

Streszczenie rozprawy doktorskiej

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

Mgr inż. Grzegorz Karnas

Celem przeprowadzonych badań było wykazanie, że możliwa jest identyfikacja parametrów składowych wyładowania atmosferycznego wykorzystująca analizę czasowo-częstotliwościową zarejestrowanego piorunowego pola elektrycznego pod kątem zastosowań w systemach lokalizacji wyładowań atmosferycznych.

Aby zrealizować ww. zadanie zaprojektowano i wdrożono w Politechnice Rzeszowskiej stację obserwacji wyładowań atmosferycznych, na której dokonuje się równoczesnych rejestracji pola elektrycznego, w zakresie częstotliwości ELF-VLF oraz rejestrację obrazu z wykorzystaniem szybkiej kamery wideo. System stacji umożliwia autonomiczną pracę w warunkach burzowych, dzięki dedykowanemu oprogramowaniu przygotowanemu w pakiecie Matlab. Dokładna synchronizacja czasowa wszystkich zapisanych zdarzeń, realizowana z wykorzystaniem sygnału z odbiornika GPS, umożliwia porównanie przebiegów pola elektrycznego z danymi pochodzącymi z systemu lokalizacji wyładowań atmosferycznych LINET, którego jedna z anten pracuje w bezpośrednim sąsiedztwie stacji Politechniki Rzeszowskiej.

W rozprawie dokonano szczegółowej analizy czterech rejestracji piorunowego pola elektrycznego, które przedstawiają typowe przypadki wyładowań atmosferycznych odnotowanych w różnych odległościach od stacji. Pozwoliło to na weryfikację opracowanych modeli matematycznych i metod detekcji dla szerokiego spektrum zmienności pola elektrycznego. Dokonano detekcji oraz identyfikacji parametrów takich składowych wyładowań atmosferycznych, jak: szybkozmiennne wyładowania wstępne, lider skokowy i strzałowy, pierwsze i kolejne wyładowania główne oraz prąd długotrwały.

Pierwszy etap analizy obejmujący poprawę stosunku S/N oraz filtrację wyładowań wstępnych zrealizowano z wykorzystaniem filtru Kołmogorowa-Zurbenko (filtr KZ) oraz krótkoczasowej transformaty Fouriera (STFT). Do detekcji głównych składowych wyładowania atmosferycznego zastosowano natomiast transformatę Hilberta. Parametry liderów i prądów długotrwałych identyfikowano na podstawie widm spektralnej gęstości mocy (PSD) oraz zaproponowanego w rozprawie współczynnika wypełnienia. Pozwoliło to między innymi oszacować czas trwania tych składowych oraz długości kanału piorunowego.

W ostatnim rozdziale pracy zaproponowano metodę wyznaczania prądu wyładowania głównego u podstawy kanału piorunowego na podstawie zarejestrowanego pola elektrycznego. W trakcie modelowania matematycznego dokonano transformaty Laplace'a zależności określającej pole elektryczne wokół kanału piorunowego, natomiast ostateczną postać rekurencyjną prądu w dziedzinie czasu otrzymano po zastosowaniu operacji splotu. Znajomość tego prądu jest konieczna do oceny bezpośrednich i pośrednich efektów oddziaływania wyładowań atmosferycznych na obiekty naziemne i statki powietrzne, jak również wrażliwe systemy elektryczne i elektroniczne.

Przedstawione w pracy nowe metody identyfikacji poszczególnych składowych wyładowania atmosferycznego mogą być wykorzystane między innymi do rozszerzenia algorytmów funkcjonujących w systemach lokalizacji wyładowań atmosferycznych, co w rezultacie powinno przyczynić się do udoskonalenia metod ochrony odgromowej, w tym również do efektywniejszego określania przyczyn szkód powstałych w trakcie burzy.

Grzegorz Karnas