



## ABSTRAKTY / ABSTRACTS

- Juliusz MIECZNIK  
New trends of magnetotelluric method development 2
- Martin KATONA, Viktoria SZALAIOVÁ, Jozef VOZÁR, Miroslav BIELIK  
Geological overview of the Western Carpathians and the tectonic phenomena  
interpreted by geophysics 4
- Tomasz CZERWIŃSKI, Michał STEFANIUK  
Badania magnetotelluryczne w Karpatach - zarys historii,  
stan aktualny i perspektywy 5
- Zenon BORYS  
„Stare” Zapadlisko - nowe metody 6
- Irena KOSOBUDZKA  
Badania magnetyczne na terytorium Polski 7
- Mirosław MUSIATEWICZ, Grzegorz PACANOWSKI  
Środowiskowe badania geofizyczne z wykorzystaniem  
tomografii elektrooporowej i georadaru - wybrane przykłady prac PBG 8

## NEW TRENDS OF MAGNETOTELLURIC METHOD DEVELOPMENT

### JULIUSZ MIECZNIK

Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych, ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa e-mail: m.miecznik@pbg.com.pl  
Akademia Górniczo-Hutnicza, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

#### Abstrakt

Metoda magnetotelluryczna, podobnie jak inne metody geofizyczne, jest w stanie ciągłego rozwoju. Rozwój ten motywowany jest m.in. systematycznie wzrastającymi wymaganiami stawianymi geofizyce odnośnie dokładności rekonstrukcji zarówno geometrii badanego ośrodka geologicznego jak również jego parametrów fizycznych. Postęp w metodzie magnetotellurycznej jest wszechstronny, tzn. dotyczy on metodyki prac terenowych, processingu danych pomiarowych oraz metodyki ich interpretacji i wizualizacji. Jednym z najważniejszych zadań stawianych przed metodą magnetotelluryczną jest rozszerzenie zakresu jej stosowalności. Opracowano metodykę pomiarową wykorzystującą kontrolowane źródła dipolowe tzw. metodę CSAMT (*Control Source Audio Magnetotellurics*). Rejestrujemy tutaj wysokie częstotliwości, rzędu kilkudziesięciu kHz, znacznie przekraczające zakres częstotliwości wykorzystywanych w klasycznej metodzie magnetotellurycznej. Pozwala to określać parametry przypowierzchniowych niejednorodności co znalazło szerokie zastosowanie m.in. w monitoringu zanieczyszczeń środowiska geologicznego, zwłaszcza hydrogeologicznego. Dla rejestracji zmian w czasie fizycznych parametrów ośrodka firma Phoenix zaproponowała system magnetotelluryczny MT-4D.

Postęp w zakresie aparaturowym umożliwia wykorzystanie metody magnetotellurycznej w geofizyce morskiej. Nowe techniki interpretacyjne to przede wszystkim wykorzystanie idei sieci neuronowych w interpretacji danych pomiarowych (*Artificial Neural Network – ANN*). Powodzenie stosowania tej techniki w modelowaniach 2D i 3D, jak na razie w badaniach naukowych, pozwala przypuszczać, że metoda ANN znajdzie wkrótce szerokie zastosowanie w pracach przemysłowych. W zakresie wizualizacji danych pomiarowych należy wspomnieć o dwóch technikach. Jedną z nich wykorzystuje zjawisko odbicia i przechodzenia impulsów elektromagnetycznych przez poszczególne granice geoelektryczne do konstrukcji pseudo-impulsowej odpowiedzi ośrodka na wzór sekcji czasowych w badaniach sejsmicznych. Następną techniką interpretacyjną sprawdza się, poprzez wprowadzenie fikcyjnego parametru  $(t)^{1/2}$ , gdzie  $t$  - czas propagacji energii elektromagnetycznej, do przekształcenia równania dyfuzji opisującego pole magnetotelluryczne w równanie falowe, którym opisana jest propagacja fali sejsmicznej. Zadania w tym zakresie są prowadzone na razie na modelach syntetycznych. Na uwagę zasługuje również metoda transformacji amplitudowych i fazowych krzywych sondowań magnetotellurycznych obliczonych dla polaryzacji elektrycznej i magnetycznej w tzw. krzywą prędkości pozornej ruchu energii elektromagnetycznej. Interpretacja ilościowa krzywej prędkości pozornej pozwala określić granice poszczególnych kompleksów geoelektrycznych. Ta metoda interpretacji została wielokrotnie skonfrontowana, z wynikiem pozytywnym, z danymi elektrometrii otworowej.

#### Słowa kluczowe

magnetotelluryka, processing, interpretacja, CSAMT, wizualizacja, prędkość pozorna pola EM

#### Abstract

Like other geophysical tools, the magnetotelluric method has been continually developing. The progress is impelled by the continued need for high-accuracy geophysical imaging of the geometry and physical parameters of a geological medium. The development of the magnetotelluric method includes field measurement techniques, data processing and interpretation and data visualization.

Increasing a range of its applications is of great importance to the MT method. The so-called Controlled Source Audio Magnetotellurics (CSAMT) is a technique which employs high frequency range, of the order of a few dozen kHz, i.e. much greater than in a classical MT investigations. Such a technique allows parameters of near-surface inhomogeneities to be determined. The method can be applied to monitor pollution of geological and especially hydrogeological environment. Phoenix Ltd. manufactured the 4D magnetotelluric system to record time changes of physical parameters of the rock medium. The state-of-art measurement equipment enables the magnetotelluric method to be applied in marine geophysical investigations.

New interpretation techniques use neural networks in field data interpretation. The Artificial Neural Network technique (ANN) was successfully applied in 2D and 3D modeling for scientific research, and the results encourage to suppose that the method will soon be employed in commercial projects. Let me mention two methods of field data visualization. One method employs the fact that EM impulses reflect from and pass through geoelectric boundaries to create pseudo-impulse response of a medium, like in a time section in seismics. By using a fictitious parameter  $(t)^{1/2}$ , where  $t$  is time of EM energy propagation, the other method transforms the diffusion equation of the magnetotelluric field into the wave equation describing seismic wave propagation. The method has been used so far for synthetic models. Worth mentioning is the method of transformation of amplitude and phase MT sounding data for magnetic polarization and electric polarization into so-called apparent velocity curve of EM energy. The quantitative interpretation of the apparent velocity curve gives unambiguous boundaries of geoelectric complexes. The results of the apparent velocity method have been several times proven by electric well-logging data.

**Key words**

magnetotellurics, processing, interpretation, CSAMT, visualisation, apparent velocity of EM field

## GEOLOGICAL OVERVIEW OF THE WESTERN CARPATHIANS AND THE TECTONIC PHENOMENA INTERPRETED BY GEOPHYSICS

MARTIN KATONA <sup>1</sup>, VIKTORIA SZALAIOVÁ <sup>2</sup>, JOZEF VOZÁR <sup>3</sup> & MIROSLAV BIELIK <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Comenius University, Faculty of Natural Sciences, Department of Applied and Environmental Geophysics, Bratislava, Mlynská Dolina, Slovakia, e-mail: katona@fns.uniba.sk; bielik@fns.uniba.sk

<sup>2</sup> GEOCOMPLEX, a. s., Geologická 21, 822 07 Bratislava 214, Slovakia, e-mail: gravity@geocomplex.sk

<sup>3</sup> Slovak Academy of Sciences, Geological Institute, Dúbravská 9, 840 05 Bratislava, e-mail: geoljovo@savba.sk

### Abstract

Western Carpathians on the territory of Slovakia are the most important Alpine orogeny belt in geological structure of the Central Europe. The geophysical and geophysical study of its structure, tectonics and geodynamic evolution have been acquired by Slovak and Polish geologists and geophysicists during more than 50 years. The paper brings geological and geophysical overview of these knowledge in the Western Carpathians. The main tectonic units, structures, tectonic problems are described and interpreted in the paper. The study of some special selected geological and tectonic phenomena is based on geophysical interpretation. This interpretation results from quantitative interpretation of different geophysical fields.

### Key words

Western Carpathians, tectonic structures, geophysical data, geological-geophysical interpretation

### Abstrakt

Karpaty Zachodnie to najważniejszy pas orogeniczny wieku alpejskiego w Europie środkowej. Badania geofizyczne i geologiczne w zakresie budowy, tektoniki i ewolucji geodynamicznej Karpat prowadzone były przez słowackich i polskich geologów i geofizyków od co najmniej 50 lat. Praca obejmuje przegląd uzyskanej w ten sposób wiedzy o Karpatach Zachodnich z punktu widzenia geologii i geofizyki. W artykule scharakteryzowano i dokonano interpretacji głównych jednostek tektonicznych, struktur i zagadnień tektoniki. Scharakteryzowano, na podstawie wyników interpretacji geofizycznej, wybrane zjawiska geologiczno-tektoniczne. W interpretacji geofizycznej wykorzystano ilościowe analizy różnych pól geofizycznych.

### Słowa kluczowe

Karpaty Zachodnie, struktury tektoniczne, dane geofizyczne, interpretacja geofizyczno-geologiczna

## **BADANIA MAGNETOTELLURYCZNE W KARPATACH - ZARYS HISTORII, STAN AKTUALNY I PERSPEKTYWY**

**TOMASZ CZERWIŃSKI**<sup>1</sup>, **MICHAŁ STEFANIUK**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych, ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa, e-mail: t.czerwinski@pbg.com.pl

<sup>2</sup> Akademia Górniczo-Hutnicza; Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: stefan@geolog.geol.agh.edu.pl

### **Abstrakt**

Badania magnetotelluryczne (MT) w Polsce wykonują od lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku, praktycznie nieprzerwanie, dwie instytucje w Polsce: Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk i Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych (PBG). Wykonane w Polsce badania magnetotelluryczne w Karpatach przyczyniły się do rozpoznania w skali regionalnej budowy geologicznej podłoża orogenu karpackiego, zwłaszcza podłoża mezopaleozoicznego i prekambryjskiego. Od kilku lat dla potrzeb przemysłu naftowego prowadzi się badania metodą magnetotelluryczną w skali półszczegółowej oraz na wybranych strukturach naftowych. W artykule omówiono historycznie stosowanie metody magnetotellurycznej w Polsce, szczególnie pomiarów wykonywanych przez PBG. Więcej uwagi poświęcono współczesnym pomiarom MT z wykorzystaniem wysokoczęstotliwościowych aparatów MT-1 produkcji USA. Omówiono metodykę i technikę badań polowych, metody przetwarzania i interpretacji. W końcowej części artykułu pokazano rezultaty interpretacji badań MT wykonanych w ramach realizacji projektu badań magnetotellurycznych w Karpatach w części wschodniej i zachodniej. Ponadto w rejonach zwiększonego pokrycia pomiarami MT zaprezentowano mapy strukturalne stropu podłoża mezo-paleozoicznego i prekambryjskiego. W podsumowaniu artykułu autorzy postulują kontynuowanie prac pomiarowych w innych obszarach Polski a także interpretacji badań MT, szczególnie w kompleksie z innymi metodami geofizycznymi wykonanymi w ramach innych dużych projektów w Polsce takich jak POLONAISE 97 i CELEBRATION 2000.

### **Słowa kluczowe**

Karpaty, zakłócenia elektromagnetyczne, mapy strukturalne podłoża, kompleksowa interpretacja

### **Abstract**

Magnetotelluric (MT) surveys are realized in Poland by two institutions: Institute of Geophysics of Polish Academy of Science and Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych (PBG - Geophysical Exploration Company). Magnetotelluric measurements performed in Poland contributed to recognition, on a regional scale, of geological structure of Carpathian orogene basement, especially of Mesozoic and Precambrian basement. Magnetotelluric surveys are also applied for hydrocarbon prospecting purposes in semi-detailed scale and on selected hydrocarbon structures. In the paper there are presented history of application of MT method in Poland, especially surveys performed by PBG, and present-day MT investigations with the use of high-frequency MT-1 system. It is also presented methodology and field work techniques, processing and interpretation methods. Authors present the results of MT data interpretation for MT project in E and W part of Carpathians. Moreover there are presented structural maps of the roof of Mezo-Paleozoic and Precambrian basement. As a conclusion authors postulate to continue MT surveys in other areas of Poland as well integrated interpretation of MT data from other geophysical surveys performed within big projects realized recently in Poland as POLONAISE 97 and CELEBRATION 2000.

### **Key words**

Carpathians, electromagnetic noise, basement structural maps, integrated interpretation

**„STARE” ZAPADLIKO - NOWE METODY**

ZENON BORYS, ul. Piotra Skargi 72, 38-200 Jasło, e-mail: z.borys@geonafta.jaslo.pl

**Abstrakt**

W artykule, na przykładzie Zapadliska Przedkarpackiego, przedstawione zostały związki efektywności poszukiwań węglowodorów oraz rozwoju techniki i metodyki badań geologiczno-poszukiwawczych. Różnorodność występowania w tym obszarze skał akumulujących gaz ziemny od wyniesień strukturalnych do zwykle złożonych zmian facji zbiornikowych wymagała systematycznego doskonalenia bazy technicznej oraz wprowadzania nowych metod badawczych. Współczesna faza poszukiwań złóż gazu ziemnego w utworach miocenu jest procesem skomplikowanym, w trakcie którego identyfikowane są struktury o niewielkich powierzchniach i amplitudach.

Analiza obrazu falowego pozwoliła na wyznaczenie charakterystycznych anomalii zapisu sejsmicznego i wyznaczenie ścisłego związku anomalnego zapisu sejsmicznego z korzystnymi własnościami zbiornikowymi, potwierdzonego odkryciem szeregu akumulacji węglowodorów. Trudności w identyfikacji rozprzestrzeniania cykli sedymentacyjnych doprowadziły do doskonalenia badań sejsmicznych łącznie ze stosowaniem fal przemiennych. Mimo znacznego postępu południowa część zapadliska pozbawiona jest nadal wiarygodnych informacji umożliwiających rozpoznawanie głęboko zalegających utworów miocenu i jego podłoża. Informacje sejsmiczne w tym obszarze uzupełniane są nowoczesną formą badań grawimetrycznych i magnetotellurycznych. Kompleksowa interpretacja wyników różnych metod geofizycznych winna umożliwić pełniejsze rozwiązywanie zadań geologicznych.

**Słowa kluczowe**

gaz ziemny, miocen, anomalie zapisu sejsmicznego, grawimetria, magnetotelluryka

**Abstract**

In the paper there are presented relations of hydrocarbon prospecting effectiveness and techniques development as well methods of geological and exploratory investigations. Diversity of appearing, at that area, rocks accumulating natural gas, in relation to structural elevations and usually complicated changes of reservoir facies called for systematical improvement of technical base and implementation of new investigation methods. Present stage of natural gas exploration in Miocene formations is a complicated process, during which there are identified structures of small areas and amplitudes.

Analysis of wave record allowed to determine characteristic of seismic record anomalies and close connection of anomalous seismic record with perspective reservoir properties, confirmed by findings of series of hydrocarbon accumulations. Difficulties in identification of sedimentation cycles extent led to improvement of seismic surveys together with application of alternating waves. Despite of a big progress for the S part of the Foredeep there is no reliable information making possible recognition of deep located Miocene formations and their basement. Seismic information at that area, are supplemented with the newest gravity and magnetotelluric surveys. Integrated interpretation of results of various geophysical methods should allow better solutions of geological problems.

**Key words**

natural gas, Miocene, seismic record anomalies, gravity, magnetotelluric

## **BADANIA MAGNETYCZNE NA TERYTORIUM POLSKI**

**IRENA KOSOBUDZKA**

Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych, ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa, e-mail: i.kosobudzka@pbg.com.pl

### **Abstrakt**

Magnetyka jest najdłużej stosowaną metodą geofizyczną. Wykonane na terytorium Polski badania magnetyczne w znacznym stopniu przyczyniły się do rozpoznania budowy geologicznej. W publikacji przedstawiono zarys historii badań magnetycznych. Wyszczególniono możliwości prospekcyjne badań magnetycznych. Opiszono technikę i metodykę badań, którymi posługiwano się podczas realizowania zdjęć naziemnego, lotniczego i hydromagnetycznego. Podano przykłady innych, niż powszechnie znanych, zastosowań badań magnetycznych m.in. w ochronie środowiska, poszukiwaniu i rozpoznawaniu złóż surowców mineralnych i energetycznych.

### **Słowa kluczowe**

magnetyka, Polska, kartografia geologiczna, poszukiwania geofizyczne, geologia inżynierska

### **Abstract:**

Magnetometry (magnetic method) is the longest used geophysical method. Magnetic surveys conducted on Polish territory contributed significantly to recognition of geological structure. In the paper an outline of history of magnetic investigations is presented. Technical and methodical foundations of the works which have been applied when performing land, airborne and marine surveys have been described. Examples of non conventional (other than widely known) applications of magnetic surveys, e.g., to environmental protection, prospecting and assessment of raw materials and energy resources, are given.

### **Keywords**

magnetics, Poland, geological mapping, geophysical prospecting, engineering geology

## **ŚRODOWISKOWE BADANIA GEOFIZYCZNE Z WYKORZYSTANIEM TOMOGRAFII ELEKTROOPOROWEJ I GEORADARU - PRZYKŁADY PRAC WYKONANYCH PRZEZ PBG**

**MIROŚLAW MUSIATEWICZ, GRZEGORZ PACANOWSKI**

Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych, ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa,  
e-mail: m.musiatewicz@pbg.com.pl; g.pacanowski@pbg.com.pl

### **Abstrakt**

W artykule zaprezentowano i omówiono kilka przykładów wyników badań geofizycznych wykonanych przez PBG dla celów płytkiej prospekcji ośrodka geologicznego. Zaprezentowane przykłady odnoszą się do badań, w których wykorzystane zostały najnowsze technologie: tomografia elektrooporowa (ERT) i badania georadarowe (GPR). Omówiono podstawowe aspekty praktyczne w odniesieniu do potencjalnych możliwości prospekcyjnych tych metod. Wspomniano o badaniach atmo-geochemicznych jako szybkiej, wskaźnikowej metodzie oceny skażenia gruntu. Krótką charakterystykę płytkich badań wykonanych w latach wcześniejszych przedstawiono we wstępie.

### **Słowa kluczowe**

tomografia elektrooporowa, ERT, georadar, GPR

### **Abstract**

In the article some of the examples and results of the geophysical research performed by PBG for the purpose of subsurface studies were presented and discussed. The presented examples were limited to the research, in which the newest technologies were used: Electrical Resistivity Tomography and Ground Penetrating Radar. The main practical aspects were discussed in a reference to the potential search possibilities of these methods. The atmo-geochemical research was mentioned as a quick factor method of ground pollution estimation. The brief characteristic of the shallow research performed by PBG in earlier years was presented in the introduction.

### **Key words**

electrical resistivity tomography, ERT, ground penetrating radar, GPR