

## Porowatość matrycy wapieni i margli jury górnej w rejonie Olkusza

Kamil Juško<sup>1</sup>, Jacek Motyka<sup>1</sup>, Adam Postawa<sup>1</sup>

**Matrix porosity of upper jurassic limestones and marls in the olkusz area.** Prz. Geol., 63: 801–804.

*Abstract.* The article presents results of laboratory open porosity analysis on 167 Jurassic limestones and marls samples. Samples were taken from five boreholes drilled on the East of the Olkusz Zn-Pb mining region. Statistical methods was used to elaborate of the research results. The mean, standard deviation and maximum and minimum value was calculated. The variability of open porosity with depth was shown on the example of one borehole. Relationship of the parameter in the rock samples taken horizontal and vertical to the bedding was analyzed.

**Keywords:** open porosity, Olkusz Mining region, Jurassic limestones

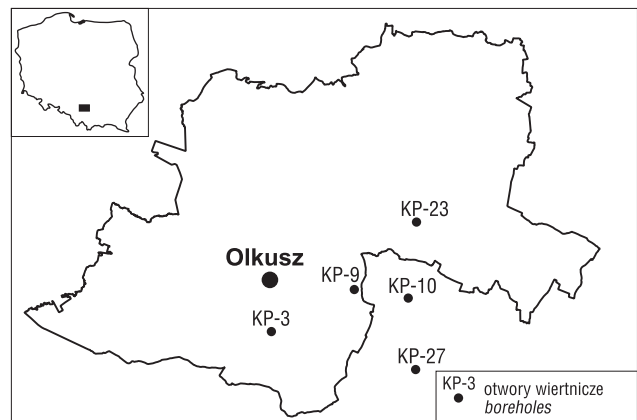
Utwory jury górnej występują we wschodniej części olkuskiego rejonu kopalnictwa rud cynku i ołowiu. Geograficznie obszar ten należy do Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, a pod względem geologicznym jest częścią monokliny śląsko-krakowskiej, zbudowanej z utworów mezozoicznych: triasu, jury i kredy. Jura górna jest dwudzielna pod względem litologicznym. W dolnej części występują margle ilaste, a w górnej wapienie płytowe, skaliste i kredowate (Różycki, 1953; Tokarski, 1958).

Przestrzeń porowa (matryca) w ujęciu Choquette'a i Pray'a (1970) jest ogółem pustek w niewielkim fragmencie skały, o objętości rzędu kilkudziesięciu centymetrów sześciennych, niezależnie od ich genezy. W skałach węglanowych ten składnik ogólnej sieci hydraulicznej, w zależności od właściwości hydrogeologicznych, może spełniać ważną funkcję w kształtowaniu przepływu wody podziemnej jako element pojemnościowy (Motyka, 1998; Krajewski & Motyka, 1999). Znajomość zdolności skał do magazynowania i przewodzenia wody ułatwia interpretację wyników próbnych pompowań oraz monitoringu przebiegu odwadniania skał studniami lub wyrobiskami górniczymi (Motyka, 1998).

Porowatość matrycy wapieni jury górnej na obszarze Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, ale poza rejonem olkuskim, była już przedmiotem badań (Liszkowska & Pacholewski, 1989; Motyka & Postawa, 2004; Rózkowski i in., 2005; Rózkowski, 2006). W pracy przedstawiono wyniki badań porowatości otwartej, tzn. obejmującej pustki połączone ze sobą, wapieni jury górnej w rejonie olkuskim, które dopełniają dotychczasową wiedzę na ten temat.

### METODYKA BADAŃ

Badania porowatości otwartej wapieni jury górnej wykonano dla 167 próbek pobranych z rdzeni 5 otworów wiertniczych (ryc. 1) w przedziale głębokości od 12 do 127 m od powierzchni terenu. Z rdzeni o średnicy 100 mm wywiercono próbki o kształcie walców, o średnicy 43 mm, prostopadle do widocznego uławicenia. Dodatkowo, spośród wszystkich próbek z tego samego fragmentu rdzenia wywiercono 61 próbek równoległe do kierunku uławicenia.



**Ryc. 1.** Lokalizacja opróbowanych otworów wiertniczych na tle granic powiatu olkuskiego

**Fig. 1.** Location of sampling points on the background on the Olkusz district limits

Współczynnik porowatości dla wszystkich próbek badano metodą zbliżoną do tej, jaką zaproponowali Kleczkowski i Mularz (1964). Metoda ta polega na tym, że uprzednio wysuszone w temperaturze 105±110°C i zważone próbki są nasączone w próżni cieczą. W tym przypadku była to woda. Następnie nasycone próbki zostały zważone w wodzie i w powietrzu. Współczynnik porowatości otwartej obliczano ze wzoru:

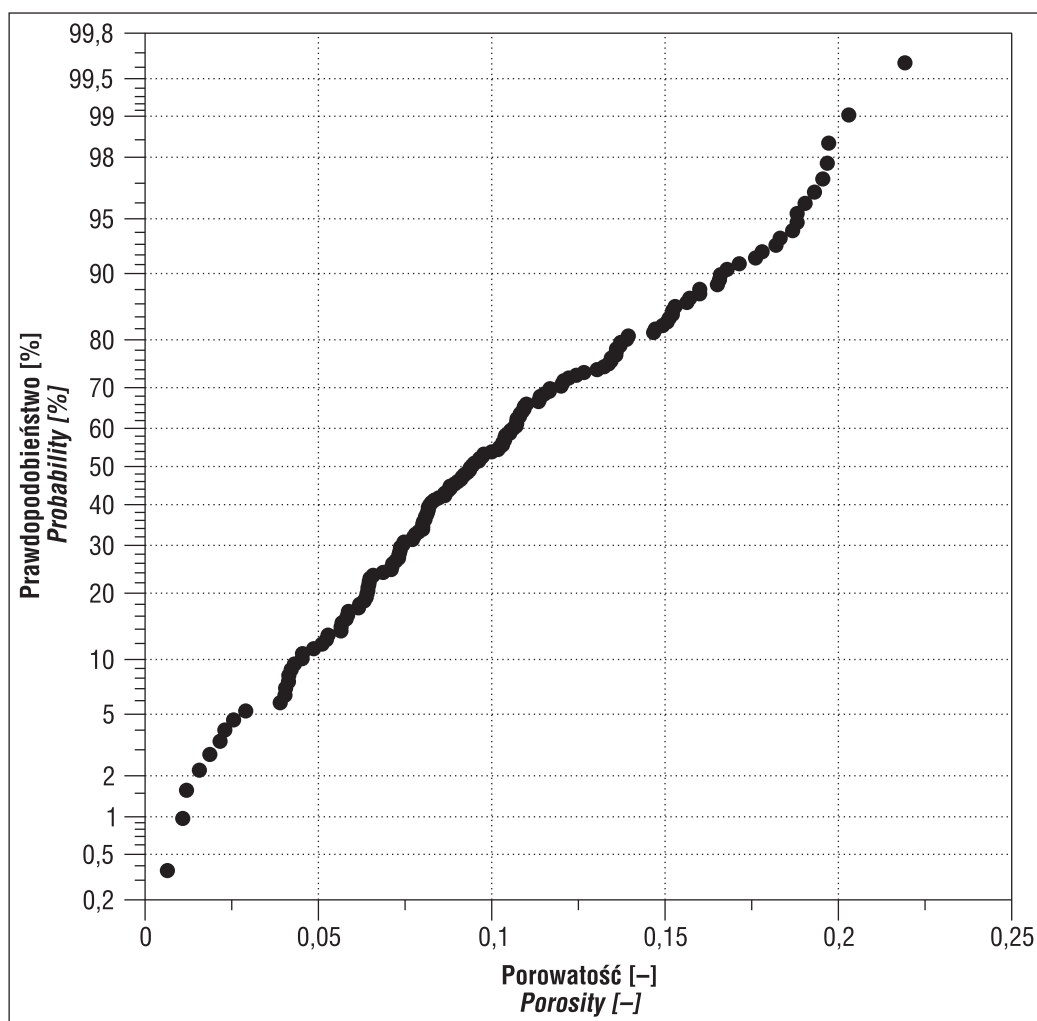
$$p = \frac{G_p - G}{G_p - G_w} \quad [1]$$

gdzie:

$p$  – współczynnik porowatości otwartej,  
 $G_p$  – ciężar próbki nasyconej wodą, ważonej w powietrzu,  
 $G_w$  – ciężar próbki nasyconej wodą, ważonej w wodzie,  
 $G$  – ciężar próbki suchej.

Badania porowatości otwartej wykonano w laboratorium katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH w Krakowie.

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; jusko@agh.edu.pl, motyka@agh.edu.pl, postawa@agh.edu.pl.



Ryc. 2. Wykres prawdopodobieństwa  
Fig. 2. Probability plot

### WYNIKI BADAŃ

Porowatość otwarta badanych próbek wapieni mieściła się w przedziale 0,00643–0,219, przy czym jej średnia wartość wyniosła 0,102, a odchylenie standardowe 0,0447 (tab.1). Najmniejszą wartość porowatości otwartej stwierdzono w otworze KP-27, natomiast największą w KP-9 (tab.1).

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń statystycznych udowodniono, że rozkład analizowanej cechy jest normalny (ryc. 2).

Zmienność współczynnika porowatości otwartej wraz z głębokością występowania od powierzchni terenu przeanalizowano na przykładzie otworu KP-9, ze względu na największą liczbę pobranych z niego próbek oraz największy przedział głębokości z jakiej próbki pobrano, który wyniósł około 120 m. Na poszczególnych głębokościach przyjęto średnie wartości porowatości próbek pobranych równoległe i prostopadłe do uławicenia. Zmienność współczynnika porowatości otwartej wapieni jurajskich z głębokością w tym otworze, mimo dużego przedziału wartości, wykazuje tendencję rosnącą do ok. 60 m. Od 60 do ok. 90 m nie widać wyraźnej tendencji zmian, a w przedziale głębokości 90–130 m zaznacza się wyraźna tendencja malejąca (ryc. 3).

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych przeanalizowano zależność porowatości otwartej próbek pobranych prostopadłe do uławicenia ( $p_{ov}$ ) i równoległe do uławicenia warstw ( $p_{oh}$ ). Wykres punktowy i równanie dla tej zależności przedstawiono na rycinie 4.

Współczynnik determinacji  $R^2$  dla zależności  $p_{ov} = f(p_{oh})$ , równy  $R^2 = 0,548$ , dowodzi, że zależność między porowatością otwartą badaną w różnych kierunkach jest istotna, choć niezbyt silna. Nachylenie prostej opisującej zależność między współczynnikami porowatości, badanymi w różnych kierunkach (ryc. 4), wskazuje na słabo zaznaczoną anizotropię porowatości otwartej badanych skał. Porowatość próbek pobranych równoległe do uławicenia jest nieco większa niż tych, wywierconych prostopadłe do uławicenia.

### DYSKUSJA WYNIKÓW

Porowatość otwarta matrycy skalnej (przestrzeni porowej) wapieni jury górnej w rejonie olkuskim mieści się w bardzo szerokim przedziale, obejmującym kilka rzędów wielkości, tzn. od 0,00643 do 0,219. Są to wartości zbliżone do tych, które podają Liszkowska i Pacholewski (1989), Motyka i Postawa (2004), Różkowski i in. (2005) oraz Różkowski (2006) dla wapieni jury górnej z innych

**Tab. 1.** Wartości porowatości otwartej wapieni górnourajskich w poszczególnych otworach  
**Table 1.** The open porosity value of the Upper Jurassic limestones in the boreholes

	KP-3	KP-9	KP-10	KP-23	KP-27	Całość All
Liczebność Population	11	81	6	43	26	167
Minimum Minimum	0,040	0,016	0,077	0,0421	0,006	0,006
Maksimum Maximum	0,193	0,219	0,156	0,139	0,188	0,219
Średnia Average	0,075	0,118	0,126	0,084	0,089	0,102
Odchylenie standardowe Std. deviation	0,047	0,473	0,033	0,0226	0,045	0,045
Współczynnik zmienności Variation coefficient	0,627	4,026	0,262	0,267	0,502	0,437
Współczynnik zmienności = Odchylenie standardowe / Średnia. Variation coefficient = Std. deviation / Average.						

obszarów Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Najmniejszą porowatość matrycy mają zbite wapienie skaliste (od 0,00643 do 0,11), a największą – wapienie kredowate cechujące się słabą zwięzłością (od 0,13 do 0,22), co potwierdzają także wyżej cytowani autorzy. Z tego powo-

du nie zaznacza się np. wyraźna tendencja zmniejszania się porowatości otwartej z głębokością (ryc. 3).

Analizowana zależność porowatości otwartej próbek wapieni wyciętych prostopadłe do uławicenia od porowatości próbek wyciętych równoległe do uławicenia jest istotna, ale dość słaba (ryc. 4). Wynika to z rozmieszczenia pustek w masywie skalnym, które z punktu widzenia metodyki badań porowatości jest stochastyczne. Dlatego każda próbka skały, pochodząca z tego samego, większego fragmentu, np. z części rdzenia wiertniczego, może mieć znacząco różną od innych wielkość porowatości otwartej matrycy.

Przyczyną dużego rozrzutu wartości porowatości otwartej matrycy badanych wapieni jest niejednorodność tej właściwości hydrogeologicznej. Można wyodrębnić co najmniej dwa poziomy tej niejednorodności. Pierwszym z nich jest występowanie różnych odmian litologicznych w profilu górnej jury. Drugim – są różne pod względem genetycznym pustki w obrębie niewielkiego fragmentu skały węglanowej (Choquette & Pray, 1970) zarówno syngenetyczne, do których należy np. mikroławicenie, jak i epigenetyczne, takie jak np. mikrospęknięcia, stylolity czy zaczątkowe pustki krasowe (mikrokawerny).

## WNIOSKI

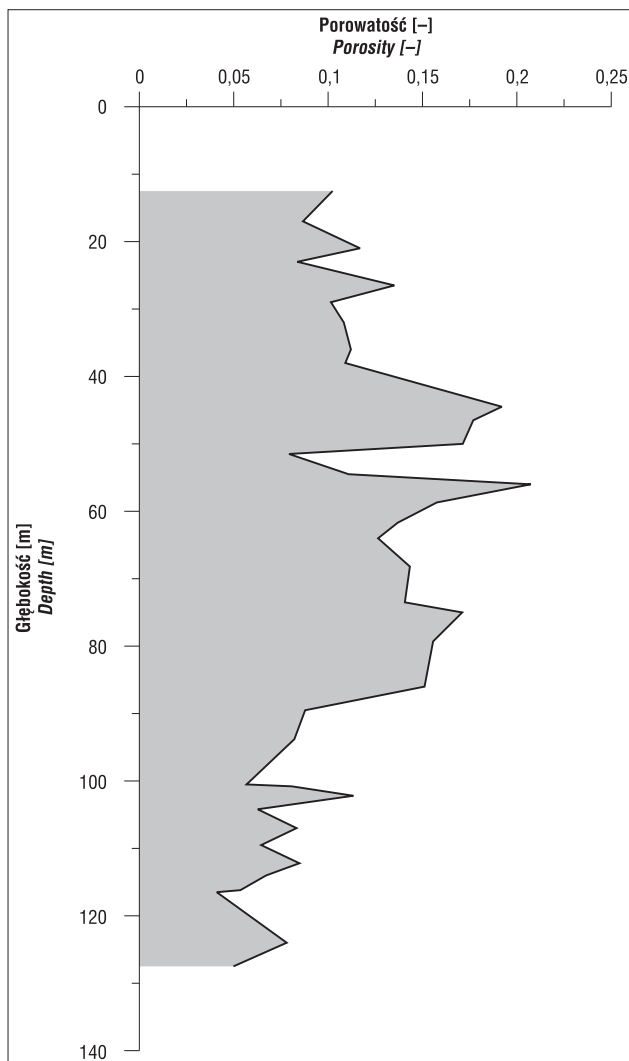
Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie szeregu ogólnych i szczegółowych wniosków, wynikających z zaobserwowanych prawidłowości, przedstawionych poniżej.

1. Porowatość otwarta matrycy skalnej wapieni jury górnej w rejonie olkuskim zawiera się w bardzo szerokim przedziale, obejmującym kilka rzędów wielkości (od 0,00643 do 0,219).

2. Występuje wyraźny związek wartości współczynnika porowatości z typem litologicznym jurajskich skał węglanowych. Najmniejszą porowatość matrycy mają zbite wapienie skaliste (od 0,00643 do 0,11), a największą wapienie kredowate (od 0,13 do 0,219).

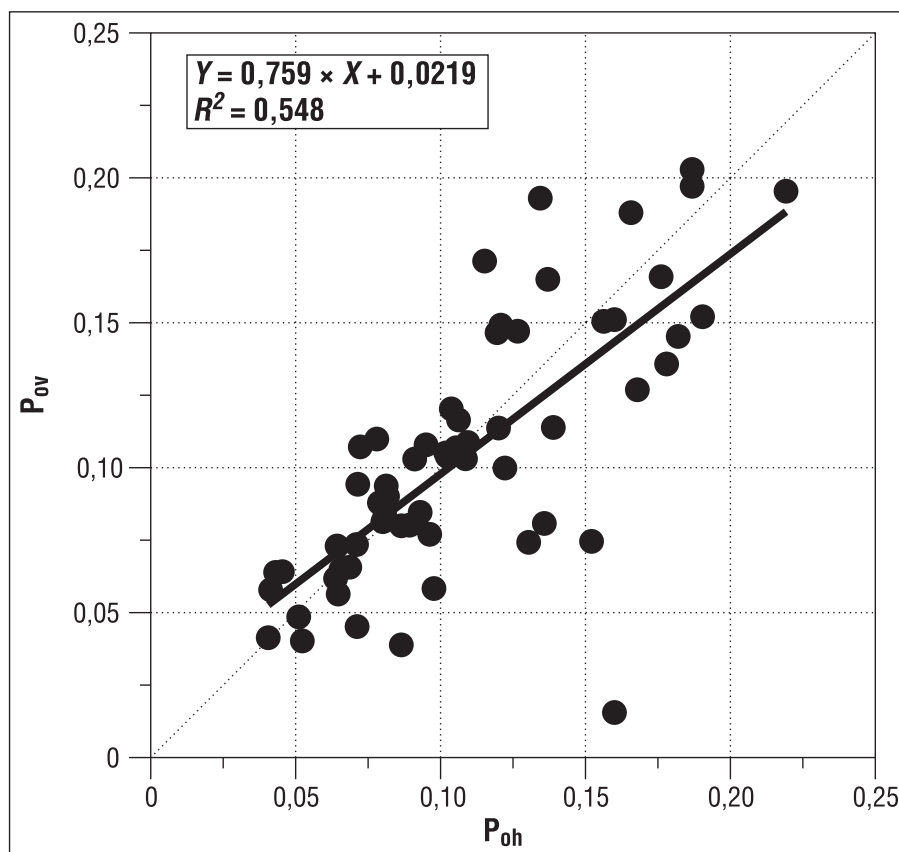
3. Porowatość generalnie maleje z głębokością. Nie jest to jednak zależność o charakterze liniowym.

4. Wartości porowatości otwartej próbek wyciętych równoległe do uławicenia są nieco wyższe niż tych,



**Ryc. 3.** Wykres zmienności porowatości otwartej wraz z głębokością (otwór KP-9)

**Fig. 3.** Open porosity vs depth plot (borehole KP-9)



Ryc. 4. Wykres zależności porowatości otwartej próbek pobranych prostopadle i równoległe do uławicenia

Fig. 4. Relationship for vertical and horizontal porosity

wycinanych prostopadle do uławicenia. Prawidłowość ta zaznacza się jednak słabo.

Pracę sfinansowano ze środków na działalność statutową AGH w Krakowie (WGGiOŚ, 11.11.140.026).

#### LITERATURA

- CHOQUETTE P.W. & PRAY L.C. 1970 – Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates: AAPG Bull., 54: 207–250.
- KLECZKOWSKI A. & MULARZ S. 1964 – Przyczynek do metodyki wyznaczania porowatości skał dla celów hydrogeologicznych. Prz. Geol., 12: 103–105.
- KRAJEWSKI S. & MOTYKA J. 1999 – Model sieci hydraulicznej w skałach węglanowych w Polsce. Biul. Państw. Inst. Geol., 388: 115–138.
- LISZKOWSKA E. & PACHOLEWSKI A. 1989 – Ilościowa ocena struktury hydraulicznej masywu wapieni górnourajskich zlewni Wier-

- cicy. [W:] Wody szczelinowo-krasowe i problemy ich ochrony. Mat. Konf. Nauk. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- MOTYKA J. 1998 – A conceptual model of hydraulic networks in carbonate rocks, illustrated by example from Poland. Hydrogeol. J., 6: 469–482.
- MOTYKA J. & POSTAWA A. 2004 – Wody podziemne zrębu Zakrzówka. Biul. Państw. Inst. Geol., 412: 71–129.
- PAZDRO Z. 1983 – Hydrogeologia ogólna. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- RÓŻKOWSKI J., MOTYKA J., RÓŻKOWSKI K. & POLONIUS A. 2005 – Charakterystyka właściwości przestrzeni porowej wapieni górnourajskich Wyżyny Krakowskiej w świetle oznaczeń laboratoryjnych. Prace Nauk. Uniw. Śl., 2364, Kras i Speleologia, 11 (20): 221–227.
- RÓŻKOWSKI J. 2006 – Wody podziemne utworów węglanowych południowej części Jury Krakowsko-Częstochowskiej i problemy ich ochrony. Prace Nauk. Uniw. Śl., 2430. Katowice, s. 263.
- RÓŻYCKI S.Z. 1953 – Górny dogger i dolny malm jury Krakowsko-Częstochowskiej. Pr. Inst. Geol., 17: 1–412.
- TOKARSKI A. 1958 – Rola wody w rozpoznaniu tektoniki Jury Olkuskiej. Kwart.Geol., 2 (2): 415–418.