

DZIEKANAT WYDZIAŁU  
ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI  
WPLYNEŁO  
Dnia: 26.11.2025  
Podpis: 

## **Recenzja dorobku i osiągnięć naukowych, stanowiących podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych przez dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa w dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne**

### **1. Podstawa formalna wykonania recenzji**

Niniejsza recenzja została wykonana zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza prof. dr hab. inż. Andrzeja Kolek, przekazane pismem nr RE.531/5/2025/RDAEEiTK z dnia 10.10.2025 r. w związku z wyznaczeniem mojej osoby na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa w dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne (AEEiTK).

Podstawą wykonania recenzji dorobku dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa jest wniosek przewodni Habilitanta z dnia 07.05.2025 r. skierowany za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej do Politechniki Rzeszowskiej o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego wraz z załącznikami:

- dane wnioskodawcy,
- kopia dyplomu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora nauk technicznych,
- autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych,
- wykaz osiągnięć naukowych,
- skany publikacji oraz patentów dokumentujących osiągnięcia naukowe,
- oświadczenia współautorów określające indywidualny wkład w powstanie publikacji,
- oświadczenia podmiotów o prowadzonej współpracy naukowej,
- skany dokumentów potwierdzających kierownictwo oraz udział w projektach badawczych,
- skany dokumentów potwierdzających inne wybrane osiągnięcia.

Postępowanie prowadzone jest zgodnie z Ustawą „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20.07.2018 r.

### **2. Informacje ogólne o Kandydacie**

Dr inż. Grzegorz Sławomir Karnas jest absolwentem Politechniki Rzeszowskiej, gdzie w 2011 r. na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki ukończył studia o specjalności „Przetwarzanie i użytkowanie

energii elektrycznej”, uzyskując stopień magistra inżyniera. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika*, Kandydat uzyskał w dniu 12 lipca 2019 roku broniąc przed Radą Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej rozprawę doktorską pt.: „„Analiza rejestracji pola elektrycznego w warunkach burzowych pod kątem wykorzystania w systemach lokalizacji wyładowań atmosferycznych”. Promotorem rozprawy był dr hab. inż. Grzegorz Masłowski, prof. PRz, natomiast recenzentami byli: prof. dr hab. inż. Tomasz Boczar oraz dr hab. inż. Marek Olesz, prof. PG.

Od 2011 r. dr inż. Grzegorz Sławomir Karnas jest zatrudniony na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej. Do 2016 r. pracował na stanowisku asystenta naukowego, następnie w latach 2016 – 2019 na stanowisku asystenta naukowo - dydaktycznego, natomiast od 2019 r. jest zatrudniony na stanowisku adiunkta.

### 3. Ocena osiągnięć naukowych Kandydata

Podstawą wniosku habilitacyjnego dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa są dwa główne osiągnięcia naukowe:

1. Cykl powiązanych tematycznie 9. artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych pt.: „Współczesne metody detekcji oraz identyfikacji zjawisk piorunowych na potrzeby ochrony odgromowej i przepięciowej”,
2. Zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne pt.: „Stanowisko probierczo-pomiarowe oraz metoda badań wysokonapięciowych impedancji, rezystywności i odporności materiałów kompozytowych” potwierdzone 2 publikacjami w artykułach naukowych oraz patentem.

#### 3.1. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego cykl publikacji pt.: „Współczesne metody detekcji oraz identyfikacji zjawisk piorunowych na potrzeby ochrony odgromowej i przepięciowej”

Cykl publikacji wskazany jako jedno z dwóch głównych osiągnięć naukowych Kandydata składa się z 9. artykułów opublikowanych w następujących czasopismach:

- *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 2 publikacje (l. pkt. MEiN = 200, IF = 5,2),
- *Applied Soft Computing*, (l. pkt. MEiN = 200, IF = 7,2),
- *Electric Power Systems Research*, 3 publikacje (l. pkt. MEiN = 100, IF = 3,414),
- *Sensors and Actuators. A, Physical*, (l. pkt. MEiN = 100, IF = 3,407),
- *Energies*, (l. pkt. MEiN = 140, IF = 3,2),
- *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, (l. pkt. MEiN = 100, IF = 2,0).

Wszystkie ww. czasopisma znajdują się w wykazie czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Edukacji i są przypisane do dyscypliny naukowej *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne*.

Przedstawiony przez Kandydata cykl publikacji można podzielić na trzy grupy tematyczne:

- a) identyfikacja parametrów oraz modelowanie zjawisk piorunowych na podstawie zarejestrowanego pola elektrycznego;
- b) nowoczesne środki i metody detekcji wyładowań atmosferycznych;
- c) detekcja oraz identyfikacja zjawisk piorunowych z wykorzystaniem analizy spektralnej, sieci neuronowych oraz szybkiej wideorejestracji.

### **3.1.1. Charakterystyka artykułów dotyczących identyfikacji parametrów oraz modelowania zjawisk piorunowych na podstawie zarejestrowanego pola elektrycznego**

Cykl publikacji obejmujących tematykę związaną z identyfikacją parametrów oraz modelowaniem zjawisk piorunowych na podstawie zarejestrowanego pola elektrycznego fazy lidera, poprzedzającej pierwszy udar główny doziemnego wyładowania atmosferycznego obejmuje dwa współautorskie artykuły opublikowane w czasopismach *Electric Power Systems Research* oraz *Energies*. W pracach tych na podstawie analizy licznych przypadków rejestracji wyładowań atmosferycznych z obszaru Rzeszowa, zauważono znaczącą zależność kształtu piorunowego pola elektrycznego fazy liderowej od odległości oraz wysokości kanału piorunowego i związany z tym niewykorzystany dotychczas potencjał identyfikacji parametrów wyładowania atmosferycznego, takich jak: wysokość kanału piorunowego, gęstość ładunku w kanale piorunowym, czy charakterystyka zmienności prędkości lidera wzdłuż kanału piorunowego.

**Artykuł nr 1.** Karnas, G., Masłowski, G., Baranski, P. (2020). A novel algorithm for determining lightning leader time onset from electric field records and its application for lightning channel height calculations. *Electric Power Systems Research*, 178(106021), 106021. (I. pkt. MEiN = 100, IF = 3,414).

Publikacja przedstawia nowatorski algorytm służący do automatycznego wykrywania momentu rozpoczęcia fazy lidera skokowego ujemnego wyładowania atmosferycznego na podstawie rejestracji pola elektrycznego. Opracowane rozwiązanie pozwoliło na oszacowanie czasu trwania lidera, co było podstawą do obliczenia wysokości kanału piorunowego. Głównym elementem opracowanego algorytmu była analiza spektrogramów widmowej gęstości mocy pola elektrycznego, które poddano całkowaniu względem dziedzinę częstotliwości w celu poprawy stosunku sygnału do szumu i zwiększenia widoczności sygnatur fazy lidera skokowego. Wprowadzono nową funkcję, zwaną współczynnikiem wypełnienia, która umożliwiła precyzyjne oszacowanie momentu rozpoczęcia fazy lidera skokowego. Obliczona wysokość kanału piorunowego została zweryfikowana na podstawie danych z radaru Dopplera pracującego w rejonie Rzeszowa (lotnisko Jasionka). Zaproponowana metoda może być wykorzystywana w systemach lokalizacji wyładowań atmosferycznych i ma potencjał praktyczny poprawiający możliwości detekcyjne przy niskich kosztach i bez konieczności znacznego zwiększania mocy obliczeniowej.

Indywidualny udział Kandydata w ww. artykule wynosi 65%.

**Artykuł nr 2.** Karnas, G., Barański, P., Masłowski, G., (2022) A new method for modeling and parameter identification of positively charged downward lightning leader based on remote lightning electric field signatures recorded in the ELF/MF range and 3D Doppler radar scanning data. *Energies*, 15(22), 8566. (I. pkt. MEiN = 140, IF = 3,2).

W artykule zaprezentowano wyniki modelowania i identyfikacji parametrów fazy lidera, która poprzedza wyładowania doziemne typu dodatniego. Przeprowadzone badania bazują na zarejestrowanych sygnaturach pola elektrycznego w zakresie od skrajnie niskich częstotliwości do średnich częstotliwości (ELF/MF) oraz na danych skanowania radarowego 3D Dopplera. Zwiększenie liczby parametrów modelu, w tym zmienności prędkości, doprowadziło do znacznie lepszego dopasowania do rzeczywistych przebiegów pola elektrycznego liderów dodatnich. Symulacje numeryczne przeprowadzone w środowisku Matlab pozwoliły na określenie kluczowych charakterystyk, takich jak liniowa gęstość ładunku w kanale piorunowym oraz wysokość kanału piorunowego. Oszacowane wysokości kanału piorunowego zostało zweryfikowane poprzez superpozycję na trójwymiarowe obrazy odbiciowości radarowej Dopplera. Uzyskane wyniki uwidoczniły istotną zmienność prędkości propagacji lidera dodatniego oraz znaczące ilości całkowitego ładunku elektrycznego w kanale piorunowym zwiększające prawdopodobieństwo wystąpienia składowej długotrwałej prądu piorunowego. Weryfikację otrzymanych rezultatów przeprowadzono w sposób numeryczny z wykorzystaniem autorskiej procedury opracowanej przez Kandydata dla danych radarowych uzyskanych z IMGW-PIB. Opracowana metoda może mieć praktyczne zastosowanie w systemach lokalizacji wyładowań atmosferycznych (LLS) oraz systemach wczesnego ostrzegania przed pożarami lasów, ponieważ umożliwia efektywną identyfikację groźnych wyładowań dodatnich.

Indywidualny udział Kandydata w ww. artykule wynosi 55%.

### **3.1.2. Charakterystyka artykułów dotyczących nowoczesnych środków i metod detekcji wyładowań atmosferycznych**

Cykl publikacji obejmujących tematykę związaną z nowoczesnymi środkami i metodami detekcji wyładowań atmosferycznych obejmuje jeden autorski i dwa współautorskie artykuły opublikowane w czasopismach: *Sensors and Actuators. A, Physical* oraz *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*. W pracach tych przedstawiono nowoczesne środki i metody detekcji wyładowań atmosferycznych w postaci: ortogonalnej anteny piorunowego pola magnetycznego o zakresie ELF-MF oraz dookólnego systemu optycznego zwierciadeł wraz z systemem kalibracji dedykowanych do szybkiej rejestracji zjawisk piorunowych. Powszechnie stosowane systemy lokalizacji wyładowań atmosferycznych bazują na sensorach piorunowego pola elektromagnetycznego pracujących w paśmie VLF – LF (ang. Very Low Frequency – Low Frequency) (3 kHz – 300 kHz). Takie pasmo częstotliwości pozwala na odwzorowanie głównie jednej z trzech podstawowych składowych piorunowego pola elektromagnetycznego tzw. składowej radiacyjnej. Pozostałe składowe, elektrostatyczna oraz indukcyjna nie są poprawnie rejestrowane. Zaproponowana przez Kandydata konstrukcja anteny magnetycznej o poszerzonym dolnym paśmie częstotliwości może być istotną alternatywą w kwestii akwizycji i przetwarzania danych piorunowego pola elektromagnetycznego. Ponadto należy zauważyć, że jednym z głównych trendów rozwojowych współczesnych systemów LLS są prace nad możliwością wykrywania składowej prądu długotrwałego

**Artykuł nr 3. Karnas, G.(60%), & Filik, K.(40%) (2020). A low-cost ELF-MF orthogonal sensor and preamplifier dedicated for wide range lightning magnetic field registration. *Sensors and Actuators. A, Physical*, 315(112281), 112281. (I. pkt. MEiN = 100, IF = 3,407).**

W publikacji przedstawiono projekt, budowę i kalibrację niskobudżetowego sensora piorunowego pola magnetycznego wraz z układem przedwzmacniacza pracującego w paśmie częstotliwości od 23 Hz do 1 MHz lub po uwzględnieniu programowej korekcji wykorzystującej obliczony współczynnik kalibracji, w zakresie od 10 Hz do 10 MHz. Konstrukcja anteny powstała na bazie własnych doświadczeń

Kandydata zdobytych w ramach współpracy z International Center for Lightning Research and Testing, University of Florida, gdzie stosowany był jednokierunkowy sensor pola magnetycznego. Przedwzmacniacz czujnika pola magnetycznego został zaprojektowany jako dwustopniowy układ integrujący i wzmacniający. Główną funkcją pierwszego stopnia było linearyzowanie charakterystyki czujnika względem częstotliwości. Dzięki modyfikacjom sprzętowym, dolna częstotliwość graniczna anteny została obniżona do 23 Hz, co jest kluczowe dla pełnej reprodukcji sygnatur prądu długotrwałego. Laboratoryjna kalibracja, przeprowadzona z użyciem cewek Helmholtza, pozwoliła na dokładne obliczenie współczynnika kalibracji i zakresu pracy czujnika. Docelowa kalibracja w miejscu pracy anteny, została przeprowadzona względem skalibrowanych już anten piorunowego pola elektrycznego oraz z wykorzystaniem rejestracji pola elektromagnetycznego w polu dalekim. Na podstawie archiwalnych danych pola magnetycznego oraz modeli empirycznych, dla własnego systemu Kandydat wyprowadził formułę matematyczną pozwalającą wyznaczyć wartość szczytową prądu piorunowego. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że proponowana konstrukcja sensora zwiększa potencjał detekcyjny systemów lokalizacji wyładowań atmosferycznych i umożliwia identyfikację wszystkich komponentów pioruna przy niskich kosztach w porównaniu do komercyjnych rozwiązań.

Indywidualny udział Kandydata w ww. artykule wynosi 60%.

**Artykuł nr 4. Karnas, G. (2025). Design and application of omnidirectional mirror for catadioptric optical system dedicated to high-speed video registration of lightning. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 242(115806), 115806 (l. pkt. MEiN = 200, IF = 5,2).**

Artykuł przedstawia metodę projektowania zwierciadeł dookólnych dedykowanych do szybkiej rejestracji wideo wyładowań atmosferycznych. Procedura projektowa krzywizny zwierciadła uwzględnia założenia wejściowe odnoszące się do parametrów rejestracji wyładowań doziemnych, takich jak planowana odległość rejestracji, wysokość kanału piorunowego oraz wysokość budynku, na którym system zostanie zainstalowany. Kluczowym elementem algorytmu jest zdefiniowanie lokalnego kąta  $\delta$  nachylenia płaszczyzny zwierciadła do poziomu ziemi, co umożliwiło wprowadzenie rekurencyjnej procedury obliczania kolejnych punktów krzywizny zwierciadła. W pracy przedstawiono prototypy trzech zwierciadeł, które różniły się głównie maksymalnym pionowym kątem obserwacji  $\theta_{max}$ , wynoszącym odpowiednio 15°, 30° i 45°. Krzywiznę zwierciadła obliczono w programie Matlab. Scharakteryzowany w artykule model zwierciadła pozwala zdefiniować przez użytkownika nie tylko zakres obserwacji w płaszczyźnie pionowej, ale także pełną charakterystykę obserwacji w tym kierunku. W ten sposób można optycznie dostosować rozdzielczość rejestracji i tym samym zoptymalizować jakość obrazu dla obszaru, który jest najbardziej interesujący z punktu widzenia danej aplikacji. Pozwala to w konsekwencji na znaczące uproszczenie i przyspieszenie dalszych procedur związanych z przetwarzaniem obrazu.

**Artykuł nr 5. Karnas, G., (2025a). Comprehensive calibration of omnidirectional mirror and catadioptric optical system dedicated to high-speed video registration of lightning. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 242(116137), 116137 (l. pkt. MEiN = 200, IF = 5,2).**

W artykule przedstawiono wyniki kalibracji opracowanego zwierciadła dookólnego. Publikacja ta stanowi kontynuację badań przedstawionych w artykule nr 4. Celem kalibracji jest umożliwienie dokładnego określenia wymiarów przestrzennych 2D kanału piorunowego oraz miejsca jego połączenia z obiektami naziemnymi, co jest bardziej precyzyjne niż w przypadku obecnych systemów lokalizacji wyładowań. W artykule wprowadzono nowy model kalibracji o nazwie semi-fisheye. Było to konieczne, ponieważ opracowany model krzywizny zwierciadła nie spełnia warunku geometrycznego

wymaganego przez klasyczne metody kalibracji. Zaprojektowano i zbudowano dedykowaną, obrotową tubę kalibracyjną, w której zastosowano specjalny szablon z markerami aprilTag oraz opracowano specjalną procedurę w programie Matlab, aby zapewnić precyzyjne pozycjonowanie zwierciadła względem kamery. W pracy scharakteryzowano oryginalną metodę określania stopnia deformacji obrazu wprowadzonej przez zaprojektowane zwierciadło. Deformacja jest definiowana jako stopień i kierunek przesunięcia każdego piksela w stosunku do idealnego obrazu zwierciadła. Zaproponowana metoda pozwala na wyznaczenie dwuwymiarowej zespolonej macierzy deformacji, co umożliwi uwzględnienie lokalnych, asymetrycznych zniekształceń powstałych w trakcie procesu technologicznego podczas produkcji zwierciadła. Na podstawie macierzy deformacji obliczono macierz korekcji, która programowo kompensuje niedoskonałości wykonania zwierciadła, co przyczynia się do obniżenia kosztów produkcji całego systemu optycznego. Dzięki przeprowadzonej kalibracji i analizie deformacji, możliwa jest procedura reprojekcji obrazu z widoku dookólnego na widok panoramiczny

### **3.1.3. Charakterystyka artykułów dotyczących detekcji oraz identyfikacji zjawisk piorunowych z wykorzystaniem analizy spektralnej, sieci neuronowych oraz szybkiej wideorejestracji**

Cykl publikacji obejmujących tematykę związaną z detekcją oraz identyfikacją zjawisk piorunowych z wykorzystaniem analizy spektralnej, sieci neuronowych oraz szybkiej wideorejestracji obejmuje cztery współautorskie artykuły opublikowane w czasopismach: *Electric Power Systems Research*, *Applied Soft Computing*, *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*.

**Artykuł nr 6. Karnas, G., Maslowski, G., Baranski, P., Gajda, W. (2023). Spectral domain analysis of preliminary breakdown pulse train activity during leader electric field signatures of positive cloud-to-ground flash incidents recorded during 2019 thunderstorm season in central part of Poland. *Electric Power Systems Research*, 216(109066), 109066. (l. pkt. MEiN = 100, IF = 3,3).**

W artykule przedstawiono wyniki zastosowania krótkoczasowej transformaty Fouriera (STFT) do analizy spektralnej piorunowego pola elektrycznego. Badania dotyczyły analizy zjawisk piorunowych poprzedzających wyładowania doziemne typu dodatniego. Przeanalizowano trzy przypadki dodatnich udarów głównych poprzedzonych różnymi typami faz wyładowań wstępnych zarejestrowanych z dwóch różnych zanikających komórek burzowych, które miały miejsce nad regionem Warszawy 30 lipca 2019 roku. Dla zarejestrowanych sygnałów wyznaczono spektrogramy widmowej gęstości mocy w celu umożliwienia bardziej szczegółowej analizy struktur wyładowań w dziedzinie czasu i częstotliwości. Otrzymane obrazy pozwoliły na określenie cech tego widma charakterystycznych dla fazy wyładowań wstępnych. Dzięki zastosowanej analizie STFT, skutecznie odseparowano sygnały zakłócające i wydzielono charakterystyczne części widma fazy wyładowań wstępnych w zakresie częstotliwości od 5 kHz do 20 kHz. Uzyskane wyniki pozwalają na dokładniejsze modelowanie narażeń generowanych przez ten typ zjawisk atmosferycznych, zwłaszcza w kontekście ich rzadkiego występowania przy wyładowaniach dodatnich.

Indywidualny udział Kandydata w ww. publikacji wynosi 55%.

**Artykuł nr 7. Karnas, G., Dralus, G., Maslowski, G. (2024). Identification of cloud-to-ground lightning and intra-cloud lightning based on their radiated electric field signatures using different types of neural networks and machine learning classifiers. *Applied Soft Computing*, 159(111643), 111643. (l. pkt. MEiN = 200, IF = 7,2).**

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących wykorzystania narzędzi sztucznej inteligencji do identyfikacji wyładowań atmosferycznych typu doziemnego oraz wewnątrzchmurowego na

podstawie zarejestrowanych struktur piorunowego pola elektrycznego. W pracy wykorzystano bazę rejestracji piorunowego pola elektrycznego w pełni pochodzącą z Systemu Rejestracji Wyładowań Atmosferycznych w Rzeszowie. W celu poprawy procesu identyfikacji, do uczenia wykorzystano nie tylko fragmenty pola elektrycznego odpowiadające wyładowaniu głównemu, ale szeroki, 2-sekundowy zakres rejestracji. Umożliwiło to uwzględnienie faz krytycznych, takich jak faza wyładowania wstępnego, prądu długotrwałego oraz fazy lidera, które są charakterystyczne wyłącznie dla wyładowań doziemnych, a także faza J (Junction) charakterystyczna dla wyładowań wewnątrzchmurowych. Dodatkowo, w analizie uwzględniono składową elektrostatyczną piorunowego pola elektrycznego, która jest istotna w bliskim polu elektromagnetycznym. Przetestowano różne typy sieci neuronowych i klasyfikatorów uczenia maszynowego, w tym m. in.: Multilayer Perceptron (MLP), Radial Basis Function (RBF), Convolutional Neural Network (CNN) oraz Long Short-Term Memory (LSTM). Wykazano, że 3-warstwowe sieci neuronowe MLP były najbardziej efektywnymi strukturami w identyfikacji wyładowań doziemnych i wewnątrzchmurowych, przewyższającymi 2-warstwowe MLP i struktury 1D-CNN. Zaproponowano możliwość obniżenia częstotliwości próbkowania sygnału pola elektrycznego w celu zwiększenia wydajności czasowej algorytmu identyfikacji. Ma to kluczowe znaczenie dla wdrożenia metody w trybie czasu rzeczywistego w systemach lokalizacji wyładowań atmosferycznych.

Indywidualny udział Kandydata w ww. publikacji wynosi 45%.

**Artykuł nr 8. Karnas, G., Maslowski, G.(40%) (2024). Correlated lightning electric field and high-speed video observations of recoil leaders recorded in Rzeszow, Poland. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 1–10. (l. pkt. MEiN = 100, IF = 2,0).**

W artykule przeprowadzono wielowymiarową analizę tzw. liderów odrzutu (Recoil Leader – RL) występujących w chmurze burzowej, wykorzystując jednocześnie cztery niezależne metody detekcji i identyfikacji: naziemną rejestrację piorunowego pola elektrycznego, analizę spektralną (STFT) pola elektrycznego, analizę trójwymiarowych danych radarowych z radaru Dopplera oraz szybką wideorejestrację z wykorzystaniem dookólnego układu optycznego. Porównanie danych radarowych z wynikami analizy wideo pozwoliło określić wartości i profile odbiciowości radarowej, dla których zazwyczaj występuje zjawisko RL. Wyniki przeprowadzonych badań mają znaczenie praktyczne w zakresie predykcji najniebezpieczniejszych stref aktywności piorunowej w chmurze burzowej z wykorzystaniem danych radarowych Dopplera, co jest istotne z punktu widzenia ochrony odgromowej statków powietrznych. W artykule przeprowadzono również różnicową analizę wideo, która pozwoliła na ocenę dynamiki rozwoju kanału piorunowego. Stanowi to uzupełnienie aktualnego stanu wiedzy na temat mechanizmu zjawiska RL. Dzięki analizie spektralnej w skali mili- i mikrosekundowej, zaobserwowano niespotykane dotąd w literaturze przebiegi mikrosekundowe impulsu elektromagnetycznego RL. Towarzyszyły one procesowi połączenia lidera odrzutu z kanałem piorunowym, co pozwoliło na nakreślenie obrazu spektralnego tego zjawiska. Podczas analizy zaobserwowano również zjawisko „needle”, które inicjuje lider ujemny rozwijający się z pozostałości dodatniego kanału piorunowego. Jest to obecnie jeden z głównych kierunków badań fizyki wyładowań atmosferycznych.

Indywidualny udział Kandydata w ww. publikacji wynosi 60%.

**Artykuł nr 9. Karnas G., Maslowski G.,Rakov, V. A. (2025). Frequency spectra features of electric field waveforms produced by close and middle-range compact intracloud discharges and their discrimination from cloud-to-ground lightning. Electric Power Systems Research, 243(111498), 111498. (l. pkt. MEiN = 100, IF = 3,3).**

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących analizy i identyfikacji kompaktowych wyładowań wewnątrzmurowych (CID) na podstawie struktur pola elektrycznego. Głównym celem przedstawionych badań było opracowanie efektywnej metody identyfikacji wyładowań wewnątrzmurowych od wyładowań doziemnych, działającej poprawnie w pełnym zakresie odległości od źródła piorunowego pola elektrycznego, na potrzeby systemów lokalizacji wyładowań atmosferycznych. W tym celu przeprowadzono dwuwymiarową analizę STFT, która pozwoliła na efektywne rozdzielenie składowej radiacyjnej i elektrostatycznej piorunowego pola elektrycznego. Na podstawie tej analizy, zdefiniowano nowy współczynnik identyfikacji  $F_D$ , który wykazał selektywność identyfikacji, z graniczną wartością  $F_D=0,17$ . Wyładowania o wartościach poniżej tej granicy są identyfikowane jako wyładowania wewnątrzmurowe, a powyżej jako doziemne. Kompaktowe wyładowania wewnątrzmurowe charakteryzują się stosunkowo niewielkim rozmiarem kanału (około 1 km), ale jednocześnie najwyższymi wartościami szczytowymi prądu piorunowego spotykanymi w naturze, sięgającymi znacznie powyżej 300 kA. Zjawiska te stanowią szczególne zagrożenie dla ruchu lotniczego, ponieważ są zlokalizowane na wysokościach typowych dla pułapów lotów samolotów pasażerskich. Opracowana metoda pozwala na wykrywanie tego szczególnie niebezpiecznego typu wyładowań w pełnym zakresie odległości, co ma istotne znaczenie dla ochrony odgromowej.

Indywidualny udział Kandydata w ww. publikacji wynosi 60%.

Osiągnięcia naukowe dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa w ramach przedstawionego cyklu publikacji koncentrują się na rozwijaniu nowoczesnych metod detekcji i identyfikacji zjawisk piorunowych na potrzeby ochrony odgromowej. Opracował on modele matematyczne liderów ujemnych i dodatnich poprzedzających wyładowania doziemne, umożliwiające określenie kluczowych parametrów, takich jak wysokość kanału piorunowego, gęstość ładunku oraz prędkość fali prądowej, z wykorzystaniem zarejestrowanego pola elektrycznego i danych radarowych. W celu poprawy właściwości przyrządów pomiarowych zaprojektował i skalibrował niskobudżetową ortogonalną antenę pola magnetycznego o poszerzonym paśmie, co pozwala na detekcję składowej długotrwałej prądu piorunowego. Ponadto, opracował dookólny układ optyczny ze zwierciadłami o nastawnej charakterystyce obserwacji, dedykowany do szybkiej wideorejestracji zjawisk piorunowych i ich interakcji z infrastrukturą. Wprowadził nowatorską metodę kalibracji semi-fisheye oraz metodę obliczania zespolonej macierzy deformacji obrazu, co pozwala na precyzyjną fotogrametrię kanału piorunowego i korektę nieidealności zwierciadeł. Wykorzystał analizę spektralną STFT do określenia cech widmowych fazy wyładowań wstępnych, umożliwiając oszacowanie ich wpływu na systemy elektryczne. Zastosował algorytmy sztucznej inteligencji i sieci neuronowe, osiągając wysoką skuteczność w automatycznej identyfikacji typów wyładowań doziemnych i wewnątrzmurowych. Przeprowadził wielowymiarową analizę liderów odrzutu, łącząc dane pola elektrycznego, analizę spektralną, szybką wideorejestrację i radar Dopplera, poszerzając wiedzę o strefach burzowych niebezpiecznych dla lotnictwa. Opracował również nowy współczynnik identyfikacji dla niebezpiecznych wyładowań kompaktowych wewnątrzmurowych, które charakteryzują się najwyższymi prądami szczytowymi i stanowią zagrożenie dla ruchu lotniczego.

Uważam, że tematyka badawcza przedstawiona w powyższym cyklu publikacji jest aktualna i ważna z praktycznego punktu widzenia. Można uznać, że prace naukowe – badawcze zrealizowane przez dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

### **3.2. Charakterystyka zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego, technologicznego pt.: „Stanowisko probierczo-pomiarowe oraz metoda badań wysokonapięciowych impedancji, rezystywności i odporności materiałów kompozytowych”**

Przedstawione oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne pt.: „Stanowisko probierczo-pomiarowe oraz metoda badań wysokonapięciowych impedancji, rezystywności i

odporności materiałów kompozytowych” zostało udokumentowane dwoma współautorskimi publikacjami w czasopiśmie *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation* oraz *Energies* oraz przyznany patentem. Osiągnięcie powstało w ramach udziału Kandydata w granice Podkarpackiego Centrum Innowacji pt. „Ogniodporne kompozyty przewodzące stosowane, jako elementy konstrukcyjne statków powietrznych (F3\_71)”. Głównym celem prowadzonych w tym zakresie badań było opracowanie stanowiska i metody badań kompozytowych przeznaczonych na potrzeby lotnictwa, jak również zoptymalizowanie konstrukcji materiału kompozytowego pod względem jego zastosowania w konstrukcjach samolotów. Opracowane stanowisko probierczo – pomiarowe umożliwia nie tylko poddawanie próbek tych materiałów testom niszczącym, ale jest również wyposażone w szereg przyrządów pomiarowych, które pozwalają na określenie udarowych elektrycznych właściwości kompozytów.

**Artykuł nr 10. Filik, K., Karnas, G., Masłowski, G., Oleksy M., Oliwa R., Bulanda K. (2021). Testing of conductive carbon fiber reinforced polymer composites using current impulses simulating lightning effects. *Energies*, 14(23), 7899. (l. pkt. MEiN = 140, IF = 3,252)**

W artykule przedstawiono projekt i konstrukcję stanowiska probierczo-pomiarowego oraz opracowanie metody służącej do wyznaczania wysokonapięciowej impedancji, rezystywności i odporności materiałów kompozytowych wzmocnianych włóknem węglowym. Zaprojektowano i zbudowano stół probierczy oraz oprzyrządowanie pomiarowe dedykowane do testowania kompozytów prądem udarowym o wartości szczytowej do 50kA. Do rejestracji napięcia i prądu wykorzystano światłowodowy system pomiarowy, który zapewnił galwaniczną separację i wysoki stosunek sygnału do szumu. Stanowisko pozwala na testowanie próbek kompozytów o maksymalnych wymiarach 50 cm × 50 cm. W artykule scharakteryzowano również metodę pomiarową, która ignoruje wpływ impulsów indukcyjnych od procesów łukowych widocznych na zbieżnym narastającym, aby poprawnie wyznaczyć wartości szczytowe napięcia i prądu. Przedstawione stanowisko umożliwia również symulowanie uszkodzeń mechanicznych, takich jak wypalenia i delaminacja, towarzyszących bezpośredniemu uderzeniu pioruna. Opracowana metoda umożliwia określenie impedancji wysokonapięciowej, zdefiniowanej jako stosunek wartości szczytowej napięcia do wartości szczytowej prądu głównego.

Indywidualny udział Kandydata w ww. publikacji wynosi 16,67%.

**Artykuł nr 11. Filik K., Oliwa R., Karnas G., Masłowski G., Bulanda K., Oleksy M., Królczyk, J. (2022). A new method to electrical parameters identification of carbon fiber reinforced composites using lightning disturbances corresponding to subsequent return strokes. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 199(111546), 111546. (l. pkt. MEiN = 200, IF = 5,3)**

W artykule przedstawiono wyniki badań udarowych kompozytów wykonane przy pomocy stanowiska pomiarowego opisanego w artykule nr 10, które miały na celu poprawę właściwości elektrycznych i fizykochemicznych materiałów kompozytowych. Publikacja przedstawia również konstrukcję drugiego stanowiska pomiarowego do badania niskonapięciowych rezystancji i rezystywności próbek kompozytowych. Stanowisko umożliwia badanie własności elektrycznych kompozytów co najmniej dwiema metodami: czteroelektrodową oraz metodą Van der Pauw. Jego oryginalność polega przede wszystkim na konstrukcji stołu testowego oraz na sposobie wykonania i umieszczania elektrod pomiarowych na próbce kompozytu. Opracowano również metodę określania udarowych własności próbki kompozytowej, tj.: impedancja udarowa  $Z_s$ , rezystywność powierzchniowa  $\rho_s$  oraz rezystywność objętościowa  $\rho_v$ . Omawiane stanowisko pomiarowe umożliwiło również wykorzystanie rezystancji

niskonapięciowej kompozytu do wstępnego oszacowania jego własności udarowych. W praktyce pozwala to na bardzo szybką wstępną ocenę własności elektrycznych i tym samym przydatności danego materiału kompozytowego do konkretnych zastosowań, m.in. na potrzeby lotnictwa. Opracowane stanowisko oraz metoda do testów niszczących kompozytów została również zmodyfikowana w kontekście oddziaływania składowej długotrwałej prądu piorunowego, gdzie podczas pierwszych testów z wykorzystaniem szybkich kamer wideo zaobserwowano znacznie bardziej intensywne efekty niszczące niż dla głównego udaru piorunowego.

Indywidualny udział Kandydata w ww. publikacji wynosi 22,5%.

**Patent**            **Filik K., Karnas G., Masłowski G., Oliwa R., Bulanda, K., Oleksy M. Stanowisko probierczo-pomiarowe do badań wysokonapięciowych impedancji, rezystywności i odporności materiałów kompozytowych oraz sposób badania wysokonapięciowych impedancji, rezystywności i odporności materiałów kompozytowych, 2023, Patent na wynalazek przyznany przez Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, PL243235B1**

Wynalazek będący przedmiotem zastrzeżenia patentowego dotyczy stanowiska i metody pomiarowej przeznaczonej do badania materiałów kompozytowych, zwłaszcza kompozytów polimerowych wzmacnianych włóknem węglowym, które są stosowane w przemyśle lotniczym. Celem tych badań jest ocena ich wysokonapięciowej impedancji, rezystywności i odporności na bezpośrednie oddziaływanie prądu piorunowego. Opis stanowiska oraz metody pomiarowej zawierają również artykuły nr 10 i 11. W przyznanym patencie wyróżniono 17 zastrzeżeń, w których Kandydat miał swój udział, natomiast zastrzeżenia nr 2, 3, 7, 8, 14, 15 oraz 16 są Jego indywidualnymi osiągnięciami.

Głównym osiągnięciem Kandydata w ww. obszarze jest zaprojektowanie i zbudowanie układu badawczego do testowania materiałów kompozytowych z wykorzystaniem generatorów prądu udarowego o wartościach szczytowych do 50kA. Dodatkowo dr inż. Grzegorz Sławomir Karnas jest współautorem układu do badań niskonapięciowych parametrów elektrycznych materiałów kompozytowych. Opracował również metodę obliczania impedancji udarowej kompozytu, jego rezystywności powierzchniowej oraz rezystywności objętościowej dla prądu piorunowego. Przeprowadził również testy pozwalające na ocenę struktury materiału kompozytowego pod względem jego odporności termicznej i przewodności elektrycznej.

Przedstawione osiągnięcie naukowe ma istotne zastosowanie praktyczne. Opracowując stanowiska pomiarowe i metodologię badawczą kandydat przyczynił się do rozwoju możliwości badawczych materiałów kompozytowych pod kątem oceny ich odporności na wyładowania atmosferyczne, co w mojej ocenie stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

### **3.3. Wniosek podsumowujący ocenę osiągnięcia naukowego**

Ze względu na częściowo współautorski charakter przedstawionych do oceny publikacji dokonano analizy parametrów naukowych uwzględniając wartości współczynnika wpływu Impact Factor (IF) czasopisma obowiązującą w roku opublikowania w nim artykułu oraz liczbę punktów zgodną z wykazem czasopism naukowych i recenzowanych materiałów konferencji międzynarodowych MEiN z dnia 03.11.2023 r.

Poniżej zamieszczono tabelę zawierającą parametry naukowe oraz autorski udział Kandydata w artykułach stanowiących dorobek naukowy przedstawiony do oceny jako główne osiągnięcia, o których mowa w art. 219 ust.1 pkt.2 Ustawy przytoczonej w punkcie 1.

Tabela 1. Zestawienie parametrów naukometrycznych artykułów przedstawionych jako główne osiągnięcie, ze wskazaniem autorskiego wkładu Kandydata do poszczególnych artykułów.

Publikacja	Liczba autorów	Łączna liczba punktów	IF	Autorski udział Kandydata [%]	Liczba punktów przypadająca na Kandydata	Autorski IF (wynikający z udziału procentowego w publikacji)
Artykuł nr 1	3	100	3,414	65%	65	2,22
Artykuł nr 2	2	100	3,407	60%	60	2,04
Artykuł nr 3	3	140	3,2	55%	77	1,76
Artykuł nr 4	4	100	3,3	55%	55	1,82
Artykuł nr 5	3	200	7,2	45%	90	3,24
Artykuł nr 6	2	100	2	60%	60	1,20
Artykuł nr 7	1	200	5,2	100%	200	5,20
Artykuł nr 8	1	200	5,2	100%	200	5,20
Artykuł nr 9	3	100	3,3	60%	60	1,98
Artykuł nr 10	6	140	3,25	17%	23,34	0,54
Artykuł nr 11	7	200	5,6	22,5%	45	1,26
Łącznie:		1580	45,073	-	935,3	25,2

Warto zauważyć, że Autorski wkład Kandydata w przygotowanie przedstawionych do oceny publikacji naukowych jest w znaczącej większości dominujący i w większości przypadków przekracza 60%. Średni udział Kandydata w całym cyklu zaprezentowanych publikacji wynosi: 58%. Indywidualna liczba punktów w przedstawionym cyklu przypadająca dla Kandydata wynosi 935,3 pkt. Wartość wskaźnika IF uwzględniająca indywidualny udział dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa wynosi IF = 26,5.

W skład przedstawionego cyklu publikacji wchodzi publikacje charakteryzujące się różną wartością punktów w wykazie czasopism punktowanych MEiN. W tabeli 2 przedstawiono udział kandydata w publikacjach z uwzględnieniem ich wartości punktowej.

Tabela 2. Zestawienie parametrów naukometrycznych artykułów przedstawionych jako główne osiągnięcie Kandydata, z podziałem na wartość punktową czasopism.

Lp.	Wartość punktowa publikacji	Ilość publikacji	Publikacja	Liczba autorów	Udział procentowy Kandydata [%]	Średni udział procentowy Kandydata w grupie publikacji [%]
1	200	4	Artykuł nr 5	3	45%	67%
			Artykuł nr 7	1	100%	
			Artykuł nr 8	1	100%	
			Artykuł nr 11	7	22,5%	
2	140	2	Artykuł nr 3	3	55%	36%
			Artykuł nr 10	6	17%	
3	100	5	Artykuł nr 1	3	65%	60%
			Artykuł nr 2	2	60%	
			Artykuł nr 4	4	55%	
			Artykuł nr 6	2	60%	
			Artykuł nr 9	3	60%	

Największy udział autorski Kandydata widoczny jest w grupie artykułów opublikowanych w czasopismach, których wartość punktowa jest równa 200 pkt. i wynosi 67%. Warto podkreślić, że kandydat jest samodzielnym autorem dwóch publikacji najwyższej ocenionych w zestawieniu

ministerialnym. Udział w artykułach opublikowanych w czasopiśmie za 140 i 100 pkt. jest również wysoki i wynosi odpowiednio 36% i 60 %.

Podsumowując należy stwierdzić, że przedstawiona w cyklu publikacji tematyka naukowo – badawcza jest ważna i aktualna z naukowego, jak również technicznego punktu widzenia. Ma również duży potencjał do prowadzenia dalszych badań w tym obszarze w przyszłości. Przedstawione w cyklu publikacji wyniki badań Kandydata wraz z grupą naukowców stanowią dobrą bazę do rozwoju dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne w zakresie współczesnej ochrony odgromowej i przepięciowej. Wskazane obszary badań są ze sobą ściśle powiązane i tworzą jednotematyczną całość, o czym świadczą wzajemne odwołania do poszczególnych pozycji w cyklu publikacji. Przedstawione badania mogą zostać kompleksowo wykorzystane we współczesnych systemach lokalizacji wyładowań atmosferycznych stosowanych do monitoringu zjawisk burzowych, jak również określania wielu parametrów zjawisk piorunowych stosowanych wprost w normach ochrony odgromowej. Przedstawione oryginalne rozwiązania konstrukcyjne, m.in. w postaci dwukierunkowego sensora piorunowego pola magnetycznego ELF-MF oraz dookólnego układu optycznego szybkiej rejestracji wideo wyładowań atmosferycznych, wpisują się w aktualne trendy rozwojowe systemów lokalizacji wyładowań atmosferycznych, zwłaszcza w kontekście detekcji składowej długotrwałej prądu piorunowego. Wykorzystanie sieci neuronowych oraz algorytmów sztucznej inteligencji do identyfikacji typu wyładowań atmosferycznych na podstawie piorunowego impulsu elektromagnetycznego jest również jednym z głównych kierunków rozwoju współczesnych systemów LLS.

Dokonując oceny indywidualnego wkładu dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa należy podkreślić, że jest on znaczący. **W mojej opinii indywidualny udział Kandydata w prezentowanym cyklu publikacji i przyznanej mu patencie, stanowiącym Jego główne osiągnięcia naukowe, spełnia kryterium znaczącego wkładu dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa w rozwój dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, w myśl art. 219 ust.1 pkt.2 ustawy przytoczonej w pkt 1 niniejszej recenzji.**

#### **4. Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta**

##### **4.1. Spełnienie warunku wykazania się istotną działalnością naukową poza macierzystą uczelnią zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 3 Ustawy**

Z przedstawionych do oceny dokumentów wynika, że dr inż. Grzegorz Sławomir Karnas spełnia wymóg istotnej działalności naukowej prowadzonej poza macierzystą Uczelnią.

W 2023 r. Kandydat odbył 3 tygodniowy staż naukowy w Department of Electrical & Computer Engineering, University of Florida, USA. Podczas pobytu wygłosił dwie prezentacje na temat własnych badań prowadzonych w Politechnice Rzeszowskiej. Celem naukowym stażu była wspólna analiza wyników rejestracji piorunowego pola elektrycznego oraz procesu rozwoju kanału piorunowego na rzecz rozwoju stanu wiedzy oraz uzupełnienia istniejącej luki w obszarze literaturowym z tego zakresu. Realizował również badania z zakresu analizy zjawisk wyładowań w chmurze burzowej typu kompaktowego. Współpraca zaowocowała publikacjami w czasopiśmie *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility* oraz *Electric Power Systems Research*, gdzie wykorzystano również dane udostępnione przez zespół badawczy z University of Mississippi. Dodatkowo staż został udokumentowany opinią prof. V.A. Rakova, dyrektora International Center for Lightning Research and Testing (ICLRT) na Florydzie.

Dodatkowo Kandydat współpracował z następującymi ośrodkami naukowo – badawczymi w Polsce:

- Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk – współpraca trwa prawie od początku kariery naukowej Kandydata; obejmuje liczne analizy zjawisk piorunowych, w tym

współautorstwo prac naukowych dotyczących modelowania i identyfikacji parametrów dodatniego lidera piorunowego oraz spektralnej analizy aktywności impulsów wyładowania wstępnego; obejmuje również wspólne działania w zakresie badań sygnatur pola elektrycznego z wykorzystaniem baz danych z Rzeszowa i Warszawy; zaowocowała złożeniem wspólnego wniosku grantowego NCN (OPUS 28) w grudniu 2024 roku, dotyczącego badania prekursorów wyładowań piorunowych.

- Instytut Systemów Elektronicznych Politechniki Warszawskiej – współpraca trwa od 2011 roku i koncentruje się na optymalizacji konstrukcji anten szybkozmiennego piorunowego pola elektrycznego używanych w Systemie Rejestracji Wyładowań Atmosferycznych w Rzeszowie; w ramach tej współpracy powstała jedna współautorska publikacja.
- Instytut Elektrotechniki Teoretycznej i Systemów Informacyjno-Pomiarowych Politechniki Warszawskiej – współpraca ta skupia się głównie na aspektach związanych z synchronizacją rejestracji piorunowego impulsu elektromagnetycznego oraz obrazu wideo dla potrzeb systemów rejestracji wyładowań atmosferycznych; w 2013 roku Kandydat w Laboratorium Wysokich Napięć Politechniki Warszawskiej przeprowadził kalibrację czasową systemu pomiarowego wyładowań atmosferycznych, wykorzystując do tego celu rejestrację impulsu elektromagnetycznego z generatora Marxa; badania te, zostały następnie zweryfikowane podczas wyjazdowej sesji pomiarowej w warunkach burzowych, co znalazło odzwierciedlenie w kilku wspólnych publikacjach.
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy – współpraca koncentruje się głównie na analizie i poprawie efektywności współczesnych systemów lokalizacji wyładowań atmosferycznych, zwłaszcza systemu PERUN, którego operatorem jest IMGW-PIB; ważnym elementem jest możliwość zastosowania techniki radarowej do lokalizacji wyładowań atmosferycznych oraz analiza efektywności wykrywania prekursorów wyładowań atmosferycznych w chmurze burzowej; w ramach tej współpracy Kandydat opracował niezależną aplikację w programie Matlab, umożliwiającą zaawansowaną analizę danych z radaru Dopplera w przestrzeni trójwymiarowej; dane pozyskane w ramach współpracy były wykorzystywane do weryfikacji modeli kanału piorunowego oraz analizy zjawisk w chmurze burzowej a wyniki zostały przedstawione w kilku publikacjach.
- Operator międzynarodowego systemu lokalizacji wyładowań atmosferycznych LINET (nowcast GmbH, Monachium, Niemcy) – współpraca ta umożliwiła Kandydatowi dostęp do danych systemu LINET, które były wielokrotnie wykorzystywane w jego badaniach naukowych w celu walidacji opracowanych modeli matematycznych zjawisk piorunowych, weryfikacji analizowanych incydentów burzowych oraz oceny efektywności pracy i dokładności synchronizacji Systemu Rejestracji Wyładowań Atmosferycznych PRz.

#### **4.2. Charakterystyka i ocena innych opublikowanych prac naukowych oraz pozostałych dokonań naukowo – badawczych Habilitanta**

Dorobek naukowy dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa jest ściśle związany z dyscypliną naukową Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. Dotyczy zagadnień naukowo – badawczych, które można pogrupować w pięć obszarów tematycznych:

- zaprojektowanie, wdrożenie oraz modernizacja Systemu Rejestracji Wyładowań Atmosferycznych PRz na potrzeby rejestracji zjawisk piorunowych;
- modelowanie kształtu i parametrów prądu piorunowego u podstawy kanału piorunowego na potrzeby systemów lokalizacji wyładowań atmosferycznych;
- pomiary i modelowanie wielowarstwowych struktur geoelektrycznych gruntu na potrzeby analizy układów uziemień;
- analiza rozptyłu prądu udarowego w urządzeniach piorunochronnych i instalacjach elektrycznych budynków z wykorzystaniem generatorów dużej mocy;

- badania z wykorzystaniem generatorów przepięć piorunowych indukowanych w układach awioniki.

W okresie przed doktoratem Kandydat opublikował 17 artykułów w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, krajowym jak również w zeszytach naukowych oraz 4 artykuły po uzyskaniu stopnia doktora, które nie są związane z cyklem publikacji stanowiącym główne osiągnięcie Habilitanta. Wśród tego dorobku w 6 pracach jest samodzielnym autorem, a w pozostałych współautorem. W swoim dorobku przed doktoratem posiada również 21 wykładów plenarnych i 3 prezentacje na sesjach posterowych odbywających się w ramach konferencji o zasięgu krajowym i międzynarodowym. Po uzyskaniu stopnia doktora wygłosił 3 wykłady plenarne i prezentował swoje wyniki na jednej sesji posterowej.

W bazach Web of Science Core Collection (WoS) oraz Scopus indeksowane są łącznie 24 prace Habilitanta, w tym 17 publikacji w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR). Sumaryczny wskaźnik Impact Factor według listy JCR, obliczony dla wartości obowiązujących w roku opublikowania artykułu, wynosi  $IF=53,259$ , w tym przed doktoratem  $IF=3,834$ , natomiast po doktoracie  $IF=43,425$ . Jednak w ocenie indywidualnego dorobku naukowego Kandydata nie można pominąć współautorskiego charakteru dorobku naukowego. W mojej opinii do oceny dorobku naukowego Kandydata ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego należy uwzględnić indywidualną wartość wskaźnika IF wynikającą z rzeczywistego autorskiego udziału w publikacjach wskazanych jako główne osiągnięcie, który w przypadku dra inż. Grzegorza Sławomira Karnasa wynosi  $IF = 25,2$ , co należy uznać za wartość stosunkowo wysoką. Pozostałe parametry naukometryczne Kandydata według bazy WoS kształtują się następująco:

- Indeks Hirscha – 5,
- łączna liczba cytowań – 64,
- liczba autocytowań – 35.

Dr inż. Grzegorz Sławomir Karnas przed uzyskaniem stopnia doktora był kierownikiem lub wykonawcą 7 grantów dla młodych naukowców oraz wykonawcą projektu pracy zleconej wykonanej w ramach projektu naukowo – badawczego pt.: pt. *„Badania poligonowe narażeń urządzeń elektrycznych i elektronicznych na zaburzenia impulsowe dużej mocy”* finansowanego z Narodowego Centrum Nauki. Po uzyskaniu stopnia doktora był kierownikiem grantu MINIATURA 6 pt. *„Badanie oraz ocena efektywności dookólnego układu optycznego na potrzeby szybkiej wideorejestracji wyładowań atmosferycznych”* również finansowanego z Narodowego Centrum Nauki. Jako wykonawca brał także udział w projekcie Podkarpackiego Centrum Innowacji pt. *„Ognioodporne kompozyty przewodzące stosowane, jako elementy konstrukcyjne statków powietrznych”*. Aktualnie uczestniczy w projekcie pt. *„Wind turbine lightning safety evaluation (WISE)”* realizowanym w ramach Multilateral Academic Projects ze Szwajcarsko-Polskiego Programu Współpracy. W projekcie tym jako członek zespołu badawczego współpracuje z naukowcami ze Szwajcarii oraz Chorwacji.

Dr inż. Grzegorz Sławomir Karnas był członkiem komitetu organizacyjnego konferencji *„Wybrane Zagadnienia Elektrotechniki”* zorganizowanej w latach 2013, 2016 i 2021 oraz *„International Conference on Lightning Protection, Rzeszów, 2018”*. Ponadto brał udział w organizacji posiedzenia plenarnego Międzynarodowego Komitetu Normalizacyjnego IEC w 2016 r. oraz seminarium naukowego organizowanego przez firmę ASTAT, Politechnikę Rzeszowską, EMC Society Polish Chapter oraz IEEE pt. *„Testy, pomiary elektryczne i EMC w przemyśle lotniczym i wojskowym w oparciu on normy DO-160 i MIL-STD-461G”*.

Podsumowując ocenę aktywności naukowej Kandydata należy stwierdzić, że dorobek naukowy Kandydata nie jest bogaty pod względem liczby publikacji naukowych. Należy jednak zauważyć, że jakość i znaczenie artykułów opracowanych po uzyskaniu stopnia doktora radykalnie wzrosła. W

dorobku naukowym Habilitanta występują artykuły opublikowane w bardzo dobrych czasopiśmie, których aktualny współczynnik wpływu IF wynosi przykładowo: 7,2, 5,6, 5,2. Dlatego pomimo niewielkiego wzrostu liczby publikacji można uznać, że dorobek naukowy Kandydata po uzyskaniu stopnia doktora uległ jakościowemu powiększeniu. Przedstawione parametry naukometryczne potwierdzają dobrą jakość Jego działalności naukowej. Ponadto należy podkreślić bardzo dobrą współpracę międzynarodową i realizację badań w zespołach z różnych ośrodków naukowo – badawczych w Polsce.

**Ostatecznie stwierdzam, że pozostała działalność naukowa Kandydata znacząco wspiera Jego wniosek o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.**

## 5. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

Jako nauczyciel akademicki dr inż. Grzegorz Sławomir Karnas realizuje zajęcia dydaktyczne na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej na kierunkach Elektrotechnika, Automatyka i Robotyka, Energetyka, Elektromobilność z przedmiotów tj.: „Elektrotechnika”, „Teoria Obwodów I”, „Teoria Obwodów II”, „Teoria Obwodów III”, „Obwody i Sygnały II”, „Kompatybilność Elektromagnetyczna Systemów Teleinformatycznych”, „Ochrona Elektromagnetyczna Sieci Teleinformatycznych”, „Ochrona Odgromowa i Przepięciowa”, „Ochrona Przepięciowa Systemów Elektronicznych”, „Układy Impulsowe Wielkich Mocy”, „Współczesne Problemy Energetyki Jądrowej”, „Technologie Informacyjne”, „Projekt Inżynierski” oraz „Wykład Monograficzny”. Kandydat od wielu lat prowadzi zajęcia dydaktyczne ze studentami zagranicznymi w ramach programów Erasmus+ z następujących przedmiotów: „Overvoltage Protection of Electrical and Electronic Equipment”, „Pulsed Power Systems”, „Circuit Theory I”, „Circuit Theory II”.

Był promotorem 13 prac dyplomowych oraz projektów inżynierskich, których tematyka obejmuje głównie zagadnienia o charakterze praktycznym, a także był recenzentem 21 prac dyplomowych na kierunkach Elektrotechnika oraz Automatyka i Robotyka.

Jest kierownikiem Laboratorium Elektrotechniki Katedry Elektrotechniki i Podstaw Informatyki. Jest twórcą laboratorium dydaktycznego dla modułów dydaktycznych związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną. Opracował również nowe wersje ćwiczeń do przedmiotów „Teoria Obwodów I” oraz „Teoria obwodów II”, jak również wersji zdalnych w programie LTSpice.

Wśród działań organizacyjnych Kandydata można wyróżnić aktywności związane z budową laboratoriów i aparatury do badania wyładowań atmosferycznych. Kandydat brał udział we wdrożeniu i uruchomieniu: „Laboratorium Rejestracji Wyładowań Atmosferycznych”, „Mobilnego Laboratorium Rejestracji Wyładowań Atmosferycznych”, „Systemu rejestracji prądu piorunowego na wieżowcu w Rzeszowie”, „Laboratorium Oddziaływań Piorunowych”, „Laboratorium Odporności Awioniki na Wyładowania Atmosferyczne”.

Dr inż. Grzegorz Karnas jest również aktywny w obszarze popularyzacji nauki. Uczestniczył w wielu programach telewizyjnych i audycjach radiowych przedstawiając zagadnienia związane z wyładowaniami atmosferycznymi. Brał również udział w seminariach popularnonaukowych organizowanych przez: Polski Komitet Ochrony Odgromowej, firmy Wurth Electronic oraz ASTAT, a także Polskie Towarzystwo Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej.

Za swoją działalność w trakcie pracy na Politechnice Rzeszowskiej kilkakrotnie otrzymywał nagrody JM Rektora za autorstwo publikacji oraz patentu. W 2023 roku otrzymał również nagrodę indywidualną za osiągnięcia naukowe. Ponadto w 2018 r. uzyskał nagrodę indywidualną Young Scientist Award za artykuł pt. „Automated Discrimination of Lightning Stepped Leader Stage from the Power Spectrum Density of the Related Electric Field Recordings” na konferencji międzynarodowej International Conference on Lightning Protection.

Podsumowując, działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską Habilitanta oceniam pozytywnie.

## 6. Podsumowanie i wniosek końcowy

W związku z pozytywną oceną przedstawionych osiągnięć habilitacyjnych Kandydata i pozytywną oceną innych aspektów działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej stwierdzam, że dorobek Habilitanta spełnia wymogi obowiązującej Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Popieram wniosek o nadanie Kandydatowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno - technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.



---

Prof. dr hab. inż. Andrzej Cichoń