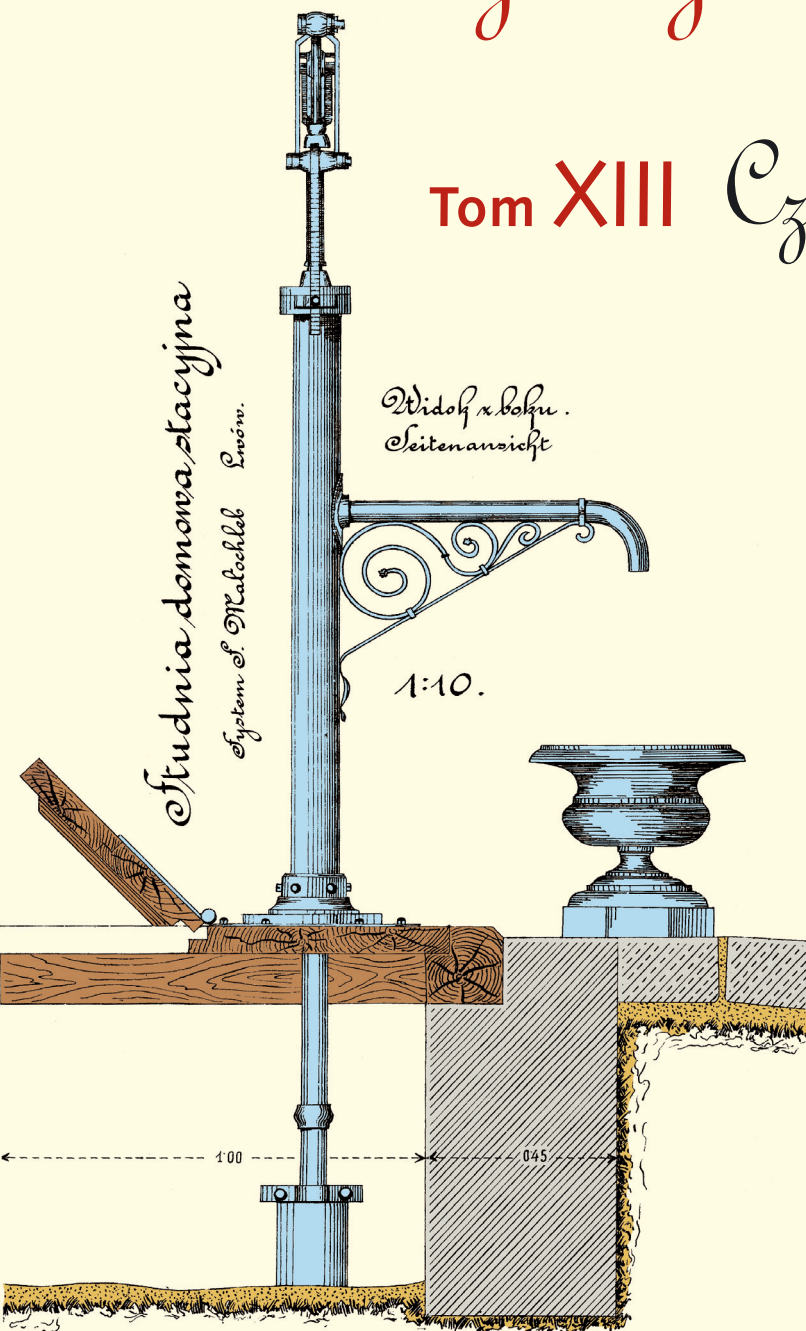


Współczesne problemy hydrogeologii

Tom XIII Część 3.



Copyright © Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, Kraków 2007



Wydanie publikacji zostało sfinansowane przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Recenzenci:

Jadwiga Szczepańska
Wojciech Ciężkowski
Józef Górski
Andrzej Kowalczyk
Ewa Krogulec
Grzegorz Malina
Jerzy Małecki
Marek Marciniak
Jacek Motyka
Marek Nawalany
Jan Przybyłek
Andrzej Rózkowski
Andrzej Sadurski
Andrzej Szczepański
Stanisław Staško
Stanisław Witczak
Andrzej Zuber

Redakcja: Andrzej Szczepański, Ewa Kmiecik, Anna Żurek

Teksty artykułów w częściach 2. i 3. zostały wydrukowane z wersji elektronicznej dostarczonej przez Autorów, metodą bezpośredniej reprodukcji (*camera ready*)

Projekt okładki i stron tytułowych: Andrzej Tomaszewski

Na okładce: fragment projektu studni miejskiej we Lwowie z 1906 roku
— ze zbiorów prof. **Antoniego S. Kleczkowskiego** (1922–2006)

Korekta: Zespół

Skład komputerowy systemem $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$: pre $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ t, www.pretext.com.pl

Druk: ROMA-POL, www.romapol.pl

ISBN-13 978-83-88927-16-4

Marcin Kos

**Własności filtracyjne utworów górnej jury
i górnej kredy w strefie kontaktu
mezozoicznego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich
i Niecki Lubelskiej w rejonie Ożarowa
(Wyżyna Kielecka)**

**Hydraulic Properties of Upper Jurassic and Upper
Cretaceous Rocks in the Zone of Contact Between
East Border of the Holy Cross Mountains
and the Lublin Basin in the Ożarów Region
(Kielce Highland)**

Słowa kluczowe własności filtracyjne, przepuszczalność, porowatość otwarta, odsączalność grawitacyjna

Key words hydraulic properties, permeability, porosity, specific yield

Abstract In this article are presented results investigations of the hydraulic properties Upper Jurassic rocks (limestones), and Upper Cretaceous rocks (gaizes and limestones). This was presented on the example of the Ożarów region (Kielce highland) in the zone of the contact between east border of the Holy Cross Mountains and the Lublin Cretaceous. Results of the investigations allowed to demonstrate that hydraulic properties like: permeability, porosity and specific yield of the Upper Jurassic limestones are much better than Upper Cretaceous gaizes and similar like Upper.

Wstęp

Określenie podstawowych własności filtracyjnych, takich jak: przepuszczalność, porowatość i odsączalność, stanowi istotną i ważną część pracy zmierzającej do ustalenia własności hydrogeologicznych skał zbiornikowych. Artykuł przedstawia wyniki badań własności filtracyjnych utworów górnej jury i górnej kredy w okolicach Ożarowa (województwo świętokrzyskie). Obszar badań znajduje się w odległości około 7 km na E od Ostrowca Świętokrzyskiego i około 65 km na E licząc w linii prostej od Kielc. Na terenie badań utwory górnej jury (wapienie) i górnej kredy (opoki i wapienie) występują po obu stronach fleksury Sienno–Ożarów. Stanowi ona jednocześnie granicę pomiędzy północno – wschodnim mezozoicznym obrzeżeniem Gór Świętokrzyskich a niecką lubelską.

W ramach niniejszej pracy opróbowano najważniejsze zbiorniki wód podziemnych występujące na terenie badań tj. zbiornik górnourajski i górnokredowy. Pobrano 20 próbek skał do badań laboratoryjnych – 7 z nich stanowiły próbki górnourajskich wapieni i wapieni marglistych, 3 były próbkami górnokredowych wapieni detrytycznych, zaś 10 pozostałych stanowiły górnokredowe opoki margliste. Próbkami skał pobierane były w terenie przez autora z czynnych i nieczynnych kamieniołomów. Opróbowano czynny kamieniołom „Gliniany – Duranów”, dwa nieczynne kamieniołomy: „Stróża” i „Karsy” oraz odsłonięcie w skarpię rzeki Wisły (dziki kamieniołom) w okolicach Sulejowa. Pobrane próbki były bloczkami skał, których objętość wynosiła około 2–3 dm³. Dla wszystkich próbek wykonano badania przepuszczalności, porowatości otwartej i odsączalności grawitacyjnej. Badania te zostały wykonane w laboratorium parametrów hydrogeologicznych Zakładu Hydrogeologii Podstawowej Uniwersytetu Wrocławskiego.

Metodyka badań i otrzymane wyniki

Badania przepuszczalności (K) przeprowadzono za pomocą aparatu Rogoza, wykorzystując następujący wzór:

$$K = 4,53 \cdot 10^4 \cdot \frac{A \cdot l}{d^2 \cdot t} \cdot \ln \frac{a}{b}$$

gdzie: K – współczynnik przepuszczalności [mD – milidarcy]; A – powierzchnia wewnętrzna przekroju biurety [cm²]; l – długość próbki [cm]; d – średnica próbki [cm]; t – czas opadania menisku wody w biurecie od podziałki „a” do podziałki „b” [s]; a – górny odczyt położenia menisku wody w biurecie [cm]; b – dolny odczyt położenia menisku wody w biurecie [cm]; powierzchnie wewnętrzne biuret: mała – 0,09 cm², średnia – 1,1 cm², duża – 19 cm².

Współczynniki przepuszczalności (K) przeliczono następnie na współczynniki filtracji (k).

Do badań porowatości otwartej wykorzystano zmodyfikowaną metodę Kleczkowskiego–Mularza (Kleczkowski, Mularz, 1964).

Porowatość otwartą (n) obliczono podstawiając dane do wzoru:

$$n = \frac{V_p}{V} 100\%$$

gdzie: n – współczynnik porowatości otwartej [%]; V_p – objętość porów; V – objętość całej próbki.

Do oznaczenia współczynnika odsączalności grawitacyjnej (μ) wykorzystano metodę odwirowania (Motyka, Szczepańska, Witczak, 1971). Współczynniki odsączalności określono na podstawie ilości wody odsączonej z próbki przy ciśnieniu ssącym równym 98 kPa, tj. 10 m słupa wody. Wartości μ obliczono ze wzoru:

$$\mu = \frac{V_w}{V_s},$$

gdzie: μ - współczynnik odsączalności grawitacyjnej; V_w – objętość wody wydzielonej z badanej próbki przy ciśnieniu ssącym = 10 m słupa wody [cm^3]; V_s – objętość próbki skały [cm^3].

Wyniki przeprowadzonych badań przedstawia tabela 1.

Otrzymane wyniki wykazują wyraźne zróżnicowanie parametrów w relacji do typów skał węglanowych. Wyższe wartości *przepuszczalności*; k - wykazują wapienie górnej jury i wapienie górnej kredy, a niższa przepuszczalność jest charakterystyczna dla opok górnej kredy. Współczynniki filtracji wapieni górnej jury zawierają się przedziale $1,6-3,4 \cdot 10^{-5}$ m/s. Współczynniki filtracji wapieni górnej kredy występują w przedziale $1,2-2,1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Natomiast opoki górnej kredy charakteryzują się bardzo niskimi wartościami k , mieszczącymi się w przedziale od $1,4 \cdot 10^{-9}$ do $7,4 \cdot 10^{-8}$ m/s. Podobne, a nawet niższe wartości współczynnika filtracji (10^{-11}) oznaczył Olszewski (1998) w odniesieniu do opok marglistych i kredy piszącej z Wyżyny Lubelskiej. Należy jednak pamiętać, że zarówno w jego badaniach, jak i w badaniach autora zostały wykorzystane próbki bez wyraźnych spękań i szczelin. Współczynnik filtracji został więc określony dla fragmentów litej skały.

Jak wynika z tabeli 1, wartości *porowatości otwartej* (n) były najwyższe w próbkach pochodzących z wapieni górnej kredy wynosiły od 39,5 do 46,3%, przy średniej arytmetycznej 42,6%. W próbkach wapieni górnej jury wartości tego parametru występowały w przedziale od 14,2 do 31,5%, przy średniej arytmetycznej wynoszącej 20,1%. Porowatość otwarta opok górnej kredy była bardzo niska i zawierała się w przedziale 0,7–2,0%, przy średniej 1,2%.

Wartości *odsączalności grawitacyjnej* (μ) w wapieniach górnourajskich stwierdzono w przedziale 5,6–12,9%, średnia arytmetyczna wynosi 8,1%. W wapieniach górnokredowych parametr ten osiągał znacznie wyższe wartości, mieszczące się w przedziale 21,2–23,8%, przy średniej arytmetycznej 22,1%. Opoki górnokredowe charakteryzowały się bardzo niskimi wartościami odsączalności – od 0,07% do 0,35%, średnio – 0,17%.

Tabela 1. Wartości parametrów filtracyjnych pobranych próbek skał
Table 1. Values of the filtration parameters taken rock samples

Lp.	Symbol próbki	Litologia próbki	Stratygrafia próbki	Współczynnik filtracji k [m/s]	Współczynnik porowatości otwartej n [%]	Współczynnik odsączalności μ [%]
1	G ₁	wapień marglisty	J ₃	$3,4 \times 10^{-5}$	14,2	5,6
2	G ₂	wapień marglisty	J ₃	$2,0 \times 10^{-5}$	31,5	12,9
3	G ₃	wapień marglisty	J ₃	$2,0 \times 10^{-5}$	22,5	9,7
4	G ₄	wapień marglisty	J ₃	$1,9 \times 10^{-5}$	17,4	6,5
5	G ₅	wapień detrytyczny	J ₃	$2,6 \times 10^{-5}$	23,9	10,2
6	S ₈	wapień organodetrytyczny	J ₃	$2,2 \times 10^{-5}$	14,7	5,6
7	S ₁₀	wapień organodetrytyczny	J ₃	$1,6 \times 10^{-5}$	16,2	6,6
8	K ₅	wapień detrytyczny	Cr ₃	$2,1 \times 10^{-5}$	42,2	21,2
9	K ₆	wapień detrytyczny	Cr ₃	$1,7 \times 10^{-5}$	46,3	23,8
10	K ₇	wapień detrytyczny	Cr ₃	$1,2 \times 10^{-5}$	39,5	21,5
11	Sl ₁	opoka marglista	Cr ₃	$9,4 \times 10^{-9}$	0,7	0,09
12	Sl ₂	opoka marglista	Cr ₃	$1,4 \times 10^{-9}$	1,0	0,07
13	Sl ₃	opoka marglista	Cr ₃	$4,0 \times 10^{-8}$	1,4	0,17
14	Sl ₄	opoka marglista	Cr ₃	$1,4 \times 10^{-9}$	1,1	0,07
15	Sl ₅	opoka marglista	Cr ₃	$1,9 \times 10^{-9}$	1,8	0,11
16	Sl ₆	opoka marglista	Cr ₃	$6,9 \times 10^{-8}$	0,8	0,23
17	Sl ₇	opoka marglista	Cr ₃	$3,8 \times 10^{-9}$	1,2	0,14
18	Sl ₈	opoka marglista	Cr ₃	$1,7 \times 10^{-8}$	2,0	0,35
19	Sl ₉	opoka marglista	Cr ₃	$8,4 \times 10^{-9}$	1,2	0,17
20	Sl ₁₀	opoka marglista	Cr ₃	$7,4 \times 10^{-8}$	1,0	0,31

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wskazują na znaczne różnice wartości parametrów filtracyjnych w zależności od typów skał węglanowych. Dość zaskakujące wydają się być bardzo niskie wartości przepuszczalności, porowatości otwartej i odsączalności grawitacyjnej uzyskane dla opok górnej kredy. Współczynniki filtracji opok górnokredowych wykazują wartości o 4–5 rzędów niższe od wartości współczynników filtracji stwierdzonych dla wapieni górnokredowych i wapieni górnourajskich. Podobne zależności występują dla pozostałych parametrów. Na obszarze objętym badaniami górnokredowe opoki zaliczyć można do utworów słaboprzepuszczalnych, o niskiej odsączalności. Wniosek taki można wysnuć mimo niewielkiej liczby próbek, na których prowadzono oznaczenia parametrów filtracyjnych.

Wydaje się, że przyczyn takiego stanu należy upatrywać bądź w odmiennym wykształceniu litologicznym opok z badanego terenu, bądź też w odmiennych procesach prowadzących do redukcji pierwotnie wyższej porowatości.

Literatura

- Kleczkowski A.S., Mularz S., 1964: *Przyczynek do metodyki wyznaczania porowatości skał dla celów hydrogeologicznych*. Przegląd Geologiczny nr 2.
- Motyka J., Szczepańska J., Witeczak S., 1971: *Zastosowanie wirówki do badań współczynnika odsączalności i dynamika oddawania wody przez skałę*. Technika Poszukiwań Geologicznych nr 37.
- Olszewski A., 1998: *Wybrane parametry budowy mikrostrukturalnej kredy piszącej i opoki marglistej*. Przegląd Geologiczny. Vol. 46, nr 9.