



MARZENA GANCARZ*

Właściwości zbiornikowe utworów wapienia muszlowego na Niżu Polskim

Wprowadzenie

Trias środkowy T₂ (wapień muszlowy) stanowi jeden z mniej rozpoznanych poziomów wodonośnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim, dlatego wzbudzają duże zainteresowanie badawcze dotyczące m.in. własności zbiornikowych.

Utwory wapienia muszlowego powstały w basenie morskim (Narkiewicz i Szulc 2004), stanowiącym na obszarze Polski płytką, brzeżną, wschodnią część środkowoeuropejskiego basenu epikontynentalnego (Senkowiczowa 1997). Zbudowane są przede wszystkim ze skał węglanowych, w głównej mierze z wapieni i dolomitów (Gajewska 1997; Iwanow 1998). Zbiornikowe własności skał węglanowych zależą od ich cech strukturalnych oraz przemian diagenetycznych (Motyka 1988; Plewa i Plewa 1992), a odmienne warunki ich tworzenia prowadzą do powstania osadów o różnych własnościach pierwotnej przestrzeni porowej (Scholle 1981; Motyka 1988). Wśród węglanowych skał zbiornikowych dominuje porowatość wtórna, ponieważ porowatość pierwotna zostaje utracona podczas procesu diagenety.

Podstawowym problemem jest brak wiedzy w zakresie rozkładu parametrów porowatości i przepuszczalności, jak również szczerkowe informacje na temat wydajności jednostkowych otworów w utworach wapienia muszlowego na Niżu Polskim, szczególnie w głębszych strefach zalegania.

* Dr inż., AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Inżynierii Gazowniczej, Kraków; e-mail: mgancarz@agh.edu.pl

Informacje (geologiczne, hydrogeologiczne, zbiornikowe itp.), na temat utworów triasu środkowego pochodzą z wierceń wykonywanych dla celów naftowych. Dowiercanie i opróbowanie poziomów naftowych w latach 1968–1985 tylko w około 44% można było uznać za dobre jakościowo, a określone na ich podstawie parametry złożowe za jednoznaczne (Dubiel i Uliasz-Misiak 2010, 2013).

Poziom wapienia muszlowego nie był perspektywiczny pod względem występowania węglowodorów, dlatego był zasadniczo pomijany we wszelkich analizach. W związku z tym na podstawie zebranych wszystkich dostępnych wyników badań laboratoryjnych porowatości i przepuszczalności, dokonano szczegółowej charakterystyki tych parametrów dla: wydzielonych typów litologicznych skał, dla poszczególnych jednostek strukturalnych Niżu Polskiego oraz dla poszczególnych ogniw wapienia muszlowego.

1. Materiał do badań

Dane pochodziły z Bazy Danych Katedry Surowców Energetycznych, Banku HYDRO Państwowego Instytutu Geologicznego (informacje dotyczące współczynnika filtracji w płytszych partiach zalegania utworów wapienia muszlowego), uzupełnione danymi literaturowymi pochodzącymi z serii opracowań pt. „Profile głębokich otworów wiertniczych” Państwowego Instytutu Geologicznego oraz danymi z dokumentacji wynikowej otworów Państwowego Instytutu Geologicznego.

Oznaczenia porowatości efektywnej nie uwzględniały serii wapieni piankowych, charakteryzujących się znaczną przepuszczalnością, obejmowały znacznie mniejszą liczbę otworów aniżeli w przypadku przepuszczalności i porowatości całkowitej. W związku z tym w analizach wykorzystano parametr porowatości całkowitej badanych utworów.

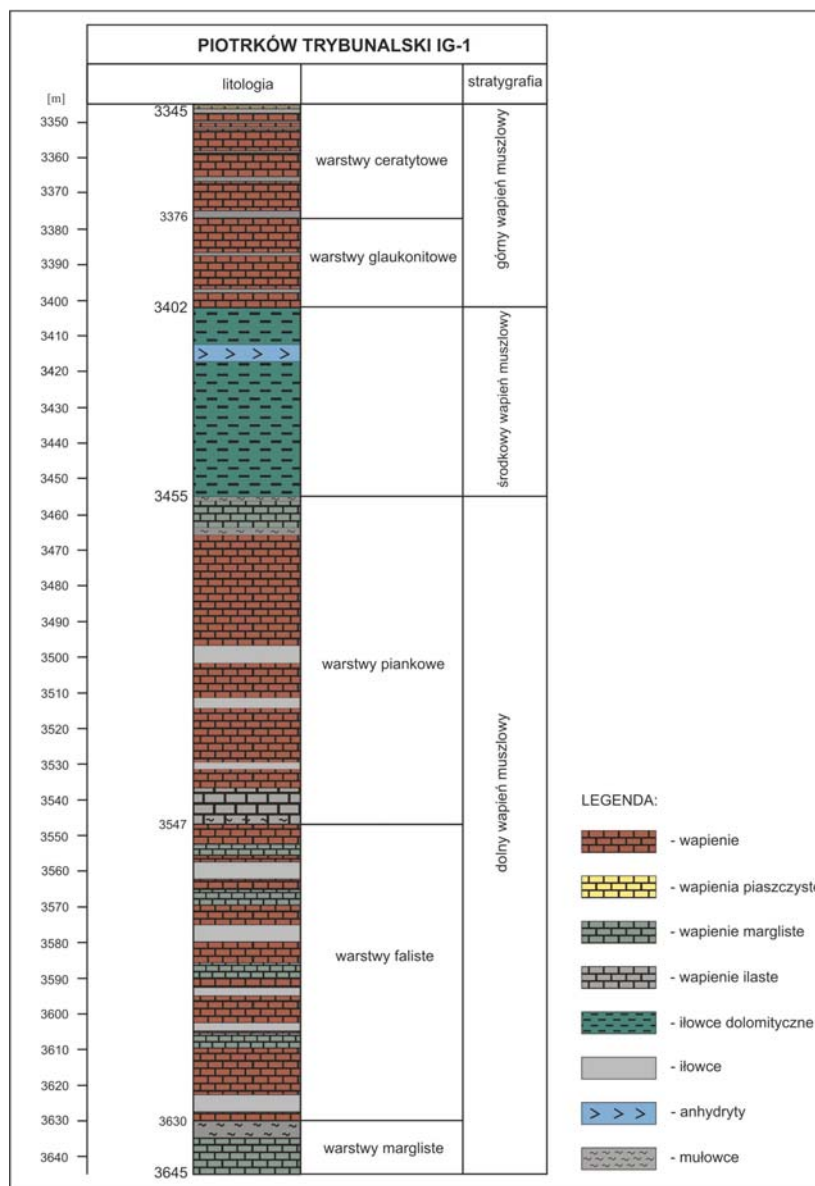
Do analizy porowatości całkowitej, jak i przepuszczalności wykorzystano wyniki pomiarów laboratoryjnych z dokumentacji wynikowych 42 otworów wiertniczych. Porowatość całkowita oznaczona była dla 245 próbek, natomiast przepuszczalność dla 192 próbek.

Badania własności fizycznych skał (porowatości całkowitej) oraz własności filtracyjnych (przepuszczalności) wykonało Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie. Porowatość całkowita obliczona była z wyników ciężaru właściwego i ciężaru objętościowego. Przepuszczalność badana była standardową metodą aparatem ciśnieniowym, na próbkach walcowych przy użyciu gazu.

2. Profil litologiczny utworów wapienia muszlowego

Przedstawienie charakterystyki petrograficznej osadów wapienia muszlowego w sposób kompleksowy i wyczerpujący jest niezwykle trudne. Dotychczasowe badania petrograficzne nie obejmują poszczególnych obszarów występowania wapienia muszlowego w Polsce, a wykonane opracowania mają bardzo zróżnicowany charakter i zakres badań

(Senkowiczowa 1997). Pełnym wykształceniem utworów wapienia muszlowego charakteryzuje się profil otworu wiertniczego Piotrków Trybunalski IG-1, zlokalizowany w łódzkim odcinku niecki mogileńsko-łódzkiej. Podzielony został na dolny wapień muszlowy, środkowy wapień muszlowy i górny wapień muszlowy (Gajewska i Becker 2007) (rys. 1).



Rys. 1. Profil litologiczno-stratygraficzny wapienia muszlowego w otworze Piotrków Trybunalski IG-1

Fig. 1. Lithological–stratigraphic profile of the Muschelkalk deposits in the Piotrków Trybunalski IG-1 borehole

Dolny wapień muszłowy reprezentowany jest przez trzy kompleksy:

- a) **warstwy margliste** – reprezentowane są zazwyczaj przez margle i wapienie margliste,
- b) **warstwy faliste** – przeważają tu wapienie margliste z nieregularnymi falistymi laminami i warstewkami iłowca i margla, z grubszyimi ławicami wapieni ze szczątkami fauny,
- c) **warstwy piankowe** – zbudowane głównie z wapieni często oolitowych i pseudoolitowych, niekiedy z przekrystalizowaną fauną. Wapienie te są rozdzielone różnej grubości ławicami wapieni marglistych, często falistych, szarych, laminowanych i warstwowych marglem.

Środkowy wapień muszłowy to przeważnie przeławicające się nawzajem iłowce dolomityczne, dolomity i anhydryty.

Górny wapień muszłowy jest dwudzielny, reprezentują go:

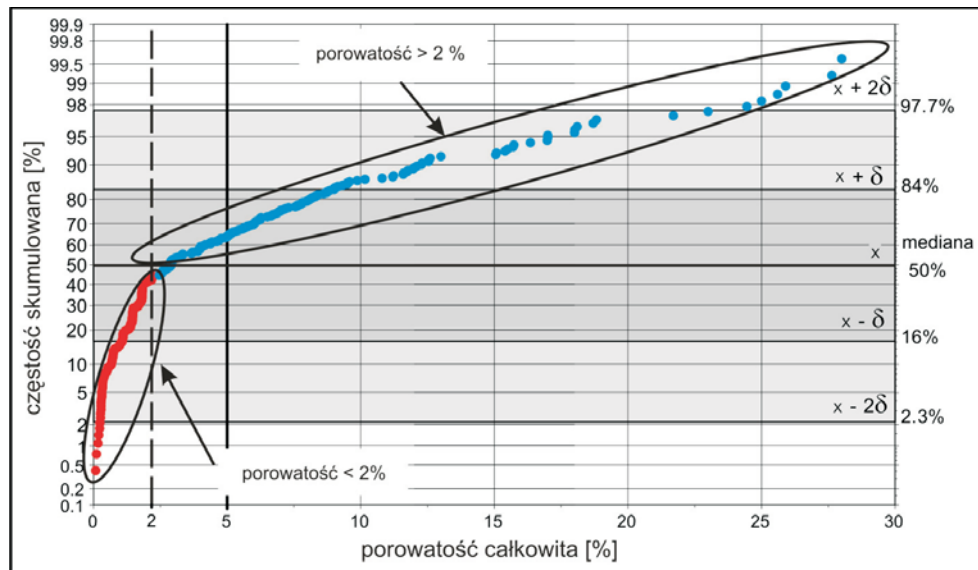
- a) **warstwy glaukonitowe** – wykształcone na ogół, jako wapienie z podrzędnymi przewarstwieniami iłowców,
- b) **warstwy ceratytowe** – zbudowane z iłowców z wkładkami wapieni szarych i beżowych, w stropie organogenicznych. Osady te wykazują nieznaczne zapiaszczenie.

3. Rozkład parametrów porowatości i przepuszczalności względem głębokości w zależności od zmienności litologicznej wapienia muszłowego

Przy rozpatrywaniu parametru **porowatości całkowitej** utworów wapienia muszłowego na Niżu Polskim widać jego wyraźną dwudzielność. Pierwsza populacja obejmuje porowatość do 2% i reprezentowana jest przede wszystkim przez zbite, zwięzłe wapienie i wapienie margliste, występujące przeważnie na głębokościach powyżej 1500 m p.p.t. w obszarach niecki warszawskiej i wału kujawskiego (rys. 2). Druga populacja charakteryzuje się porowatością w zakresie od 2 do ponad 28% i reprezentowana jest przede wszystkim przez czyste wapienie i wapienie piankowe dolnego wapienia muszłowego głównie z obszaru monokliny przedsudeckiej i łódzkiego odcinka niecki mogileńsko-łódzkiej (rys. 2).

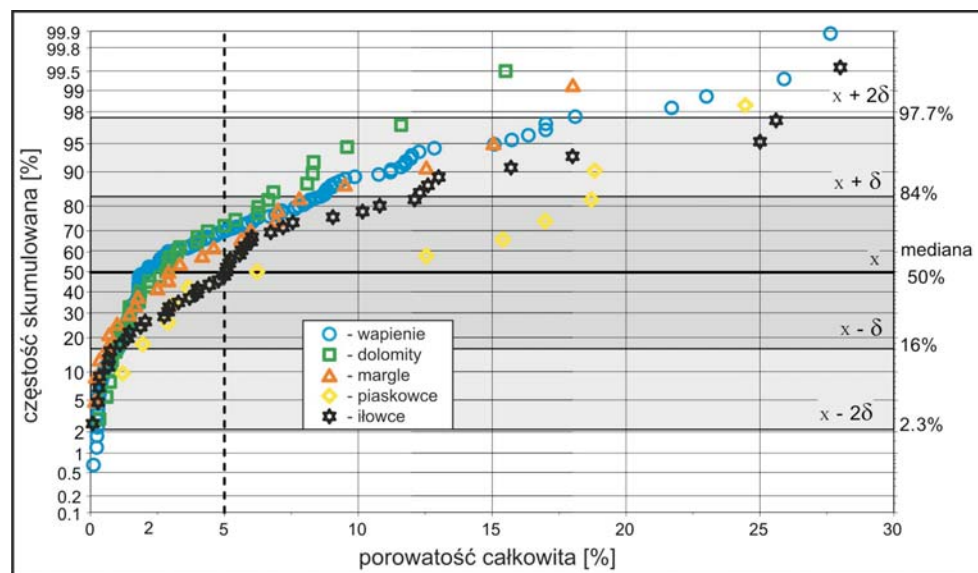
Formację wapienia muszłowego budują różne odmiany litologiczne skał. Są to głównie twory węglanowe, w obrębie których wydzielono wapienie, dolomity i margle oraz osady klastyczne, wśród których skałą zbiornikową są piaskowce. Rozpatrując każdy z wymienionych typów litologicznych skał obserwuje się ich odrębną charakterystykę porowatości. Wpływ na obecny kształt przestrzeni porowej utworów wapienia muszłowego miały niewątpliwie paleogeograficzne warunki depozycji (zróznicowanie facjalne), przeobrażenia diagenetyczne oraz rozwój szczelinowatości (Gancarz 2012).

Spośród wszystkich typów litologicznych skał wapienie stanowią największy odsetek całej populacji utworów wapienia muszłowego. Wykazują one najbardziej zrównoważony, a tym samym najkorzystniejszy rozkład porowatości całkowitej, gdzie wartość parametru waha się w szerokim zakresie 0,1–27,6%, przy średniej porowatości na poziomie około 2% (rys. 3).



Rys. 2. Zmienność parametru porowatości całkowitej na wykresie prawdopodobieństwa w utworach wapienia muschelkalkowego

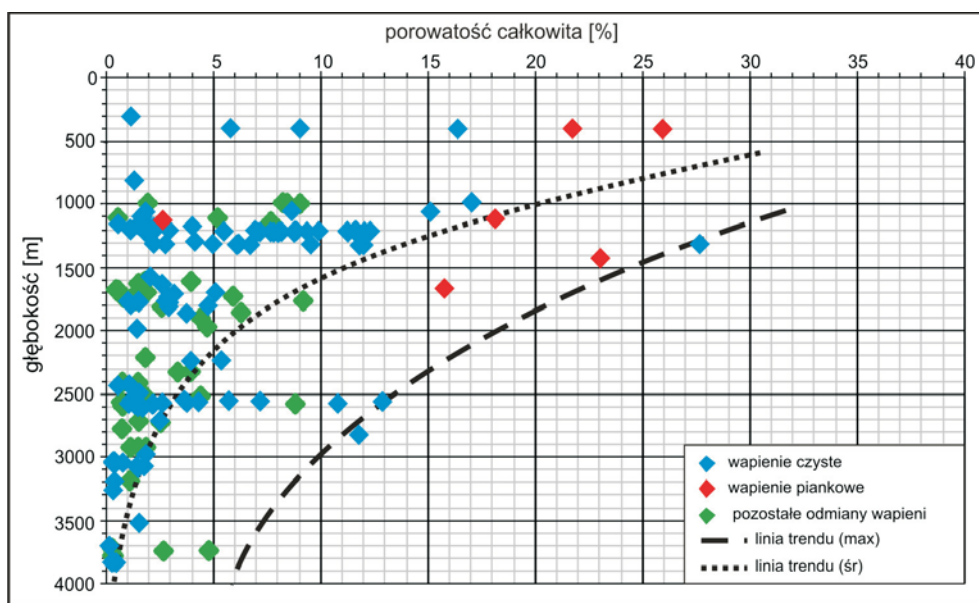
Fig. 2. Variability of total porosity in the Muschelkalk deposits on probability graph



Rys. 3. Zmienność parametru porowatości całkowitej na wykresie prawdopodobieństwa w utworach wapienia muschelkalkowego dla poszczególnych typów litologicznych skał

Fig. 3. Variability of total porosity for lithological rock types in the Muschelkalk deposits on probability graph

Najwyższą porowatością, powyżej 10%, charakteryzują się czyste wapienie oraz wapienie piankowe (gąbczaste), przy czym niestety reprezentują one zaledwie 18 ze 181 próbek tychże skał. Pozostałe typy wapieni (faliste, ilaste, margliste, dolomityczne, oolitowe, detrytyczne oraz piaszczyste) charakteryzują się porowatością w przedziale porowatości 0–10%, a przeważnie jednak w przedziale 0–5%. Wapienie o porowatości powyżej 15% występują w przedziale głębokości 200–2000 m p.p.t., natomiast wapienie o porowatości 10–15% w przedziale głębokości 1000–1500 m p.p.t. i 2500–3000 m p.p.t. (rys. 4).

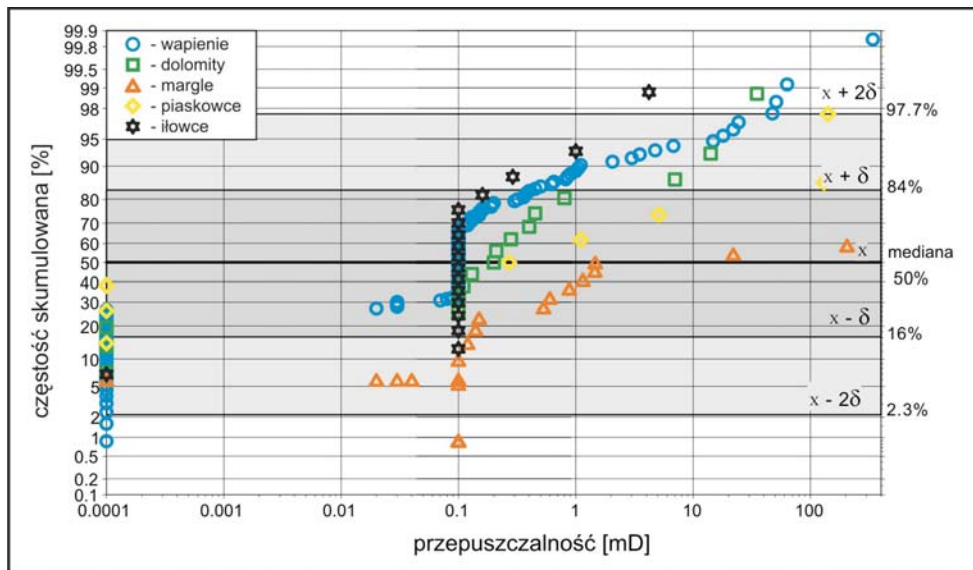


Rys. 4. Wykres zmian porowatości całkowitej wraz z głębokością w wapieniach formacji wapienia muszlowego

Fig. 4. Total porosity changes graph with depth in the Muschelkalk limestones

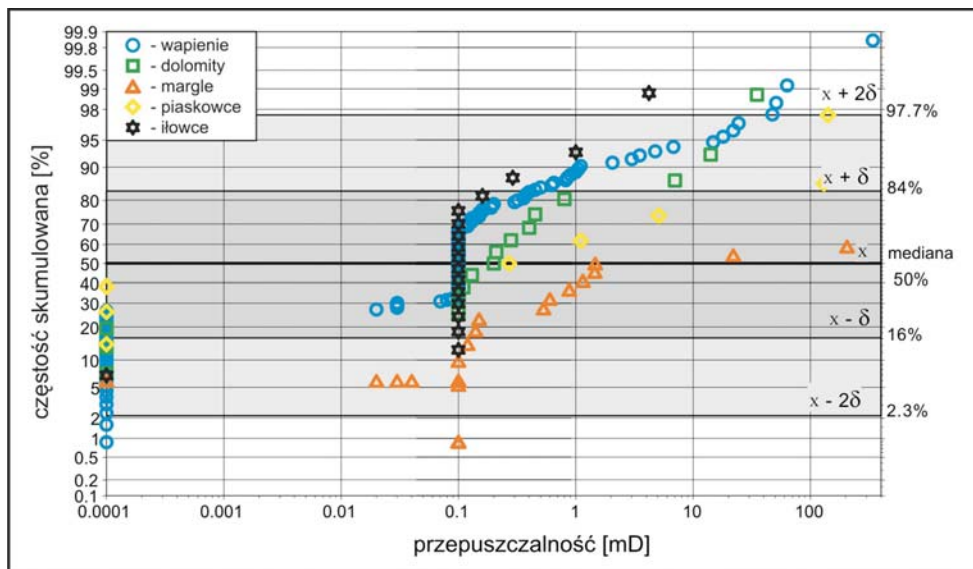
Przepuszczalność w utworach wapienia muszlowego w głębszych strefach basenu waha się w granicach $1 \cdot 10^{-7}$ – $0,34$ D, podczas gdy w płytszych strefach basenu (do 500 m p.p.t.) przepuszczalność dochodzi do 600 D. Oznacza to, że w miarę wzrostu głębokości zalegania tych utworów ich przepuszczalność maleje, co związane jest ze wzrostem ciśnienia nadkładu i zaciskaniem szczelin. Średnia przepuszczalność (mediana) na wychodniach i w głębokości do 500 m p.p.t. wynosi około 8 D, podczas gdy średnia przepuszczalność (mediana) dla stref głębszego występowania utworów wapienia muszlowego wynosi zaledwie $1 \cdot 10^{-4}$ D (rys. 5).

Należy pamiętać, że pomiary laboratoryjne, przeprowadzane są na bardzo małych próbkach rdzeni, co nie może uwzględnić istnienia makroszczelinowatości, która jest decydująca dla ogólnej przepuszczalności skał węglanowych.



Rys. 5. Zmienność parametru przepuszczalności na wykresie prawdopodobieństwa w utworach wapienia muszlowego

Fig. 5. Variability of permeability in the Muschelkalk deposits on probability graph



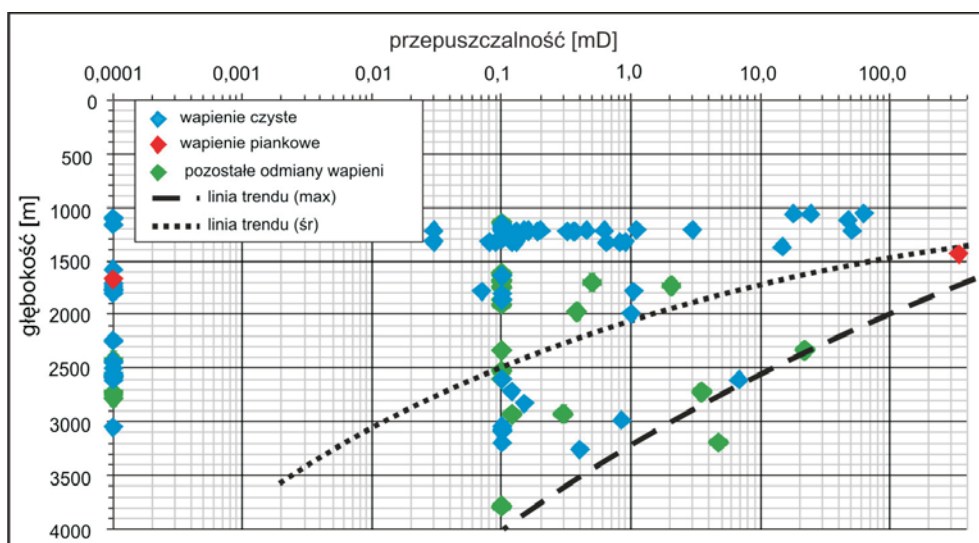
Rys. 6. Zmienność parametru przepuszczalności na wykresie prawdopodobieństwa w utworach wapienia muszlowego dla poszczególnych typów litologicznych skał

Fig. 6. Variability of permeability for lithological rock types in the Muschelkalk deposits on probability graph

Aby lepiej zobrazować rozkład parametru przepuszczalności w głębszych strefach zalegania utworów wapienia muszlowego na wykresach, posłużono się jednostką mD.

Tak jak w przypadku porowatości najbardziej zrównoważony, a tym samym najkorzystniejszy rozkład przepuszczalności wykazują wapienie, gdzie wartość parametru waha się w szerokim zakresie 0,001–340 mD (rys. 6).

Najwyższymi wartościami przepuszczalności powyżej 1 mD charakteryzują się czyste wapienie i wapienie piankowe w przedziałach głębokości 1100–1800 m p.p.t. i 2500–3300 m p.p.t., 1000–1500 m p.p.t. i jedna próbka z głębokości 2350 m p.p.t. oraz jedna próbka z głębokości 1430 m p.p.t. (wapienie piankowe) o przepuszczalności > 100 mD (rys. 7).



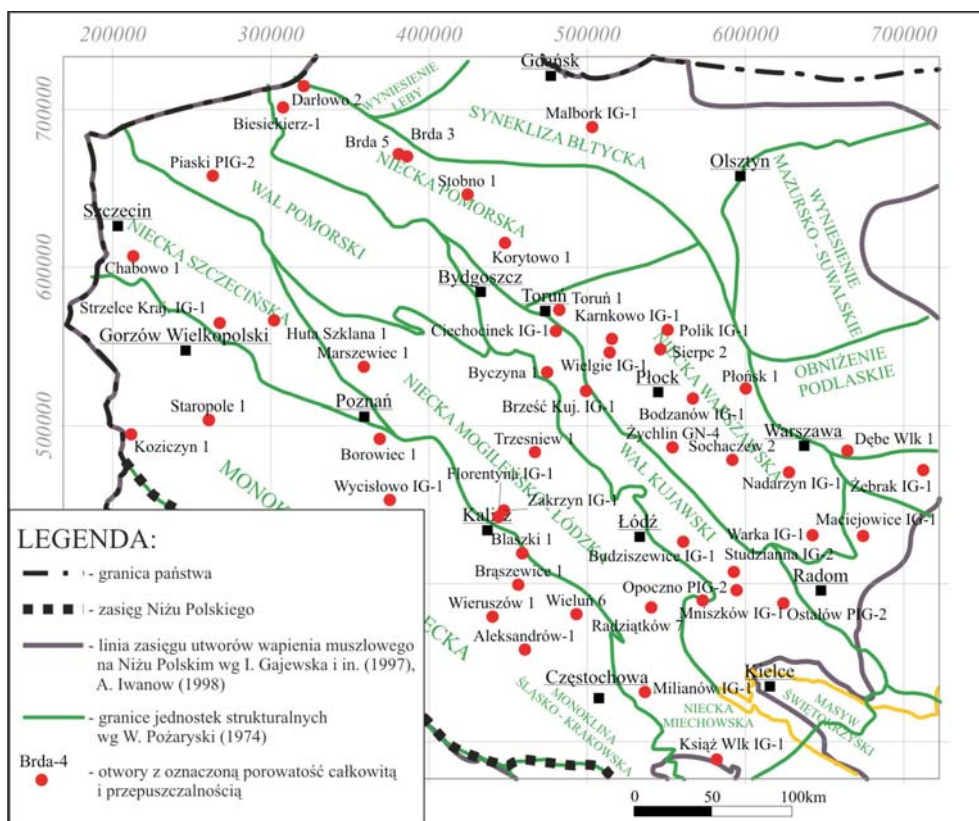
Rys. 7. Wykres zmian przepuszczalności wraz z głębokością w wapieniach formacji wapienia muszlowego

Fig. 7. Permeability changes graph with depth in the Muschelkalk limestones

4. Regionalny rozkład porowatości całkowitej i przepuszczalności

Usytuowanie otworów w poszczególnych jednostkach strukturalnych Nizżu Polskiego, z których wyniki oznaczeń porowatości całkowitej i przepuszczalności wykorzystano do analizy, przedstawia mapa na rysunku 8.

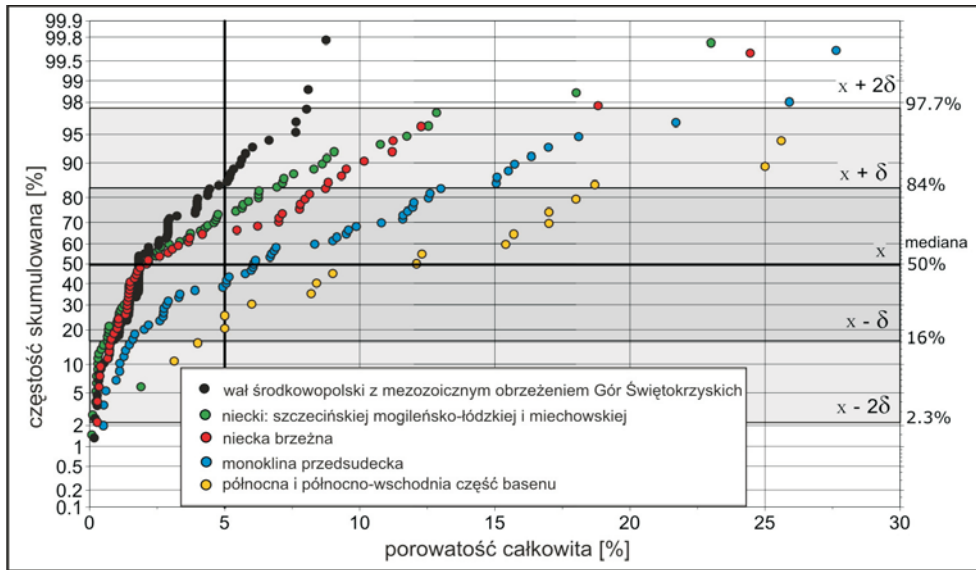
Rozpatrując parametr **porowatości całkowitej** w poszczególnych jednostkach strukturalnych Nizżu Polskiego możemy zauważyć, że najwięcej próbek z ustaloną porowatością uzyskano z obszarów wału środkowopolskiego z mezozoicznym obrzeżeniem Gór Świętokrzyskich, w pasie niecek szczecińskiej, mogileńsko-łódzkiej i miechowskiej oraz w niecce brzeźnej. Średnia porowatość utworów wapienia muszlowego w wymienionych rejonach



Rys. 8. Rozmieszczenie otworów, z których oznaczenia porowatości całkowitej i przepuszczalności wykorzystano do analiz, na tle jednostek strukturalnych Niżu Polskiego

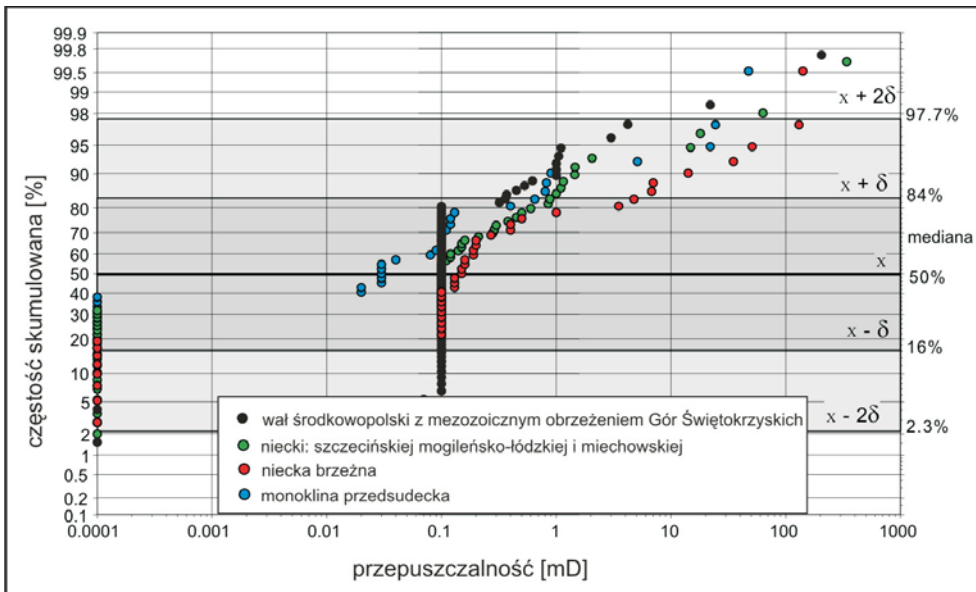
Fig. 8. Location map of boreholes from with porosity and permeability was taken for analyzes

wynosi około 2%. Najkorzystniejszy rozkład parametru porowatości całkowitej obserwuje się na obszarze północnej i północno-wschodniej części zbiornika (synekliza bałtycka i obniżenie podlaskie), gdzie średnia porowatość wynosi nieco ponad 12% (porowatość maksymalna 28%) oraz na obszarze monokliny przedśudeckiej, gdzie średnia porowatość wynosi około 6% (porowatość maksymalna ponad 27%). Najmniej korzystny rozkład porowatości całkowitej obserwuje się na obszarze wału środkowopolskiego z mezozoicznym obrzeżeniem Gór Świętokrzyskich. Dla tego obszaru średnia porowatość całkowita wynosi około 2% przy porowatości maksymalnej nieprzekraczającej 9%. Porowatość całkowita na obszarze niecki brzeżnej i w pasie niecek: szczecińskiej, mogileńsko-lódzkiej i miechowskiej, kształtuje się na bardzo podobnym poziomie, średnia porowatość wynosi około 2%, a porowatość maksymalna przyjmuje wartości kolejno 23 i 24,5%. Porowatości o wartościach powyżej 10% obserwuje się we wszystkich rejonach zbiornika z wyłączeniem wału środkowopolskiego wraz z mezozoicznym obrzeżeniem Gór Świętokrzyskich (rys. 9).



Rys. 9. Zmienność parametru porowatości całkowitej na wykresie prawdopodobieństwa w utworach wapienia muschelkowego w poszczególnych jednostkach strukturalnych Niżu Polskiego

Fig. 9. Variability of total porosity in the Muschelkalk deposits in structural units in the Polish Lowland on probability graph



Rys. 10. Zmienność parametru przepuszczalności na wykresie prawdopodobieństwa w utworach wapienia muschelkowego w poszczególnych jednostkach strukturalnych Niżu Polskiego

Fig. 10. Variability of permeability in the Muschelkalk deposits in structural units in the Polish Lowland on probability graph

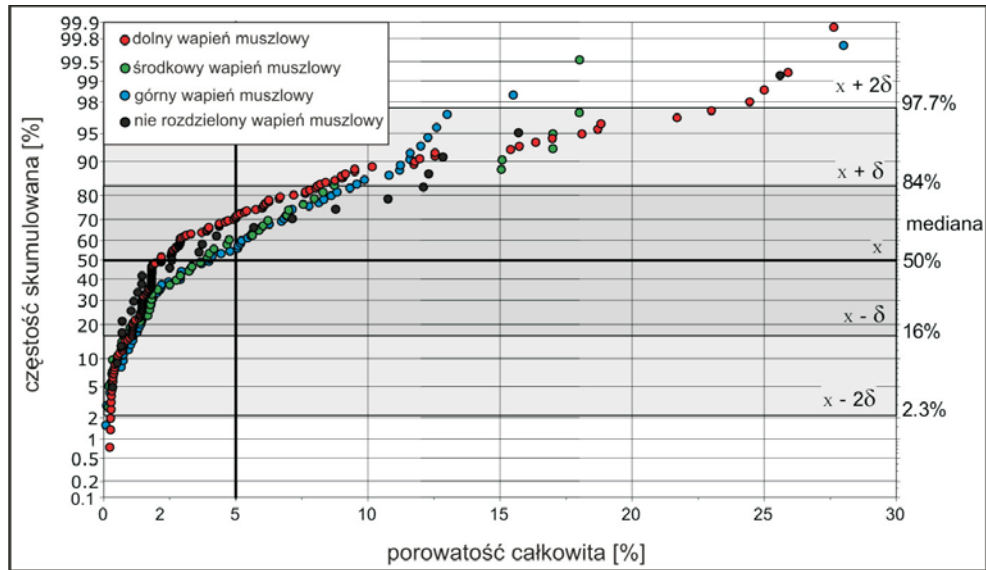
Porównano rozkład parametru porowatości całkowitej z przebiegiem regionalnych stref tektonicznych. Wzięto przy tym pod uwagę maksymalne wartości porowatości całkowitej obserwowane w profilu danego otworu. Wynika stąd, iż szczególnie na granicy monokliny przedsudeckiej z niecką mogileńsko-łódzką oraz wzdłuż wału kujawskiego w strefach przydyslokacyjnych, zgodnie z przebiegiem uskoków, obserwuje się wzrost wartości parametru porowatości całkowitej w pobliskich profilach otworów wiertniczych. Jest to strefa, gdzie utwory wapienia muszlowego zalegają na głębokościach 1000–2000 m p.p.t. (Gancarz 2012).

W obrębie całej formacji obserwuje się wartości **przepuszczalności** bliskie zera. Większość badanych prób zawiera się w przedziale przepuszczalności 0–0,1 mD. Najbardziej korzystny rozkład przepuszczalności w utworach wapienia muszlowego obserwuje się przede wszystkim na obszarze niecki brzeskiej, szczególnie w jej pomorskim odcinku, w pasie niecek szczecińskiej, mogileńsko-łódzkiej i miechowskiej, szczególnie w odcinku łódzkim oraz na obszarze monokliny przedsudeckiej. Najmniej korzystny rozkład przepuszczalności obserwujemy na obszarze wału środkowopolskiego oraz mezozoicznej osłony Gór Świętokrzyskich (rys. 10).

5. Porowatość całkowita i przepuszczalność w poszczególnych ogniwach wapienia muszlowego

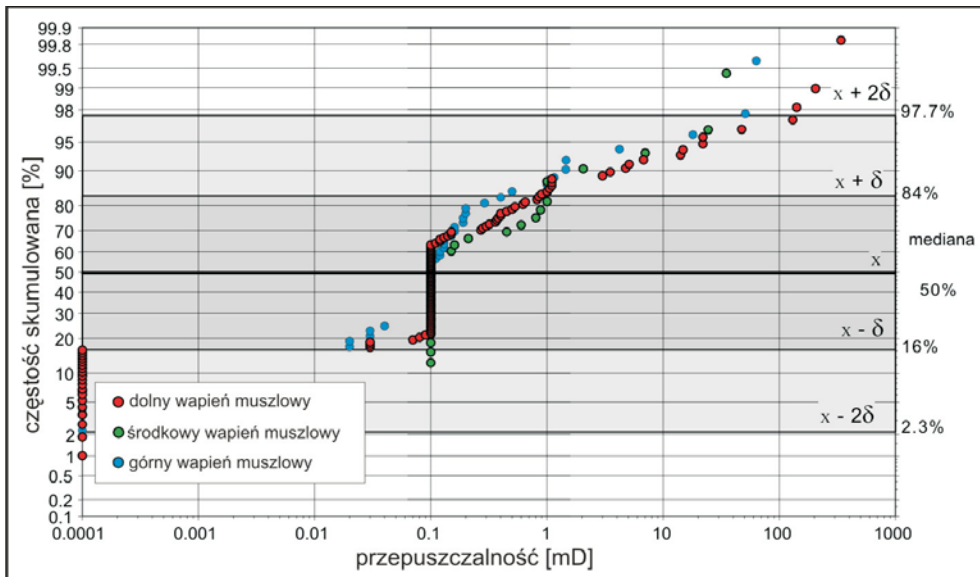
Rozkład wartości **porowatości całkowitej** w poszczególnych ogniwach wapienia muszlowego nie jest tak zróżnicowany jak w przypadku rozkładu według jednostek strukturalnych. W każdym z wydzielonych ogniw wapienia muszlowego obserwuje się dość znaczny udział porowatości pierwotnych. Przeważnie są to porowatości w zakresie 0–10%. W dolnym wapieniu muszlowym można wyodrębnić liczną grupę pomiarów o wysokich wartościach porowatości w przedziale od 15 do ponad 25%. Średnia porowatość w poszczególnych ogniwach wapienia muszlowego wynosi od 2 do 4%. Najkorzystniejszy rozkład parametru porowatości całkowitej obserwuje się w dolnym wapieniu muszlowym, gdzie obserwuje się największą liczbę próbek o porowatości w przedziale od 5 do 30%. Maksymalna porowatość dla dolnego wapienia muszlowego wynosi 27,5%. Najmniej korzystny rozkład porowatości całkowitej obserwuje się w wapieniu muszlowym nierozdzielonym i środkowym wapieniu muszlowym, gdzie porowatość w przedziale 5 do 30% obejmuje najmniejszą ilość pomiarów (rys. 11).

Najkorzystniejszy rozkład **przepuszczalności** obserwuje się w dolnym wapieniu muszlowym, gdzie obserwuje się wartości przepuszczalności powyżej 100 mD. Niemniej jednak z tego samego ogniwa pochodzi także dość liczna populacja próbek o przepuszczalności zaledwie 0,1 mD. Dla każdego z ogniw średnia wartość przepuszczalności wynosi 0,1 mD (rys. 12).



Rys. 11. Zmienność parametru porowatości całkowitej na wykresie prawdopodobieństwa w poszczególnych ogniwach wapienia muszlowego

Fig. 11. Variability of total porosity in individual members of the Muschelkalk deposits on probability graph



Rys. 12. Zmienność parametru przepuszczalności na wykresie prawdopodobieństwa w poszczególnych ogniwach wapienia muszlowego

Fig. 12. Variability of permeability in individual members of the Muschelkalk deposits on probability graph

Podsumowanie i wnioski

Skały węglanowe wapienia muszlowego charakteryzują się obecnością złożonej przestrzeni szczelinowej i porowej, a brak wiedzy na temat szczelinowatości tych utworów utrudnia jednoznaczną ocenę parametrów zbiornikowych.

Niemniej jednak najkorzystniejsze wartości porowatości i przepuszczalności zaobserwowano przede wszystkim w dolnym wapieniu muszlowym na monoklinie przedsudeckiej w wapieniach czystych i wapieniach piankowych.

Na podstawie porównania rozkładu parametru porowatości całkowitej z przebiegiem regionalnych stref tektonicznych potwierdzono, że wzrost wartości porowatości obserwuje się na obszarze monokliny przedsudeckiej szczególnie na granicy z niecką mogileńsko-łódzką.

Przepuszczalność utworów wapienia muszlowego w płytszych partiach zbiornika jest bardzo wysoka dochodząca prawie do 600 D, natomiast w głębszych partiach basenu wartość tego parametru spada co najmniej o cztery rzędy jednostek i wynosi zaledwie 0,34 D. Świadczy to o szybkim pogarszaniu się zdolności filtracyjnych skał w głęboko pograżonych strefach pod wpływem cementacji diagenetycznej i kompaktacji wywołanej rosnącym ciśnieniem nadkładu.

Podsumowując, można powiedzieć, że stwierdzone dotychczas bardzo niskie wartości przepuszczalności utworów wapienia muszlowego ($> 0,1$ mD) świadczą o niezbyt dobrych właściwościach zbiornikowych utworów węglanowych tej formacji. Niemniej, aby to potwierdzić, należałoby przeprowadzić szczegółową analizę przestrzeni szczelinowej szczególnie w strefach wzmożonego zaangażowania tektonicznego, co pozwoli na ostateczną ocenę własności zbiornikowych utworów wapienia muszlowego.

Artykuł powstał na podstawie pracy doktorskiej M. Gancarz (2012) – „Analiza parametrów hydrogeotermalnych i zbiornikowych w utworach wapienia muszlowego na Niżu Polskim”

LITERATURA

- Dubiel, S. i Uliasz-Misiak, B. 2010. Przegląd wyników badań rurowymi próbnikami złoza mezozoicznych poziomów wodonośnych Niżu Polskiego. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 26 (3), s. 67–84.
- Dubiel, S. i Uliasz-Misiak, B. 2013. Analiza statystyczna parametrów zbiornikowych utworów jury górnej–kredy dolnej zapadliska przedkarpackiego uzyskanych z testów RPZ i pomiarów geofizycznych. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 29 (2), s. 119–134.
- Gajewska, I. 1997. Trias środkowy (wapień muszlowy–kajper dolny) – sedimentacja, paleogeografia i paleotektonika [W]: Marek, S. i Pajchłowa, M. red. Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego* 153, s. 144–151.
- Gajewska, I. i Becker, A. 2007. Wyniki badań litologicznych i stratygraficznych utworów triasu środkowego – Piotrków Trybunalski IG-1 [W]: Leszczyński, K. red. *Profilę głębokich otworów wiertniczych Państwowego Instytutu Geologicznego* (121), s. 39–41.

- Gancarz, M. 2012. *Analiza parametrów hydrogeotermalnych i zbiornikowych w utworach wapienia muszłowego na Niżu Polskim*. Praca doktorska. Kraków: AGH, 209 s.
- Iwanow, A. 1998. Trias środkowy [W]: Dadlez, R., Marek, S., Pokorski, J. red. *Atlas paleogeograficzny epikontynentalnego permu i mezozoiku w Polsce w skali 1:2 500 000*. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny, tablica 16, 17, 18.
- Motyka, J. 1988. Węglanowe osady triasu w olkusko – zawierciańskim rejonie rudnym, jako środowisko wód podziemnych. *Zeszyty Naukowe Geologia* 36, 109 s.
- Narkiewicz, K. i Szulc, J. 2004. Controls on migration of conodont fauna in peripheral oceanic areas – an example from Middle Triassic of the Northern Peri-Tethys. *Geobios* 37 (4), s. 425–436.
- Plewa, M. i Plewa, S. 1992. *Petrofizyka*. Warszawa: Wyd. Geologiczne, 327 s.
- Pożaryski, W. 1974. Podział obszaru Polski na jednostki tektoniczne. [W]: Pożaryski, W. red. *Budowa geologiczna Polski T. 4, Tektonika. cz.1. Niż Polski*. Warszawa: Inst. Geol., 478 s.
- Semyrka, R. 2013. Jakościowa i ilościowa charakterystyka petrofizyczna subfacji dolomitu głównego w strefach paleogeograficznych. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 29 (3), s. 99–115.
- Senkowiczowa, H. 1997. Trias środkowy (wapień muszłowy–kajper dolny) – biostratygrafia [W]: Marek, S. i Pajchłowa, M. red. *Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce*. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego 153, s. 1363–136.
- Scholle, P.A. 1981. Porosity production in the shallow vs. deepwater limestones. *Journal of Petroleum Technology* 33 (11), s. 2236–2242.

OCENA WŁASNOŚCI ZBIORNIKOWYCH UTWORÓW WAPIENIA MUSZŁOWEGO NA NIŻU POLSKIM

Słowa kluczowe

wapień muszłowy, własności zbiornikowe, szczelinowatość, porowatość, przepuszczalność

Streszczenie

Utwory wapienia muszłowego (trias środkowy) zajmują ponad 70% obszaru Niżu Polskiego. Reprezentowane są przede wszystkim przez różne odmiany wapieni, dolomitów i margli. Stanowią jeden z mniej rozpoznanych poziomów wodonośnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim, dlatego wzbudzają duże zainteresowanie badawcze m.in. odnośnie do parametrów zbiornikowych.

Jednoznaczną ocenę parametrów zbiornikowych, węglanowych utworów wapienia muszłowego, utrudnia obecność złożonej przestrzeni szczelinowej i porowej oraz brak wiedzy na temat szczelinowatości tych utworów.

Niemniej jednak na podstawie analizy parametrów porowatości całkowitej i przepuszczalności wskazano rodzaj skały zbiornikowej oraz wytypowano obszar i ogniwo o najkorzystniejszym rozkładzie tych parametrów w utworach wapienia muszłowego.

Zmiany własności petrofizycznych utworów wapienia muszłowego zależą przede wszystkim od rodzaju skały zbiornikowej oraz przebiegu stref dyslokacji. Analizując rozkład tych parametrów w obszarze całego zbiornika, widać ich wyraźną dwudzielność. Porowatością do 2% i przepuszczalnością poniżej 1 mD charakteryzują się głównie zbite niespękane wapień oraz iłowce i margle. W obrębie całej formacji obserwuje się wartości przepuszczalności bliskie zera. Większość badanych prób zawiera się w przedziale przepuszczalności 0–0,1 mD.

Najwyższe wartości parametrów petrofizycznych zaobserwowano przede wszystkim w wapieniach piankowych i wapieniach czystych, dolnego wapienia muszlowego, na głębokościach nieprzekraczających 2500 m p.p.t. Maksymalne wartości porowatości całkowitej wapieni wynoszą > 20% przy przepuszczalności dochodzącej do 340 mD.

Obszar o najkorzystniejszych wartościach parametrów porowatości całkowitej i przepuszczalności rozciąga się na granicy monokliny przedsudeckiej i niecki łódzkiej, co zostało potwierdzone na podstawie porównania rozkładu parametru porowatości całkowitej z przebiegiem regionalnych stref tektonicznych.

ASSESSMENT OF RESERVOIR PROPERTIES OF THE MUSCHELKALK DEPOSITS IN THE POLISH LOWLANDS

Key words

muschelkalk, reservoir properties, fissuring, porosity, permeability

Abstract

Muschelkalk (Middle Triassic) deposits occupy more than 70% of the Polish Lowlands and consist of mainly limestone, dolomite and marls, among which there could be several lithological types. The Middle Triassic formation is one of the less identified Mesozoic aquifers in the Polish Lowlands, which is why arouse more attention inter alia relating to reservoir parameters.

Presence of fissure and pore space in the Muschelkalk deposits and lack of knowledge about their fissuring, makes it difficult to assessment the reservoir properties.

However, on the basis of the parameters of the total porosity and permeability indicated the type of reservoir rock and were selected area and member with the best distribution of these parameters in the Muschelkalk formations in the Polish Lowland.

Changes in petrophysical properties in the Muschelkalk deposits mainly depend on the type of reservoir rocks and the course of dislocation zones. The distribution of porosity and permeability around the all reservoir area is clearly bipartition. The lowest porosity below 2% and permeability below 1 mD were observed mainly in compact and unfractured limestones, marls and claystones in all the members and every structural units. The permeability close to zero is observed in all formation. Most of the tested samples have a permeability in the range 0–0,1 mD.

The highest values of petrophysical parameters were observed mainly in foam and pure limestone of Lower Muschelkalk in limestone foam series, at depths below 2500 m. The maximum values of the total porosity for limestone are greater than 20% and for permeability are more than 340 mD. The area of the most favorable values of the total porosity and permeability parameters extends to the border of Fore-Sudetic Monocline and Łódź Trough. This was confirmed by comparing the distribution of total porosity with the course of the regional tectonic zones on the Polish Lowland.

