

WPŁYNEŁO

2023 -06- 22

dn.....

Dr hab. inż. Piotr Orleański, prof. CBK PAN
Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk
00-716, Warszawa, ul. Bartycka 18A

17 czerwca 2023

**Recenzja rozprawy doktorskiej dla Rady Naukowej Dyscypliny Automatyka,
Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Warszawskiej**

Tytuł rozprawy: „Electrostatic Analysis of Transmitting Systems and Investigation on Fully-Airborne Emissions on Very Low Frequencies”

Autor rozprawy: mgr inż. Tomasz A. Miś

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

Rozprawa doktorska mgr inż. Tomasza Misia dotyczy tematyki własności elektrycznych długich, napowietrznych anten wykorzystywanych do celów nadawczych w zakresie częstotliwości kilohercowych (3kHz do 30kHz). Anteny unoszone są w sposób swobodny przy pomocy aerostatów na stratosferyczne wysokości.

Autor stawia w swojej rozprawie dwie tezy:

- pierwsza teza dotyczy możliwości zbudowania poprawnego, analitycznego modelu elektryzacji anteny pracującej w bardzo złożonym środowisku w wysokich warstwach atmosfery Ziemi,
- druga teza dotyczy wykazania w sposób eksperymentalny, że możliwym jest zbudowanie i użytkowanie lekkiego systemu balonowego służącego do efektywnej emisji sygnałów VLF.

Cel i tezy rozprawy, a także cały ciąg myślowy obejmujący: strukturę pracy, założenia teoretyczne i technologiczne, modele analityczne, metody eksperymentalnej weryfikacji postawionych tez, na wnioskach konkludujących prawidłowość tychże tez kończąc, zostały jasno sformułowane przez Autora we wstępie będącym przewodnikiem po czterech, wybranych przez Autora, publikacjach:

1. “In-Flight Electromagnetic Compatibility of Airborne Vertical VLF Antennas”,
2. “Model investigations on electric discharges over balloon-borne stratospheric VLF antennas”,
3. “Electrical phenomena on fully-airborne vertical electric antennas in extreme weather conditions”,
4. ”Risk assessment and experimental light-balloon deployment of a stratospheric vertical VLF transmitter”.

Publikacje wskazane przez Autora stanowią spójny ciąg jasno odpowiadający celom postawionym w rozprawie doktorskiej. Publikacje są dziełem kilku autorów z osobą mgr inż. Tomasza Misia wymienioną jako główny autor i osoba odpowiedzialną za najważniejsze elementy każdej z nich (koncepcja, metodologia, walidacja, analizy, badania, autorstwo pierwszej wersji artykułu). Stąd, w dalszej części recenzji odnosząc się do autorów publikacji będę używał określenia Autor mając na myśli za każdym razem wszystkich współautorów, ale jednocześnie uznając istotną rolę mgr inż. Tomasza Misia w powstaniu publikacji.

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

Autor we wstępie oraz w przytoczonych czterech artykułach, w sumie cytuje 114 pozycji obejmujących różnorodne zagadnienia, istotne z punktu widzenia realizacji celu postawionego w rozprawie.

Wstęp do rozprawy odnosi się do 27 źródeł, wśród nich znajdują się zarówno kluczowe prace o historycznym znaczeniu (nadal aktualne publikacje z początku XX wieku jak na przykład praca A. Slaby „The Radiotelegraphy” z 1901 roku) jak i bardzo istotne prace współczesne. Przytoczone źródła dotyczą zagadnień teoretycznych, stanu wiedzy technicznej, a także możliwości praktycznego wykorzystania systemów transmisji sygnałów VLF z pokładu balonu stratosferycznego.

Źródła wymienione jako referencje dla każdej z czterech prac Autora odnoszą się również do bardzo specyficznych dla każdej z prac, zagadnień. Szczególnie istotne jest tu zestawienie źródeł dla ostatniej pracy: „Risk assessment and experimental light-balloon deployment of a stratospheric vertical VLF transmitter”. Zestawienie obejmuje w tym przypadku 64 pozycje, w tym istotny z punktu widzenia formalnego użytkownika zaproponowanej przez Autora techniki standard „SERA—Standardised European Rules of the Air. Commission Implementing Regulation No. 923/2012”.

Na uwagę zasługuje fakt zaistnienia w tym, 114 pozycyjnym zestawieniu, 22 pozycji w których mgr inż. Tomasz Miś jest pierwszym autorem oraz dwóch pozycji, w których jest współautorem.

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

Autor, w sposób kompleksowy, rozpatruje różne zagadnienia związane z zagadnieniami ujętymi w formie dwóch, wyżej wymienionych, tez.

I tak rozprawa obejmuje opracowanie analitycznych modeli elektryzacji anteny weryfikowane później w realnym eksperymencie balonowym. Z dwóch zaproponowanych w pierwszym artykule modeli określanych przez autorów jako „statyczny” i „dynamiczny” wybrany zostaje ten drugi, potwierdzeniem wyboru są rezultaty uzyskane eksperymentalnie. Zaproponowany eksperyment był ciekawy i trudny do realizacji, bo przeprowadzony został w warunkach przechodzącego frontu burzowego. Poprzez wybór i walidację modelu „dynamicznego” Autor potwierdza poprawność pierwszej, zaproponowanej przez siebie tezy rozprawy doktorskiej.

W tym samym artykule, na stronie 26 Autor, rozważając niektóre aspekty związane z wyładowaniami w chmurach, wspomina o zjawisku TLE (Transient Luminous Event). To bardzo ciekawe zjawisko, nadal stanowiące obiekt wielu prac teoretycznych i eksperymentalnych, nawet tych prowadzonych bezpośrednio w przestrzeni kosmicznej, z pokładu ISS (International Space Station) lub satelitów na LEO (Low Earth Orbit). Szkoda, że Autor, chociaż w niewielkim stopniu, nie rozwinął tego tematu. Ta uwaga nie jest uwagą krytyczną – to tylko komentarz związany z ciekawością Recenzenta, aktywnie uczestniczącego w badaniach kosmicznych.

Kolejnym zagadnieniem podjętym w rozprawie są badania laboratoryjne związane z minimalizacją ryzyka wystąpienia wyładowania elektrycznego pomiędzy strukturą anteny i otaczającą atmosferą. Badania te prowadzą w wyniku do przedstawienia realnej, technologicznie realizowalnej i ciekawej metody minimalizacji ryzyka poprzez zastosowanie talku do pokrycia powłoki balonu i anteny. Laboratoryjna weryfikacja potwierdza skuteczność zaproponowanej metody.

Istotnym elementem ciągu myślowego rozprawy jest analiza, na podstawie dostępnych źródeł, procesu elektryzacji oraz wyładowań elektrycznych w różnych warunkach atmosferycznych (w tym burze), dla różnych typów chmur i różnych geometrii anteny. Te elementy zostały przez Autora przeanalizowane w trzeciej pracy, rezultatem jest zestaw praktycznych informacji pomocnych przy projektowaniu przyszłych misji balonowych.

Ostatnia praca skupia się na zagadnieniach związanych ściśle z drugą tezą rozprawy – Autor przedstawia elementy istotne z punktu widzenia realizacji eksperymentu balonowego. Duża część artykułu poświęcona jest analizie ryzyka związanego z misją, publikacja zawiera dyskusję 47 różnych problemów

dotyczących ryzyka w dziedzinie mechaniki, termiki, elektroniki i organizacji samej misji. Kolejnym elementem pracy jest wykorzystanie analizy ryzyka do poprawnego zaprojektowania i przeprowadzenia udanego eksperymentu. Bardzo ciekawym elementem eksperymentu jest włączenie dużego, międzynarodowego środowiska obserwatorów zaangażowanych w próby odbioru sygnału i uzyskanie dzięki temu wyników pozwalających na analizę propagacji sygnału VLF na dużych odległościach.

W tym miejscu chciałbym zwrócić uwagę na problem, który związany jest z czwartym artykułem i z rozdziałem dotyczącym analizy ryzyka. O ile same elementy ryzyka oraz przypisane im działania łagodzące można ocenić jako wyjątkowo trafne i dobrze dobrane, o tyle towarzysząca tym elementom punktacja w kategoriach „prawdopodobieństwo” i „istotność” (probability i severity) jest niezrozumiała:

- po pierwsze w większości przypadków Autor przypisuje poszczególnym elementom ryzyka oceny (wartości punktowe) bez ich merytorycznego uzasadnienia. Oceny te sprawiają wrażenie bardzo subiektywnych, w niektórych przypadkach wręcz niezrozumiałych,

- po drugie w kilku przypadkach oceny przypisane kategoriom „prawdopodobieństwo” i „istotność” sprawiają wrażenie jak gdyby Autor zamienił miejscami te kategorie. Dla przykładu: w tabeli 5 ryzyko O3 określone jako „Air traffic hazard due to antenna length” ma przypisane prawdopodobieństwo 5 (bardzo prawdopodobne zdarzenie) i istotność dla misji balonowej na poziomie 2 (usterka nie wpływająca na istotne elementy eksperymentu). W moim rozumieniu eksperymentu katastrofa lotnicza związana z kolizją samolotu z długą anteną będzie miała na pewno bardzo poważne skutki dla eksperymentu (a także, prawdopodobnie i niestety dla samolotu) a więc „istotność” powinna być oceniona na 5, natomiast nadal prawdopodobieństwo tej kolizji będzie niewielkie (choć konieczne do uwzględnienia) i mogłoby być ocenione na 2.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Oryginalność rozprawy opiera się na kompleksowym podejściu do zagadnienia związanego z możliwością efektywnej emisji użytecznego sygnału VLF z pokładu balonu stratosferycznego. Większość źródeł opisuje jedynie wybrane elementy tego zagadnienia, raz prezentując podejście teoretyczne, innym razem eksperymentalne, jeszcze innym aplikacyjne. Mgr inż. Tomasz Miś powiązał te wszystkie elementy w spójną całość, prezentując przy tym wiele rezultatów przydatnych w przyszłym rozwijaniu tej tematyki.

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

Obszerny, anglojęzyczny wstęp, poza standardowymi elementami jak streszczenie, spis treści, bibliografia oraz spisy rysunków i tabel dla czterech publikacji zawiera również klarowne wprowadzenie do rozprawy doktorskiej. Cel i tezy rozprawy są jednoznacznie określone a sam tekst wstępu jasny, zwięzły i poprawny.

Głównymi elementami rozprawy są wyselekcjonowane przez Autora cztery publikacje. Dwie z nich zostały opublikowane w „Sensors”, dwie pozostałe w „Energies”. Oba tytuły należą do kategorii wysoko punktowanych, międzynarodowych recenzowanych czasopism, publikacja w każdym z nich związana jest z koniecznością zachowania wysokich standardów redakcyjnych, w tym zwięzłości i klarowności przedstawianych zagadnień oraz poprawności językowej i przejrzystości edycyjnej. Wszystkie cztery publikacje mgr inż. Tomasza Misia w pełni te standardy spełniają.

6. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk inżynierjno-technicznych?

Rezultaty pracy mgr inż. Tomasza Misia można oceniać przez pryzmat dwóch kategorii: poznawczej i aplikacyjnej.

W dziedzinie związanej z pracami badawczymi rezultaty modelowania analitycznego oraz opracowanie i weryfikacja niektórych elementów technologicznych związanych z balonowym, stratosferycznym

systemem nadawczym VLF stanowią ciekawe i nowatorskie elementy pracy naukowej. Powinny być one traktowane jako bardzo przydatne dla rozwoju nauk inżynierijno-technicznych.

W dziedzinie aplikacji - trudno wyobrazić sobie powszechne wykorzystanie rezultatów pracy mgr inż. Tomasza Misia. Niewątpliwie są one niezwykle pomocne dla realizacji specyficznych transmisji sygnałów VLF, ale to jest głównie zastosowanie militarne związane ze strategiczną komunikacją z łodziami podwodnymi. Niemniej brak innych, możliwych do wykorzystania zastosowań w żaden sposób nie powinien deprecjonować wartości rozprawy doktorskiej.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

Reasumując, praca doktorska mgr inż. Tomasza Misia stoi na bardzo wysokim poziomie naukowo-technicznym. Dwie uwagi wymienione w punkcie 3 nie wpływają na finalną ocenę rozprawy.

Autor wykazał znakomite przygotowanie i znajomość przedmiotu rozprawy oraz duży talent analityczny i eksperymentatorski. Uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Tomasza A. Misia bardzo dobrze spełnia wymagania stawiane rozprawom i wnioskuję o dopuszczenie doktoranta do obrony publicznej.

Rozprawę doktorską oceniam jako **spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem.**

Warszawa, 18 czerwca 2023

