

## Silikoklastyczne osady miocenu z rejonu Tarnogrodu (zapadlisko przedkarpackie) a ich właściwości zbiornikowe

Anna Maliszewska\*, Aleksandra Kozłowska\*, Marta Kuberska\*

*Badania petrograficzne prowadzono za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego, luminoskopu i elektronowego mikroskopu skaningowego z uwzględnieniem analizy dyfraktometrycznej wyseparowanych frakcji ilastych. Porowatość piaskowców mierzono mikroskopowo w płytkach cienkich (w tym za pomocą komputerowej analizy obrazu), oraz w porozymetrze. Stwierdzono, że najczęściej występują tu piaskowce mułowcowe o składzie wak sublitycznych, rzadziej obserwowano piaskowce o składzie wak subarkozowych oraz arenitów kwarcowych, subarkozowych i sublitycznych. Są one przewarstwione mułowcami i lupkami ilastymi. Piaskowce zawierają liczne elementy szkieletowe, kalcyt, glaukonit, piryt, pelit ilasty, zwęglone szczątki roślinne i materię organiczną. Porowatość piaskowców wynosi najczęściej ok. 14%, maksymalnie dochodzi do 31,7%. Jest to głównie międzyziarnowa porowatość pierwotna. Podrzędne znaczenie ma porowatość wtórna, śródziarnowa i międzokrystaliczna, występująca w obrębie skorupki otwornic, zoecjów mszywiolów i agregatów autigenicznych minerałów ilastych. Istotne znaczenie natomiast ma szczelinowatość skał. W badaniach diagenety dostrzeżono efekty głównie dwóch procesów: umiarkowanie działającej kompaktacji i nierównomiernie zaznaczonej cementacji Mn- i Mn/Fe-kalcytem. Skład mineralny skał wskazuje na słabo przewietrzane środowisko depozycji i wczesnej diagenety, o niskiej aktywności wód w zbiorniku morskim i słabym działaniu fluidów porowych w osadzie. Większość piaskowców ma dobre właściwości zbiornikowe, nawet mułowce wykazują porowatość w granicach 0,3–14,8%.*

**Słowa kluczowe:** kompaktacja, cementacja, porowatość, piaskowce, miocen, Polska

---

Anna Maliszewska, Aleksandra Kozłowska & Marta Kuberska — **The Miocene siliciclastic deposits from the Tarnogród area (Carpathian Foredeep, SE Poland) and their reservoir properties.** *Prz. Geol.*, 49: 436–440.

*Summary.* Lower and upper Badenian, and Sarmatian deposits drilled in the Carpathian Foredeep between Biszcza and Sucha Wola were examined with a polarizing microscope, a luminoscope and a scanning electron microscope. A diffraction analysis of clay fraction was also done. Porosities of sandstones were measured on thin sections (including computer image analysis) and with a porosimeter. The results of study indicated that the most common rocks are silty sandstones of sublithic wacke composition, with subordinate sandstones of subarkosic wacke or quartz, subarkosic and sublithic arenite composition. These rocks are interbedded with siltstones and clayey shales. The sandstones contain skeletal fragments, calcite, glauconite, pyrite, clay pelite, carbonized plant fragments, and organic matter. Their porosities commonly range from around 14 to 31.7%. This is mostly primary intergranular porosity. Secondary intragranular and intercrystalline porosity is of subordinate significance and occurs within foraminifer tests, bryozoan

---

\*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

zoetia, and aggregates of authigenic clay minerals. Fracturing of rocks is also a very important feature. The major diagenetic processes that occurred within the examined rocks included moderate compaction and unequally accentuated cementation with Mn- and Mn/Fe calcite. The mineral composition of rocks indicates a poorly oxygenated environment during deposition and early diagenesis, with low-active marine waters and a low influence of pore fluids. Most of the sandstones show good reservoir properties; even porosity of siltstones varies from 0.3 to 14.8%.

**Key words:** compaction, cementation, porosity, sandstones, Miocene, Poland

Zbadano klastyczne skały osadowe miocenu nawierczone w rejonie Tarnogrodu (ryc. 1), pomiędzy otworami Biszczka 2 i Sucha Wola 1, należące do badenu dolnego i górnego oraz do sarmatu. Głównym obiektem badań były piaskowce i mułowce występujące powyżej poziomu ewaporatowego badenu środkowego. Celem analiz petrograficznych było rozpoznanie składu mineralnego osadów oraz określenie wpływu diagenety na ewolucję ich porowatości. Badaniem objęto skały z następujących otworów: Biszczka 2, Dzików 12 i 15, Jedlinki 1 i 2, Księżpól 10, 11, 12, Lubliniec 4, Potok Górny 4 i 5, Sucha Wola 1, Wola Obszańska 9 i 10 oraz Wola Różaniecka 7, 10, 11. Osady miocenu spoczywają tu na skałach oligocenu, kambriu, a w rejonie Woli Obszańskiej — na skałach ordowiku lub syluru. W pracy wykorzystano opisy litologiczno-stratygraficzne rdzeni wiertniczych wykonane przez Porębskiego (1999) i profile sedimentologiczne osadów opracowane przez Dziadzio (1999). Próbkę pobrane do analiz petrograficznych pochodzą z materiałów rdzeniowych zgromadzonych przez M. Paszkowskiego i P. Dziadzio.

### Metody badań

Główną metodą badawczą była analiza w mikroskopie polaryzacyjnym płytek cienkich, wyciętych ze skał nasączonych niebieską żywicą. Odkryte powierzchnie płytek poddano analizie barwnikowej węglanów stosując płyn Evamy'ego (Migaszewski & Narkiewicz, 1983), a następnie — analizie planimetrycznej. Wybrane wypolerowane płytki cienkie poddano analizie katodoluminescencyjnej (CL) w aparaturze firmy Cambridge Image Technology Ltd., model CCL 8200 mk3, sprzężonej z mikroskopem Optiphot 2. Celem tej analizy było uzyskanie dodatkowych wskazań, dotyczących się składu mineralnego ziarn i cementów oraz rozwoju procesów diagenetycznych w osadach. Mikrostruktury widoczne na powierzchniach przełamów piaskowców zbadano w elektronowym mikroskopie skaningowym firmy LEO, typ 1430. Głównym przedmiotem obserwacji były przestrzenie porowe. Porowatość piaskowców została oznaczona mikroskopowo w płytkach cienkich, a ponadto, w odniesieniu do wybranych próbek — mikroskopowo za pomocą komputerowej analizy obrazów przez Leśniaka (2000) oraz laboratoryjnie (w piknometrze helowym Accu Pyc 1330 i w porozymetrze rtęciowym AutoPore 9220) przez Darlak i Kowalską-Włodarczyk (2000).

Z sześciu próbek piaskowców ilasto-mułowcowych i dwóch próbek ilowców piaszczystych wyseparowano metodą Jacksona (1975) ich frakcję ilastą (<2 µm), którą następnie poddano analizie rentgenostrukturalnej na dyfraktometrze Philips PW 1840 w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego. Próbkę badano w stanie surowym, po nasyceniu glikolem etylenu oraz po wyprężeniu do temperatury 550°C (Narkiewicz, 2000).

### Litofacje

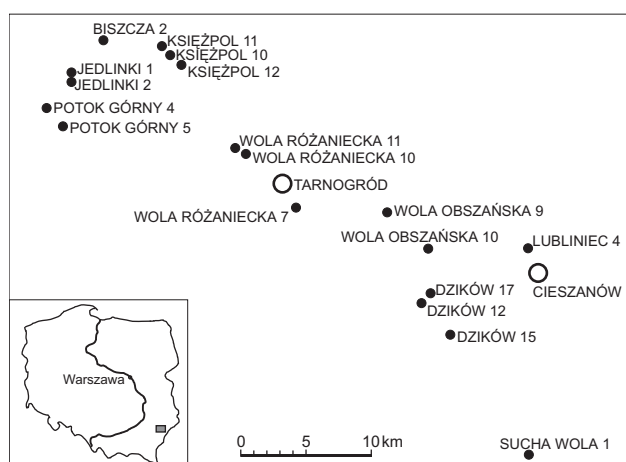
**Piaskowce.** Zbadane próbki to na ogół drobnoziarniste piaskowce mułowcowe i mułowcowo-ilaste, rzadziej skały

średnio lub bardzo nierówno uziarnione. Piaskowce odznaczają się strukturą psamitową, często także psamitowo-aleurytową i psamitowo-pelitową. Liczne próbki można określić jako hybrydowe z uwagi na podobny stosunek objętościowy ziarn frakcji piaszczystej i mułkowej, lub ziarn frakcji piasku, pyłu i pelitu. Takie odmiany piaskowców, według nomenklatury Pettijohna i in. (1972) należące do waki są tu liczniejsze od piaskowców z niską zawartością matriksu mułkowego i ilastego, czyli arenitów (ryc. 2). Odpowiadają one piaskowcom miocenu opisanym przez Ratajczaka i Szafrana (1982) jako piaskowce kwarcowe, polimiktyczne i szarogłazy.

**Kwarc** jest głównym składnikiem wszystkich odmian piaskowców; występuje on głównie w postaci ziarn mono-, rzadziej — polikrystalicznych. Do ostatniej grupy zaliczono okruchy czertów (Pettijohn i in., 1972), których zawartość wynosi przeciętnie ok. 1% obj. skały. Drobne ziarna kwarcu są niemal zawsze ostrokrawędziste (ryc. 3A), częściowym obtoczeniem odznaczają się natomiast ziarna z frakcji powyżej 0,3 mm, szczególnie z otworu Dzików 12 (ryc. 3B). Kwarc w analizie CL wykazuje świecenie w barwach brunatnych, rzadziej — w niebieskich.

Odmiany piaskowców zawierające w szkielecie ziarnowym więcej niż 95% kwarcu określono jako arenity i waki kwarcowe. Obecność ich odnotowano w otworach: Wola Różaniecka 11 (baden dolny) oraz Dzików 12 i Wola Różaniecka 10 (baden górny-sarmat). Arenity wykazują porowatość w granicach 0,3–2,0% w Woli Różanieckiej 10 i 11 oraz od 9,9 do 18,3% w Dzikowie 12. Próbkę waki kwarcowej z otworu Wola Obszańska 9 (baden dolny) zawiera 14,5% porów.

**Skalenie** zaobserwowano we wszystkich badanych próbkach piaskowców. Występują one w postaci ziarn ostrokrawędzistych, niekiedy — częściowo obtoczonych. W większości są to skalenie potasowe (mikroklin i ortoklaz), wykazujące w CL niebieską barwę luminescencyjną, znacznie rzadziej pojawiają się kwaśne plagioklasy świecące w CL zielono. Niektóre ziarna uległy częściowo lub nawet całkowicie kalcytyzacji. Piaskowce, zawierające



Ryc. 1. Lokalizacja otworów wiertniczych w rejonie Tarnogrodu  
Fig. 1. Location of boreholes in Tarnogród area

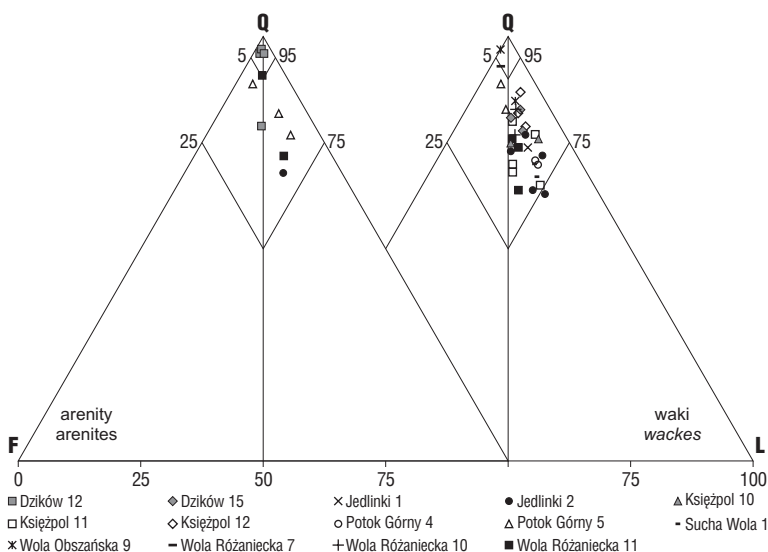
w szkielecie ziarnowym ponad 5% obj. skaleni (gdy  $Q+F+L=100\%$ ) określono jako subarkozowe. Zawartość ta nie przekracza 15% obj. Arenity subarkozowe dostrzeżono w otworach: Księżpól 10 i Potok Górny 5 — ich porowatość wynosi 0,7–2,0%. Waki subarkozowe występują w otworach: Dzików 12, 15, Potok Górny 5, Wola Różaniecka 7 — odznaczają się porowatością w granicach 4,2–13,5%.

**Okruchy skał** występują w piaskowcach w ilości 1–26% obj. Są to głównie okruchy wapieni, rzadziej — ilowców, piaskowców i mułowców. Jeszcze rzadziej występują fragmenty granitoidów i skał wylewnych o składzie dacytów i andezytów. Piaskowce zawierające w szkielecie ziarnowym 5–25% okruchów skalnych określono jako odmiany sublityczne. Arenity sublityczne dostrzeżono w otworach: Jedlinki 2, Potok Górny 5, Wola Różaniecka 11, a waki w otworach: Dzików 12, 15, Jedlinki 1, 2, Księżpól 10, 11, 12, Potok Górny 4, 5, Sucha Wola 1, Wola Obszańska 9 i Wola Różaniecka 10, 11 (ryc. 2). Arenity odznaczają się porowatością w granicach 14,0–21,9%, a waki — 0,7–31,7%. Waki stanowią grupę najliczniejszą. Najczęściej porowatość ich mieści się w zakresie 15–20%.

**Łyszczyki** — ta grupa mineralna jest reprezentowana głównie przez muskowitz, rzadziej przez brunatny biotyt. Ich zawartość jest zwykle niska, wyjątkowo dochodzi do 8,3% (Dzików 15).

**Bioklasty** — kalcytowe szczątki fauny są rozmieszczone w piaskowcach w sposób nierównomierny, wyjątkowo udział ich dochodzi do wartości 23,8% (Wola Różaniecka 10, głęb. 1058,0 m). Wydaje się, że najliczniej występują skorupki otwornic, szczególnie globigeryn. Obserwowano również liczne fragmenty muszli małżów, ramienionogów, szkieletów szkarłupni i gałązek mszyciwolów. Elementy szkieletowe są zwykle złożone z Mn-kalcytu, świecącego w CL w barwach żółtawych lub jasnopomarańczowych. Niektóre fragmenty skorupki otwornic nie wykazują luminescencji, co świadczy o braku domieszki manganu w kalcycie.

**Szczałki roślinne.** Drobnie, ostrokrawędziste, zwęglone szczątki roślinne są pospolitym składnikiem piaskowców. Często współwystępuje z nimi rozproszona materia organiczna.



Ryc. 2. Piaskowce miocenu na tle trójkątów klasyfikacyjnych Pettijohna i in. (1972); Q — kwarc, F — skaleni, L — okruchy skał

Fig. 2. Miocene sandstones versus classification triangles (Pettijohn et al., 1972); Q — quartz, F — feldspars, L — rock fragments

**Minerały akcesoryczne** w płytkach cienkich obserwowano nielicznie. Ziarna ich są reprezentowane przez apatyt, zwracający uwagę żółtą barwą luminescencji oraz przez cyrkon i tytanit.

**Glaukonit** pojawia się zwykle w ilości poniżej 2% obj., wyjątkowo zawartość jego dochodzi do 16,7%. Tworzy on owalne ziarna zielone różnej wielkości, często silnie schlorotypyzowane oraz impregnowane pirytem. Znaczna część ziarn, to ośrodki otwornic (ryc. 3C) oraz zglaukonityzowane peloidy.

W spoiwie opisywanych piaskowców dostrzeżono następujące składniki:

**Matriks** — drobne ziarna mułku kwarcowego i detrytyczne łusczki minerałów ilastych, często impregnowane wodorotlenkami żelaza, materia organiczną i pirytem. Analiza pelitu ilastego wykazała obecność smektytu, minerałów mieszanopakietowych illit/smektyt o zmiennej zawartości obu składników, ponadto illitu jako fazy indywidualnej. Stwierdzono też kaolinit i chloryt.

**Autigeniczne minerały ilaste** — grupę tę reprezentują drobne, agregatowe skupienia zielonego chlorytu oraz bezbarwnego kaolinitu.

**Kalcyt** — występujący w postaci mikrosparu lub drobnokrystalicznego spar. Cement ten jest złożony z Fe-kalcytu, barwiącego się płynem Evamy'ego jasnofioletowo i z kalcytu nie zawierającego żelaza. Sądząc z żółtych i pomarańczowych barw kalcytu w analizie CL, zawiera on domieszkę manganu. Cement kalcytowy występuje w piaskowcach w ilości od zera do 33% (ryc. 3D, E).

**Kwarc autigeniczny** — miejscami tworzy cienkie, nie świecące w CL obwódki na ziarnach kwarcu detrytycznego (ryc. 3A, B).

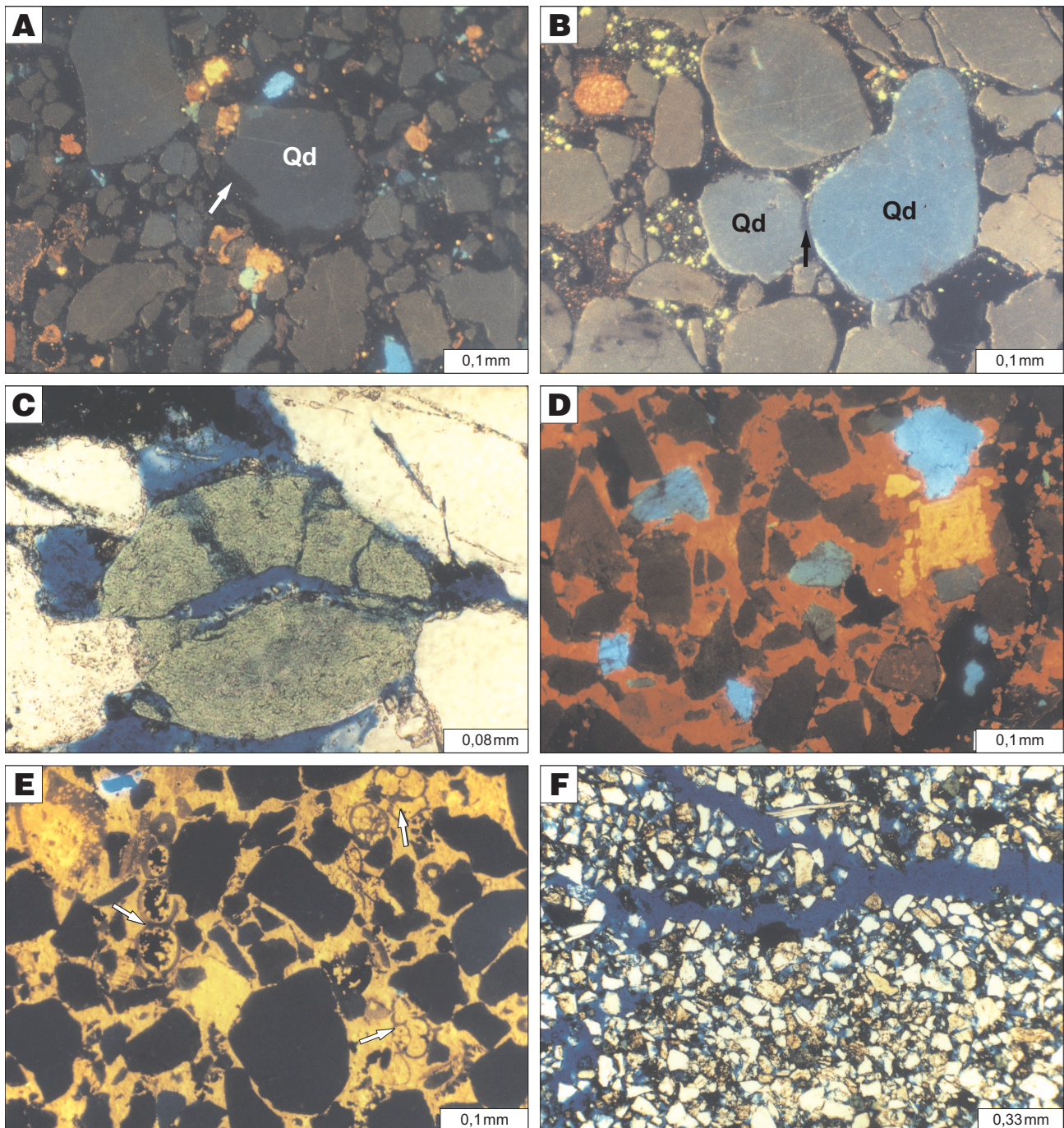
**Mułowce.** Mułowce miocenu, to skały szare, kruche i słabo związane o strukturze aleurytowo-pelitowej i teksturze kierunkowej, zaznaczonej równoległym ułożeniem blaszek łyszczyków. Skład mineralny szkieletu ziarnowego jest tu nieco uboższy od składu opisanych wyżej piaskowców. Dominuje tu kwarc, dość liczne są blaszki łyszczyków, podrzędnie występują ziarna skaleni, a okruchy skalne i bioklasty pojawiają się akcesorycznie. Spoiwo mułowców składa się głównie z minerałów ilastych, zawiera także kalcyt, wodorotlenki żelaza i materię organiczną. Mułowce zbadane z otworów Lubliniec 4 i Wola Różaniecka 7 wykazały porowatość w granicach 0,3–14,8%.

**Łupki ilaste i ilowce.** Z tej grupy skał pobrano tylko pojedyncze próbki. Reprezentują one odmiany piaszczyste o strukturze pelitowo-psamitowej i teksturze równoległej. Głównym składnikiem są tu detrytyczne łusczki minerałów ilastych (smektyt, illit/smektyt, illit, kaolinit, chloryt), licznie występuje pył i piasek kwarcowy, a ponadto blaszki łyszczyków. Podrzędnie pojawiają się drobne okruchy skalne, ziarna skaleni i bioklasty. Występują tu również wodorotlenki żelaza, piryty, materia organiczna, a miejscami — mikrospary kalcytowe. W płytkach cienkich skał ilastych dostrzega się niewielką porowatość (do 2,3%), miejscami pojawiają się drobne puste spekania (do 8,0%).

## Porowatość skał a diageniza

Jak wynika z analiz laboratoryjnych, wykonanych przez Darłak i Kowalską-Włodarczyk

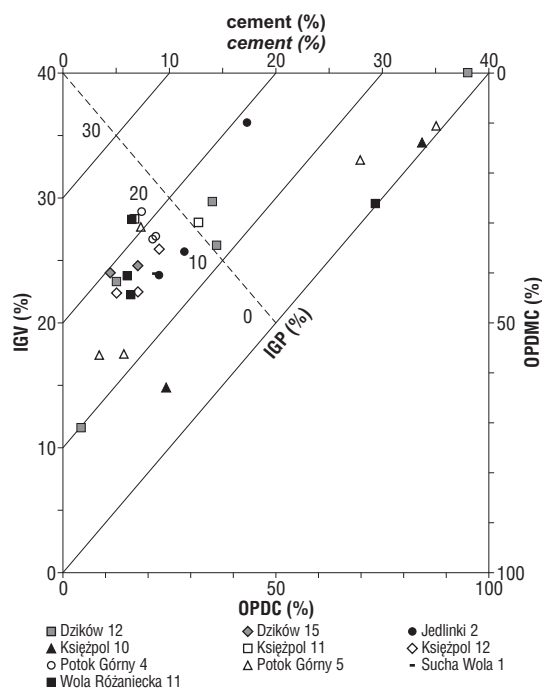




**Ryc. 3A.** Waka sublityczna, obraz w CL. Widoczne są ostrokrawędziste ziarna kwarcu o luminescencji w barwach brunatnych, niebiesko świecąca ziarna skaleni i pomarańczowo świecący Mn-kalcyt. Ziarno kwarcu Qd otoczone jest obwódką nieluminescencyjnego kwarcu autigenicznego (strzałka). Otw. Wola Różaniecka 11, głęb. 561,5 m; **B** — arenit kwarcowy, obraz w CL. Widoczne są dobrze obtoczone ziarna kwarcu świecące jasnobrunatno i niebiesko. Między ziarnami kwarcu Qd występuje fragment obwódki regeneracyjnej (strzałka). Punkty żółte — apatyt. Otw. Dzików 12, głęb. 941,7 m; **C** — spękane ziarno glaukonitu (ośrodków otwornicy?) w piaskowcu impregnowanym niebieską żywicą. Otw. Dzików 12, głęb. 912,1 m, bez analizatora; **D** — arenit subarkozowy scementowany kalcytem, obraz w CL. Luminescencja brunatna — kwarc, niebieska — ziarna K-skaleni, pomarańczowa — Mn/Fe-kalcyt, żółta — Mn-kalcyt. Otw. Książpól 10, głęb. 405,1 m; **E** — arenit kwarcowy scementowany kalcytem, obraz w CL. Ciemne ziarna — kwarc, żółte tło — Mn-kalcyt, strzałkami zaznaczono skorupki otwornic. Otw. Wola Różaniecka 11, głęb. 1068,3 m; **F** — waka sublityczna impregnowana niebieską żywicą. Widoczne są puste szczeliny. Otw. Książpól 10, głęb. 827,6 m bez analizatora

**Ryc. 3A.** Sublithic wacke, CL image. Angular quartz grains with brown luminescence, feldspars (blue) and Mn-calcite (orange) are visible. The quartz grain Qd is surrounded by an overgrowth of non-luminescent authigenic quartz (arrowed). Borehole Wola Różaniecka 11, depth 561.5 m; **B** — quartz arenite, CL image. Well rounded quartz grains with light brown and blue luminescence are visible. A fragment of regeneration overgrowth occurs between grains Qd. Yellow points — apatite. Borehole Dzików 12, depth 941.7 m; **C** — fractured glauconite grain (foraminifer mould?) in a sandstone impregnated by blue resin. Borehole Dzików 12, depth 912.1 m, without analyser; **D** — subarkozic arenite cemented by calcite, CL image. Brown luminescence — quartz, blue — K-feldspars, orange — Mn/Fe-calcite, yellow — Mn-calcite. Borehole Książpól 10, depth 405.1 m; **E** — quartz arenite cemented by calcite, CL image. Dark grains — quartz, yellow background — Mn-calcite, foraminifer shells are arrowed. Borehole Wola Różaniecka 11, depth 1068.3 m; **F** — sublithic wacke impregnated by blue resin. Empty fractures are visible. Borehole Książpól 10, depth 827.6 m, without analyser





**Ryc. 4.** Zależność wielkości przestrzeni międzyziarnowej (IGV) piaskowców od zawartości cementu (wg Houseknechta, 1987). IGP — porowatość międzyziarnowa, OPDC — redukcja pierwotnej porowatości przez cementację, OPDMC — redukcja pierwotnej porowatości przez kompaktację mechaniczną

**Ryc. 4.** Plot of sandstone intergranular volume (IGV) versus volume of cement (according to Hausenknecht, 1987). IGP — intergranular porosity, OPDC — original porosity destroyed by cementation, OPDMC — original porosity destroyed by mechanical compaction

(2000) badane piaskowce z uwagi na wykształcenie przestrzeni porowej można podzielić na trzy grupy. W pierwszej z nich znalazły się próbki z otworów: Książpól 12, Sucha Wola 1 i Wola Różaniecka 11. Stwierdzono tu wartości średnicy progowej rzędu 15–20  $\mu\text{m}$  i charakterystyczny kształt krzywej kumulacyjnej rozkładu średnic porów. Zwracają uwagę niskie wartości powierzchni właściwej, wielkości efektu histerezy, wysoka zawartość porów o średnicach większych od 1  $\mu\text{m}$ . Przepuszczalność tych skał oceniono na wartość 100 mD, może ona wynosić 350–400 mD (z uwagi na kruchość rdzeni nie udało się wyciąć walców). W grupie drugiej znalazły się próbki skał o słabym wysortowaniu krzywej rozkładu średnic porów (Jedlinki 2, Wola Różaniecka 10). W trzeciej grupie znalazły się próbki z Dzikowa 12 i 15 oraz Woli Różanieckiej 11. Są to skały o mikroporowym wykształceniu przestrzeni porowej, o wysokiej wartości efektu histerezy. Ich wartości filtracyjne oceniono jako słabe i zerowe.

W badaniach mikroskopowych płytek cienkich stwierdzono, iż w opisywanych skałach silikoklastycznych występuje głównie międzyziarnowa porowatość pierwotna. Dostrzeżono również porowatość wtórną, utworzoną wskutek rozpuszczania i przeobrażenia mniej trwałych składników — jest to porowatość śródziarnowa lub międzykrystaliczna. Liczne pory występują wewnątrz skorupki otwornic, w zoejach mszywiolów oraz w agregatach autigenicznych minerałów ilastych. Zwracają uwagę także liczne puste szczeliny (ryc. 3F). Na ryc. 4 zamieszczono diagram obrazujący wpływ kompaktacji i cementacji kalcytem na porowatość piaskowców. Na podstawie rozmieszczenia w nim punktów projekcyjnych próbek można sądzić, iż pierwotna porowatość

piasków bezpośrednio po depozycji wynosiła co najmniej 30–40%, a dochodziła nawet do 70% (Dzików 15).

## Podsumowanie

Na podstawie przytoczonych wyników badań petrograficznych i petrofizycznych piaskowców badanu i sarmatu należy uznać, że większość ich warstw odznacza się dobrymi lub nawet bardzo dobrymi właściwościami zbiornikowymi. Jest to niewątpliwie związane z dość płytkim zaleganiem warstw skalnych — głębokość pobrania badanych próbek waha się w granicach od 331,5 m (Książpól 11) do 1087,15 m (Dzików 15), najczęściej wynosi 500–800 m. Według badań Lenka i Petrykowskiego (1980) oraz Petrykowskiego (1984) porowatość piaskowców mioceńskich Przedkarpacia maleje wraz z wzrastającym pogrzebaniem i na głębokości 2500–3000 m spada do 5%.

Wydaje się, że dobre cechy zbiornikowe piaskowców są efektem umiarkowanego zaawansowania procesów diagenetycznych, reprezentowanych głównie przez kompaktację i cementację kalcytem. Znaczenie cementacji osadów mioceńskich podnoszone wcześniej przez Ratajczaka i Szafrana (1982), Leśniaka i Darłak (1993) oraz Kłębę (1998) było istotnie duże, lecz nierównomierne, gdyż niewiele spośród zbadanych próbek zawiera ponad 10% kalcytu, natomiast często występują nieskonsolidowane warstwy piasków (Musiał, 1981).

Badania wykonano w ramach prac poszukiwawczych złóż węglowodorów w zapadlisku przedkarpaccim (grant KBN nr 9T12B 028 15).

## Literatura

- DARŁAK B. & KOWALSKA-WŁODARCZYK M. 2000 — Wyniki badań petrofizycznych piaskowców miocenu ze strefy Biszczka-Książpól. [W:] Maliszewska A., Kozłowska A., Kuberska M., Opracowanie petrograficzne skał miocenu z rejonu Biszczka-Książpól. Arch. BG Geonafra, Jasło.
- DZIADZIO P. 1999 — Profile sedimentologiczne otworów wiertniczych: Dzików 12, Jedlinki 2, Lubliniec 4, Potok Górny 4, 5, Sucha Wola 1. Arch. BG Geonafra, Gorlice.
- HOUSEKNECHT D. W. 1987 — Assessing the relative importance of compactional processes and cementation to the reduction of porosity in sandstones. AAPG Bull., 71: 633–642.
- JACKSON M. L. 1975 — Soil chemical analysis. Advanced course. Univ. Wisconsin. Madison.
- KŁĘBA J. 1988 — Wpływ węglanów na własności zbiornikowe piaskowców mioceńskich w rejonie Przemysł-Jaksmanice. Nafta, 44: 58–60.
- LENK T. & PETRYKOWSKI K. 1980 — Porowatość utworów miocenu autigenicznego w strefie nasunięcia Karpat pomiędzy Wieliczką a Husowem. Nafta, 6: 181–185.
- LEŚNIAK G. 2000 — Wyniki komputerowej analizy obrazu piaskowców miocenu ze strefy Biszczka-Książpól. [W:] Maliszewska A., Kozłowska A., Kuberska M., Opracowanie petrograficzne skał miocenu z rejonu Biszczka-Książpól. Arch. BG Geonafra, Jasło.
- LEŚNIAK G. & DARŁAK B. 1993 — Genetyczne aspekty petrograficznych własności złoża Husów. Nafta-Gaz, 7: 241–245.
- MIGASZEWSKI Z. & NARKIEWICZ M. 1983 — Identyfikacja pospolitych minerałów węglanowych przy użyciu wskaźników barwiących. Prz. Geol., 31: 258–261.
- MUSIAŁ T. 1981 — Baza surowcowa południowej Zamojszczyzny oraz perspektywy jej rozwoju. Kwart. Geol., 25: 163–184.
- PETRYKOWSKI K. 1984 — Opracowanie własności zbiornikowych utworów miocenu autochtonicznego między Krakowem a Rzeszowem. Arch. IGNiG. Kraków.
- PETTJOHN F. J., POTTER P. E. & SIEVER R. 1972 — Sand and sandstone. Springer Verlag, New York.
- POREBSKI S. 1999 — Profile litologiczno-stratigraficzne otworów: Biszczka 1, 2, 4, 5, Dzików 12, 15, 17, Jedlinki 1, 2, Książpól 10, 11, 12, Lubliniec 4, Potok Górny 4, 5, Sucha Wola 1, Wola Obszańska 6, 8, 9, 10, Wola Różaniecka 7, 10, 11. Arch. BG Geonafra, Jasło.
- RATAJCZAK T. & SZAFRAN S. 1982 — Badania mineralno-petrograficzne skał piaskowcowych i ilastych miocenu wschodniej części zapadliska przedkarpacciego. Geol. AGH, 8: 77–104.