

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Karnasa

pt. **Analiza rejestracji pola elektrycznego w warunkach burzowych pod kątem wykorzystania w systemach lokalizacji wyładowań atmosferycznych**

Wstęp

Niniejszą recenzję opracowano na podstawie uchwały Rady Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej z dnia 22 maja 2019 r. oraz zgodnie z umową NN/132/2019 z dnia 23 maja 2019 r. na wykonanie recenzji rozprawy doktorskiej.

Przedstawiona recenzja składa się z następujących części:

1. Ogólna charakterystyka rozprawy
2. Charakterystyka tematu oraz tezy rozprawy
3. Rozwiązanie postawionego problemu naukowego
4. Uwagi i kwestie dyskusyjne
5. Ocena rozprawy doktorskiej
6. Wniosek końcowy

1. Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa jest napisana w języku polskim, a jej tekst podzielono na 6 rozdziałów uzupełnionych obszernym spisem 211 publikacji głównie angielskojęzycznych zestawionych alfabetycznie według nazwiska pierwszego autora. Już we wstępie należy zaznaczyć, że autor jest współautorem około 30 publikacji w większości opublikowanych w renomowanych czasopiśmie lub ogłoszonych na konferencjach międzynarodowych. W rozprawie zdecydował się powołać na prace związane z tematyką rozprawy - w bibliografii cytuje 7 prac w których jest głównym autorem i jednej w której jest współautorem. Wszystkie te prace osiągnęły wysoki poziom cytowań, co w przypadku kandydata ubiegającego się o tytuł doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika świadczy o jego uznaniu i rozpoznawalności w działalności naukowej związanej z analizą wyładowań atmosferycznych.

W przedstawionej do oceny pracy można wyróżnić następujące części:

- wprowadzenie w temat rozprawy na podstawie którego autor zaproponował tezę pracy i sposób jej udowodnienia; dodatkowo opisano zakres treści poszczególnych rozdziałów (rozdział 1),

- rejestracja zjawisk piorunowych (rozdziały 2 i 3) - stan wiedzy oraz metody analizy (rozdział 2), w tym również sposób rejestracji i metody analityczne stosowane w stacji do rejestracji wyładowań w Politechnice Rzeszowskiej,

- analiza pola elektrycznego i określenie zasad identyfikacji poszczególnych faz wyładowania (rozdział 4),

- przedstawienie zaproponowanego modelu wyładowania umożliwiającego określenie prądu wyładowania głównego u podstawy kanału piorunowego (rozdział 5).

Praca jest obszerna i mimo tego czyta się ją z dużym zainteresowaniem. Autor konsekwentnie stawia na początku rozdziałów ogólne stwierdzenia, które następnie rozwija w dalszej części. Dzięki takiemu podejściu praca nie sprawia wrażenia rozwlekłej. Odnosi się wrażenie, że badania i analiza wyładowań są pasją Autora, który wie o czym pisze, a dodatkowo nie ma problemu z przekazaniem czytelnikowi odpowiednich informacji.

2. Charakterystyka tematu oraz tez rozprawy

Tematyka pracy jest ważna z naukowego oraz praktycznego punktu widzenia. Ze względu na raptowne zmiany klimatyczne w atmosferze Ziemi pojawia się wzrost aktywności burzowej i w związku z tym narasta potrzeba obserwacji, monitorowania i analizy tych zjawisk. Wyniki tego rodzaju badań uzyskiwane z komercyjnych i uniwersyteckich systemów monitorujących burze mogą być pomocne w udoskonalaniu zasad ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej. Autor analizując ich możliwości słusznie zauważa, że można je poprawić poprzez:

- uzyskanie informacji z przebiegu pola elektrycznego w czasie o składowej długotrwałej prądu piorunowego, która wskutek oddziaływań cieplnych może powodować ryzyko wystąpienia pożaru,

- opracowanie algorytmów umożliwiających rozpoznawanie wyładowań jedno i wielokrotnych w tym samym kanale wyładowania,

- dodatkową analizę procesu wyładowania wstępnego inicjującego proces rozwoju pioruna, co może poprawić bezpieczeństwo statków powietrznych.

Przy tak wstępnie opracowanym obszarze zagadnień autor przede wszystkim skupił się na opracowaniu algorytmu nowego podejścia dla identyfikacji wyładowań atmosferycznych z możliwością jego implementacji w systemach komercyjnych. Nowe podejście polegałoby na prawidłowym rozróżnianiu oprócz składowych podstawowych również fazy wyładowań wstępnych i fazy prądu długotrwałego. Do realizacji tych celów autor uruchomił na Politechnice Rzeszowskiej złożony, stacjonarny system do obserwacji i analizy wyładowań z rejestracją i analizą pól elektrycznych oraz procesu rozwoju kanału.

Wykazane w początkowej części pracy, istotne z praktycznego punktu widzenia, braki w systemach komercyjnych pozwoliły postawić Autorowi główną tezę dotyczącą możliwości poprawy współczesnych systemów wyładowań atmosferycznych poprzez bardziej efektywną identyfikację parametrów wyładowania atmosferycznego w oparciu o analizę czasowo – częstotliwościową. Uściślając tę tezę autor zauważa, że zarejestrowane pole elektryczne pochodzące od wyładowania atmosferycznego umożliwia wykrycie i określenie parametrów składowych wyładowania – wyładowań wstępnych, lidera, wyładowania (wyładowań)

głównych, prądu długotrwałego. Dodatkowo, dane z uzyskane z systemu rejestracji są wystarczające do określenia przebiegu prądu płynącego u podstawy kanału piorunowego.

Do tej pory powstała znaczna liczba opracowań dotyczących pomiaru i analizy pól elektrycznych towarzyszących rozwojowi pioruna z określeniem dokładności wyznaczenia niektórych jego parametrów. Autor słusznie zajął się problemem nie do końca rozwiązany - przede wszystkim identyfikacji składowej długotrwałej odpowiedzialnej, między innymi, za wywoływanie pożarów. Mimo, że badania w tej tematyce są intensywnie prowadzone, jak dotąd nie opublikowano wyników dotyczących możliwości wykrywania tej składowej, czego nie oferuje także żaden z funkcjonujących systemów na świecie. Podjęcie przez autora tak złożonego tematu świadczy o aktualności podjętej tematyki, a jego rozwiązanie stawia autora w szeregu prekursorów nowych systemów identyfikacji wyładowań.

3. Rozwiązanie postawionego problemu naukowego

Autor w celu rozwiązania problemu naukowego postawił sobie szereg szczegółowych zadań:

- koncepcja algorytmu identyfikacji na podstawie symulacji komputerowych,
- uruchomienie stacji z systemem rejestracji wyładowań (rozdział 3.1, 3.2),
- synchronizacja czasów elementów systemu i systemu komercyjnego (3.4),
- uzyskanie dokładnych wyników na bazie odpowiednio skalibrowanych anten (p. 3.2.5),
- rejestracja przebiegów pola elektrycznego podczas burzy (p. 3.3),
- wprowadzenie odpowiedniej metody filtracji przebiegów pola elektrycznego (poprawa stosunku S/N, p. 4.2) i dodatkowo filtracja zakłóceń harmoniczných (p. 4.3),
- detekcja poszczególnych składowych wyładowania na bazie transformaty Hilberta (p. 4.1 i p. 4.4-4.8),
- zidentyfikowanie na bazie filtru Kołmogorova-Zurbenko (KZ) i transformaty Fouriera składowych wyładowania – szybkozmiennych oraz prądu długotrwałego (p. 4.4),
- zaproponowanie modelu rozwoju kanału piorunowego oraz wyznaczania prądu wyładowania głównego – wartość szczytowa i przebieg w czasie (p. 5).

Na podstawie realizacji postawionych zadań, po uruchomieniu systemu obserwacji, Autor uzyskał przebiegi elektryczne zarejestrowane podczas burzy. Po ich analizie z powodzeniem nie tylko zidentyfikował poszczególne składowe wyładowania ale także wykazał, że potrafi na podstawie rozwoju wyładowania wstępnego prawidłowo obliczyć wartości szczytowe prądu wyładowania głównego oraz jego kształt.

Poprawne wyniki identyfikacji składowej długotrwałej są niezwykle istotne w ustalaniu przyczyn pożarów ubezpieczonych obiektów. Wprowadzenie takiej możliwości do systemów komercyjnych oznaczałoby możliwość weryfikacji przez ubezpieczyciela np. przyczyny powstania pożaru z powodu wyładowania.

Z kolei opisany w rozdziale 5 sposób wyznaczania prądu wyładowania u podstawy kanału piorunowego jest ważny z punktu widzenia możliwości określania zaburzeń EMC bezpośrednich i promieniowanych, co ma istotne znaczenie nie tylko dla bezpieczeństwa obiektów naziemnych, ale także dla statków powietrznych. Dodatkowo na podstawie zaproponowanego modelu autor uzyskał możliwość określenia wysokości kanału oraz

wartości prądu wzdłuż kanału pioruna. Dane te są istotne z punktu widzenia stwierdzenia analizy skuteczności stosowanych systemów ochrony odgromowej. Zaproponowany model został z powodzeniem zweryfikowany na bazie czterech przykładowych rejestracji wyładowań atmosferycznych szczegółowo omówionych w pracy.

4. Uwagi i kwestie dyskusyjne

W rozdziale 3 autor szczegółowo przedstawia zjawisko wyładowania atmosferycznego z podziałem na jego poszczególne składowe oraz podaje środki matematyczne i statystyczne jakie wykorzystał w procesie detekcji i identyfikacji. Analizując zadania jakie postawił sobie autor należy zaznaczyć pewne wątpliwości co do zastosowanego aparatu matematycznego, ponieważ w części teoretycznej brakuje wytłumaczenia niektórych wyborów Doktoranta:

- na jakiej podstawie autor wybrał określone metody filtracyjne – czy był to efekt optymalizacji na podstawie wyników symulacji komputerowych,

- dlaczego detekcja i identyfikacja odbywa się na bazie transformaty Hilberta, jak ustalano przedziały czasowe faz wyładowania - automatycznie czy ręcznie, co podyktowało dla transformaty wybór okna Hamminga lub dla części analiz prostokątnego,

- w celu poprawy stosunku S/N autor wskazał pewną metodę opartą na filtrze Kołmogorova-Zurbenko – czy powstały algorytm (p. 4.2) w którym autor wprowadza dwuetapową autorską propozycję proponując z korzyścią dla efektów obliczeń odejście od filtracji klasycznej i zastosowanie filtracji selektywnej opartej na zaproponowanych doświadczalnie kryteriach, był w etapie drugim (selektywnym) optymalizowany,

- autor korzysta z wyników równoległego systemu komercyjnego LINET – jest on dokładny jeśli sensory są lokalizowane na płaskim obszarze; zazwyczaj anteny tego systemu znajdują się w środowisku miejskim gdzie trudno mówić o płaskim ukształtowaniu terenu ze względu na budynki o zróżnicowanych wysokościach – jak przekłada się ten fakt na uzyskiwane dokładności,

- autor w analizie wykorzystywał 4 wybrane rejestracje oznaczone I – IV – jaka jest skuteczność podanego w pracy algorytmu identyfikacji poszczególnych składowych wyładowania dla innych rejestracji.

5. Ocena rozprawy doktorskiej

Analizując szczegółowo zawartość pracy stwierdzam, że autor w sposób jednoznaczny sformułował problem naukowy, a następnie przez zastosowanie metod eksperymentalnych i analitycznych właściwie go rozwiązał. Udowodnienie tezy jest jednoznaczne, a sposób zastosowany przez doktoranta świadczy pozytywnie o Jego wysokich umiejętnościach nie tylko badawczych, lecz również modelowania złożonych zjawisk fizykochemicznych towarzyszących rozwojowi wyładowań atmosferycznych. Teza pracy została udowodniona dwoma sposobami, a było to możliwe dzięki zaimplementowaniu szeregu procedur obliczeniowych pozwalających po odpowiednich procedurach weryfikacyjnych na określenie parametrów geometrycznych i prądowych w kanale wyładowania.

Rozprawę doktorską oceniam wysoko z uwagi na specyfikę prac eksperymentalnych, bardzo dobrze zorganizowany warsztat badawczy, optymalny program badań i analiz. Dodatkowo, sformułowanie problemu i jego rozwiązanie wskazuje na dużą wiedzę autora

i jego znajomość zagadnień modelowania matematycznego, fizyki wyładowań, umiejętności tworzenia oprogramowania wspomagającego proces obliczeń. Autor bardzo dobrze opanował technikę pisania prac naukowych, o czym świadczy stosunkowo niewielka liczba błędów stylistycznych i interpunkcyjnych.

6. Wniosek końcowy

Przedstawiona recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Karnasa zatytułowana „Analiza rejestracji pola elektrycznego w warunkach burzowych pod kątem wykorzystania w systemach lokalizacji wyładowań atmosferycznych” pozwala na stwierdzenie, że autor w sposób prawidłowy i oryginalny rozwiązał przedstawione zagadnienie naukowe. Uważam, że recenzowana praca doktorska spełnia ustawowe wymagania dotyczące rozpraw doktorskich zawarte w obowiązujących przepisach, a w szczególności w art. 13 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2004 r. (Dz. U. nr 65, poz. 595 wraz z późniejszymi zmianami).

Przedstawiona do oceny pracy potwierdza umiejętność rozwiązywania problemów naukowych oraz opanowania przez autora wiedzy w dyscyplinie naukowej elektrotechnika (wg Rozporządzenia MNiSW z 2011 r.), która zgodnie z nową klasyfikacją mieści się w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika (wg Rozporządzenia MNiSW z 2018 r.) i w związku z powyższym stawiam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Grzegorza Karnasa do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Jednocześnie wnioskuję o wyróżnienie rozprawy z uwagi na:

- istotne znaczenie przeprowadzonych prac, które mogą pomóc w udoskonaleniu systemów lokalizacji wyładowań atmosferycznych,
- wprowadzenie oryginalnych metod filtracji pochodzących z rejestracji przebiegów pola elektrycznego oraz oprogramowanie stacji badawczej w kierunku zautomatyzowania detekcji i identyfikacji poszczególnych składowych wyładowania,
- zaproponowanie modelu umożliwiającego obliczenie wartości prądu i jego przebiegu w czasie u podstawy kanału piorunowego dla wyładowania głównego,
- współautorstwo (w części publikacji jako główny autor) około 30 publikacji w większości opublikowanych w renomowanych czasopismach (Selected Issues of Electrical Engineering and Electronics, Electrical Review) lub wygłoszonych na konferencjach dotyczących wyładowań atmosferycznych (International Conference on Lightning Protection, International Conference on Atmospheric Electricity).



dr hab. inż. Marek Olesz, prof. nadzw. PG
Wydział Elektrotechniki i Automatyki
Politechniki Gdańskiej