

Nestor OSZCZYPKO, Adam TOMAŚ

Charakterystyka własności zbiornikowych osadów jurajskich na przedgórzu Karpat środkowych

Przedstawiono analizę własności zbiornikowych osadów jurajskich w zapadlisku przedkarpackim. Do oceny własności zbiornikowych wykorzystano laboratoryjne oznaczenia porowatości i przepuszczalności rdzeni wiertniczych z głębokich wierceń. W obrębie osadów jurajskich najlepszymi własnościami filtracyjnymi odznaczają się piaszczyste utwory jury środkowej oraz skały węglanowe występujące poniżej kredowej i mioceńskiej powierzchni erozyjnej.

WSTĘP

Poznanie własności zbiornikowych skał jest nieodzownym warunkiem wszelkich prac przy poszukiwaniu węglowodorów, ponieważ własności filtracyjne skał odgrywają zasadniczą rolę w procesach migracji i akumulacji bituminów.

Większość odkrytych dotychczas złóż ropy naftowej w zapadlisku przedkarpackim związana jest z osadami jurajskimi. Osady te, z uwagi na rozprzestrzenienie, odgrywają istotną rolę w budowie geologicznej zapadliska przedkarpackiego. Dotyczy to zarówno tej części zapadliska, która położona jest na północ od brzegu Karpat jak i tej, która ukryta jest głęboko pod nasuniętymi Karpatami.

Wśród osadów jurajskich przedgórza Karpat dominują skały węglanowe, natomiast udział utworów klastycznych jest podrzędny. W przypadku skał klastycznych, o porowatości międzyziarnowej, zasadniczym czynnikiem determinującym własności zbiornikowe jest wykształcenie litologiczno-facjalne. Znacznie bardziej złożoną genezę porowatości i przepuszczalności mają skały węglanowe. Oprócz wykształcenia litologiczno-facjalnego ważną rolę odgrywają tutaj procesy postsedymentacyjne, tektonika oraz rozwój paleogeograficzny obszaru.

Własnościami zbiornikowymi osadów na przedgórzu Karpat zajmowali się dotychczas między innymi: E. Głowacki (1963), T. Lenk (1970), J. Kruczek (1972) oraz K. Konior (1970).

Prezentowany artykuł oparty jest na wynikach laboratoryjnych badań własności zbiornikowych. Wszystkie materiały pochodzą z wierceń przemysłu naftowego.

Autorzy serdecznie dziękują Dyrekcji Przedsiębiorstwa Poszukiwań Naftowych w Krakowie za udostępnienie tych materiałów.

ZARYS STRATYGRAFII OSADÓW JURAJSKICH

W omawianej części przedgórza sedymentacja jurajska rozpoczyna się w jurze środkowej. Utwory jej (kompleks A, fig. 3) leżą niezgodnie na starej powierzchni erozyjnej ścinającej utwory prekambryjskie, paleozoiczne i triasowe. Na wschód od Krakowa (E. Jawor, 1970) do jury środkowej należą zlepieńce, piaskowce i mułowce, podczas gdy w rejonie Dąbrowa Tarnowska — Szczucin dominują osady ilasto-piaszczyste (W. Moryc, 1965). Miąższość osadów jury środkowej waha się od 1 do 90 m (E. Jawor, 1970; W. Moryc, 1974). W górnym keloweju przychodzi nowa transgresja morska, rozpoczynająca sedymentację osadów węglanowych (E. Morycowa, W. Moryc, 1976).

Osady górnjurajskie leżą przekraczająco w stosunku do osadów jury środkowej. Ich miąższość jest bardzo zróżnicowana i wynosi od około 100 m w rejonie Krakowa do ponad 1000 m w rejonie Buska, Dąbrowy Tarnowskiej, Podborza i Dębicy (P. Karnkowski, S. Oltuszyk, 1968; E. Morycowa, W. Moryc, 1976).

Wśród osadów węglanowych wydziela się szereg kompleksów skalnych (formacji litostratygraficznych), które doskonale korelują się na wykresach geofizyki wiertniczej (Z. Obuchowicz, 1963; W. Burzewski, 1969; E. Jawor, 1970; W. Moryc, 1974; E. Morycowa, W. Moryc, 1976).

Osady węglanowe jury rozpoczynają się ogniwnem, do 10 m miąższości, utworzonym z wapieni marglistych, zlepieńcowatych barwy czerwonej i zielonej (E. Jawor, 1970; E. Morycowa, W. Moryc, 1976). Wapienie te zaliczane są do górnego keloweju.

Wyżej leżące osady (fig. 3) wyróżniane są na całym przedgórzu Karpat jako formacja należąca do „oksfordu”. W obszarze Grobla — Pławowice niższą część tej formacji stanowią szarobeżowe i jasnoszare wapienie płytowe, wyższą natomiast jasne wapienie rafowe, typu skalistego (E. Jawor, 1970). W rejonie Mielec — Dąbrowa Tarnowska osady należące do niższej części tej formacji są silnie zdolomityzowane (E. Głowacki, 1963; J. Kruczek, 1970).

Miąższość wapieni płytowych i skalistych waha się od około 200 do około 300 m. Odpowiadają one środkowemu kompleksowi malmu (E. Jawor, 1970) oraz formacji wapieni gąbkowych dolnego i środkowego oksfordu wydzielonej przez E. Morycowa i W. Moryca (1976).

Kolejna formacja (kompleks D, fig. 3) charakteryzuje się wykształceniem wapienno-marglistym. E. Jawor (1970) wydzielił w niej szereg ogniwi wapiennych o miąższości od 40 do 80 m, przekładających się ciemnoszarymi i zielonkawymi marglami. W rejonie Dąbrowy Tarnowskiej niższa część formacji jest niekiedy zdolomityzowana.

Miąższość formacji wapienno-marglistej na przekroju korelacyjnym (fig. 3) zmienia się od 160 m w otworze Kwików 1 do 460 m w otworze

Swarzów 9. Wraz ze wzrostem miąższości wzrasta również udział margli, które stają się czynnikiem dominującym w tej formacji. Opisana formacja odpowiada „raurakowi” (Z. Obuchowicz, 1963; W. Moryc, 1965, 1970, 1974), górnemu kompleksowi malmu w ujęciu W. Burzewskiego (1969) i E. Jawora (1970) oraz formacji wapienno-marglistej E. Morycovej i W. Moryca (1976). W nowszych publikacjach wiek tej formacji określony jest na środkowy oksford.

W środkowej i wschodniej części niecki miechowskiej ponad formacją wapienno-marglistą występują osady formacji wapieni organogenicznych i organodetrytycznych barwy szarej i beżowej (kompleks E, fig. 3). Jej miąższość według E. Morycovej i W. Moryca (1976) waha się w granicach 140—170 m. Wapienie organodetrytyczne i organogeniczne w interpretacji Z. Obuchowicza (1963), W. Moryca (1965, 1970, 1974) i innych geologów naftowych odpowiadają „astartowi”, a według E. Morycovej i W. Moryca (1976) formacji wapieni koralowcowo-glonowych. Wiek tej formacji określony jest jako najwyższy górny oksford.

Najmłodsze osady malmu reprezentowane są przez formację F (fig. 3) szerzej rozprzestrzenioną jedynie we wschodniej części niecki miechowskiej. Są to wapienie szare detrytyczne i wapienie organogeniczne, głównie ostrygowce oraz wapienie i dolomity pelityczne z przewarstwieniami margli. Formacja ta osiąga największe miąższości w strefie Radzanów — Dębica i jest zgodnie zaliczana do kimerydu (Z. Obuchowicz, 1963; W. Moryc, 1974; E. Morycowa, W. Moryc, 1976).

METODYKA BADAŃ

Analizę własności zbiornikowych przeprowadzono na 910 oznaczeniach laboratoryjnych porowatości i 1240 oznaczeniach przepuszczalności.

Na wstępie oceniono reprezentatywność analizowanych populacji, między innymi częstość opróbowania w funkcji głębokości. Stwierdzono, że badane próbki pochodzą z głębokości 350—2600 m. Stosunkowo najlepiej opróbowany jest interwał do 1000 m, podczas gdy stopień rozpoznania poniżej tej głębokości jest niższy i w przybliżeniu stały.

Zebrane dane poddano analizie statystycznej, badając ich rozkłady, oceniając wartości średnie, najbardziej prawdopodobne, odchylenia standardowe oraz zmienność w poszczególnych zbiorach.

Odstępstwa od rozkładu normalnego badano określając współczynniki asymetrii i ekscesu (Ł. F. Dementiew, 1966):

$$as = \frac{\zeta_3}{\sigma^3} \quad [1]$$

$$ex = \frac{\zeta_4}{\sigma^4} - 3 \quad [2]$$

gdzie: as — współczynnik asymetrii; ex — współczynnik ekscesu; σ — odchylenie standardowe; ζ_3, ζ_4 — momenty centralne trzeciego i czwartego rzędu.

Zmienność w poszczególnych zbiorach oceniono poprzez odchylenia standardowe i wskaźnik zmienności, określane z zależności:

$$V = \frac{\sigma}{M} \cdot 100 \% \quad [3]$$

gdzie: V — wskaźnik zmienności; M — średnia arytmetyczna.

W dalszej kolejności analizowano zmienność poziomą i pionową porowatości i przepuszczalności. Dla wydzielonych kompleksów opracowano mapy średnich porowatości oraz wykresy zmian porowatości z głębokością.

CHARAKTERYSTYKA WŁASNOŚCI ZBIORNIKOWYCH

JURA ŚRODKOWA

Piaszczyste osady jury środkowej (kompleks A, fig. 3) odznaczają się porowatością o charakterze intergranularnym. Średnia porowatość wynosi 10,82%. Porowatości w badanym zbiorze mają niewielką zmienność, odchylenie standardowe jest równe 5,76%, a wskaźnik zmienności wynosi 53%. Rozkład badanych wartości (fig. 4, 7) jest bardzo regularny i niewiele odbiega od normalnego. Charakteryzuje się niewielką ujemną asymetrią, równą 1,98 i małym współczynnikiem ekscesu — 5,54.

Średnia przepuszczalność osadów jury środkowej wynosi 237 mD, wahając się od 0 do kilku darcy.

JURA GÓRNA

Rozkład średnich porowatości dla formacji wapieni skalistych i płytowych (kompleks C, fig. 3) przedstawiono na fig. 1. Porowatości większe od 10% grupują się wzdłuż północnego obrzeżenia zapadliska, malejąc ku południowemu wschodowi do wartości niższych od 2,5%. Ponadto zaznaczają się cztery inne rejony o podwyższonych porowatościach. Są to rejony Dąbrowy Tarnowskiej, Kwikowa, Tarnowa i rejon położony na W od Bochni. Strefy wysokich przepuszczalności pokrywają się ze strefami wysokich porowatości. Poza wymienionymi rejonami osady opisanej formacji są praktycznie nieprzepuszczalne. Wyjątkiem jest rejon Tarnowa, gdzie przepuszczalność dochodzi do 100 mD.

Średnia porowatość formacji wapieni skalistych i płytowych wynosi 7,99%, wskaźnik zmienności równy jest 110%. Rozkład wartości zbliżony jest do normalnego (fig. 6, 7), o małej asymetrii równej — 1,57 i współczynniku ekscesu 15,02. Średnia przepuszczalność wynosi 229,59 mD. Dla 313 oznaczeń stwierdzono 11,5% wartości większych od 0,1 mD. Dla wartości większych od 0,1 mD średnia przepuszczalność wynosi 1996,19 mD. Prawdopodobieństwo jej występowania jest równe 3,8%.

Formacja wapienno-marglista (fig. 3, kompleks D) charakteryzuje się średnią porowatością 3,2%, przy wskaźniku zmienności równym 105%.

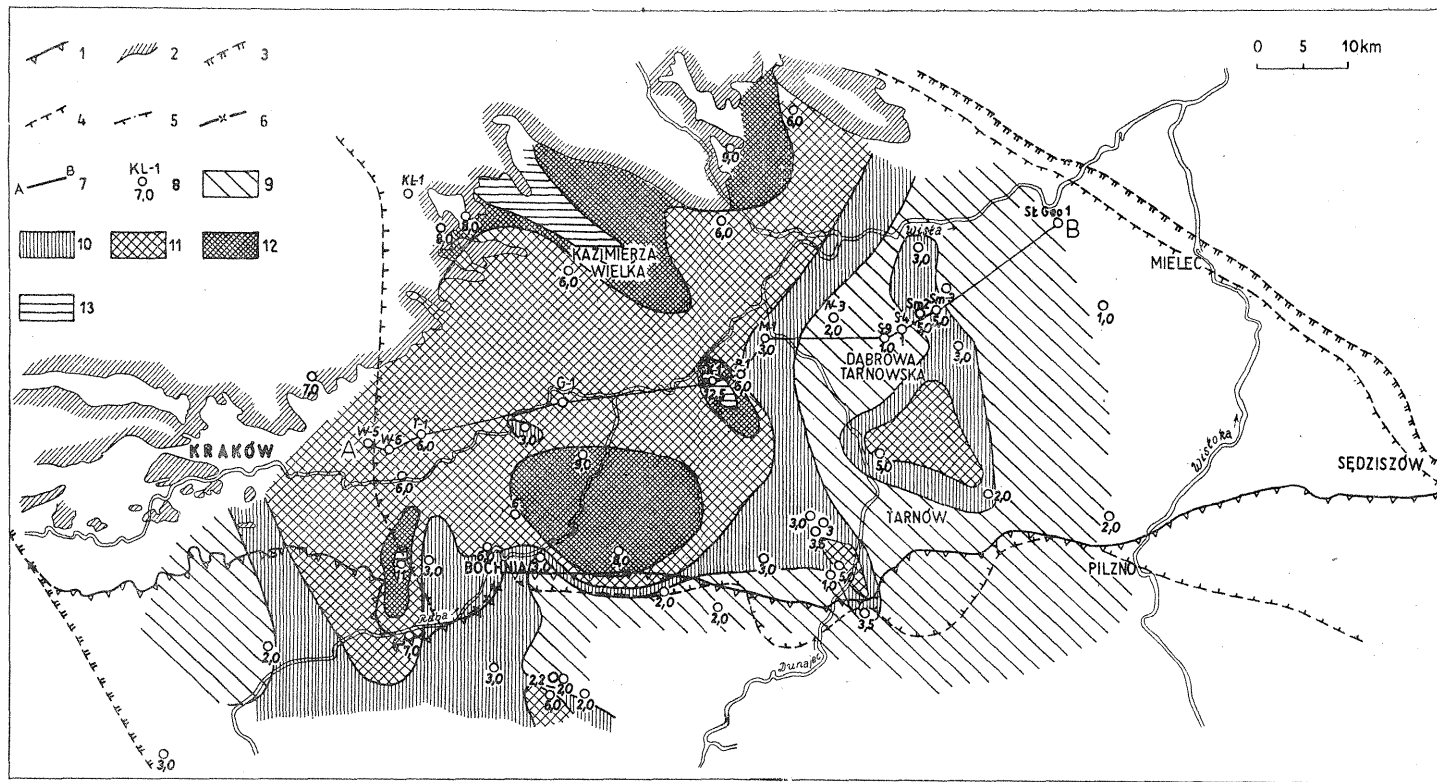


Fig. 1. Mapa średnich porowatości efektywnych formacji wapieni skalistych i łytowych (kompleks C) na przedgórzu Karpat środkowych

Map of mean effective porosities of massive and platy limestone formation (complex C) in the foreland of the Middle Carpathians

1 — brzeg Karpat; 2 — północny zasięg osadów miocenijskich; 3 — zasięg osadów jurajskich; 4 — zasięg formacji wapienno-marglistej (kompleks D); 5 — zasięg osadów kredowych; 6 — osie przedtorciańskich wyniesień morfologicznych; 7 — linia przekroju korelacyjnego; 8 — otwór wiertniczy z wartością średniej porowatości efektywnej; średnia porowatość: 9 — 0–2,5%, 10 — 2,5–5%, 11 — 5–7,5%, 12 — 7,5–10%, 13 — powyżej 10%

1 — margin of Carpathians; 2 — northern extent of Miocene deposits; 3 — extent of Jurassic deposits; 4 — extent of limestone-marly formation (complex D); 5 — extent of Cretaceous deposits; 6 — axes of pre-Tortonian morphological elevations; 7 — line of correlational cross-section; 8 — borehole with value of mean effective porosity; mean porosity: 9 — below 2.5%, 10 — 2.5–5%, 11 — 5–7.5%, 12 — 7.5–10%, 13 — over 10%

Rozkład porowatości odznacza się dużą asymetrią ujemną ($-24,72$) i wysokim współczynnikiem ekscesu ($45,14$ — fig. 7). Średnia przepuszczalność wynosi $0,41$ mD. Na 95 oznaczeń przepuszczalności uzyskano wartości większe od $0,1$ mD dla 10 próbek, co odpowiada $10,5\%$ utworów przepuszczalnych. Dla utworów o przepuszczalności większej od $0,1$ mD, średnia przepuszczalność wynosi $3,95$ mD. Prawdopodobieństwo napotkania utworów o przepuszczalności wyższej wynosi $3,2\%$.

Średnia porowatość wyżej leżącej formacji wapiennej (kompleks E + F, fig. 3) wynosi $4,12\%$, przy wskaźniku zmienności $102,9\%$. Rozkład badanych wartości jest zbliżony do normalnego (fig. 7), o współczynnikach asymetrii i ekscesu odpowiednio równych — $2,7$ i $1,13$. Średnia przepuszczalność wynosi $206,88$ mD. Udział osadów o przepuszczalności większej od $0,1$ mD można ocenić na 7% , ich średnią przepuszczalność na $275,83$ mD. Prawdopodobieństwo występowania jest niskie i kształtuje się na poziomie $0,7\%$.

Oprócz opisanych formacji litostratygraficznych badano również własności zbiornikowe osadów jurajskich występujących bezpośrednio poniżej podkredowej i podmioceńskiej powierzchni erozyjnej. Przedmiotem analizy były oznaczenia pochodzące z próbek pobranych nie głębiej niż 100 m poniżej wspomnianych powierzchni erozyjnych. Głębokość ta przyjęta została na podstawie wcześniejszych badań autorów (N. Oszczytko, A. Tomasz, 1976) nad podmioceńską powierzchnią erozyjną na przedgórzu Karpat.

Zarówno na powierzchni podkredowej, jak i podmioceńskiej występują różnowiekowe osady począwszy od formacji wapieni skalistych i płytowych (kompleks C, fig. 3) poprzez formację wapienno-marglistą do formacji wapieni organogenicznych i organodetrytycznych (kompleks E + F, fig. 3). Na podstawie oznaczeń laboratoryjnych opracowano mapę średnich porowatości (fig. 2). Strefy podwyższonych porowatości (powyżej 5%) układają się w szereg wydłużonych pasm o przebiegu NW—SE. Obszary podwyższonych porowatości stwierdzono na zachód od Bochni, w rejonie Grobli i Pławowic, na linii Kazimierza Wielka — Kwików — Tarnów, oraz w rejonie Dąbrowy Tarnowskiej.

Ponadto stwierdzono nieznaczny wzrost porowatości w obszarze Łątky (na S od Bochni) oraz w paśmie Podborze — Partynia — Ropczyce. Powierzchniowy rozkład przepuszczalności w zasadzie pokrywa się z rozkładem porowatości. Tym niemniej w obszarach o porowatościach mniejszych od $2,5\%$ pojawiają się niekiedy strefy o przepuszczalności rzędu 200 mD (np. w rejonie Pilzna).

Średnia porowatość dla osadów występujących pod powierzchniami erozyjnymi wynosi $7,42\%$ przy wskaźniku zmienności 109% . Rozkład wartości zbliżony jest do normalnego (fig. 6, 7) o małej ujemnej asymetrii równej $0,26$. Średnia przepuszczalność wynosi 175 mD. Przepuszczalności zmieniają się w zakresie od 0 do prawie 10 D. Około 15% oznaczeń charakteryzuje się przepuszczalnością większą od $0,1$ mD. Średnia przepuszczalność dla tych oznaczeń wynosi 1165 mD, a prawdopodobieństwo wystąpienia wartości wyższych wynosi 4% .

Średnia porowatość osadów jury wynosi $6,68\%$, przy wskaźniku zmienności równym 115% . Średnia przepuszczalność jest równa 185 mD, prawdopodobieństwo napotkania wartości większych od średniej wy-

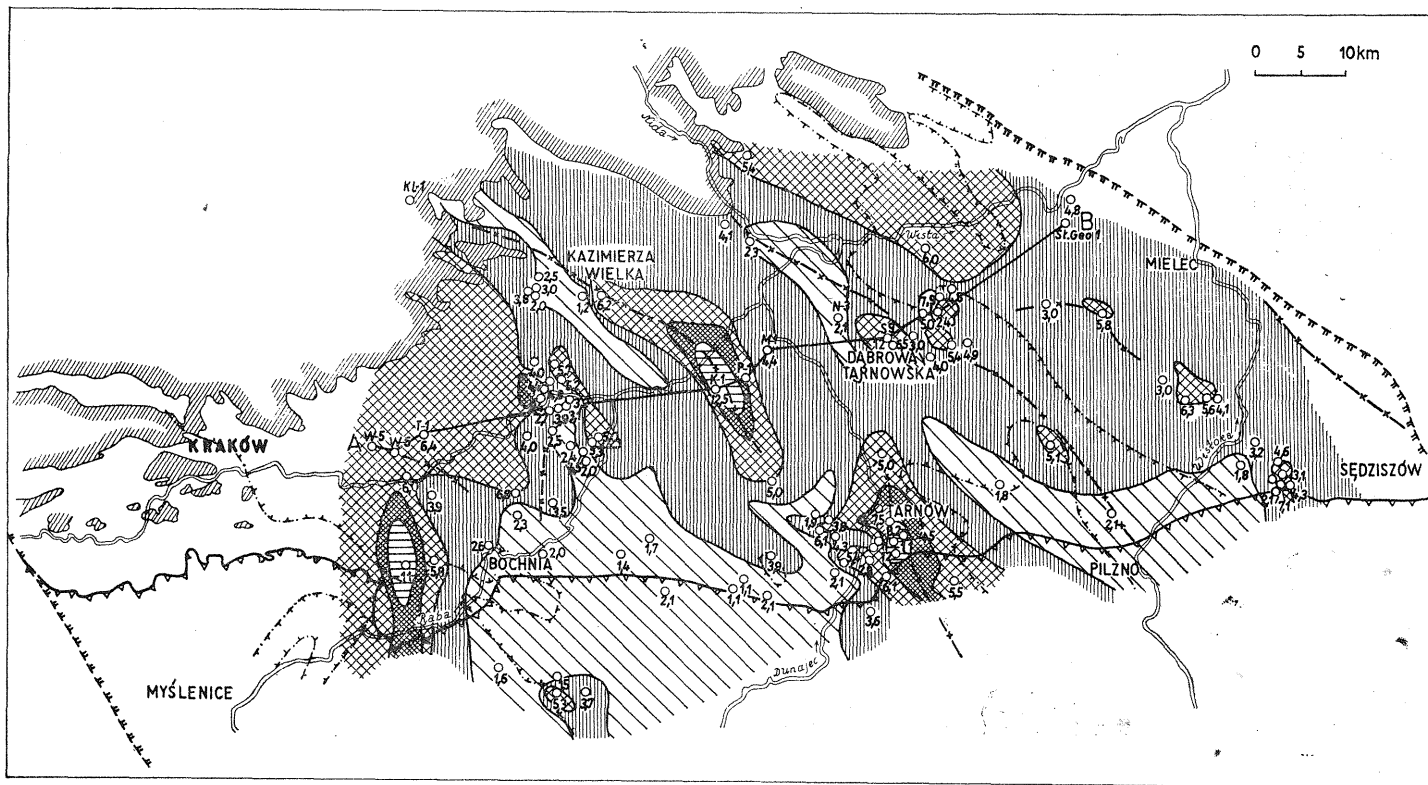


Fig. 2. Mapa średnich porowatości efektywnych w osadach jurajskich na powierzchni podkredowej i podmioceńskiej
 Map of mean effective porosity of Jurassic deposits cropping out on Cretaceous and Miocene subsurface
 Objasnienia jak na fig. 1
 Explanations as given in Fig. 1

nosi 11⁰/. Dla osadów o przepuszczalności większej od 0,1 mD średnia przepuszczalność wynosi 1105 mD, a prawdopodobieństwo występowania wartości większych wynosi 2,7⁰/.

W obrębie osadów jurajskich przedgórza Karpat najlepszymi własnościami filtracyjnymi odznaczają się piaszczyste osady jury środkowej.

W grupie formacji węglanowych wyróżnić można dwa równorzędne kompleksy odznaczające się dobrymi własnościami zbiornikowymi. Jest to formacja wapieni skalistych i płytowych (kompleks C) oraz utwory występujące poniżej powierzchni erozyjnych.

Najniższą porowatością i przepuszczalnością charakteryzuje się formacja wapienno-marglistą (kompleks D) mająca cechy dobrego poziomu izolującego

Tabela 1

Zmienność własności zbiornikowych osadów jurajskich

Nazwa kompleksu	1	2	3	4	5	6
Powierzchnia erozyjna	7,42	109	175	15	1165,3	4
Kompleks E+F	4,12	104	206,8	7	275,8	0,7
Kompleks D	3,2	105	0,41	10,5	3,95	3,2
Kompleks C	7,99	110	229,6	11,5	1996,2	3,8
Jura górna łącznie	6,68	115	185,8	11,0	1105,4	2,7
Jura środkowa (A)	10,82	53	237	—	—	—

1 — średnia porowatość w %; 2 — wskaźnik zmienności (V) — w %; 3 — średnia przepuszczalność w mD; 4 — prawdopodobieństwo występowania przepuszczalności większej od 0,1 mD; 5 — średnia przepuszczalność dla wartości większych od 0,1 mD; 6 — prawdopodobieństwo napotkania wartości większych od średniej w kol. 5 w %.

Porowatość i przepuszczalność jury środkowej uzależniona jest od wykształcenia litologiczno-facjalnego, a strefy podwyższonych porowatości związane są z kompleksami piaszczystymi. Geneza stref podwyższonej porowatości w formacji wapieni skalistych i płytowych jest złożona. Zdaniem autorów wyższą porowatość i przepuszczalność tych utworów w brzeźnych, północno-zachodnich peryferiach zapadliska tłumaczyć można działaniem wód podziemnych pochodzenia infiltracyjnego, w okresie pomioceńskim. Wody pochodzące ze stref zasilania usytuowanych na Wyżynie Krakowskiej powodują rozpuszczanie i ługowanie węglanu wapnia, a tym samym powstanie porowatości wtórnej. Natomiast podwyższona porowatość utworów tej formacji w rejonie Dąbrowy Tarnowskiej, Podborza i Tarnowa tłumaczona jest procesami dolomityzacji (E. Głowacki, 1963; J. Kruczek, 1972). Jak wiadomo, proces dolomityzacji zachodzi w wyniku działania na węglan wapnia wysokozmineralizowanych wód zawierających znaczne ilości jonów magnezu. Ubocznym skutkiem tego procesu jest zmniejszenie się objętości skały o około 12—13⁰/ i powstanie wtórnej porowatości (G. V. Chilingar, R. W. Mannon, H. H. Rieke III, 1972). Wzrost porowatości związany z dolomityzacją widoczny jest na fig. 10 w otworach S-9 i Sm-3a.

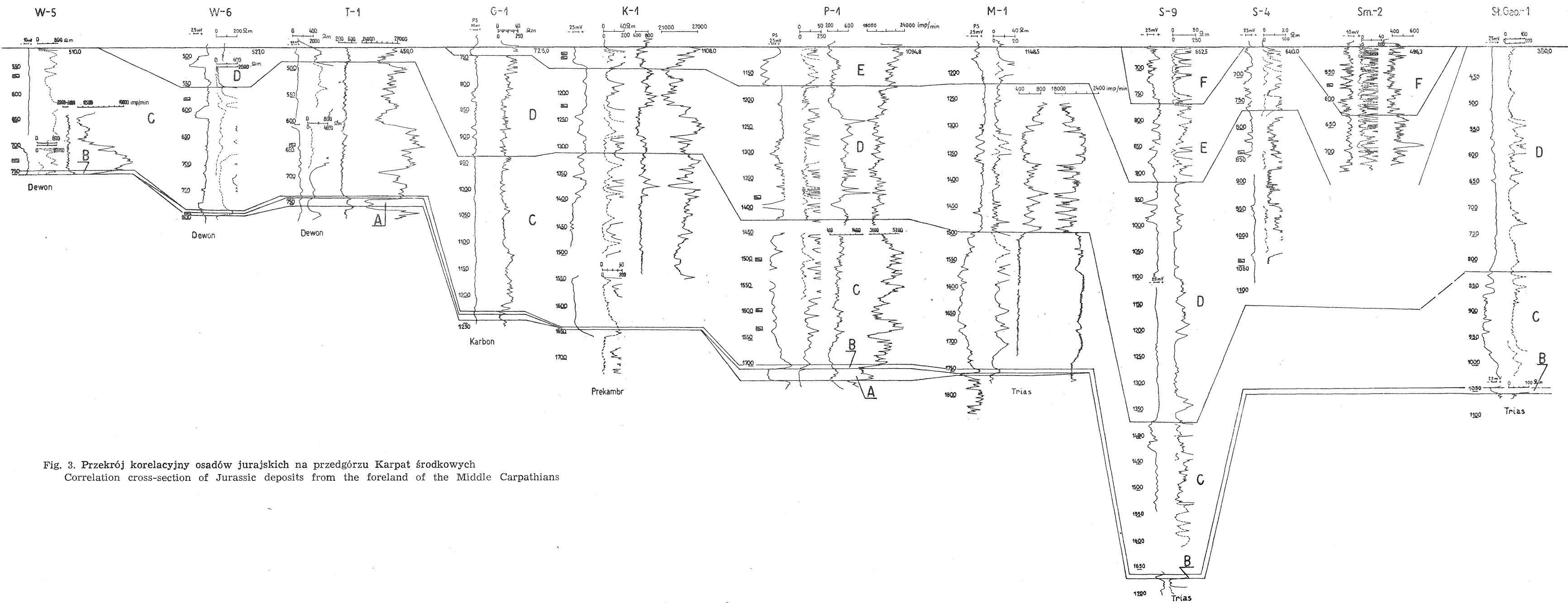


Fig. 3. Przekrój korelacyjny osadów jurajskich na przedgórzu Karpat środkowych
 Correlation cross-section of Jurassic deposits from the foreland of the Middle Carpathians

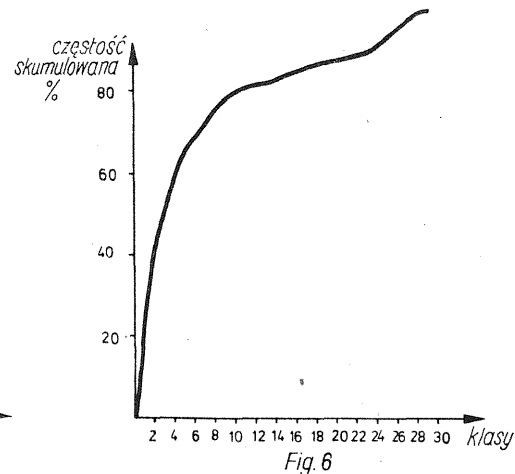
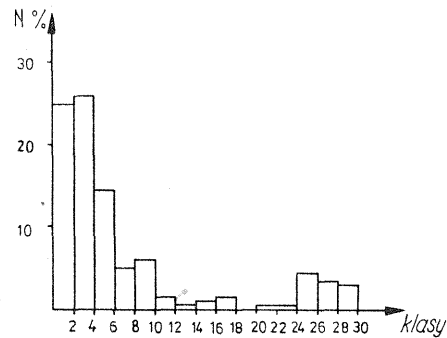
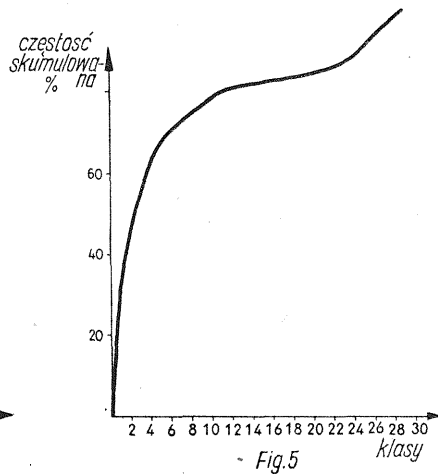
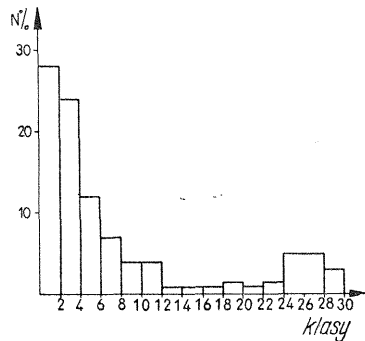
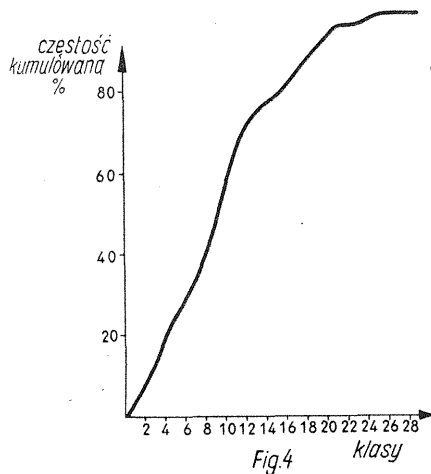
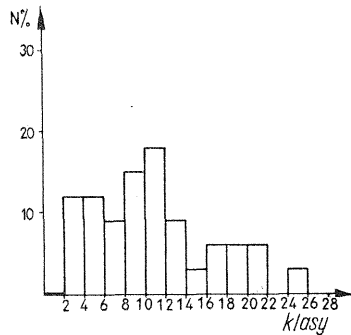


Fig. 4. Histogram porowatości i wykres częstości skumulowanej w osadach jury środkowej (kompleks A)
Histogram of porosity and graph of accumulated frequency in Middle Jurassic deposits (complex A)

Fig. 5. Histogram porowatości i wykres częstości skumulowanej w formacji wapieni skalistych i płytowych (kompleks C)
Histogram of porosity and graph of accumulated frequency in massive and platy limestone formation (complex C)

Fig. 6. Histogram porowatości i wykres częstości skumulowanej w osadach jurajskich na powierzchni podkredowej i podmiocenijskiej
Histogram of porosity and graph of accumulated frequency in Jurassic deposits cropping out on Cretaceous and Miocene subsurface

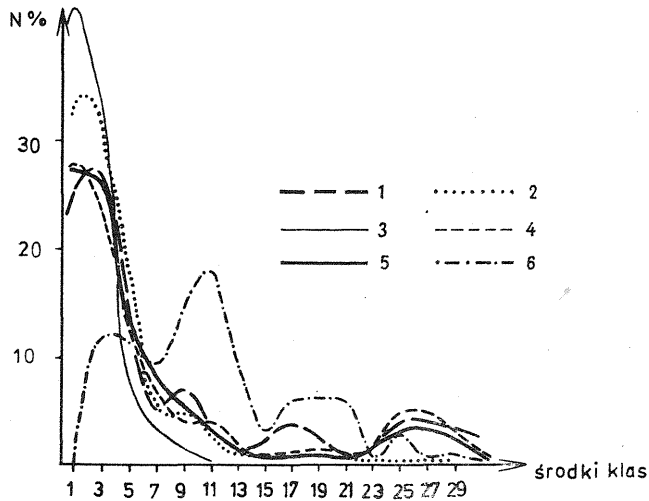


Fig. 7. Krzywe rozkładów porowatości

Porosity distribution curves for

1 — w osadach jurajskich na powierzchni podkredowej i podmiocenińskiej; 2 — w formacji wapieni organogenicznych i organodetrytycznych (kompleks E + F); 3 — w formacji wapienno-marglistej (kompleks D); 4 — w formacji wapieni skalistych i płytowych (kompleks C); 5 — w osadach węglanowych jury górnej; 6 — w osadach jury środkowej (kompleks A)

1 — Jurassic deposits cropping out on Cretaceous and Miocene subsurface; 2 — organogenic and organodetrital limestone formation (complex E + F); 3 — limestone-marly formation (complex D); 4 — massive and platy limestone formation (complex C); 5 — Upper Jurassic carbonate deposits; 6 — Middle Jurassic deposits (complex A)

Jeszcze inne procesy zadecydowały o podwyższonej porowatości i przepuszczalności utworów występujących poniżej podmiocenińskiej i podkredowej powierzchni erozyjnej.

Przedmiocenińska strefa wietrzenia na przedgórzu Karpat opisana została geologicznie i geofizycznie przez N. Oszczypko i A. Tomasia (1976). Autorzy wykazali, że utwory mezozoiczne leżące bezpośrednio poniżej podmiocenińskiej powierzchni erozyjnej są przeważnie silnie zwietrzałe, zdeintegrowane i odznaczają się podwyższoną przepuszczalnością. Miąższość tej strefy jest zróżnicowana i najczęściej nie przekracza 100 m. Największe miąższości strefy podwyższonej przepuszczalności stwierdzono na przedbadańskich wyniesieniach morfologicznych.

Rozkład porowatości na powierzchni podmiocenińskiej (fig. 2) oraz wykresy zmian porowatości z głębokością potwierdzają związek własności zbiornikowych z wyniesieniami paleoreliefu. W rejonie Grobla — Pławowice podobna zależność dla utworów jurajskich leżących poniżej transgresywnych piaskowców cenomańskich opisana została przez T. Lenka (1970). Według tego autora w obszarze tym „...rozkłady współczynników szczelinowatości na mapach geologicznych wskazują na to, że strefy najbardziej intensywnej szczelinowatości grupują się w strefach garbów erozyjnych lub tektonicznych i w strefach dyslokacji”.

Badania T. Lenka wykazały, że wapienie jurajskie z rejonu Grobli —

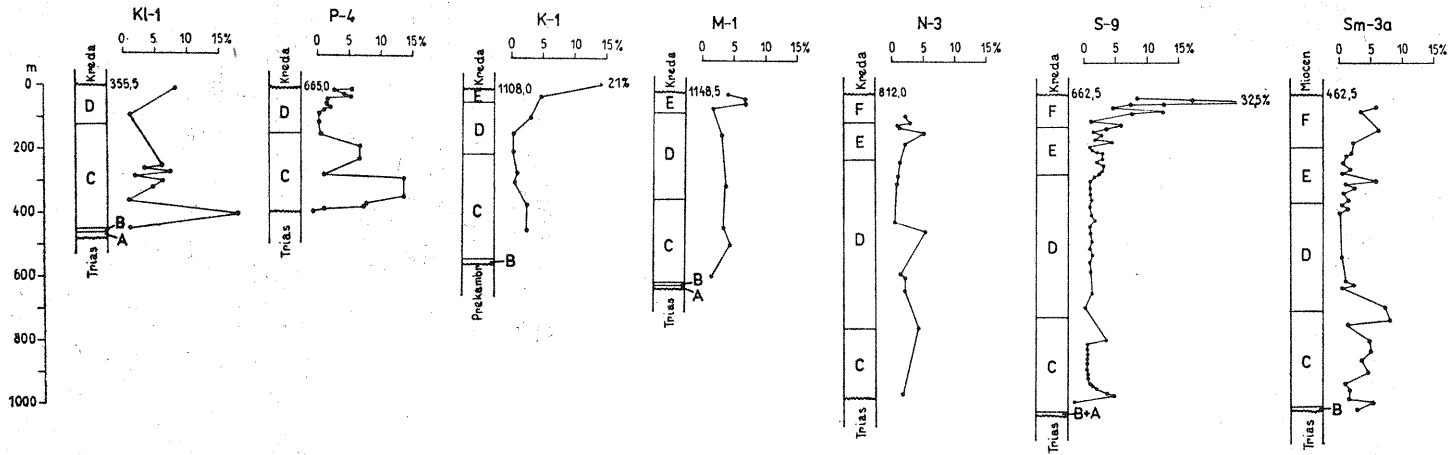


Fig. 8. Wykres zmian porowatości efektywnej wraz z głębokością dla wybranych profili osadów jurajskich
 Graph of changes in effective porosity along with depth for selected profiles of the Jurassic

Pławowic, leżące poniżej podcenomańskiej powierzchni erozyjnej, przecinane są makrospękaniem (0,2—0,3 mm, wyjątkowo 1,1 mm).

Na powierzchni podkredowej strefy podwyższonych porowatości (fig. 2) stwierdzone zostały w rejonie Grobla — Pławowice oraz w paśmie Kazimierza Wielka — Kwików — Tarnów. W strefach tych, prawdopodobnie przed transgresją albu — cenomanu, istniały wyniesienia mor-

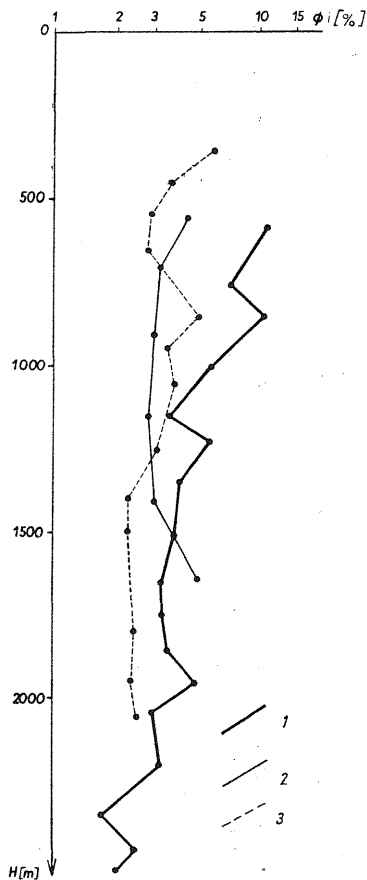


Fig. 9. Wykresy zmian porowatości efektywnej wraz z głębokością dla kompleksów jury górnej
Graphs of changes in effective porosity along with depth for Upper Jurassic complexes

1 — formacja wapieni płytowych i skalistych; 2 — formacja wapienno-marglista; 3 — formacja wapieni organogenicznych i organodetrytycznych

1 — massive and platy limestone formation; 2 — limestone-marly formation; 3 — organogenic and organodetrital limestone formation

fologiczne. Intrygującym faktem jest to, że wymienione obszary były również wyniesieniami morfologicznymi przed transgresją badeńską (N. Oszczytko, A. Tomasz, 1976). Może to dowodzić, że w pewnych obszarach wielokrotnie w różnych okresach geologicznych nakładały się na siebie ruchy wznoszące. Rozpatrywano również związek własności zbiornikowych z głębokością występowania badanych osadów. W oczywisty sposób zaznacza się, dla różnych formacji, podwyższona porowatość na głębokości 500—1000 m (fig. 9). Należy zaznaczyć, że na głębokości 500—1000 m najczęściej występuje podmiocenska lub podkredowa powierzchnia erozyjna. Na większych głębokościach wapień jurajski przeważnie zachowują stałą, lecz nieznaną porowatość. Różnice w cha-

rakterze własności zbiornikowych poziomów występujących na stropowej powierzchni erozyjnej jury i poziomów związanych z poszczególnymi formacjami szczególnie wyraźnie uwidaczniają się na zestawieniu graficznym porowatości i przepuszczalności (fig. 10). Na wykresie tym nanesiono dla obu zbiorów linie $\max(k_p) = f(\varphi)$ i $\min(k_p) = F(\varphi)$. Zarówno

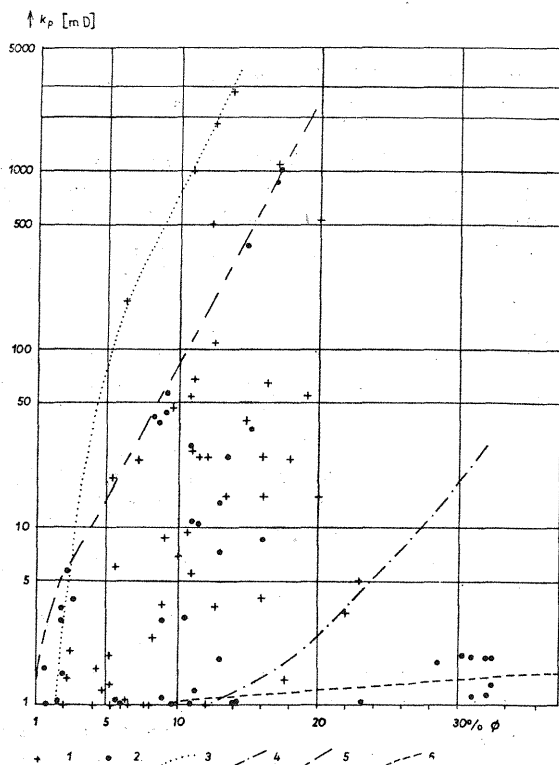


Fig. 10. Wykres zależności przepuszczalności od porowatości efektywnej dla osadów węglanowych jury

Graph of dependence of permeability on effective porosity for carbonate Jurassic deposits

1 — jura na powierzchni podkredowej i podmiocenińskiej; 2 — pozostałe osady węglanowe malmu; 3 — linia maksymalnych przepuszczalności dla osadów jurajskich na powierzchni podkredowej i podmiocenińskiej; 4 — linia minimalnych przepuszczalności dla wymienionych wyżej osadów; 5 — linia maksymalnych przepuszczalności dla pozostałych osadów malmu; 6 — linia minimalnych przepuszczalności dla wyżej wymienionych osadów

1 — Jurassic cropping out on Cretaceous and Miocene subsurface; 2 — other carbonate Malm deposits; 3 — line of maximum permeability of Jurassic deposits on Cretaceous and Miocene subsurface; 4 — line of minimum permeability of these deposits; 5 — line of maximum permeability of the rest of Malm deposits; 6 — line of minimum permeability of these deposits

maksymalnym, jak i minimalnym wartościom porowatości odpowiadają wyższe przepuszczalności w poziomach związanych z powierzchniami erozyjnymi od przepuszczalności pozostałych poziomów. Jest to zrozumiałe zważywszy różnice w formułach opisujących związek porowatości i przepuszczalności w skałach o porowatości intergranularnej i w skałach

szczelinowatych. Dla tych samych porowatości w skałach szczelinowych obserwujemy wyższe przepuszczalności i znacznie szybszy ich wzrost wraz ze wzrostem porowatości niż w skałach o porowatości międzyziarновой.

WNIOSKI

1. W obrębie osadów jurajskich przedgórze Karpat najlepszymi własnościami filtracyjnymi odznaczają się piaszczyste utwory jury środkowej.

2. Z osadów węglanowych wyróżnia się pod tym względem formacja wapieni skalistych i płytowych oraz utworów występujących poniżej powierzchni erozyjnych — kredowej i mioceńskiej.

3. Formacja wapienno-marglista wykazuje najniższą porowatość i przepuszczalność spośród omawianych osadów i nosi cechy dobrego poziomu izolacyjnego.

4. Podwyższoną porowatość i przepuszczalność formacji wapieni skalistych i płytowych w brzeżnej części zapadliska tłumaczyć można ługującym działaniem wód infiltracyjnych, natomiast w rejonie Dąbrowy Tarnowskiej i Tarnowa procesami dolomityzacji.

5. Na powierzchni podkredowej i podmioceńskiej strefy podwyższonej porowatości i przepuszczalności związane są z wyniesieniami paleoreliefu. W pewnych strefach wyniesienia paleoreliefu nakładały się na siebie w różnych okresach geologicznych (np. rejon Kazimierzy Wielkiej).

6. Dla wszystkich formacji stwierdzono występowanie podwyższonej porowatości na głębokościach 500—1000 m, co wiąże się z przeciętną głębokością występowania powierzchni erozyjnych.

7. Przy równych porowatościach przepuszczalność utworów związanych z powierzchniami erozyjnymi jest znacznie większa niż przepuszczalność formacji wapieni skalistych i płytowych.

8. W związku z powyższym należy przypuszczać, że powierzchnie erozyjne, a zwłaszcza podkredowe i podmioceńskie, odegrały zasadniczą rolę w procesach migracji węglowodorów.

Oddział Karpacki
Instytutu Geologicznego
Kraków, ul. Skrzatów 1

Nadesłano dnia 16 stycznia 1978 r.

PIŚMIENNICTWO

- BURZEWSKI W. (1969) — Strukturalne warunki jury olkusko-wolbromskiej jako brzegowe dla hydrodynamiki złóż naftowych niecki nidziańskiej. Pr. geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddz. w Krakowie, nr 61. Warszawa.
- CHILINGAR G. V., MANNON R. W., RIEKE III H.H. (1972) — Oil and Gas Production from Carbonate Rocks. Elsevier. New York.

- GŁOWACKI E. (1963) — O dolomityzacji w jurze zachodniej części przedgórze Karpat środkowych. *Kwart. geol.*, 7, p. 403—414, nr 3. Warszawa.
- JAWOR E. (1970) — Węglbna budowa geologiczna na wschód od Krakowa. *Acta geol. pol.*, 20, p. 709—769, nr 4. Warszawa.
- KARNKOWSKI P., OLTUSZYK S. (1968) — Atlas Geologiczny Przedgórze Karpat Polskich. Inst. Geol. Warszawa.
- KONIOR K. (1970) — Własności kolektorskie metamorficzno-krystalicznego podłoża i utworów paleozoicznych południowego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w obszarze Bielsko — Mogilany. *Geof. i Geol. naft.*, nr 9—10, p. 247—262. Kraków.
- KRUCZEK J. (1972) — Dolomityzacja wapieni malmu a możliwości poszukiwawcze profilu Dąbrowa Tarnowska — Tarnów. *Nafta*, 28, p. 49—54, nr 2. Katowice.
- LENK T. (1970) — Badania skał zbiornikowych malmu Przedgórze. *Biul. Inst. Naft.*, 20, p. 5—6, nr 2. Katowice.
- MORYC W. (1965) — Uwagi o stratygrafii i rozwoju jury środkowej na przedgórze Karpat w strefie Dąbrowa Tarnowska — Szczucin. *Geof. i Geol. naft.*, nr 10—12, p. 273—281. Kraków.
- MORYC W. (1970) — Katalog wierceń górnictwa naftowego w Polsce. *Przedgórze Karpat*, 1, cz. 3, 4. Wyd. Geol. Warszawa.
- MORYC W. (1974) — Stratygrafia warstw w głębokim otworze Niwki 3 koło Dąbrowy Tarnowskiej. *Zesz. nauk. AGH*, nr 412, *Geologia*, z. 19, p. 87—106. Kraków.
- MORYCOWA E., MORYC W. (1976) — Rozwój utworów jurajskich na przedgórze Karpat w rejonie Dąbrowy Tarnowskiej — Szczucina. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 46, p. 231—288, nr 1—2. Kraków.
- OBUCHOWICZ Z. (1963) — Budowa geologiczna przedgórze Karpat środkowych. *Pr. Inst. Geol.*, 30, (cz. 4), p. 321—354. Warszawa.
- OSZCZYPKO N., TOMAŚ A. (1976) — Przedtortońska rzeźba przedgórze Karpat między Krakowem a Dębicą oraz jej wpływ na sedymentację miocenu. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 46, 525—548, nr 4. Kraków.
- ДЕМЕНТЕВ А. Ф. (1966) — Статистические методы обработки и анализа промышленно-геологических данных. Изд. Недра. Москва.

Нестор ОЩИПКО, Адам ТОМАСЬ

ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ПРЕДГОРЬЯХ СРЕДНИХ КАРПАТ

Резюме

В статье дан анализ коллекторских свойств юрских отложений в Предкарпатском прогибе. Для оценки коллекторских свойств использовались лабораторные определения эффективной пористости и проницаемости. Авторы применяли методы математической статистики.

В юрских породах предгорий Карпат самыми лучшими фильтрационными свойствами обладают песчаные породы средней юры. Из карбонатных отложений с этой точки зрения выделяется формация каменистого и плитчатого известняка, а также породы, залегающие непосредственно под меловой и эоценовой эрозионной поверхностью. Минимальной пористостью и проницаемостью характеризуются мергелистые известняки (средний оксфорд).

Повышенная пористость и проницаемость формации каменистых и плитчатых известняков (нижний, средний оксфорд) в краевой части прогиба, объясняется выщелачивающим воздействием инфильтрационных вод. На подмеловой и подмиоценовой поверхности зоны повышенной пористости и проницаемости приурочены к поднятиям палеорельефа. Во всех формациях отмечается улучшение фильтрационных свойств на глубинах от 500 до 1000 м, что обусловлено обычной глубиной залегания эрозионных поверхностей. При равной пористости проницаемость пород, связанных с эрозионными поверхностями значительно выше.

Приведенные факты свидетельствуют о том, что эрозионные поверхности, особенно подмеловая и подмиоценовая, играли важную роль в миграции углеводородов в этой части предгорий Карпат.

Nestor OSZCZYTKO, Adam TOMASZ

THE CHARACTERISTICS OF COLLECTOR PROPERTIES OF JURASSIC ROCKS FROM THE MIDDLE CARPATHIAN FORELAND

Summary

The paper deals with the analysis of collector properties of Jurassic rocks of the Carpathian Foredeep. The properties were estimated taking into account laboratory measurements of effective porosity and permeability and using mathematical statistics methods.

The filtration properties are the best in the case of sandy Middle Jurassic rocks of the Carpathian foreland. The most permeable carbonate rocks include those of the massive and platy limestone formations and the rocks occurring directly beneath Cretaceous and Miocene erosional surfaces. The porosity and permeability are the lowest in the case of limestone-marly formation (Middle Oxfordian).

Increased porosity and permeability of massive and platy limestone formations (Lower, Middle Oxfordian) from marginal parts of the Foredeep are explained by leaching by infiltrating waters. The zones of increased porosity and permeability from the Cretaceous and Miocene subsurface are related to paleorelief elevations. The filtration properties of rocks of all the formations increase at depths from 500 to 1000 m which is connected with mean depth of erosional surfaces. At the same depths, the permeability of rocks connected with erosional surfaces is markedly higher.

The data presented here show that erosional and especially Cretaceous and Miocene surfaces played an important role in migration of hydrocarbons in this part of the Carpathian foreland.