

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Tomasza A. MISIA  
pt.: *Electrostatic Analysis of Transmitting Systems and Investigation on Fully-Airborne Emissions on Very Low Frequencies*,  
dla Rady Dyscypliny Naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika  
i Technologie Kosmiczne Politechniki Warszawskiej

Podstawą formalną wykonania niniejszej recenzji jest Uchwała w/w Rady Naukowej z dnia 18 kwietnia 2023 r. – nr 510/II/2023, oraz pismo przewodniczącego tej Rady Pana prof. dra hab. inż. Tomasza Stareckiego.

W świetle treści dostarczonych dokumentów, w piśmie tym zakradł się oczywisty błąd, tzn. przywołując wniosek przewodniczącego dot. listy recenzentów pojawiło się nazwisko innego doktoranta, co zostało wyjaśnione w rozmowie telefonicznej.

Rozprawa ta została napisana w języku angielskim. Na jej wstępie, strona redakcyjna zapowiedziana jako *Introductory essay*, stanowi zwięzły opis przedmiotu rozprawy zawarty na stronach od 15. do 22. włącznie, zawarty w siedmiu punktach merytorycznych poczynając od *Thesis structure* składającej się z przyjętych przez Autora dwóch tez tej rozprawy. Następne punkty to:

2. Technology introduction,
3. Antenna electrification models,
4. Experimental flashovers on the antenna,
5. Experimental verification of electricfication models,
6. Transmitting antenna system deployment,
7. Introductory essay's references,

Poza tym Autor podkreśla, że koszty wykonania tej rozprawy zostały sfinansowane przez Fundację Rozwoju Radiokomunikacji i Technologii Multimedialnych (Foundation for the

Development of Radiocommunication and Multimedia Technologies), co może świadczyć o zaradności promotora i doktoranta.

Zawartość merytoryczna tej rozprawy jest zawarta w zestawie czterech obszernych artykułów naukowych - współautorskich z promotorem, opublikowanych w czasopismach *Sensors* - 22/2022 [1] i 23/2023[4] oraz *Energies* - 15/2022[2] i 16/2023[3].

W artykule [1], pt.: *In-Flight Electromagnetic Compatibility of Airborne Vertical VLS Antennas*, ss. 1 - 28, scharakteryzowano zagadnienie ładunków elektrycznych w środowisku atmosferycznym, przywołując opracowania zagranicznych autorów, m.in. publikację w czasopiśmie *Journal of Electrostatic* 76/2015 (?) i publikację książkową *Electricity of Clouds* PWN 1974, oraz referat współautorstwa doktoranta opublikowany w 2020 r. w materiałach Krajowej Konferencji Radiokomunikacji, Radiofonii i Telewizji.

W artykule [2], pt.: *Model Investigations on Electric Discharges over Balloon-Borne Stratospheric VLS Antennas*, ss. 1 - 20, opisano konstrukcję i właściwości pionowej anteny liniowej o długości 40 metrów, rozwiniętej przy użyciu podnośnika balonowego. Przedmiotem tych badań były rozkłady ładunków elektrycznych w takiej antenie oraz jej właściwości polaryzacyjne.

W artykule [3], pt.: *Electrical Phenomena on Fully Airborne Vertical Electric Antennas in Extreme Weather Conditions*, ss. 1 – 13, przedstawiono zjawiska elektryczne w otoczeniu napowietrznej pionowej anteny linkowej, zachodzące w ekstremalnych warunkach pogodowych, uwzględniając przy tym także wyładowania koronowe. Opis tego zagadnienia jest zawarty na stronach: 2-giej i 3-ciej w/w artykułu, oraz zilustrowany na kolejnych wykresach: od 3-go do 9-tego włącznie. Tzn., w artykule tym podano zależności: (1), (2) i (3), przy użyciu których obliczono rozkłady wyładowań napięciowych dla wybranych rodzajów warstw chmurowych, w określonym czasie i wybranych miejscach na kuli ziemskiej. Ponadto, w artykule tym - w p. 3., zależności od (1) do (5) - omówiono model elektryczny zjawiska koronowego, przy użyciu którego scharakteryzowano to zjawisko na rys. od 11 do 13.

W artykule [4], pt.: *Risk Assessment and Experimental Light-Balloon Deployment of a Stratospheric Vertical VLF Transmitter*, ss. 1 – 30, nawiązano do mechanizmu propagacji fal o bardzo niskich częstotliwościach w falowodzie jaki tworzą od dołu powierzchnia ziemska, zaś od góry zjonizowana warstwa jonosferyczna. Powołano się przy tym na reprezentatywne publikacje zagraniczne omawiające ten problem.

W podsumowaniach tych artykułów podano autorski wkład doktoranta, przy czym należy podkreślić, że jest to wkład dominujący.

Zestaw w/w artykułów tworzy merytorycznie spójną całość i wpisuje się w temat rozprawy doktorskiej mgra inż. Tomasza A. Misia.

Jednakże mam uwagę do fragmentu tekstu zapisanego we Wprowadzeniu – w p. 6, na s. 21, w 7. wierszu od dołu napisano: *...light-balloon mission was designed and flown, transmitting as an inductive device on 14,2 kHz using a vertical antenna of 200 m of length (electrical length: 400 m)* – koniec cytatu. Przy tej częstotliwości długość fali lambda wynosi około 21 metrów, zatem długość elektryczna tej anteny o długości fizycznej 200 m wynosi  $200\text{m}/21\text{m} = 9,5$  lambda. Podane, przytoczone powyżej *electrical length: 400 m* jest błędne, nie tylko dlatego ile wynosi liczbowo, lecz także dlatego, że długość elektryczną podaje się w liczbie lambda.

Odnosząc się natomiast do wymagań sformułowanych w Umowie o wykonanie tej recenzji, moje odpowiedzi na poszczególne punkty tych wymagań, pomijając wymieniony na wstępie tytuł tej dysertacji, są następujące.

1. Jakie zagadnienie naukowe/badawcze jest rozpatrywane w pracy (cel i teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez Autora?

Autor w pracy zajął się badaniami specyficznego systemu transmisyjnego o bardzo niskiej częstotliwości wynoszącej 14,2 kHz, co lokuje ten temat w paśmie VLF (VLF – Very Low Frequency). Celem tego było zbadanie właściwości elektrycznych długich, w pełni napowietrznych anten, pracujących na dużych, tzw. blisko-kosmicznych wysokościach. Wymagało to opracowania odpowiedniego rozwiązania antenowego oraz urządzeń umożliwiających realizację praktyczną takiego przedsięwzięcia.

Powyższe podejście zostało sformalizowane w postaci dwóch przyjętych przez doktoranta tez, które są następujące:

Teza 1: Proponuje się rozwiązanie urządzenia antenowego w postaci pionowej anteny liniowej umożliwiające zwiększanie natężenia pola elektrycznego wokół tej anteny.

Teza 2: Możliwe jest zaprojektowanie i wykonanie w pełni funkcjonalnego systemu transmisyjnego w paśmie VLF o niewielkim ciężarze nie przekraczającym wagi 4 kg.

Powyższe znalazło swój wyraz w opracowaniu odpowiedniej anteny wraz z systemem transmisyjnym i skomponowaniu tego w całości, w postaci przeznaczonej do realizacji praktycznej, nazwanej *misja balonowa* – określenie *misja* cytuję z tekstu rozprawy, patrz artykuł [4] – będący składnikiem recenzowanej części merytorycznej dorobku doktoranta.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł, w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle ?

W tekście *Introductory essay* przywołano 27 reprezentatywnych dla tematu pracy pozycji literaturowych, opublikowanych w krajowych i zagranicznych ośrodkach wydawniczych, w tym cztery pozycje doktoranta, dwie w pełni autorskie i dwie współautorskie z promotorem. Stanowią one narrację naukową, wpisującą się przedmiot tej rozprawy, o czym szerzej napisałem we wprowadzeniu do niniejszej recenzji.

Należy także w tym uwzględnić pozycje literaturowe każdego z czterech artykułów stanowiących tą rozprawę, łącznie w liczbie 147. Nawet jeśli niektóre pozycje się powtarzają, to jest to liczba wystarczająco reprezentatywna dla przedmiotu recenzowanego materiału rozprawy.

Na podkreślenie zasługuje użyty charakter tych treści, specyficzny i wyjątkowy na krajowym i nie tylko, rynku wydawniczym, oraz rozwijającej się w Polsce szeroko rozumianej tematyki – *tylko prawie kosmicznej*, jak to nazwał doktorant, zwłaszcza w zakresie wynoszenia obiektów do wyższych warstw atmosfery.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione ?

Autor rozwiązał postawione zagadnienia, zarówno w obszarze teoretycznym swych badań jak i również w dziedzinie technicznej i technologicznej, tzn. projektowania i budowy urządzeń do badań, co znalazło wyraz we wszystkich artykułach, opisujących przedmiot rozprawy, zwłaszcza w [3] i [4]. Opracował program takich badań wynikający z ich celu i postawionych założeń. Założenia te sprawdziły się w praktyce, co jednoznacznie uzasadnia ich poprawność.

#### 4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora ?

Badania opisane w rozprawie, zwłaszcza ich wyniki mają charakter poznawczy w dziedzinie natury zjawisk elektrycznych w górnej warstwie atmosfery, takich jak wyładowania napięciowe w otoczeniu pionowej anteny linkowej o relatywnie znacznej długości fizycznej – 210 m, czemu przy częstotliwości 14,2 kHz odpowiada długość elektryczna około 10 lambda, uwzględniając przy tym charakter warstw chmurowych i położenie geograficzne. Wyniki przedstawione graficznie na rysunkach od 3 do 9 (*Energie 2023, 16, 52*) mają niewątpliwie oryginalny charakter. Także oryginalna jest konstrukcja sondy badawczej przedstawiona na rysunkach 4 (*Sensors 2022, 22, 5302*) i 6 (*Sensors 2023, 23,1073*). Stanowi to wraz z wynikami badań oryginalny dorobek autora.

#### 5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonywującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników ? (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna)

Autor wykazał w miarę poprawną umiejętność przedstawienia uzyskanych wyników badań, opisanych i scharakteryzowanych w poszczególnych (czterech) artykułach, ukierunkowanych jednakże na tytuł (temat) każdego z nich.

Mając na uwadze przyjęte tezy tej rozprawy nasuwają się następujące uwagi:

- sens treści tezy pierwszej jest trywialny, nie jest to odkrywcze, jest to oczywiste, że można zwiększać wartości pola elektrycznego wokół anteny liniowej zwiększając wartości prądu płynące w takiej antenie;
- natomiast treść tezy drugiej wyraża uwarunkowania techniczno-technologiczne związane z możliwością wykonania zestawu pomiarowego o niedużym ciężarze.

Zatem jaki zachodzi związek merytoryczny pomiędzy uzyskanymi wynikami badań a postawionymi w dysertacji tezami? Jest to pytanie, na które oczekuję odpowiedzi podczas publicznej obrony.

#### 5. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk inżynierjno-technicznych?

Wyniki wykonanych badań oraz ich analiza mają przydatność dla nauk inżynierjno-technicznych, w obszarze poznawczym warunków propagacyjnych w górnej warstwie atmosfery, zwłaszcza dla potrzeb planowania i projektowania łączy radiokomunikacyjnych o

dużych możliwościach zasięgowych. Łączy takie są stosowane w łączności specjalnej przeznaczonej dla potrzeb obronności i bezpieczeństwa, zwłaszcza w warunkach destrukcji ogólnie dostępnych systemów łączności naziemnej i satelitarnej.

Reasumując, w konkluzji stwierdzam, że rozprawa doktorska pt.: *Electrostatic Analysis of Transmitting Systems and Investigation on Fully-Airborne Emissions on Very Low Frequencies*, autorstwa mgra inż. Tomasza A. Misia spełnia wymagania.

