

# Nowe metody wykonywania badań hydrogeologicznych w otworach badawczych

■ dr inż. Jan A. Kostrz, inż. Józef Mitka, mgr inż. Czesław Sypek, Śląskie Towarzystwo Wiertnicze DALBIS Sp. z o.o.

W ofercie Śląskiego Towarzystwa Wiertniczego DALBIS Sp. z o.o. znajduje się m.in. wykonawstwo otworów hydrogeologicznych, niezbędnych do opracowania dokumentacji geologicznej, w tym dokumentacji geologicznej złoża kopaliny, oraz dokumentacji hydrogeologicznej.



Dokumentacja geologiczna złoża kopaliny służy określeniu granic złoża, jego zasobów oraz warunków geologicznych. Powinna określać m.in. hydrogeologiczne i inne, geologiczno-górniczne warunki występowania złoża. Sporządza się ją w celu ustalenia zasobów wód podziemnych, określenia warunków hydrogeologicznych w związku z projektowaniem odwodnień do wydobywania kopaliny ze złóż, wtłaczaniem wód do górotworu, projektowaniem odwodnień budowlanych otworami wiertniczymi, projektowaniem inwestycji mogących zanieczyścić wody podziemne, magazynowaniem i składowaniem na powierzchni lub w górotworze substancji i odpadów, ustanawianiem obszarów ochronnych zbiorników wód podziemnych, zakończeniem lub zmianą poziomu odwadniania likwidowanych zakładów górniczych.

Dokumentacja hydrogeologiczna powinna natomiast określać budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne badanego obszaru, warunki występowania wód podziemnych, w tym charakterystykę warstw wodonośnych określonego poziomu, jakość wody podziemnej, a w przypadku wody leczniczej także trwałość jej składu chemicznego i cechy fizyczne, przedsięwzięcia niezbędne dla ochrony środowiska i dla ochrony obiektów na powierzchni.

Dokumentacja powinna również określać, stosownie do potrzeb, zasoby i depresję w oznaczonych poziomach wodonośnych oraz – w oznaczonym czasie – techniczne możliwości wydobywania wody, techniczne możliwości zatłaczania wód do górotworu; wpływ, jaki na stosunki wodne wywiera bezzbiornikowe magazynowanie substancji w górotworze lub składowanie odpadów, granice projektowanych stref ochronnych ujęć wód podziemnych oraz obszarów ochronnych zbiorników wód podziemnych, ocenę hydrogeologiczną i prognozę skutków po zakończeniu odwodnienia zakładów górniczych, a także rodzaj, charakter i stopień zanieczyszczeń gruntów i wód podziemnych.

Informacje zawarte w dokumentacji geologicznej i hydrogeologicznej są podstawą do podejmowania dalszych decyzji, związanych np. z eksploatacją złoża i koniecznością poniesienia znacznych nakładów inwestycyjnych. Muszą więc być obarczone jak najmniejszym błędem. Opierają się przede wszystkim na wynikach badań prowadzonych w trakcie wykonywania otworów badawczych. Badania te, prowadzone w warunkach terenowych, muszą być wykonywane ze szczególną starannością i w taki sposób, aby w maksymalnym stopniu ograniczyć skalę błędów.

Przedstawione uwarunkowania dotyczą szczególnie badania warstw wodonośnych pod kątem określenia współczynnika filtracji utworów wodonośnych, depresji i jej promienia, wydajności warstwy wodonośnej, jakości i chemizmu wody złożowej.

Śląskie Towarzystwo Wiertnicze DALBIS Sp. z o.o. w celu maksymalnego ograniczenia błędów pomiarów w warstwach wodonośnych wprowadziło nowe metody badań, które zastosowano po raz pierwszy w trakcie wiercenia dwóch otworów

hydrogeologicznych A i B dla zbadania warunków zalegania pokładów węgla.

### Konstrukcja otworów i zakres badań hydrogeologicznych

Konstrukcja otworów oraz sposób ich wykonania przedstawiał się następująco.

#### Otwór A

- projektowana głębokość otworu 773,0 m
- sposób wiercenia – obrotowo na płuczkę, do głębokości ok. 527,0 m bezrdzeniowo, poniżej, do końcowej głębokości, z pełnym rdzeniowaniem zestawem wrzutowym. Wiercenie prowadzono możliwie z najmniejszą odchyłką od pionu z uwagi na sąsiedztwo zrobów wyeksploatowanych pokładów
- konstrukcja otworu
  - głębokość 0,0–18,0 m – rury  $\varnothing$  406 mm, zacementowane do wierzchu
  - głębokość 0,0–75,0 m – rury  $\varnothing$  273 mm, zacementowane do wierzchu
  - głębokość 0,0–508,0 m – rury  $\varnothing$  193 mm, zacementowane do wierzchu
  - poniżej głębokości 508,0 m – otwór nierurowany
- na odcinku 508,0–773,0 m stwierdzono występowanie czterech poziomów wodonośnych w interwałach na głębokości: 508,0–557,0 m, 618,4–640,4 m, 646,8–677,0 m, 683,9–768,7 m
- otwór na badanym odcinku wiercono koronką diamentową PDC  $\varnothing$  123,0 mm i poszerzano do  $\varnothing$  152 mm.

#### Otwór B

- projektowana głębokość otworu 780,0 m
- sposób wiercenia – obrotowo na płuczkę, do głębokości ok. 508 m bezrdzeniowo, poniżej, do końcowej głębokości, z pełnym rdzeniowaniem zestawem wrzutowym. Wiercenie prowadzono możliwie z najmniejszą odchyłką od pionu z uwagi na sąsiedztwo zrobów wyeksploatowanych pokładów
- konstrukcja otworu
  - głębokość 0,0–8,0 m – rury  $\varnothing$  406 mm, zacementowane do wierzchu
  - głębokość 0,0–25,0 m – rury  $\varnothing$  273 mm, zacementowane do wierzchu
  - głębokość 0,0–527,0 m – rury  $\varnothing$  193 mm, zacementowane do wierzchu
  - poniżej głębokości 527,0 m – otwór nierurowany
- na odcinku 527,0–780,0 m stwierdzono występowanie czterech poziomów wodonośnych w interwałach na głębokości 527,0–602,0 m, 604,0–657,5 m, 659,0–681,3 m, 685,0–748,4 m
- otwór na przedmiotowym odcinku wiercono koronką diamentową PDC  $\varnothing$  123,0 mm i poszerzano do  $\varnothing$  152 mm.

### Zakres badań (identyczny dla otworów A i B)

Zakres badań obejmował badania geofizyczne, gazowe, fizykochemiczne węgla, laboratoryjne piaskowców, hydrogeologiczne.

Badania hydrogeologiczne każdej ze stwierdzonych warstw wodonośnych – jako główne zamierzenie projektowanych prac geologicznych – przeprowadzono metodą próbnym pompowań. Celem badań było określenie współczynnika filtracji otworów wodonośnych, depresji i jej promienia, wydajności warstwy wodonośnej, jakości i chemizmu wody złożowej. Po zakończeniu pompowania na trzecim stopniu depresji przeprowadzono pomiary podnoszenia się zwierciadła wody w otworze aż do jego stabilizacji.

Z każdej badanej warstwy wodonośnej pobrano trzy próby wody do analiz fizykochemicznych, które obejmowały wartość pH, twardość przemijającą (węglanową), twardość ogólną, za-

sadowość ogólną, zawartość agresywnego  $\text{CO}_2$ , zawartość jonu  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{K} + \text{Na}$ ,  $\text{NH}_4$ . Oznaczono zawartość azotynów, azotanów, żelaza, manganu, krzemionki, stężenie izotopów radu oraz występowanie jonów baru.

### Metodyka badań hydrogeologicznych

Badania hydrogeologiczne były prowadzone w każdym z otworów w czterech poziomach wodonośnych. Dotychczasowa praktyka prowadzenia badań polegała na zamykaniu każdego z przewierconych i zbadanych poziomów wodonośnych kolumną rur, z cementacją przestrzeni pozarurowej, i wierceniu otworu do następnego spodziewanego poziomu wodonośnego. Przeprowadzenie projektowanych badań hydrogeologicznych tą metodą wymagałoby zabudowanie w każdym z otworów dodatkowo trzech kolumn rur, izolujących trzy wyższe poziomy wodonośne. Tym samym konstrukcja każdego z otworów wymagałaby zabudowy sześciu kolumn rur.

Wykonanie otworów badawczych i przeprowadzenie w nich badań hydrogeologicznych zgodnie z dotychczas stosowanymi rozwiązaniami charakteryzuje się zasadniczymi wadami. Zabudowa w otworze sześciu kolumn rur znacznie zwiększa nakłady na jego wykonanie z uwagi na konieczność zwiększenia średnic wiercenia otworu pod poszczególne kolumny rur. Koszt kolumny rur oraz cementowanie przestrzeni pozarurowej, zabudowa kolumny rur izolującej zbadaną już warstwę wodonośną i cementowanie przestrzeni pozarurowej nie daje pewności, że nastąpiła jej całkowita izolacja i nie wystąpi jej wpływ na badania warstwy wodonośnej niżej leżącej, brak też ciągłego monitorowania poziomu lustra wody, szczególnie w trakcie badań stabilizacji statycznego zwierciadła wody poszczególnych poziomów wodonośnych.

Dla minimalizowania negatywnego wpływu przedstawionych rozwiązań na jakość prowadzonych badań hydrogeologicznych Śląskie Towarzystwo Wiertnicze DALBIS Sp. z o.o. wprowadziło przy wykonywaniu przedstawionych otworów A i B nowe metody technologiczne.

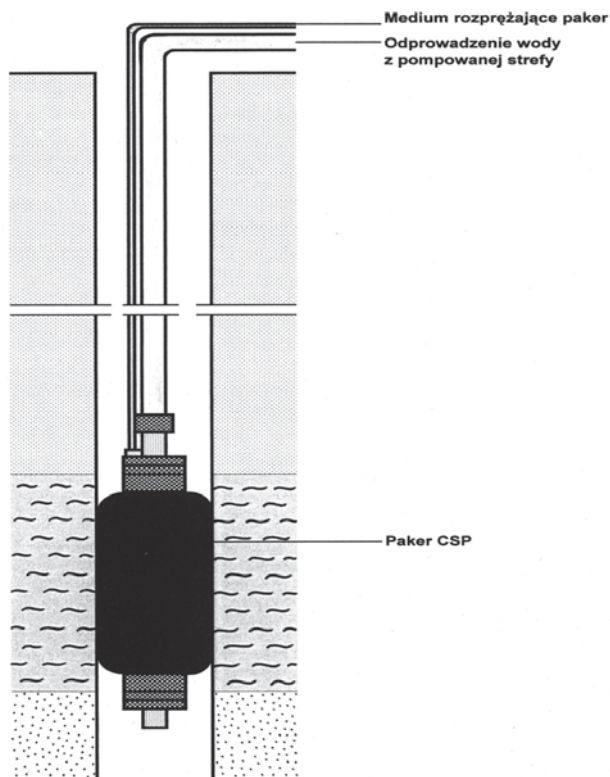
### Izolowanie horyzontów wodonośnych

Izolowanie poszczególnych horyzontów wodonośnych przeprowadzono przy wykorzystaniu pakera zabudowywanego w otworze bezpośrednio nad stropem badanej warstwy wodonośnej. Ideę jego stosowania przedstawia schemat zamieszczony na następnej stronie.

Dla badania warstw wodonośnych w otworach A i B wykorzystano paker typu CSP 102/190 o następujących parametrach: minimalna średnica otworu  $\varnothing$  112 mm, maksymalna średnica otworu  $\varnothing$  190 mm, maksymalne ciśnienie robocze  $p = 110$  bar, długość gumy pakera minimum 1000 mm, medium rozprężające paker – azot, połączenia gwintowe pakera API 2 7/8" Reg. Box/Pin, żerdź pakera sztywne, możliwość przenoszenia obciążeń do 300 kN, otwór wewnętrzny w żerdzi minimum 45 mm.

Badania przeprowadzono w każdym z otworów dla czterech warstw wodonośnych poziomu karbońskiego. Następnie po stwierdzeniu (w trakcie wiercenia rdzeniowego) osiągnięcia spągu badanej warstwy wodonośnej, wiercenie rdzeniowe przerywano, a otwór na całym odcinku warstwy poszerzano świdrem  $\varnothing$  152 mm. Na przewodzie wiertniczym  $\varnothing$  139 mm opuszczano paker typu CSP 102/190 (paker każdorazowo zabudowywano bezpośrednio nad stropem badanej warstwy wodonośnej i rozpierano przy użyciu azotu), który w sposób hermetyczny rozdzielał strefę oprobowywaną od warstw nadległych.

### Schemat izolacji stref badanych w otworach hydrogeologicznych



Przestrzeń pierścieniowa otworu (pomiędzy ścianami otworu a przewodem) była wypełniona płuczką. Stała wysokość słupa płuczki w przestrzeni pierścieniowej po rozpoczęciu pompowania pomiarowego i wytworzeniu depresji w przestrzeni wewnętrznej przewodu połączonej z badaną strefą, świadczyła o prawidłowym odizolowaniu (rozdzieleniu) strefy badanej od warstw nadległych.

Po zakończeniu projektowanych badań pakier był wybudowany i wyciągany z otworu, kontynuowano wiercenie rdzeniowe następnego odcinka otworu aż do stwierdzenia spągu następnej warstwy wodonośnej, dla zbadania której wykonywano identyczne, opisane powyżej prace.

Udostępniane poziomy wodonośne nie były filtrowane, pompowanie prowadzono przy użyciu pompy głębinowej BELARDI typu 4S54 o następujących podstawowych parametrach: typ – wirnikowa pompa osiowa, rodzaj napędu – podwodny silnik elektryczny SUMOTO, moc silnika 4,0 kW, wysokość podnoszenia 348 m, wydajność maksymalna 5,4 m<sup>3</sup>/h.

#### Monitorowanie poziomu lustra wody

Poziom lustra wody był monitorowany w sposób ciągły przy użyciu sondy ciśnieniowej typu SG-25 SMART firmy APLISENS SA.

Hydrostatyczna sonda głębokości przeznaczona jest do pomiaru poziomu cieczy (m.in. w odwiertach) i pracuje na zasadzie przetwarzania proporcjonalnych do ciśnienia (hydrostatycznego ciśnienia słupa wody) zmian rezystancji mostka piezorezystancyjnego na standardowy sygnał prądowy. Sygnał elektryczny wychodzący z mostka piezorezystancyjnego jest proporcjonalny do wejściowego ciśnienia i w układzie elektronicznym, po korekcji błędów temperaturowego jest przetwarzany na sygnał wyjściowy. Sonda ma kształt cylindryczny – średnicę  $\varnothing$  25 mm i długość wraz z uchwytem 152 mm. Sygnał



wyjściowy jest wyprowadzany specjalnym kablem z kapilarą służącą do podłączenia ujemnej strony membrany pomiarowej z atmosferą.

Sonda typu SG-25 charakteryzuje się następującymi parametrami: zakres pomiarowy 1–500 m H<sub>2</sub>O (wykonanie normalne), błąd podstawowy 0,2%, błąd temperaturowy 0,2% przy 10 °C, możliwość zmiany nastaw parametrów (jednostki ciśnienia, w jakich konfigurowany jest zakres, końca i początku zakresu nastawienia, stałej czasowej), możliwość kalibracji i zerowania w odniesieniu do ciśnienia wzorcowego (wzorcowego poziomu lustra wody), możliwość odczytu aktualnie mierzonej wartości ciśnienia hydrostatycznego (poziomu lustra wody).

Sonda została zainstalowana w otworze, zawieszona na linie stalowej i zanurzona w wodzie. Specjalny kabel z kapilarą łączył sondę z urządzeniem odczytowym. Procedury konfiguracji i kalibracji przetwornika sondy dokonywano za pomocą komunikatora KAP-3 firmy APLISENS lub programowalnego miernika czteroprogowego typu PMS-970 T (PMS-970 P) tej samej firmy.

#### Podsumowanie

Śląskie Towarzystwo Wiertnicze DALBIS Sp. z o.o. wprowadziło z powodzeniem nowe metody wykonywania badań hydrogeologicznych w otworach badawczych.

Izolowanie poszczególnych horyzontów wodonośnych, przeprowadzone przy wykorzystaniu pakera zabudowywanego sukcesywnie w otworze bezpośrednio nad stropem badanej warstwy wodonośnej, umożliwiło wyeliminowanie konieczności zabudowy trzech dodatkowych kolumn rur w każdym z otworów. Wprowadzenie tego rozwiązania, oprócz wymiernych korzyści finansowych, wpłynęło na zwiększenie wiarygodności wykonywanych pomiarów w strefach wodonośnych.

Zabudowa kolumny rur izolującej zbadaną już warstwę wodonośną i cementowanie przestrzeni pozarurowej nie daje pewności, że nastąpiła jej całkowita izolacja i nie wystąpi jej wpływ na badania warstwy wodonośnej leżącej niżej. Zmniejszenie liczby kolumn rur w otworze w zasadniczy jednak sposób ogranicza niebezpieczeństwo popełnienia błędów w pomiarach. Wprowadzenie ciągłego monitorowania poziomu lustra wody poprawiło dokładność badań, szczególnie w trakcie pomiarów stabilizacji statycznego zwierciadła wody poszczególnych poziomów wodonośnych.



**Śląskie Towarzystwo Wiertnicze Spółka z o.o.**  
41-922 Radzionków, ul. Strzelców Bytomskich 100  
tel./fax.: (032) 289-67-39; (032) 289-82-15  
www.dalbis.com.pl, e-mail: info@dalbis.com.pl



### **Usługi wiertnicze**

- Wiercenia pionowe oraz poziome – z powierzchni oraz wyrobisk górniczych,
- Budowa studni,
- Wiercenia hydrogeologiczne – poszukiwawcze i rozpoznawcze wraz z obsługą geologiczną,
- Wiercenia otworów inżynierskich dla odwadniania, wentylacji, podsadzania pustek, itp.,
- Wiercenia otworów wielkośrednicowych (do średnicy 2,0 m).

### **Usługi geotechniczne**

- Palowanie (do średnicy 0,5 m),
- Iniekcje cementowe i środkami chemicznymi,
- Kotwienie,
- Zabezpieczanie skarp, zboczy oraz nasypów,
- Wypełnianie pustek poeksploatacyjnych,
- Odwodnienia.

**Oferujemy kompleksowe wykonawstwo robót w/g projektów zleconych lub własnych z zastosowaniem nowoczesnych technologii robót wiertniczych i z wykorzystaniem własnego sprzętu.**





**COMACCHIO**  
DRILLING HI-TECH

już w Polsce...



**NIEZAWODNE  
NOWOCZESNE  
EKONOMICZNE**  
urządzenia wiertnicze  
Comacchio

Przedstawiciel:



**ARCHON sp. z o.o.**  
32-540 Trzebinia, ul. Kościuszki 130,  
tel/fax: 032 719 91 34, 032 719 92 34, 032 719 92 35  
www.archonspzoo.pl, e-mail: archon4@poczta.onet.pl