przez prof. S. Gruszczyńskiego,
- Michigan State University, East Lansing, MI, USA kierowanym przez prof. J. Papapolymerouową,
- Università degli Studi di Pavia, Pavia, Włochy kierowanym przez prof. M. Bozzi.

Dr. inż. J. Sorocki jest Autorem proponowanych układów mikrofalowych ich projektowaniem i pomiarami. Uczestniczył również w opracowaniu publikacji w czasopismach i wystąpieniach na konferencjach naukowych. W wymienionych wcześniej zespołach zagranicznych realizował drukowanie

obwodów wykorzystując do tego kilka metod druku 3D wraz z pozostałymi wymaganymi procesami technologicznymi, że wymienię tylko wypalanie. Charakterystyczną cechą tych procesów jest wysoka rozdzielczość wydruku wyrażona w pojedynczych mikrometrach. Dotyczy to zarówno części dielektrycznej obwodów jak również elementów metalowych. Wymaganie to jest szczególnie ważne w przypadku pasków niesymetrycznej linii paskowej (NLP) jak i linii koplarnych i falowodowych.

W dalszej części Autoreferatu Habilitant w sposób ogólny zaprezentował swoje główne osiągnięcia naukowe w postaci 9 punktów. Osiągnięcia te szczegółowo zostały opisane w 12 artykułach w światowych czasopismach naukowych, których IF zawierał się w przedziale 1,922-9,221. Niektóre z nich pozwolę sobie wymienić:

- IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology,
- IEEE Access,
- Sensors and Actuators B: Chemical,
- Measurement,
- IEEE Microwave and Wireless Components Letters.

Wszystkie 12 publikacji, stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, są publikacjami zespołowymi. Dr. inż. J. Serocki, mimo tak dużego spektrum tematyki, nie opublikował samodzielnie żadnego artykułu, z podstawowego zbioru 12 publikacji.

W dalszej kolejności Habilitant omawia szczegółowo wymienione publikacje i wystąpienia konferencyjne. Jest to największa część Autoreferatu zajmująca 13 stron. Autor omawia propozycje badanych układów, sposób ich projektowania, metody realizacji, pomiary, dyskusje wyników i uzyskane osiągnięcia z nich wynikające.

Wymienię tu kilka układów, które zostały wykonane i przebadane:

- przejście od linii koplarnych do Niesymetrycznej Linii Paskowej (NLP) (ze słownictwa angielskiego zwanej mikropaskową) pracujące w zakresie częstotliwości 10 MHz do 110 GHz. Wymiary przejścia to 1,5x2mm;
- rozgałęzienie mikrofalowe (nie jest to dzielnik mocy) na zakres 34 GHz;
- filtr pasmowy na częstotliwość 94 GHz;
- czujnik do badania własności fizyko-chemicznych materiałów magneto-dielektrycznych;
- czujnik do wykrywania niskich stężeń gazów. Czujniki mikrofalowe są niemałą częścią prac zespołu Habilitanta w AG-H;

- przejście NLP -fallowód powietrzny . Obie linie wykonano techniką druku 3D;
- antena łatowa na podłożu magneto-dielektrycznym. Podstawową zaletą anteny jest dużo szersze pasmo pracy w porównaniu do anten łatowych wykonanych na laminacie;
- połączenia zatraskowe dla miniaturowych układów mikrofalowych w miejsce połączeń śrubowych.

Zasadniczy udział dr. inż. J. Sorockiego, w opracowaniu poszczególnych zagadnień badawczych, zawarty jest w postaci zaproponowania układów, ich zaprojektowania, pomiarów i redakcji artykułów. Część technologiczna w postaci drukowania 3D zrealizowana została przez współpracujące z Nim zespoły zewnętrzne.

W podsumowaniu trzeba podkreślić, że opisane w Autoreferacie osiągnięcia naukowe, są znaczącym wkładem dr. inż. Jakuba Sorockiego w obszarze wiedzy naukowo-technicznej z zakresu budowy elementów techniki mikrofalowej zakresu fal milimetrowych (do 110 GHz). Szczególnie istotny jest nowy sposób realizacji układów w postaci druku 3D. Technologia druku umożliwia szybką i taną metodę realizacji nowych układów mikrofalowych zakresu fal milimetrowych. W przyszłości, co jest prawdopodobne, pozwoli również na przemysłową małoseryjną produkcję układów mikrofalowych.

Ogromna ilość artykułów i wystąpień konferencyjnych krajowych i zagranicznych mówią o dużej wiedzy i sposobie rozwiązywania problemów naukowych i technicznych przez Habilitanta.

## II. Aktywność naukowa i organizacyjna

Dr. inż. J. Sorocki już w okresie asystentury wykazał się dużym zainteresowaniem badaniami naukowymi. Jego dorobek naukowy, przed uzyskaniem stopnia doktora to 19 artykułów publikowanych w liczących się czasopismach z listy JCR, nie wymienionych w zestawie publikacji habilitacyjnych. Bogaty jest również dorobek Habilitanta zaprezentowany na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowo-technicznych, który wyraża się liczbą 17 wystąpień.

Równie bogaty jest dorobek publikacyjny Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora. Wyraża się liczbą 19 artykułów opublikowanych w czasopismach z listy JCR, poza wymienionymi w zestawie habilitacyjnym. Nieco mniejszy jest udział Habilitanta w wystąpieniach konferencyjnych, bo zawiera tylko 5 pozycji.

Dr. inż. J. Sorocki brał udział:

- w realizacji zaplecza technologicznego do fabrykacji przyrostowej w technice druku 3D w Instytucie Elektroniki AG-H,
- w budowie komory do pomiaru charakterystyk promieniowania anten mikrofalowych,
- w budowie stanowiska do pomiaru tranzystorów mocy.

Dr. inż. J. Sorocki uczestniczył w realizacji 9 projektów badawczych. Z tego w 3 projektach jako kierownik, zaś w pozostałych jako wykonawca. Również obecnie uczestniczy w 2 projektach. Jeden związany jest z budową odbiornika na zakres fal milimetrowych. Drugi to projektowanie, badania i pomiary sensorów mikrofalowych.

Dr. inż. J. Sorocki jest członkiem międzynarodowego Instytutu Inżynierów Elektryków i Elektroników (IEEE) od 20016r. W tym Komitecie jest członkiem Młodzi Profesjonaliści (IEEE YP). Działa również w Europejskim Towarzystwie Mikrofalowym (EuMA) od 2019r.

Habilitant odbył 6 staży naukowych, związanych z tematyką Jego pracy, w różnych krajach świata. Najważniejsze z nich to staże w:

- Michigan State University, East Lansing, MI, Stany Zjednoczone Ameryki,
- Università degli Studi di Pavia, Pavia, Włochy,
- Technische Universität Ilmenau, Ilmenau, Niemcy.

Jako naukowiec, o ugruntowanej pozycji w świecie nauki i techniki mikrofalowej, był recenzentem 82 artykułów w renomowanych czasopismach światowych, takich jak:

- IEEE Microwave and Wireless Components Letters, IF—2,719;
- IEEE Access, IF-3,476;
- IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, IF-4,381;
- IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems, IF-5,234;
- IEEE Transactions on Industrial Electronics, IF-8,23;
- Elsevier Sensors and Actuators B: Chemical, IF-9,221.

Dr. inż. J. Sorocki brał udział we współpracy gospodarczej z krajowymi i zagranicznymi instytucjami. Dotyczyło to realizacji:

- miniaturowych anten dla systemów telekomunikacyjnych realizowanych metodą druku 3D,
- badania własności dielektrycznych materiałów,
- opracowania układów dopasowania bloków wejściowych odbiorników radiowych.

### III. Informacje naukometryczne

Oceny naukometryczne dr. inż. J. Sorockiego opublikowane przez cztery instytucje światowe to

#### 1. Impact Factor

Suma całkowita: 125,2

Suma dla cyklu: 29,8

#### 2. Liczba cytowań publikacji:

wg Web of Science: całkowita 292, bez autocytowań 217

wg Google Scholar : całkowita 481

wg Scopus całkowita 380, bez autocytowań 206

#### 3. Indeks Hirscha

wg Web of Science: 10

wg Google Scholar: 11

wg Scopus: 10

wg Scopus dla cyklu habilitacyjnego bez autocytowań: 3

#### 4. Liczba punktów MEiN

Suma punktów dla artykułów będących podstawą habilitacji: 880

Suma całkowita: 3650

W przedstawionych ocenach należy wziąć pod uwagę, że wszystkie publikacje i wystąpienia konferencyjne miały od 2 do 9 współautorów.

Dr. inż. Jakub Sorocki występuje jako główny autor pomysłów obiektów badań. Czynnie uczestniczy również w projektowaniu podzespołów, konstrukcji, pomiarach i redagowaniu publikacji. Należy jeszcze raz podkreślić, że dotyczy to elementów i układów dla zakresu fal milimetrowych, realizowanych z wykorzystaniem druku 3D.

### IV. Działalność dydaktyczna, organizacyjna i wyróżnienia

Dr. inż. J. Sorocki prowadził ćwiczenia laboratoryjne z zakresu techniki mikrofalowej, informatyki, elektroniki i technik pomiarowych. Prowadził te zajęcia w języku polskim i angielskim. Był promotorem 3 projektów inżynierskich i 1 projektu magisterskiego.

Czynnie uczestniczył w organizacji dwóch konferencji międzynarodowych związanych z techniką mikrofalową.

Wygłosił dwa seminaria popularyzujące technikę mikrofalową, w tym jedno we Freiburgu, Niemcy.

Dr. inż. Jakub Sorocki za swoją działalność był wielokrotnie wyróżniany i nagradzany, między innymi przez:

- Rektora Akademii Górniczo-Hutniczej – czterokrotnie,
- Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w postaci stypendiów – dwukrotnie,
- Fundacji na rzecz Nauki Polskiej,
- Europejskiego Stowarzyszenia Mikrofalowego.

#### V. Wniosek końcowy

Wielokierunkowa działalność, publikacyjna, wstąpienia konferencyjne, realizacja projektów badawczych jako kierownik i wykonawca, udział w organizacjach międzynarodowych, recenzowanie artykułów wykazują wielką aktywność jaka cechuje dr. inż. Jakuba Sorockiego.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że osiągnięcia naukowo-badawcze, aktywność naukowa, organizacyjna oraz kierowanie pracami badawczymi spełniają wymagania określone w art.219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce dotyczącym stopni naukowych.

**Mając to na uwadze, popieram wniosek o nadanie dr. inż. Jakubowi Sorockiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika.**



Prof. dr. hab. Inż. Bronisław Stec