

Odpowiednie rozpoznanie przestrzeni porowej w skałach jest kluczowe z kilku istotnych powodów. Przede wszystkim, dokładna charakterystyka porowatości i przepuszczalności skał jest niezbędna w poszukiwaniach i eksploatacji węglowodorów, gdzie zrozumienie struktury porowatej złoża wpływa na wydajność wydobywania ropy naftowej i gazu ziemnego. Ponadto, w kontekście rozwoju technologii geotermalnych, znajomość układu porów i zdolności przepływu płynów w skałach ma bezpośredni wpływ na efektywność i ekonomiczność pozyskiwania energii geotermalnej. Również w ramach projektów związanych z CCS (Carbon Capture and Storage), dokładna analiza przestrzeni porowej jest niezbędna do oceny potencjału magazynowania dwutlenku węgla w podziemnych formacjach geologicznych, co jest kluczowe dla redukcji emisji gazów cieplarnianych i przeciwdziałania zmianom klimatycznym.

W opisywanym projekcie skupiono się na utworach miocenu zapadliska przedkarpackiego jako szczególnie trudnych, ale jednocześnie perspektywicznych. Kompleksy cienkowarstwowe miocenu charakteryzują się złożoną budową litologiczną i obecnością warstw różnej miąższości, w tym bogatych w minerały ilaste. To właśnie te cechy sprawiają, że badania tych utworów są wyzwaniem, ale także otwierają szerokie możliwości dla różnorodnych zastosowań przemysłowych i ekologicznych.

Zasadniczym problemem w rozpoznawaniu utworów miocenu jest jego cienkowarstwowość, z dużym udziałem warstw mułowcowo-ilastych. Cechują się wysoką powierzchnią właściwą oraz zdolnością do pęcznienia. Te właściwości wpływają na dostępność porów i ich rozkład, co komplikuje pomiary wykonane pojedynczymi metodami. Minerały ilaste mają tendencję do tworzenia bardzo małych porów, które mogą być trudne do wykrycia i analizy przy użyciu standardowych technik. Metody takie jak MICP (Mercury Injection Capillary Pressure) i NMR (Nuclear Magnetic Resonance) mają swoje ograniczenia w kontekście badania materiałów ilastych. MICP, choć skuteczna w analizie małych porów, może nie w pełni penetrować mikropory w ilastych skałach. NMR natomiast, chociaż dostarcza informacji o całkowitej porowatości, może mieć trudności z analizą bardzo małych porów i interakcjami wody z minerałami ilastymi.

Aby przezwyciężyć ograniczenia poszczególnych technik, konieczne jest łączenie różnych metod pomiarowych. Adsorpcja par azotu (BET) pozwala na szczegółową analizę mikroporów i mezoporów, dostarczając precyzyjnych danych o powierzchni właściwej i objętości porów. Technika BET jest szczególnie przydatna w określaniu charakterystyki powierzchniowej minerałów ilastych, które mają tendencję do adsorpcji dużych ilości gazów ze względu na ich wysoką powierzchnię właściwą. Tomografia komputerowa (CT) umożliwia trójwymiarowe obrazowanie wewnętrznej struktury skały, co jest kluczowe dla zrozumienia rozkładu porów na większą skalę. CT pozwala na nieinwazyjne badanie wewnętrznych struktur skały i może dostarczać informacje o rozmieszczeniu porów i spękań, co jest kluczowe w kontekście przepływu płynów w złożu. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM) zapewnia bardzo wysoką rozdzielczość obrazów powierzchni, umożliwiając szczegółowe badanie mikrostruktury i składu chemicznego materiałów ilastych. SEM pozwala na wizualizację i analizę struktury porów w nanoskali, co jest istotne dla zrozumienia interakcji między minerałami ilastymi a płynami w złożu. Połączenie tych metod pozwala na uzyskanie kompleksowego obrazu przestrzeni porowej, łącząc dane z różnych skal.

Ostatecznym krokiem w dokładnej charakterystyce porowatości skał jest zestawienie wyników badań laboratoryjnych z profilowaniami geofizycznymi. Profilowania geofizyczne dostarczają danych wzdłuż otworu wiertniczego, umożliwiając przejście od mikrostruktury do makrostruktury złoża. Integracja danych z profilowań geofizycznych z wynikami badań laboratoryjnych pozwala na tworzenie trójwymiarowych modeli złoża, które uwzględniają zarówno drobne detale struktury porowatej, jak i jej rozkład w skali całego obszaru badanego. Dzięki temu możliwe jest dokładniejsze określenie parametrów formacji. Modele te mogą być wykorzystywane do symulacji przepływu płynów w złożu, co jest kluczowe dla zarządzania zasobami i planowania operacji wydobywczych, ale także tych związanych z CCS, czy pozyskiwaniem energii geotermalnej. Co więcej, opracowane na podstawie wyników badań laboratoryjnych, nowe parametry geometryczne sieci porów będą istotne nie tylko z geologicznego punktu widzenia, ale także w zastosowaniach dla materiałów porowatych, takich jak polimery porowate, ceramika porowata w biotechnologii czy ogniwa w sektorze czystej energii.