

**WYMAGANIA DLA ANALIZ PRÓBEK SKAŁ Z OTWORU WIERTNICZEGO ORZESZE-1
CELEM OKREŚLENIA WŁASNOŚCI PETROFIZYCZNYCH, GEOCHEMICZNYCH
I MINERALOGICZNO-PETROGRAFICZNYCH**

Wytyczne dotyczące jakości

1. Badania laboratoryjne wykonywane będą w laboratoriach posiadających akredytację zgodnie z normą PN-EN ISO/ICE 17025.
2. Wykonawca musi posiadać odpowiedni sprzęt oraz przeszkoloną i wykwalifikowaną kadrę do wykonywania badań i analiz laboratoryjnych, zleczanych przez PIG-PIB.

Wytyczne dotyczące zlecenia

3. O zakresie badań przekazanych do realizacji Zamawiający powiadomi Wykonawcę telefonicznie, z równoczesnym potwierdzeniem w formie Zlecenia przesłanego w formie pisemnej lub elektronicznej.
4. Wykonawca ma obowiązek dotrzymania terminów wykonania poszczególnych badań (analiz) zgodnie z opisem przedmiotu zamówienia (**Załączniki nr 1 i 1a do Umowy**).
5. Po wykonaniu wszystkich badań, w terminie nieprzekraczającym 100 dni od daty pobrania ostatniej partii prób do badań, Wykonawca jest zobowiązany do wykonania dokumentacji końcowej zawierającej zestawienie wyników badań analitycznych z wszystkich pobranych prób.
6. Ilość prób wytypowanych do poszczególnych analiz zapisana w opisie przedmiotu zamówienia (**Załącznik nr 1a do Umowy**) jest ilością prognozowaną i może ulec zmianie w zależności od warunków geologicznych i technicznych wiercenia otworu Orzesze-1.
7. Wykonawca powinien podpisać protokół przyjęcia prób do badań i analiz w trzech jednobrzmiących egzemplarzach, podpisanych przez Przedstawiciela PGNiG, nadzorującego pobór próbek lub przekazującego próby do analiz. Formularz protokołu przyjęcia prób wypełniony przez Przedstawiciela PGNiG stanowi załącznik do faktury VAT.

Wytyczne dotyczące poboru próbek

8. Pobór próbek z rdzeni wiertniczych będzie odbywał się na terenie Centralnego Magazynu Rdzeni PGNiG SA w Chmielniku.
9. Część analiz zostanie wykonana na próbach dostarczonych Wykonawcy przez Zamawiającego. Są to:
 - badania z grupy tematycznej „Badania mineralogiczno-petrograficzne” (pkt 5.2.e.

OPZ),

– wybrane badania z grupy tematycznej „Badania własności zbiornikowych wybranych pokładów węgla”:

- a. porowatość efektywna pod ciśnieniem złożowym;
- b. przepuszczalności pozioma i pionowa pod ciśnieniem złożowym.

– wybrane badania z grupy tematycznej „Badania i analizy parametrów petrofizycznych próbek skał”:

- a) elektryczne parametry skał;
- b) analiza wielkości por metodą poryzometrii rtęciowej;
- c) przepuszczalność względna w układzie woda – gaz;
- d) przepuszczalność względna w układzie woda – ropa;
- e) analiza porowatości metodą adsorpcji azotu;
- f) analiza przepuszczalności metodą Pulse-Decay;
- g) określenie ropy - i wodozwilżalności (test Amott’a).

10. Pobór próbek z rdzeni wiertniczych musi odbywać się zgodnie z obowiązującym prawem geologicznym i górniczym oraz Instrukcją PGNiG dotyczącą poboru i postępowania z próbkami z rdzeni wiertniczych.
11. Opis pobranych próbek skalnych powinien zawierać: nazwę otworu, głębokość wg miary wiertniczej oraz numer rdzenia, interwał rdzeniowany, numer skrzynki i położenie liczone w centymetrach w danej skrzynce licząc od stropu do spągu rdzenia.
12. Na próbce musi znaleźć się kierunek stropu i spągu próbki, zaznaczony w formie strzałki skierowanej ku spągowi (jeżeli jest to możliwe).
13. Wszystkie próbki po wykonaniu badań zostaną zwrócone Zamawiającemu nie później niż w ciągu 5 dni roboczych od podpisania protokołu odbioru wyników badań. Każda próbka powinna być odpowiednio zabezpieczona i opisana zgodnie z wytycznymi zawartymi w punktach 11 i 12.

Wytyczne dotyczące prezentacji wyników

14. Dokumentacja końcowa powinna zawierać wyniki wszystkich analiz próbek wraz z harmonogramem poboru prób i metodyką wykonanych badań oraz podsumowanie wykonanych prac.
15. Wyniki analiz próbek skał winny być przekazane Zamawiającemu drogą mailową, w formie pliku pdf i xls oraz innej przez niego ustalonej, bezpośrednio po ich wykonaniu, zgodnie ze szczegółowym układem danych i formatem uzgodnionym z Zamawiającym w trakcie realizacji prac. Format Dokumentacji Końcowej Badań:
 - tekst – pliki WORD oraz PDF

- zestawienia tabelaryczne – pliki EXCEL oraz PDF

Odbiór wykonanych prac

16. Odbiór badań zrealizowanych przez Wykonawcę następuje na podstawie Protokołu Odbioru Końcowego, który potwierdza rozliczenie Wykonawcy w zakresie realizacji wszystkich badań objętych Umową.
Dokumentację Końcową Badań należy przestać drogą elektroniczną na skrzynkę Przedstawiciela PIG-PIB oraz 5 egzemplarzy wersji papierowej opracowania i 3 szt. wersji elektronicznej (płyty CD lub DVD) kurierem za potwierdzeniem na poniższy adres:
**Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, Oddział Górnośląski
ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec.**
17. Protokół Odbioru Końcowego prac zostanie podpisany przez Zamawiającego po ostatecznym zaakceptowaniu jakości i wyników wykonanych badań.

Rozliczenie prac

18. Rozliczenie prac będzie wykonane na podstawie faktycznie wykonanych badań wg ceny jednostkowej wskazanej w Załączniku nr 2 do Umowy. W celu rozliczenia kosztów, każde badanie powinno posiadać numer porządkowy.
19. Wykonawca sporządzi spis faktycznie wykonanych badań wraz z podaniem ich ilości, kosztów jednostkowych i całkowitych w formie tabeli (xls) oraz załącznika do Protokołu.

**WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE DOTYCZĄCE WYKONANIA ANALIZ PRÓBEK SKAŁ Z OTWORU
WIERTNICZEGO ORZESZE-1 CELEM OKREŚLENIA WŁASNOŚCI PETROFIZYCZNYCH,
GEOCHEMICZNYCH I MINERALOGICZNO-PETROGRAFICZNYCH**

Badania własności zbiornikowych wybranych pokładów węgla

Porowatość całkowita powinna zostać wyznaczona metodą porozymetrii helowej, a **przepuszczalność** metodą przepuszczania gazu przez próbkę. **Badania własności zbiornikowych** powinny zostać wykonane na tych samych próbkach, dla których wyznaczano gęstość objętościową.

Badania i analizy celem określenia parametrów petrofizycznych próbek skał

1. **Badania rozkładu naturalnej promieniotwórczości rdzeni wiertniczych przy wykorzystaniu spektrometru gamma wraz z pomiarem zawartości poszczególnych pierwiastków promieniotwórczych (U, Th, K).** Pomiar powinien być wyskalowany w jednostkach API. Sonda powinna zostać wyskalowana przed pomiarem. Sonda powinna posiadać osłonę chroniącą przed promieniowaniem otoczenia. Pomiar powinien być wykonany z dokładnością $\pm 5\%$ i powtarzalny. Sonda powinna mierzyć koncentrację toru (ppm), uranu (ppm) i potasu (%). Zakres pomiarów zostanie określony przez Zleceniodawcę. Pomiar powinien być wykonany ciągle od spągu do stropu rdzenia. Pomiar powtarzalny powinien zostać wykonany każdorazowo w dolnym odcinku profilowanego rdzenia. Wynik pomiaru powinien zostać zapisany w formacie LAS z gęstym krokiem próbkowania (0,1 m).
2. **Pomiary elektrycznych parametrów skał FRF, wskaźników struktury porowej „m”, FRI i zwilżalności „n”** powinny być wykonywane w symulowanych warunkach nasycania wodą złożową, w warunkach ciśnienia normalnego (ambient conditions).
3. **Analiza wielkości por metodą poryzometrii rtęciowej.**
Zaawansowana metoda badania przestrzeni porowej MICP (zatłaczanie rtęci pod rosnącym ciśnieniem od 0 do 60000 psi). W każdym kroku pomiarowym powinno być mierzone ciśnienie i nasycenie. Wyniki pomiarów powinny obejmować:
 - wyznaczenie zależności dystrybucji wielkości porów od nasycenia (pore size distribution),
 - wyznaczenie zależności ciśnienia kapilarnego od nasycenia,
 - wyznaczenie wartości tzw. pore entry pressure,
 - wyznaczenie gęstości, porowatości, wysokości wzniosu kapilarnego,
 - wyliczenie przepuszczalności wskazanymi metodami.
 - wyznaczenie zawartości wody nieredukowalnej (Swirr) w zależności od zawartości nanoporów.
4. **Badanie czasu nasiąkliwości kapilarnej CST.** Procedura badawcza powinna zawierać: przygotowanie próbki do badań; pomiar bazowego czasu nasiąkliwości kapilarnej dla

wody wodociągowej; pomiar czasu nasiąkliwości dla roztworu KCl; pomiar czasu nasiąkliwości dla wodnych roztworów inhibitorów minerałów ilastych; pomiar czasu kapilarnej nasiąkliwości dla próbki skały złożowej. Raport z interpretacją.

5. **Badanie pęcznienia skał ilastych LST.** Pomiary powinny być wykonane za pomocą „liniowego” miernika pęcznienia (Linear Swelling Test). Przyrząd ten pozwala na określenie przyrostu objętości próbki skały w środowisku danej cieczy spowodowanego pęcznieniem zawartych w niej minerałów. Raport z interpretacją.
6. **Badanie ciśnienia pęcznienia skały ilastej/łupka.** Pomiary powinny być wykonane dla różnych cieczy: wody, 3% roztworu KCl, 7% roztworu KCl, 5% NH₄Cl, 3% CaCl₂, (filtratu płuczkowego - opcjonalnie).
7. **Badanie dezintegracji skał ilastych SST.** Badania wykonywane dla płynów: wody, 3% roztworu KCl, 7% roztworu KCl, 5% roztworu NH₄Cl, roztworu 3% CaCl₂, 5% NaCl oraz oleju napędowego (pomiar referencyjny).
8. **Badania zjawiska embedmentu.** Procedura badawcza powinna zawierać: wycięcie cylindrycznego rdzenia o średnicy umożliwiającej przeprowadzenie badania; wyznaczenie pierwotnej chropowatości powierzchni czołowej badanego cylindrycznego rdzenia; nasyceniu rdzenia płynem szczelinującym w zbiorniku ciśnieniowym w warunkach ciśnienia i temperatury złożowej; umieszczenie rdzenia wraz z materiałem podsadzkowym w komorze pomiarowej prasy hydraulicznej; oddziaływanie zadanego naprężenia ściskającego na rdzeń i materiał podsadzkowy przez zadany okres czasu; wyznaczenie wielkości zjawiska embedmentu. Zleciennodawca określa: rodzaj i koncentrację podsadzki, temperaturę, naprężenia, próbki skalne.

Badania geomechaniczne próbek skał

Badania geoakustyczne. W badaniach tych należy wyznaczyć prędkość fal P i S oraz następujące parametry geomechaniczne: moduł Younga (E), współczynnik Poissona (ν), moduł ścinania (G), moduł sprężystości objętości (K), stała Lamego (λ), ściśliwość skały oraz impedancje akustyczną.

Analiza skał macierzystych innych niż węgiel

1. **Piroliza Rock – Eval.** Wyznaczenie potencjału generacyjnego powinno być określone na podstawie analizy Rock-Eval, która wyznacza parametry S₁, S₂, S₃ oraz T_{max}. Na tej podstawie powinny zostać obliczone wskaźniki takie jak: HI, OI, PI oraz TOC. Analiza powinna zawierać podsumowanie ilości wykonanych badań, ich interpretację i wnioski.
2. **Analiza kerogenu metodą geochemiczną.** Geochemiczna analiza kerogenu powinna obejmować określenie zawartości pierwiastków takich jak C, H, N, O, S, wyznaczenie stosunków atomowych H/C i O/C oraz wyznaczenie stopnia uwęglenia.

3. **Badania biomarkerów** przewiduje się dla frakcji nasyconej i aromatycznej. Frakcja węglowodorów nasyconych powinna zostać w pierwszym etapie przeanalizowana przy pomocy chromatografu gazowego z detektorem FID (GC-FID) umożliwiającym identyfikację i wyodrębnienie n-alkanów i izoprenoidów. Identyfikację poszczególnych n-alkanów powinno się wykonać na podstawie porównania czasów retencji ze składnikami wzorcowymi. W celu identyfikacji specyficznych grup biomarkerów dla frakcji nasyconej (identyfikacja n-alkanów, izoprenoidów, steranów i hopanów) i aromatycznej należy wykonać dodatkowo analizę chromatograficzną sprzężoną ze spektrometrią gazową (GC-MS). W interpretacji wyników analizy chromatograficznej GC-FID frakcji nasyconej oraz GC-MS frakcji nasyconej i aromatycznej należy posłużyć wskaźnikami geochemicznymi pozwalającymi na określenie stopnia dojrzałości materii organicznej oraz środowiska depozycji skały macierzystej. Dla frakcji nasyconej i aromatycznej oraz dla wyekstrahowanego kerogenu należy wykonać analizę składu izotopowego węgla ^{13}C .
4. **Skład izotopowy $\delta^{13}\text{C}$, w kerogenie i bitumenach (EA-IRMS).** Analizę składu izotopowego węgla ^{13}C z wyznaczeniem krzywych Galimowa (EA IRMS). Analizę należy wykonać dla całej ropy oraz czterech frakcji. Dokumentacja końcowa powinna zawierać podsumowanie ilości wykonanych badań, ich interpretację i wnioski.
5. **Określenie wielkości potencjału naftowego na podstawie jednowymiarowych modelowań numerycznych (analiza generacyjna).** Należy wykonać model 1D procesów naftowych umożliwiający odtworzenie w skali czasu geologicznego przebiegu złożonych i wzajemnie ze sobą powiązanych procesów geologicznych, fizycznych i chemicznych zachodzących w zewnętrznej strefie skorupy ziemskiej implikujących powstanie akumulacji złóż węglowodorów. W konstrukcji modelu 1D należy uwzględnić model geologiczno-litologiczny (biorący pod uwagę dynamikę procesów depozycji i erozji osadów oraz wykształcenie litologiczne determinujące przebieg procesów subsydencji dna basenu, kompaktacji osadów i ewolucję własności petrofizycznych, geochemicznych, termicznych), model termiczny (charakteryzujący ewolucję gęstości strumienia cieplnego, globalne zmiany średnich rocznych paleotemperatur oraz paleobatymetrię basenu na przestrzeni czasu geologicznego, determinujących rozkład paleotemperatur w profilu osadowym basenu sedimentacyjnego) oraz model kinetyczny (opisujący przebieg konwersji kerogenu do postaci węglowodorów w funkcji czasu i temperatury poziomu macierzystego).

Badania mineralogiczno-petrograficzne

Badania XRD. Oznaczenie składu mineralogicznego. Powinno być wykonane metodą dyfraktometrycznej analizy rentgenowskiej (XRD) według normy ASTM na próbkach zmielonych do frakcji 5 - 8 μm . Analiza powinna określać ilościowo zawartość poszczególnych węglanów (kalcytu, dolomitu, ankerytu, syderytu) minerałów ilastych (kaolinitu, illitu,

illitu/smektytu, chlorytu, miki), minerałów kwarcu, plagioklazów, skaleni potasowych, anhydrytu, halitu, węgla oraz innych minerałów występujących w składzie mineralnym.