

WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH SKAŁ

W celu określenia podstawowych parametrów fizycznych skał próbki rdzeniowe poddano badaniom określającym porowatość efektywną oraz przepuszczalność poziomą i pionową.

Badaniom poddano 198 próbek rdzeniowych i okrucho- wych uzyskanych ze skał osadowych różnych systemów stratygraficznych w tym kambru, ordowiku, syluru i karbonu.

Głównym celem wykonania otworu Parczew IG 10 było wytypowanie poziomów skał cechujących się najlepszymi własnościami zbiornikowymi.

Wyniki porowatości dla skał wchodzących w zakres stratygraficzny kambru dolnego oscylują w zakresie od 1,69 do 9,02%, odzwierciedlając zakres niskich porowatości. Jedynie jedna próbka litologiczna pochodząca z głębokości 1746,0 m cechuje się relatywnie podniesioną wartością porowatości rzędu 11,06%. Wartości przepuszczalności poziomej odnotowane dla interwału stratygraficznego kambru dolnego oscylują w zakresie bardzo niskich przepuszczalności rzędu od 0,2 do 0,7 mD. Wyjątek stanowi próbka litologiczna z głębokości 2146,7 m, gdzie odnotowano relatywnie podniesioną wartość przepuszczalności poziomej rzędu 6,9 mD (tab. 24). Badań przepuszczalności pionowej nie wykonano dla całego interwału kambru dolnego.

W najniższym interwale kambru środkowego (1585,8–1577,6 m) dominują wartości porowatości przekraczające 10% lecz nie przekraczające wartości 11,67%, co pozwala zaklasyfikować ten krótki interwał litologiczny jako cechujący się relatywnie średnimi wartościami porowatości. Pozostała część profilu kambru środkowego (1577,6–1500,3 m) cechuje się niskimi wartościami porowatości rzędu od 1,05 do 9,13%.

W zakresie tego fragmentu profilu odnotowano również występujące podrzędnie bardzo krótkie horyzonty o zdecydowanie niższej porowatości rzędu od 0,32 do 0,63% jak np. z głębokości 1573,7; 1556,8; 1537,2 oraz 1515,6 m. Interwałowi środkowego kambru cechującemu się nieco podniesionymi wartościami porowatości (1585,8–1577,6 m) odpowiadają również relatywnie podniesione wartości przepuszczalności poziomej oscylujące w zakresie od 88 do 118 mD. Na długości tego odcinka profilu odnotowano również znacznie wyższe wartości przepuszczalności poziomej rzędu 220 i 330 mD (1585,8; 1579,1 m). Wyższa część profilu kambru środkowego (1576,6–1500,3 m) charakteryzuje się wartościami przepuszczalności poziomej od 0,2 do 28 mD, co pozwala na zaklasyfikowanie tego interwału jako bardzo nisko i nisko przepuszczalnego (tab. 24). Badań przepuszczalności pionowej nie wykonano dla całego interwału kambru środkowego.

Profil ordowiku zdominowany jest przez niskie wartości porowatości w zakresie od 0,20 do 2,50%. Wartości przepuszczalności poziomej jak i pionowej zdominowane są przez wartości poniżej 0,2 mD, które odpowiadają bardzo niskim zakresom przepuszczalności (tab. 24).

Sylurski interwał stratygraficzny zdominowany jest przez typy litologiczne cechujące się bardzo niskimi wartościami porowatości od 0,40 do 1,00%. Wskazanemu zakresowi porowatości odpowiadają bardzo niskie wartości przepuszczalności poziomej, wynoszące poniżej 0,2 mD. Pomiarów przepuszczalności pionowej nie wykonano dla tego zakresu stratygraficznego.

Profil litologiczny karbonu cechuje się dużymi rozrzutami wartości parametru porowatości. Dolna część profilu karbonu cechuje się dużym rozrzutem wartości porowatości efektywnej w przedziale od 0,90 do 24,40%, odzwierciedlając horyzonty litologiczne zarówno o bardzo niskiej i niskiej, jak i o relatywnie podwyższonej porowatości. Również wartości przepuszczalności poziomej i pionowej cechują się w tym interwale dużymi rozrzutami wartości wynoszącymi odpowiednio od 0,2 do 660 mD oraz od 0,2 do 750 mD. Jednak zdecydowana większość wyników wartości przepuszczalności jest zgrupowana w węższych zakresach od 0,2 do 6,4 mD w przypadku przepuszczalności poziomej oraz od 0,2 do 6,0 mD dla przepuszczalności pionowej. Dominacja wartości w tych przedziałach umożliwia zaklasyfikowanie interwałów litologicznych jako bardzo nisko przepuszczalnych. Do wyjątków należą nieliczne horyzonty litologiczne charakteryzujące się znacznie podwyższoną przepuszczalnością, jakkolwiek ich niewielka ilość powoduje, że mają one niewielki wpływ na wzrost jakości parametrów zbiornikowych analizowanego interwału. Wśród horyzontów litologicznych, które cechują się podwyższonymi wartościami przepuszczalności poziomej i pionowej wymienić należy: 969,5 m z przepuszczalnością poziomą i pionową odpowiednio 660 i 750 mD; 872,4 m – odpowiednio 140 i 140 mD; 866,2 m – odpowiednio 140 i 130 mD; 859,8 m – odpowiednio 330 i 320 mD, oraz 846,6 m – odpowiednio 290 i 280 mD (tab. 24).

Nieco młodszy interwał litologiczny karbonu (831,0–806,2 m) charakteryzuje się nieznacznie mniejszym rozrzutem jak i niższymi wartościami parametru porowatości efektywnej od niżej leżącej części profilu karbońskiego. Wartości parametru porowatości oscylują w zakresie niskich jak i średnich wartości, co odpowiada zakresowi od 0,90 do 13,30%. Wyjątkiem w tej części profilu jest jeden horyzont litologiczny cechujący się porowatością rzędu 20,90%. Wartości prze-

Tabela 24

Zestawienie parametrów fizycznych skał

List of the physical parameters of rocks

Głębokość [m]	Rodzaj skały	Porowatość efektywna [%]	Przepuszczalność [mD]		Uwagi
			pozioma	pionowa	
1	2	3	4	5	6
641,0	piaskowce	23,00	3,0	2,5	–
642,0	piaskowce	23,60	750,0	700,0	–
646,9	piaskowce	12,19	0,4	0,2	–
648,0	piaskowce	22,00	7,7	7,0	–
650,2	piaskowce	26,00	4,6	3,5	–
652,0	piaskowce	19,00	920,0	880,0	–
653,0	piaskowce	24,90	1110,0	1190,0	–
655,0	piaskowce	16,00	1230,0	1200,0	–
658,8	iłowce	10,80	–	–	–
665,0	mułowce	0,95	<0,2	<0,2	–
671,0	iłowce	9,20	<0,2	<0,2	–
681,5	mułowce	7,60	0,3	0,2	–
683,9	mułowce	5,30	0,3	0,2	–
688,3	mułowce	7,00	0,3	0,2	–
694,4	mułowce	2,10	–	–	–
696,8	piaskowce	22,40	0,9	0,5	–
697,9	piaskowce	18,00	0,5	0,3	–
701,2	iłowce	1,20	0,3	<0,2	–
725,2	mułowce	1,20	0,3	<0,2	–
738,5	iłowce	4,70	0,3	<0,2	spękany
760,5	mułowce	11,10	<0,2	<0,2	–
760,9	mułowce	1,20	<0,2	<0,2	–
761,0	mułowce	8,10	0,3	<0,2	spękany
766,5	mułowce	6,40	0,3	<0,2	–
768,5	piaskowce	19,60	4,4	0,3	–
771,6	piaskowce	23,40	9,0	6,6	–
773,9	mułowce	18,20	5,2	0,5	–
777,0	piaskowce	7,50	0,3	<0,2	–
779,8	piaskowce	13,60	4,5	2,7	–
782,0	piaskowce	22,90	360,0	330,0	–
783,7	piaskowce	24,10	81,0	72,0	–
786,0	piaskowce	9,80	5,8	3,7	–

Tabela 24 cd.

1	2	3	4	5	6
789,4	piaskowce	23,00	7,5	3,5	–
791,0	piaskowce	23,20	6,4	4,2	–
793,0	piaskowce	26,30	1230,0	1100,0	–
796,3	piaskowce	24,00	–	–	–
799,3	piaskowce	18,50	440,0	380,0	–
800,7	piaskowce	24,00	–	–	–
801,7	piaskowce	20,10	0,5	0,4	–
802,5	piaskowce	22,00	–	–	–
806,0	mułowce	19,70	0,6	0,4	–
806,2	mułowce	0,90	<0,2	<0,2	–
815,9	mułowce	0,90	–	–	–
811,9	iłowce	20,90	0,7	0,4	–
815,9	iłowce	0,40	–	–	–
825,1	piaskowce	13,30	0,3	<0,2	–
827,6	piaskowce	0,90	–	–	–
828,7	piaskowce	10,50	0,3	<0,2	–
831,0	iłowce	0,90	–	–	liczne mikrospekowania
866,2	mułowce	0,90	0,4	<0,2	liczne mikrospekowania
869,0	piaskowce	9,70	–	–	–
841,7	piaskowce	19,30	0,8	0,5	–
843,6	piaskowce	14,10	1,4	0,9	–
844,9	piaskowce	15,10	0,4	0,3	–
846,6	piaskowce	20,80	290,0	280,0	–
848,1	piaskowce	18,60	2,5	2,4	–
850,4	piaskowce	22,50	3,0	3,0	–
853,6	piaskowce	6,50	0,3	<0,2	–
854,9	piaskowce	3,70	0,3	<0,2	–
865,8	piaskowce	22,80	3,7	3,3	–
859,8	piaskowce	7,40	330,0	320,0	–
861,4	piaskowce	21,90	5,1	4,8	–
873,4	piaskowce	20,00	1,4	1,1	–
866,2	piaskowce	21,90	140,0	130,0	–
869,3	mułowce	21,20	6,4	6,0	–
872,4	mułowce	21,40	140,0	140,0	–
873,2	mułowce	8,20	<0,2	<0,2	–
876,0	mułowce	10,20	0,3	0,2	–

Tabela 24 cd.

1	2	3	4	5	6
877,9	piaskowce	4,70	0,3	0,2	–
881,0	piaskowce	19,30	0,4	0,2	–
882,9	piaskowce	21,80	1,3	1,0	–
880,0	piaskowce	17,90	5,5	4,7	–
887,9	piaskowce	24,30	–	–	–
909,7	piaskowce	24,40	0,4	0,3	–
893,5	piaskowce	19,20	1,3	700,0	–
894,0	piaskowce	19,09	0,9	2,9	–
924,9	mułowce	3,30	–	–	–
926,8	piaskowce	16,60	–	–	skała zwięzła, nie można wyciąć rdzenia
927,6	piaskowce	17,40	2,3	2,1	–
929,0	piaskowce	3,02	60,0	–	–
930,0	piaskowce	5,00	96,0	66,0	–
934,7	mułowce	4,79	110,0	–	–
952,0	mułowce	2,90	220,0	123,0	–
953,0	mułowce	8,53	200,0	30,0	–
969,5	piaskowce	18,40	660,0	750,0	–
1452,5	iłowce	1,00	<0,2	–	–
1462,0	iłowce	0,50	<0,2	–	–
1469,7	iłowce	0,50	<0,2	–	–
1472,7	margle	0,40	<0,2	–	–
1482,4	wapienie	1,80	<0,2	–	–
1484,0	wapienie	0,20	<0,2	–	–
1487,2	iłowce	0,20	<0,2	–	–
1488,7	wapienie	1,60	<0,2	–	–
1490,7	wapienie	0,80	<0,2	<0,2	–
1493,0	wapienie	0,60	<0,2	<0,2	–
1495,0	wapienie	1,20	<0,2	<0,2	–
1496,0	dolomity	2,50	<0,2	<0,2	–
1497,5	dolomity	1,10	<0,2	<0,2	–
1499,5	dolomity	0,80	<0,2	<0,2	–
1500,3	piaskowce	1,70	<0,2	<0,2	–
1501,4	piaskowce	4,10	<0,2	–	–
1502,4	piaskowce	3,30	<0,2	–	–

Tabela 24 cd.

1	2	3	4	5	6
1503,3	piaskowce	3,20	<0,2	–	–
1504,4	piaskowce	5,90	2,2	8,0	–
1505,5	piaskowce	3,40	<0,2	0,8	–
1506,5	piaskowce	6,32	1,4	–	–
1507,8	piaskowce	2,61	0,5	–	–
1508,4	piaskowce	4,56	1,7	–	–
1509,0	piaskowce	1,89	0,2	–	–
1510,5	piaskowce	3,78	14,1	–	–
1511,6	piaskowce	6,29	5,5	–	–
1513,4	piaskowce	3,59	2,5	–	–
1514,6	piaskowce	4,46	0,4	–	–
1515,6	piaskowce	0,63	<0,2	–	–
1517,0	piaskowce	2,72	1,6	–	–
1518,0	piaskowce	3,48	10,5	–	–
1519,0	piaskowce	6,80	14,7	–	–
1519,8	piaskowce	6,12	24,0	–	–
1520,7	piaskowce	5,30	12,5	–	–
1521,6	piaskowce	4,70	3,1	–	–
1522,6	piaskowce	4,70	19,0	–	–
1523,6	piaskowce	6,70	26,5	–	–
1524,0	piaskowce	3,90	28,0	–	–
1524,8	piaskowce	4,10	7,8	–	–
1525,8	piaskowce	5,10	3,6	–	–
1527,1	piaskowce	3,68	3,4	–	–
1527,9	piaskowce	7,37	5,6	–	–
1528,9	piaskowce	4,88	16,6	–	–
1530,9	piaskowce	1,68	2,3	–	–
1531,3	piaskowce	1,05	<0,2	–	–
1533,0	piaskowce	3,56	7,0	–	–
1534,0	piaskowce	1,46	0,3	–	–
1535,1	piaskowce	1,63	0,4	–	–
1536,0	piaskowce	1,57	5,1	–	–
1537,2	piaskowce	0,32	<0,2	–	–
1538,4	piaskowce	5,94	17,0	–	–
1539,4	piaskowce	8,95	5,5	–	–
1540,9	piaskowce	6,32	3,1	–	–

Tabela 24 cd.

1	2	3	4	5	6
1541,8	piaskowce	3,78	2,3	–	–
1513,0	piaskowce	2,11	<0,2	–	–
1544,0	piaskowce	5,27	15,0	–	–
1545,0	piaskowce	4,76	3,1	–	–
1546,0	piaskowce	3,16	14,0	–	–
1547,1	piaskowce	9,13	9,3	–	–
1547,6	piaskowce	5,29	14,2	–	–
1549,4	piaskowce	2,86	1,8	–	–
1550,4	piaskowce	4,58	10,0	–	–
1551,3	piaskowce	2,20	4,1	–	–
1551,4	piaskowce	3,57	6,7	–	–
1552,3	piaskowce	6,09	5,1	–	–
1553,3	piaskowce	3,16	6,6	–	–
1555,7	piaskowce	1,10	3,6	–	–
1556,8	piaskowce	0,40	0,4	–	–
1558,0	piaskowce	7,00	<0,2	–	–
1559,1	piaskowce	2,20	2,8	–	–
1571,6	piaskowce	7,19	26,0	–	–
1572,4	piaskowce	7,45	22,0	–	–
1573,7	piaskowce	0,41	<0,2	–	–
1572,1	piaskowce	2,61	0,7	–	–
1574,5	piaskowce	4,38	7,5	–	–
1575,4	piaskowce	8,71	25,0	–	–
1576,6	piaskowce	6,50	21,0	–	–
1577,6	piaskowce	10,72	118,0	–	–
1579,1	piaskowce	10,52	330,0	–	–
1580,0	piaskowce	8,79	92,0	–	–
1580,6	piaskowce	11,67	95,0	–	–
1582,0	piaskowce	10,78	103,0	–	–
1583,4	piaskowce	9,81	88,0	–	–
1584,7	piaskowce	10,80	90,0	–	–
1585,8	piaskowce	10,45	220,0	–	–
1741,1	piaskowce	9,02	<0,7	–	–
1744,2	piaskowce	8,72	<0,7	–	–
1746,0	piaskowce	11,06	<0,7	–	–
1753,0	piaskowce	8,66	<0,7	–	–

Tabela 24 cd.

1	2	3	4	5	6
1792,3	mułowce	3,22	<0,7	–	–
1795,4	piaskowce	6,81	<0,7	–	–
1797,4	piaskowce	6,36	<0,7	–	–
1827,8	piaskowce	2,15	<0,7	–	–
1830,8	piaskowce	4,57	<0,7	–	–
1834,5	piaskowce	6,97	<0,7	–	–
1839,0	piaskowce	1,77	<0,7	–	–
2138,5	piaskowce	3,99	<0,2	–	–
2142,6	piaskowce	3,23	<0,2	–	–
2146,7	piaskowce	7,81	6,9	–	–
2150,6	piaskowce	7,47	<0,2	–	–
2155,7	mułowce	1,69	<0,2	–	–
2161,2	mułowce	2,28	<0,2	–	–
2164,0	piaskowce	6,39	<0,2	–	–
2168,7	piaskowce	5,02	<0,2	–	–
2174,0	piaskowce	3,01	<0,2	–	–
2182,7	piaskowce	6,23	0,4	–	–
2185,0	piaskowce	5,94	<0,2	–	–
2203,7	piaskowce	5,94	<0,2	–	–
2210,0	mułowce	3,40	<0,2	–	–
2228,2	piaskowce	5,37	<0,2	–	–
2232,6	piaskowce	3,98	<0,2	–	–
2237,6	piaskowce	4,90	<0,2	–	–
2240,2	piaskowce	5,18	<0,2	–	–

puszczalności poziomej i pionowej oscylują w zakresach odpowiednio od 0,2 do 0,7 oraz od 0,2 do 0,4 mD, co umożliwia zaklasyfikowanie tego interwału jako bardzo nisko przepuszczalnego (tab. 24).

Kolejny młodszy interwał litologiczny (806,0–789,4 m) cechuje się z kolei dużo mniejszym rozrzutem oraz wyższymi wartościami porowatości efektywnej, które oscylują w zakresie pomiędzy 18,50 a 26,30% (tab. 24). Wartości te odzwierciedlają relatywnie wysoką porowatość tego interwału litologicznego. Wartości przepuszczalności poziomej i pionowej oscylują w zakresach wartości typowych dla warstw bardzo nisko przepuszczalnych, odpowiednio od 0,5 do 7,5 oraz od 0,4 do 4,2 mD, jak i podrzędnie cechują się występowaniem relatywnie podwyższonych wartości przepuszczalności poziomej i pionowej, odpowiednio 440 i 380 mD. W jednym ho-

ryzoncie odnotowano wartości rzędu 1230 i 1100 mD, dla przepuszczalności poziomej i pionowej odpowiednio, co mogłoby wskazywać na relatywnie dobrą przepuszczalność.

Interwał litologiczny w zakresie głębokości od 786,0 do 768,5 m zdominowany jest przez relatywnie większy rozrzut wartości porowatości, które oscylują w zakresie od 7,50 do 24,10% odpowiadając niskim i podwyższonym zakresom porowatości. Wartości przepuszczalności poziomej i pionowej wyróżniają się poprzez duży rozrzut wartości, odpowiednio od 0,3 do 360 oraz od 0,2 do 330 mD. Relatywnie wyższe wartości przekraczające 300 mD związane są z jednym horyzontem litologicznym leżącym na głębokości 782,0 metrów (tab. 24).

Interwały litologiczne odpowiadające zakresom głębokości 766,5–665,0 oraz 658,8–641,0 m, cechują odpowiednio

niższe i wyższe wartości porowatości efektywnej. Niżej leżący interwał zdominowany jest przez niskie wartości porowatości (0,95–9,20%). W interwale tym podrzędnie występują horyzonty o relatywnie podwyższonej porowatości rzędu 11,10; 18,00 i 22,40% odpowiadające głębokościom 760,5; 697,9 oraz 696,8 m. Bardzo niska przepuszczalność pozioma i pionowa w tym interwale litologicznym waha się odpowiednio w granicach od 0,2 do 0,9 oraz od 0,2 do 0,5 mD.

Natomiast wyżej leżący horyzont zdominowany jest przez relatywnie wyższe wartości porowatości oscylujące w zakresie od 10,80 do 26,00%. Przepuszczalność zarówno pozioma, jak i pionowa cechuje się dużym rozrzutem wartości odpowiednio od 0,4 do 1230 oraz od 0,2 do 1200 mD (tab. 24).

Szczegółowa analiza danych umożliwiła dość precyzyjne wytypowanie horyzontów litologicznych cechujących się co najmniej dobrymi właściwościami zbiornikowymi, za które przyjęto wartości porowatości większe od 15% i przepuszczalności większe od 5 mD.

Optymalne warunki spełnia tylko 21 horyzontów litologicznych, z czego wszystkie znajdują się w zakresie stratygraficznym karbonu.

W zakresie namuru B–C występuje 16 horyzontów litologicznych tego typu. W dolnej części namuru B–C horyzonty są rozproszone i występują w postaci pojedynczych, izolowanych warstw, natomiast w części wyższej, przystropowej występują w postaci zwartych pakietów. W tym zakresie wymienić należy horyzonty litologiczne odpowiadające kolejno zakresom głębokości: 969,5; 893,5; 880,0; 872,4; 869,3; 866,2; 861,4; 846,6; 799,3; 793,0; 791,0; 789,4; 783,7; 782,0; 773,9 oraz 771,6 m.

W zakresie stratygraficznym westfalu A–B horyzonty spełniające narzucone warunki porowatości i przepuszczalności występują jedynie w części bliskiej stropu, w postaci skoncentrowanych, zwartych pakietów warstw. Wytypowane horyzonty litologiczne odpowiadają kolejno przedziałom głębokości: 655,0; 653,0; 652,0; 648,0 oraz 642,0 m.