

“Electromagnetic ULF/ELF Fields on Earth and in Space” Conference, Warsaw, Poland, 2019

PREFACE

Tegoroczne spotkanie jest nową konferencją z cyklu „Pola ULF/ELF na Ziemi i w Przestrzeni Kosmicznej”, które odbywały się w bieszczadzkim Dwerniczku pod nazwą „Spotkania Bieszczadzkie”. „Spotkania”, organizowane od lat z inicjatywy krakowskiej Pracowni Pól ELF, odbyły się 15-krotnie w Dwerniczku i Zatwarnicy w Bieszczadach (1996–2013), raz wyjątkowo w Skawicy w Beskidzie Żywieckim (1997). „Spotkania” odbyły się ponadto w Niepołomicach (2013), Solcu-Zdroju (2014), Jaroszewcu (2015) i ponownie w Solcu-Zdroju (2015). W tym roku, po kilku latach przerwy, mamy przyjemność uczestniczyć w XXI „Spotkaniu”, tym razem odbywającym się w Instytucie Geofizyki PAN w Warszawie.

Wspólnym tematem konferencji są zagadnienia związane z fizyką i geofizyką układów naturalnych generujących pola o częstotliwościach leżących w zakresie ULF (Ultra Low Frequency – 0.003 to 3 Hz) oraz zakresie ELF (Extremely Low Frequency – 3 do 3000 Hz). W zakresie poniżej 3 Hz stosowano typowy podział geofizyczny zjawisk oscylacyjnych leżących w zakresach Pc1-Pc6. Obecnie po wprowadzeniu przez Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny (International Telecommunication Union – ITU) nowego podziału pasm, nastąpił chaos, ponieważ dawny zakres ELF został podzielony na 3 zakresy, w tym jednym z nich jest nowy zakres ULF. Stosowany obecnie podział przewiduje zakresy: ELF (Extremely Low Frequency – 3 do 30 Hz), SLF (Super Low Frequency – 30 do 300 Hz) oraz ULF (Ultra Low Frequency – 300 do 3000 Hz).

Szczególne rola Bieszczad jako miejsca spotkań „ELF” ma swoje głębokie przyczyny. Bieszczady „wybrało” w 1991 r. poszukiwanie w Polsce właściwego miejsca do prowadzenia obserwacji naturalnych pól ekstremalnie niskiej częstotliwości. Wybór Bieszczad z perspektywy wielu lat okazał się wyjątkowo trafny. Dziś, po szeregu ekspedycji obserwacyjnych do Kanady, Ameryki Północnej i Ameryki Południowej oraz poszukiwaniach optymalnych miejsc do posadowienia stacji ELF w Europie, wiemy, że jest to miejsce unikalne pod względem niezwykle niskiego poziomu elektromagnetycznych zakłóceń cywilizacyjnych.

Na „Spotkaniach” poruszano liczne tematy związane z fizyką jonosfery, modelowaniem falowodu grunt-jonosfera, modelowaniem generacji fal w falowodzie przez wyładowania atmosferyczne, modelowaniem wnętrza sferycznej, poszukiwaniem analitycznych i numerycznych rozwiązań równań pola we wnętrzu uwzględniających promieniowanie źródeł, modelowaniem rezonansu Schumanna we wnętrzu Ziemia-jonosfera, modelowaniem rezonansu fal Alfvéna w jonosferze, badaniem sprzężeń jonosfera-magnetosfera, modelowaniem globalnego obwodu elektrycznego, modelowaniem magnetosferycznego masera cyklotronowego oraz modelowaniem zorzowego kilometrowego promieniowania Ziemi.

Szereg referatów poświęcono konstruowanej aparaturze obserwacyjnej i poszukiwaniu nowych metod analizy obserwowanych sygnałów. Zajmowano się metodami analizy rezonansu Schumanna, metodą dekompozycji widm mocy, zastosowaniem metody dekompozycji do badania parametrów węgki, badaniem wpływu pogody kosmicznej na stan węgki, badaniu globalnej aktywności burzowej i mapowaniu rozmieszczenia centrów burzowych. Omawiano zastosowania cyfrowej techniki nadawania Digital Radio Mondiale stosowanej w zakresie fal krótkich (HF – High Frequency) jako nowej możliwości globalnego monitoringu jonosfery. W miarę upływu lat w coraz większym stopniu dominowała tematyka związana z badaniami impulsów pola ELF obserwowanych we wnące. Analizowano formy falowe impulsów generowanych przez wyładowania atmosferyczne różnych typów, nowe rozwiązania odwrotne służące do wyznaczania momentów prądowych i dipolowych źródeł, zagadnienia propagacji dalekozasięgowej, uwzględniającej wpływ terminatora i realistyczne modele przewodnictwa jonosfery. Demonstrowano zastosowania nowo opracowanej metody odwrotnego kanału do badania przebiegów momentów prądowych źródeł rozciągniętych w czasie: wielkiego dzeta europejskiego z 2009 roku oraz sprajtów. Analizowano koincydencję impulsów pola ELF rejestrowanych na stacji Hylaty z ziemskimi atmosferycznymi błyskami gamma (Terrestrial Gamma-ray Flash – TGF) obserwowanymi przez orbitalne obserwatorium Comptona (Compton Gamma Ray Observatory). Analizowano zagadnienia oceny dokładności wyznaczania pozycji i parametrów źródeł przy pomocy budowanego globalnego systemu radiolokacyjnego WERA.

Na „Spotkaniach” pojawiały się również tematy związane z oddziaływaniem pól elektromagnetycznych ELF i fal infradźwiękowych na organizmy żywe. Analizowano modele oddziaływania pól na mózg ludzki, na pracę węzła zatokowo-przedsionkowego serca oraz dyskutowano wyniki badań laboratoryjnych prowadzonych w tym zakresie.

W „Spotkaniach Bieszczadzkich” począwszy od 1996 r. uczestniczyli przedstawiciele Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Uniwersytetu Jagiellońskiego, Akademii Rolniczej w Krakowie, Politechniki Rzeszowskiej, Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika Polskiej Akademii Nauk (PAN) w Warszawie i w Toruniu, Centrum Badań Kosmicznych PAN, Instytutu Geofizyki PAN, Interdyscyplinarnego Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego, Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wyższej Szkoły Humanistyczno-Ekonomicznej we Włocławku i innych instytucji, a także sporadycznie zapraszani goście z zagranicy. Ogółem w ramach dotychczasowych konferencji wygłoszono ok. 250 wykładów, których wysłuchało w sumie ok. 300 uczestników. Szczególnie liczne grono przedstawicieli różnych środowisk geofizycznych w Polsce zgromadziło uroczyste otwarcie automatycznej stacji obserwacyjnej ELF Hylaty w czasie XI „Spotkań Bieszczadzkich” w 2006 r.

Wszyscy pamiętamy w jak niezwykle spontanicznej atmosferze przebiegały „Spotkania Bieszczadzkie” w Dwerniczku. Przyczyniało się do tego piękno miejsca, gościnność gospodarzy z Rusinowej Polany oraz świadomość uczestniczenia w prowadzeniu nowych, niezwykle ciekawych badań. Referaty dotyczyły najczęściej zagadnień zupełnie nowych, wyników uzyskanych w ciągu minionego roku. Chwilami mieliśmy poczucie odkrywania nowego świata i wrażenie stąpania po ścieżkach, po których jeszcze nikt nie chodził. Niezapomniane pozostań wieczory dyskusyjne „przy kawie i herbacie”, w scenerii rozgwieżdżonego nieba i atmosferze rodzącej się poezji o badaniach fal ELF.

Ten w części improwizowany charakter dawnych „Spotkań” miał też oczywiście słabe strony. Powstawały braki w dokumentacji, nie zachowały się programy szeregu spotkań, a materiały z wykładów, o ile były dostępne, ukazywały się tylko w formie elektronicznej. Pewnym pocieszeniem jest fakt, że na „Spotkaniach” omawiano tematy, które potem doprowadziły do powstania kilkudziesięciu publikacji w renomowanych czasopismach geofizycznych, obecnie dostępnych.

Nasza „Konferencja Warszawska” to „Spotkania Bieszczadzkie” wchodzące w wiek dojrzały. Z wyprzedzeniem udało się ustalić wystąpienia uczestników i wydrukować abstrakty wystąpień. Centralna lokalizacja konferencji sprzyja szerszemu uczestnictwu. Mamy nadzieję, że będzie kontynuacją świetnej historii i zapoczątkuje nowy periodyczny cykl spotkań, który przyczyni się do dalszego rozwoju tej ciągle młodej dziedziny badań.

This year's meeting is a new conference in the series "ULF/ELF Fields on Earth and in Space", which used to take place in the Bieszczady mountains in Poland under the name "Bieszczady Meetings". The "Meetings" organised for years on the initiative of the Krakow ELF Group took place 15 times in Dwerniczek and Zatwarnica in Bieszczady (1996-2012), once in Skawica in Beskid Żywiecki (1997), in Niepołomice (2011), Solec-Zdrój (2014), Jaroszewiec (2015) and again in Solec-Zdrój (2015). This year, after a few years break, we have the pleasure to participate in the XXI "Meeting", this time taking place at the Institute of Geophysics PAS in Warsaw.

A common topic of the conference are issues related to physics and geophysics of natural systems generating fields of frequencies in the ULF (Ultra Low Frequency – 0.003 to 3 Hz) range and ELF (Extremely Low Frequency – 3 to 3000 Hz) range. In the range below 3 Hz, a typical geophysical division of the pulsation phenomena in the Pc1-Pc6 ranges was used. Currently, after the International Telecommunication Union (ITU) introduced a new division of frequency bands, there was chaos, because the former ELF range was divided into three ranges, and one of them is called a ULF range. The division currently used includes the following bands: ELF (Extremely Low Frequency – 3 to 30 Hz), SLF (Super Low Frequency – 30 to 300 Hz) and ULF (Ultra Low Frequency 300 to 3000 Hz).

From 1996 the participants of the "Bieszczady Meetings" included representatives of the AGH University of Science and Technology in Krakow, Jagiellonian University, Rzeszow University of Technology, Agriculture University in Krakow, Nicolaus Copernicus Astronomical Centre of Polish Academy of Sciences (PAS) in Warsaw, Nicolaus Copernicus Astronomical Centre PAS in Torun, Space Research Centre PAS, Institute of Geophysics PAS, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin, Interdisciplinary Centre for Mathematical and Computational Modelling of Warsaw University, School of Humanities and Economics in Włocławek, and others, as well as occasionally invited guests from abroad. In total, about 250 lectures were delivered at previous conferences and about 300 researchers participated. In particular, a large group of representatives of the geophysical and space research groups in Poland gathered at the grand opening of the ELF Hylaty automatic observation station during the 11th "Bieszczady Meeting" in 2006.

The "Meetings" dealt with numerous topics related to ionospheric physics, modelling of the ground-ionosphere waveguide, modelling of waveforms generated in the waveguide by lightning discharges, modelling of the spherical cavity, search for analytical and numerical solutions of the field equations in the cavity taking into account the source radiation, Schumann resonance modelling in the Earth-ionosphere cavity, modelling of the ionospheric Alfvén resonance, study of the ionosphere-magnetosphere coupling, modelling of the global electrical circuit (GEC), modelling of the magnetospheric cyclotron maser and modelling of the AKR – Auroral Kilometric Radiation of the Earth.

A number of presentations regarded the construction of observation apparatus and the search for new methods of analysing the observed signals. Methods of Schumann resonance analysis, the method of decomposition of power spectra, application of the decomposition method to study the cavity parameters, studies of the influence of space weather on the cavity's condition, global lightning activity and mapping of the distribution of thunderstorm centres

were considered. The application of the digital technique of broadcasting “Digital Radio Mondiale” using the short waves (HF – High Frequency) as a new possibility of global monitoring of the ionosphere was discussed. As the years went by, topics related to ELF field impulses observed in the cavity were more and more dominant. Waveforms of signals generated by atmospheric lightning discharges of various types were analysed, and new inverse solutions were used to determine the current and dipole moments of the sources, and issues of long-range propagation have been studied taking into account the effect of the terminator and realistic models of ionospheric conductivity. The applications of the newly developed reverse channel method for the study of current moment of sources extended in time were demonstrated for the European gigantic jet of 2009 and for sprites. The coincidence of the ELF field pulses recorded at the Hylaty station with terrestrial gamma-ray flashes (TGF) observed by Compton Gamma Ray Observatory was analysed. The issues of assessing the accuracy of determining the positions and parameters of sources using the constructed global WERA ELF receiver system were the latest topics.

The “Meetings” also included research topics related to the influence of ELF electromagnetic fields and infrasound waves on living organisms. The models of field effects on the human brain, on the operation of the sinus-atrial node of the heart were analysed and the results of laboratory tests conducted in this field were discussed.

Our “Warsaw Conference” is a “Bieszczady Meeting” entering into a mature age. It was possible to determine the participants’ presentation titles in advance and to publish the abstracts. The central location of the conference in Warsaw encourages wider participation. We hope that it will be a continuation of a great story and will start a new series of ELF meetings that will contribute to the further development of this constantly young field of research.

Andrzej Kułak
Krakowska Grupa ELF

Z inicjatywy Oddziału Fizyki Wnętrza Ziemi i Przestrzeni Okołoziemskiej Polskiego Towarzystwa Geofizycznego z dużą przyjemnością gościmy kolejną konferencję „Pola Elektromagnetyczne ULF/ELF na Ziemi i w Przestrzeni Kosmicznej” w nowej lokalizacji w Instytucie Geofizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

Wyrażam głęboką wdzięczność Dyrekcji Instytutu Geofizyki PAN, która zgodziła się, by Instytut podjął trud organizacji konferencji oraz publikacji wydawnictwa konferencyjnego. Dziękuję wszystkim Pracownikom Instytutu biorącym udział w tym przedsięwzięciu. Dziękuję Koleżankom i Kolegom z Oddziału Fizyki Wnętrza Ziemi i Przestrzeni Okołoziemskiej Polskiego Towarzystwa Geofizycznego, którzy wsparli tę konferencję poprzez czynny udział oraz pomoc naukową i organizacyjną.

Doniesienia konferencyjne podzieliliśmy tematycznie na cztery kategorie:

- Rezonans Schumanna i jego zastosowania
- Systemy pomiarowe, metody matematyczne i numeryczne oraz modelowanie
- Teledetekcja w pasmie ELF, LF i HF
- Układy burzowe, wyładowania atmosferyczne i promieniowanie w pasmie ULF/ELF/LF

Wszystkie opublikowane prace były poddane weryfikacji naukowej, językowej i edytorskiej. Dziękuję członkom Komitetu Naukowego oraz pozostałym osobom zaangażowanym w proces oceny przesłanych doniesień. Dziękuję Redakcji *Publications* za przygotowanie ich do publikacji w ostatecznej formie.

Wyrażam nadzieję, że ta publikacja będzie ciekawym i inspirującym źródłem tematów badań geofizycznych na temat pól i fal elektromagnetycznych w pasmie ULF/ELF oraz LF i HF, szczególnie tych prowadzonych w kraju.

Szczegółowe informacje o konferencji można znaleźć na stronie <http://bit.ly/ELFkonf2019>.

With great pleasure, at the initiative of the Department of the Earth's Interior and Near-Space Physics at Polish Geophysical Society, we host the next conference "Electromagnetic Fields ULF/ELF on Earth and in Space" in the new location at the Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences in Warsaw.

I express my deep gratitude to the Directors of the Institute of Geophysics PAS who agreed that the Institute undertook the task of organising the conference and publication of conference abstracts. I thank all the Institute's Employees taking part in this undertaking. I would also like to thank all Colleagues from the Department of the Earth's Interior and Near-Space Physics of Polish Geophysical Society who supported this conference through active participation and scientific and organisational help.

We divided the conference abstracts into four categories:

- The Schumann Resonance and its applications*
- Observational systems, mathematical and numerical methods, modelling*
- ELF, LF and HF remote sensing*
- Thunderstorms, lightning discharges and ULF/ELF/LF radiation*

All the works were subjected to scientific, linguistic and editorial verification. I would like to thank the members of the Scientific Committee and other people involved in the evaluation process of the submitted abstracts. I would like to thank the Editorial Office for the preparation of abstracts for publication in their final form.

I hope that this publication will be an interesting and inspiring source of topics on geophysical research in the field of electromagnetic waves and fields in the ULF/ELF and LF and HF range, especially those conducted in Poland.

Detailed information about the conference can be found at <http://bit.ly/ELFkonf2019>.

Anna Odzimek
Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk
Polskie Towarzystwo Geofizyczne
Oddział Fizyki Wnętrza Ziemi i Przestrzeni Okołoziemskiej

All abstracts were accepted for publication on 12 June 2019.