

## Nowoczesne pomiary geofizyczne w otworach badawczych

Jadwiga Jarzyna\*

International Continental Scientific Drilling Program (ICDP) jest szansą na wprowadzenie nowych technologii pomiarów geofizycznych w otworach oraz na pozyskanie nowych informacji o właściwościach fizycznych ośrodka skalnego oraz o jego strukturze. Na I Krajowej Konferencji, poświęconej wyżej wymienionemu programowi, problemy pomiarów geofizycznych w otworach były poruszone w aspekcie wykorzystania aparatury i oprogramowania dostępnego w Polsce, a także przeprowadzenia pierwszych w kraju pomiarów z wykorzystaniem najnowszych urządzeń pomiarowych, którymi dysponują światowi liderzy w tym zakresie — firma Halliburton Energy Services i Schlumberger. Obie te firmy są w gronie jednostek wspomagających program i można oczekiwać, że zechcą zaangażować sprzęt i specjalistów do wykonania pilotujących pomiarów.

Firma HES jest od prawie dziesięciu lat obecna w Polsce dzięki zakupowi aparatur pomiarowych DDL–D do geofizycznych profilowań w otworach niezarurowanych i

cementomierzy akustycznych w otworach zarurowanych, a także DDL–D CH/PL do badania otworów zarurowanych i eksploatacyjnych oraz uzupełnianiu zestawów nowymi urządzeniami, np. HRI (HES) — (Gądek & Krawiec, 1999, 2000). Obie polskie spółki geofizyczne — Geofizyka Kraków i Geofizyka Toruń — są merytorycznie i sprzętowo przygotowane do wykonania profilowań geofizycznych w otworach do głębokości ok. 6 km. System pomiarowy Excell 2000 sterujący pomiarem i akwizycją danych zapewnia spełnienie międzynarodowych formatów w zakresie zapisu, archiwizacji i udostępniania danych. Wyniki profilowań geofizycznych są przetwarzane i interpretowane zgodnie ze standardami światowymi.

Geofizyka Kraków Sp. z o.o. jest także przygotowana do prowadzenia pomiarów własnymi urządzeniami — np. sondą neutronową PKNN–3, kalibrowaną na stanowisku w Bazie Geofizyki Wiertniczej Geofizyki Kraków w Zielonej Górze, realizującą profilowanie neutron–neutron nadtermiczny i termiczny (Zorski i in., 2000). Spółka ta jest także przygotowana do prowadzenia kompleksowej interpretacji z wykorzystaniem wysoce zaawansowanych specjalistycznych procedur (Gądek i in., 2001). Zespół specjalistów z Zakładu Geofizyki Wydziału Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH i Geofizyki Kraków Sp. z o.o. opraco-

\*Wydział Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

wał i jest w trakcie wdrażania zintegrowanego systemu komputerowego — GEOwin w systemie operacyjnym Windows do przetwarzania i interpretacji profilowań geofizyki wiertniczej w aspekcie wyznaczenia składu mineralnego i oceny parametrów zbiornikowych i sprężystych skał (Jarzyna i in., 2001).

Włączenie do pomiarów i interpretacji profilowań geofizyki wiertniczej w głębokich otworach jednostek polskich i wiodących światowych firm geofizycznych daje unikatową szansę na uzyskanie porównania wyników uzyskanych przez różnych realizatorów.

Warto także wspomnieć, że firma HES posiada obecnie w swojej ofercie profilowanie MRIL korporacji NUMAR i może dostarczyć najbardziej wiarygodnych informacji o porowatości dynamicznej—Free Fluid Index oraz przepuszczalności skał ([www.halliburton.com](http://www.halliburton.com)). Wyniki otworowe, uzyskane *in situ* mogą być zweryfikowane poprzez badania na próbkach skał wykonane z wykorzystaniem MRJ, możliwe do przeprowadzenia w Polsce dzięki najnowszemu urządzeniu laboratoryjnym z tego zakresu dostępnym w Instytucie Górnictwa Naftowego i Gazownictwa w Krakowie (Ciechanowska & Zalewska, 2001). Najnowsze urządzenia do pobierania próbek skał w otworze, np. Rotary Sidewall Coring Tool (HES) zapewniają kontrolowany pobór rdzenia z pełnym zabezpieczeniem mediów porowych i wiarygodną orientacją.

Z oferty Schlumbergera ([www.schlumberger.com](http://www.schlumberger.com)) warto wybrać urządzenia do elektrycznego obrazowania ściany otworu: FMI—Fullbore Formation MicroImager — sondę pracującą w otworach wypełnionych płuczkami przewodzącymi oraz OBMI — Oil—Base MicroImager — przyrząd pomiarowy dostarczający podobnych danych z otworów wypełnionych nie przewodzącą prądu elektrycznego płuczką na osnowie ropnej, a także UBI—Ultrasonic Borehole Imager — pomiar dający unikatową informację o właściwościach sprężystych ściany otworu, o naturalnych szczelinach i wymyściach w skale widocznych na ścianie otworu, a także rysach i zadrapaniach będących efektem pracy urządzeń wiertniczych.

Nowym, nie stosowanym w Polsce pomiarem proponowanym przez Schlumbergera, jest także RAB—Resistivity-at-the Bit Tool, jedno z profilowań wykonywanych w trakcie wiercenia i dostarczających pełnej informacji o ośrodku skalnym, pochodzącej ze wszystkich stron. Infor-

macja ta może być wykorzystana do szybkiej oceny formacji skalnej przed rozpoczęciem pełnej interpretacji ilościowej.

Wspomniane powyżej metody geofizyki otworowej, tylko nieliczne z bogatej oferty pomiarowej, sprawdzone i stosowane na świecie mogą być testowane także w warunkach polskich, a planowane głębokie otwory, w których można będzie przeprowadzić komplet badań w celu rozpoznania właściwości fizycznych skał będą nie tylko poligonem badawczym samym w sobie, ale także dostawcą danych parametrycznych dla badań powierzchniowych, przede wszystkim sejsmicznych i elektromagnetycznych.

## Literatura

- CIECHANOWSKA M. & ZALEWSKA J. 2001 — Zastosowanie jądrowego rezonansu magnetycznego NMR do określania nasycenia skał wodą nieredukowalną. Mat. Konf. Nauk.-Tech. nt. Uwarunkowanie opłacalności poszukiwań gazu ziemnego w zapadlisku przedkarpacim w świetle nowych technik poszukiwawczych. Jasło, Krosno, Sanok, 27–28.09.2001: 69–82.
- GADEK W. & KRAWIEC K. 2000 — Aparatura pomiarowa geofizyki wiertniczej DDL—D z systemem pomiarowym EXCELL 2000 i zestawem sond wglębnych produkcji firmy Halliburton Energy Services. Opracowanie wewnętrzne Geofizyki Kraków Sp. z o.o.
- GADEK W. & KRAWIEC K. 1999 — Aparatura pomiarowa geofizyki wiertniczej DDL—D CH/PL z systemem pomiarowym EXCELL 2000 do badania otworów zarurowanych i eksploatacyjnych produkcji firmy Halliburton Energy Services. Oprac. wewn. Geofizyki Kraków Sp. z o.o.
- GADEK W., TWARÓG W. & ZORSKI T. 2001 — Geofizyczna ocena miocenijskich skał zbiornikowych — stan obecny i najbliższe zamierzenia. Mat. Konf. Nauk.-Techn., nt. Uwarunkowanie opłacalności poszukiwań gazu ziemnego w zapadlisku przedkarpacim w świetle nowych technik poszukiwawczych. Jasło, Krosno, Sanok, 27–28.09.2001: 57–63.
- JARZYNA J., TWARÓG W., GADEK W., BAŁA M., CICHY A., KARCZEWSKI J., MARZENCKI K., NOWAK J., STADTMULLER M. & ZORSKI T. 2001 — Optymalizacja przetwarzania i interpretacji profilowań geofizyki wiertniczej — Opracowanie algorytmów i programów komputerowych do przetwarzania i interpretacji profilowań geofizyki wiertniczej. Sprawozdanie z projektu celowego KBN, Nr 9T12B01998C/4202, ZG WGGiOŚ AGH.
- ZORSKI T., MASSALSKI T. & DRABINA A. 2000 — Przykłady zastosowania otworowych profilowań neutronowych z rejestracją neutronów termicznych i nadtermicznych do wyznaczania stref o podwyższonym przekroju czynnym absorpcji neutronów. Mat. Konf. Nauk.-Techn. GEOPETROL 2000 nt. Problemy naukowo-badawcze i rozwojowe poszukiwań i eksploatacji złóż gazu ziemnego i ropy naftowej: 271–276  
[www.halliburton.com](http://www.halliburton.com)  
[www.schlumberger.com](http://www.schlumberger.com)