

WYNIKI BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH SKAŁ

Katarzyna SOBIENÍ

WYNIKI LABORATORYJNYCH POMIARÓW PARAMETRÓW FIZYCZNYCH I CHEMICZNYCH

W otworze Maciejowice IG 1 pomiary fizykochemiczne skał (tab. 33) wykonano na 1099 próbkach okruchowych i fragmentach rdzenia, przy czym we wszystkich zmierzono zawartość CaCO_3 (kalcytu) oraz $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (dolomitu). Pozostałe analizy – ciężar objętościowy, porowatość efektywna (po 276 próbek) oraz przepuszczalność (233 próbki) – dotyczyły wyłącznie fragmentów rdzenia.

Najwyżej w profilu wykonano pomiary w kredzie dolnej, jednak tylko na 1 próbce, o porowatości 29,6% i wysokiej przepuszczalności wynoszącej 2950 mD. W ponad 368-metrowym odcinku rdzenia jury górnej (oksford–kimeryd) wykonano jedynie 12 pomiarów. Średnio porowatość efektywna wyniosła 7,83%, natomiast przepuszczalność 4,82 mD. Wyraźnie korzystniejszymi parametrami zbiornikowymi charakteryzuje się jura środkowa, która została opróbowana równomiernie – pobrano 20 próbek w interwale 1391,4–1427,0 m. Porowatość efektywna wynosi średnio 13,2%, natomiast przepuszczalność 309,68 mD, przy czym obydwa te parametry są wyższe w utworach batonu, gdzie maksymalna porowatość sięga 22,9% (średnio 13,98%) a średnia przepuszczalność jest ponad 7-krotnie wyższa niż w utworach keloweju (osiąga maksymalnie 2450 mD). Trias opróbowano bardzo nierównomiernie – wyższa część triasu górnego (warstwy nidzickie w interwale 1428,0–1432,6 m) osiąga średnią wartość porowatości efektywnej 13,41% przy przepuszczalności 12,13 mD. W 79-metrowym odcinku triasu środkowego przebadano jedną próbkę z wapienia muszlowego, położoną bezpośrednio nad stropem pstrego piaskowca. Ten ostatni w wyższej części profilu cechuje się średnią porowatością efektywną w wysokości 17,94%, przy minimalnej wartości 8,75%. Przepuszczalność oznaczono jedynie na dwóch próbkach o skrajnych wartościach 1,1 i 500 mD. W niepewnym stratygraficznie interwale (1730,0–1777,70 m), na pograniczu permu i triasu oraz w najwyższym permie, wykonano bardzo szczegółowe opróbowanie i uzyskano korzystne wartości parametrów zbiornikowych. Porowatość efektywna wynosi średnio 22,93% i waha się od 13,1 do 30,9%. Interwał ten jest również wyjątkowo dobrze przepuszczalny, osiąga

minimalnie 156 mD i maksymalnie 5100 mD, przy czym 60% pomiarów wskazuje wartości powyżej 1000 mD. Zalegające poniżej utwory permu znacząco się odróżniają. Średnia porowatość skał cechsztynu nie przekracza 0,7%, dla dolomitu płytowego Ca3 wynosi 0,94% i tylko jedna próbka w spągu wapienia cechsztyńskiego Ca1 osiąga wartość 10,23%. Jednocześnie utwory te są praktycznie nieprzepuszczalne, o średniej 0,11 mD. Utwory karbonu – pensylwanu są mniej porowate, osiągają maksymalną wartość 25%, ale o średniej (dla 95 próbek) wynoszącej 6,94%. Znacząco wyższa jest natomiast ich przepuszczalność, wynosząca średnio 160,15 mD, przy czym tylko 5 próbek wskazuje wartości powyżej 1000 mD, a dominują wartości nieprzekraczające 1 mD. Porowatość efektywna 60 przebadanych próbek z formacji Magnuszewa zmienia się w zakresie od 0,49 do 25% (średnio 8,67%). Skały te charakteryzują się zróżnicowaną przepuszczalnością od 0,1 do nawet 6750 mD. Tylko 9 fragmentów rdzenia formacji lubelskiej zostało przeanalizowanych i oznaczono porowatość efektywną, wynoszącą średnio 2,7%, przy średniej przepuszczalności rzędu 4,54 mD. Nieco korzystniejsze parametry zbiornikowe charakteryzują formację z Dębłina o porowatości zmieniającej się w zakresie od 0,58 do 15,08% i bardzo słabej przepuszczalności, przekraczającej 26 mD jedynie w najwyższej części profilu. Leżąca niżej formacja Terrebina charakteryzuje się bardzo niskimi i stabilnymi wartościami przepuszczalności 0,1–0,2 mD, przy czym porowatość waha się od 0,31 do 5,65%. Dziewięć analizowanych próbek w interwale 3469,0–3503,20 m (formacja Huczwy) charakteryzuje porowatość efektywną śr. 1,73% – nieco wyższa w dolnej części profilu, natomiast ich przepuszczalność nie przekracza 0,1 mD. Łącznie utwory karbonu – missisipu (19 próbek w 222-metrowym interwale) są praktycznie nieprzepuszczalne ($\leq 0,1$ mD), a ich średnia porowatość nie przekracza 1,88%. Taka sama wartość porowatości efektywnej jest maksymalną dla dewonu górnego (25 próbek), a średnio wynosi 0,71%, przy czym dla franu jest nieco niższa niż dla famenu. Spadek ten występuje zarówno w formacjach firlejskiej (1,03%), bychawskiej (0,55%),

Tabela 33

Zestawienie parametrów fizycznych i chemicznych skal z otworu Maciejowice IG 1

List of the physical and chemical parameters of rocks from the Maciejowice IG 1 borehole

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
4,0	czwartorzęd Quaternary				0,0	0,0	
10,0					0,0	0,0	
20,0					0,0	0,0	
34,0							
40,0							
45,0	neogen Neogene	formacja adamowska Adamów Formation			86,5	0,0	
55,0					0,0	0,0	
65,0					0,0	0,0	
75,0					0,0	0,0	
85,0					0,0	0,0	
95,0	paleogen Paleogene	formacja mosińska dolna Lower Mosina Formation			0,0	0,0	
105,0					0,0	0,0	
115,0					0,8	0,0	
125,0					12,0	0,0	
135,0					51,5	0,0	
145,0	kreda – mastrycht Cretaceous – Maastrichtian	formacja puławska Puławy Formation			62,5	0,0	
155,0					46,5	0,0	
165,0					40,0	0,0	
175,0					34,0	0,0	
185,0					35,0	0,0	
195,0					45,0	0,0	
200,0					50,5	1,5	
210,0					50,0	0,0	
220,0					46,5	0,0	
230,0					61,5	0,0	
240,0					73,0	0,0	
250,0					68,0	0,0	
260,0					75,0	0,0	
270,0					80,0	0,0	
280,0					81,0	0,0	
290,0					75,0	0,0	
300,0					76,0	0,0	
310,0					82,5	0,0	
320,0					73,0	0,0	
330,0					82,5	0,0	
340,0					83,0	0,0	
350,0					60,0	0,0	
360,0					80,5	0,0	
370,0					82,5	0,0	
380,0					84,0	0,0	
390,0					77,0	0,0	
410,0					84,0	0,0	
420,0					80,0	0,0	
430,0					80,0	0,0	
440,0					80,0	0,0	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
450,0	kreda – mastrycht Cretaceous – Maastrichtian				81,5	0,0	
460,0					81,5	0,0	
470,0					81,5	0,0	
480,0					84,0	0,0	
490,0					60,0	0,0	
500,0					62,0	0,0	
510,0					65,0	0,0	
520,0					70,5	0,0	
530,0					69,0	0,0	
540,0					67,0	0,0	
550,0	kreda – kampan Cretaceous – Campanian				64,0	0,0	
560,0					67,0	0,0	
565,0					69,0	0,0	
570,0					74,0	0,0	
580,0					75,0	0,0	
590,0					77,0	0,0	
600,0					75,5	0,0	
610,0					65,5	0,0	
620,0					76,0	0,0	
630,0					74,0	0,0	
640,0					83,5	0,0	
650,0					74,0	0,0	
660,0					39,5	0,0	
670,0					76,0	0,0	
680,0					74,0	0,0	
690,0					65,5	0,0	
700,0					34,6	1,6	
710,0					58,0	0,0	
720,0					56,5	0,0	
730,0					67,0	0,0	
740,0	kreda – santon Cretaceous – Santonian				70,5	0,0	
750,0					72,0	0,0	
760,0					65,5	0,0	
770,0					67,0	0,0	
780,0					57,5	0,0	
790,0					59,0	0,0	
800,0					54,5	0,0	
810,0					64,0	0,0	
820,0					67,5	0,0	
830,0					64,0	0,0	
840,0	kreda – koniak górny Cretaceous – Upper Coniacian				46,0	0,0	
850,0					71,0	0,0	
860,0					66,0	0,0	
870,0					72,5	0,0	
880,0					49,0	0,0	
890,0					67,0	0,0	
900,0	kreda – turon, koniak dolny Cretaceous – Turonian, Lower Coniacian				73,5	0,0	
910,0					50,5	0,0	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
920,0	kreda – turon, koniak dolny Cretaceous – Turonian, Lower Coniacian				50,5	0,0	
930,0					72,0	0,0	
940,0					70,0	0,0	
949,0					73,5	0,0	
960,0					52,0	0,0	
970,0					77,0	0,0	
980,0					83,5	0,0	
990,0					83,5	0,0	
1000,0	kreda – cenoman Cretaceous – Cenomanian				81,5	0,0	
1005,0					6,5		
1014,0	kreda dolna Lower Cretaceous	formacja mogileńska Mogilno Formation	29,60	1,89	1,6	0,0	2950
1022,0		formacja białobrzęska Białobrzegi Formation			3,3	1,7	
1023,2					33,0	1,7	
1023,3					49,0	0,0	
1024,1					34,5	1,5	
1024,5					41,0	0,8	
1024,7					62,0	0,0	
1025,0					16,5	0,8	
1026,0			6,87	2,46	53,5	0,0	0,1
1026,1					72,0	0,0	
1026,5					19,0	0,0	
1027,0					18,0	0,0	
1027,4					18,0	0,0	
1028,0					54,0	0,0	
1028,5					65,0	0,0	
1028,7					26,0	0,0	
1028,8					13,0	0,0	
1029,3					13,2	1,6	
1029,5			7,90	2,47	70,5	0,0	4,85
1030,1	jura górna – kimeryd Upper Jurassic – Kimmeridgian	formacja głowaczowska Głowaczów Formation			46,0	0,0	
1030,7					46,0	4,5	
1031,5					70,5	0,0	
1032,0					10,0	8,5	
1032,5			2,11	2,67	83,5	0,0	0,1
1033,7					82,0	0,0	
1034,7			9,16	2,35	51,0	0,0	0,1
1035,3					83,5	0,0	
1040,0					82,5	0,0	
1045,0					67,0	0,0	
1050,0					70,0	0,0	
1050,0					17,5	0,0	
1055,0					85,5	0,0	
1060,0					83,5	0,0	
1065,0					80,0	0,0	
1066,0					77,5	0,0	
1067,0					58,0	0,0	
1068,5			7,13	2,52	69,0	0,0	4,85
1068,9			6,24	2,52	85,9	0,0	0,1

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
1069,1	jura górna – kimeryd Upper Jurassic – Kimmeridgian	formacja głowaczowska Głowaczów Formation	6,11	2,55	85,0	0,0	
1069,5					81,0	0,0	
1072,0					83,0	0,0	0,1
1085,0					74,0	0,0	
1090,0					46,0	6,5	
1095,0					31,0	9,5	
1100,0					18,0	13,0	
1105,0					82,0	0,0	
1110,0	jura górna – oksford górny–kimeryd dolny Upper Jurassic – Upper Oxfordian–Lower Kimmeridgian	formacja bełżycka Bełżyce Formation			85,5	0,0	
1115,0					88,5	0,0	
1120,0					90,5	0,0	
1125,0					86,0	0,0	
1130,0					85,5	0,0	
1135,0					85,5	0,0	
1140,0					83,0	0,0	
1145,0					85,5	0,0	
1150,0					83,0	0,0	
1155,0					85,5	0,0	
1160,0					86,0	0,0	
1165,0					88,0	0,0	
1170,0					84,5	0,0	
1175,0					89,5	0,0	
1180,0					88,0	0,0	
1185,0					88,0	0,0	
1190,0					93,0	0,0	
1195,0					89,5	0,0	
1200,0					89,5	0,0	
1205,0					86,0	0,0	
1210,0	88,0	0,0					
1211,4	14,34	2,31	0,0	0,1			
1211,6	12,62	2,37	0,0	11,8			
1218,4	6,76	2,52	0,0	35			
1218,7	8,40	2,44	0,0	0,1			
1230,0			0,0				
1235,0			0,0				
1240,0			0,0				
1245,0			0,0				
1250,0			0,0				
1255,0			0,0				
1259,4			0,0				
1265,0			0,0				
1270,0	jura górna – oksford Upper Jurassic – Oxfordian		0,0				
1275,0		91,0	0,0				
1280,0		92,5	0,0				
1285,0		87,5	0,0				
1290,0		94,0	0,0				
1295,0		91,0	0,0				
1300,0			11,5				
			92,5				

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
1305.0	jura górna – oksford Upper Jurassic – Oxfordian	formacja kraśnicka Kraśnik Formation			26,5	0,0	
1310.0					94,0	0,0	
1315.0					91,0	0,0	
1320.0					92,5	0,0	
1325.0					89,0	0,0	
1330.0					94,0	0,0	
1335.0					91,0	0,0	
1340.0					87,5	0,0	
1345.0					98,0	0,0	
1350.0					86,5	0,0	
1355.0					90,5	0,0	
1360.0					82,0	0,0	
1365.0					86,0	0,0	
1365.0					21,5	3,5	
1370.0					85,0	0,0	
1370.0					16,5	16,5	
1375.0	jura środkowa – kelowej Middle Jurassic – Callovian				88,0	0,0	
1378.0					85,0	0,0	
1384.0					89,5	0,0	
1390.5			6,37	2,57	68,0	14,0	0,6
1391.4			4,45	2,65	79,0	15,5	1,26
1391,9			11,8	2,42	63,0	23,0	89
1392,9			11,5	2,42	58,0	31,5	31
1395.0			10,6	2,48	49,5	39,5	29
1397,0			15,7	2,26	64,5	23,0	17,2
1400.0			16,2	2,27	78,0	15,0	20
1401.8			13,1	2,41	53,0	31,5	6,9
1403,2			12,9	2,38	76,0	10,0	350
1406.0			14,0	2,39	49,5	36,5	90
1408.2			16,6	2,33	39,5	49,5	74
1411,8			17,1	2,25	87,5	5,0	2450
1412.3	jura środkowa – baton Middle Jurassic – Bathonian		14,4	2,29	86,5	5,0	2100
1414.4			1,35	2,70	57,0	32,5	0,1
1414,7			11,8	2,42	41,0	19,5	156
1417.0			11,6	2,41	60,0	3,5	9,6
1419.5			12,9	2,36	36,0	8,0	37
1420.5			12,8	2,38	24,5	8,0	11,8
1422.0			22,9	2,11	3,5	36,0	31
1426.3			18,5	2,23	20,0	8,0	380
1427.0			13,8	2,35	3,5	24,5	
1428.0			15,85	2,26	0,0	21,5	3,4
1428.0					0,0	41,0	
1429.0			12,7	2,38	0,0	48,5	0,37
1429.8			9,1	2,34	0,0	23,0	34
1430.5			12,9	2,32	0,0	16,5	0,9
1432.6			16,5	2,28	0,0	36,0	22
1440.0	trias górny Upper Triassic	kajper środkowy – warstwy najbliższe Middle Keuper – Nidzica Beds			16,5	33,0	
1445.0					16,5	30,0	
1450.0					15,0	26,5	
1455.0					1,5	0,0	
1460.0					1,5	0,0	
1465.0					1,5	0,5	
1470.0					3,3	0,0	
1475.0					5,0	1,5	
1480.0					2,5	0,0	
1485.0					1,6	0,0	
1490.0					1,6	0,0	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
1495,0					0,8	0,0	
1500,0					1,6	0,0	
1500,5					2,5	0,0	
1500,8			19,3	2,2	2,5	0,0	
1501,1					76,0	0,0	
1505,0					2,5	0,0	
1510,0					1,7	0,0	
1515,0					2,5	0,0	
1520,0					1,7	0,0	
1525,0					0,8	0,0	
1530,0					6,6	29,7	
1535,0					8,2	33,0	
1540,0					16,5	36,5	
1545,0					23,2	66,4	
1550,0					20,7	45,7	
1555,0					3,3	86,3	
1560,0					53,1	29,9	
1565,0					8,3	83,0	
1570,0					60,6	24,9	
1575,0					10,0	11,5	
1580,0					73,5	0,0	
1585,0					8,3	14,2	
1590,0					75,0	0,0	
1594,0					76,8	0,0	
1595,5			1,95	2,65	85,8	3,3	
1597,1			8,75	2,48	16,5	8,2	1,1
1597,6					5,0	33,0	
1598,1			15,4	2,27	0,0	1,6	
1599,5					13,2	36,3	
1607,5			18,7	2,18	1,6	0,0	
1615,0			28,9	1,89	1,6	0,0	500
1620,0					3,2	0,0	
1625,0					2,4	0,0	
1630,0					4,8	0,0	
1635,0					3,2	0,0	
1640,0					3,2	0,0	
1645,0					2,4	0,0	
1650,0					2,4	0,0	
1655,0					2,4	0,0	
1660,0					2,0	0,0	
1665,0					44,0	4,0	
1670,0					7,5	0,0	
1675,0					10,0	0,8	
1680,0					12,0	0,0	
1685,0					12,0	0,8	
1690,0					9,0	0,0	
1695,0					5,0	3,0	
1700,0					5,0	7,5	
1705,0					3,5	10,5	
1710,0					3,5	4,5	
1715,0					2,4	7,5	
1720,0					3,2	5,5	
1725,0					2,4	5,0	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
1730.0	trias?/perm? Triassic?/Permian?	formacja bałtycka?/stropowa seria terygenciczna? Baltic Formation?/ Top terrigenous series?			12.0	4.0	
1735.0					5.5	3.2	
1737.5					4.0	5.5	
1738.5			25.6	2.02	0.0	22.0	1060
1740.0			27.7	1.93	4.0	0.8	950
1741.5			29.5	1.87	3.2	0.0	
1745.5			30.9	1.83	2.4	0.0	5000
1746.5			22.3	2.09	3.2	0.8	156
1750.0			28.3	1.91	3.2	0.8	
1753.0			26.1	1.98	3.2	0.8	415
1754.0			29.9	1.86	2.4	0.8	
1756.0			22.8	2.08	0.8	9.5	5100
1759.5			26.2	1.96	4.0	1.2	1300
1760.7			21.4	2.11	0.8	11.5	1120
1761.7			16.6	2.31	1.2	13.0	
1764.0			23.0	2.07	0.8	11.5	2400
1766.0			27.4	1.95	1.2	10.5	1800
1767.0			22.2	2.11	1.7	17.5	690
1768.0			22.8	2.08	0.8	20.0	305
1770.0	13.6	2.44	1.6	18.5			
1774.3	13.9	2.39	2.0	15.5			
1776.5	13.1	2.38	2.4	19.0			
1777.7	15.3	2.37	6.5	5.5			
1779.3	0.55	2.71	91.3	0.0	0.1		
1786.3	0.74	2.7	95.7	0.0	0.1		
1790.0	1.21	2.69	94.0	3.3	0.1		
1792.2	1.26	2.69	89.0	0.0	0.1		
1794.0			71.0	3.3			
1794.0			3.3	30.5			
1797.8			1.6	0.8	0.1		
1799.5			2.95	0.4	0.1		
1805.0			1.6	0.0			
1810.0			1.6	0.0			
1815.0			0.8	0.0			
1820.0			2.4	0.0			
1825.0			1.6	0.0			
1830.0			0.8	0.0			
1835.0			0.8	0.0			
1840.0			6.6	79.2			
1843.0			11.5	26.4			
1843.7			1.6	0.0	0.15		
1847.0			0.8	0.0	0.1		
1850.1			1.6	0.0			
1850.9			2.48	0.0			
1854.1			2.49	0.0	0.45		
1855.1			2.03	0.0	0.12		
1859.2			2.2	0.0	1720		
1863.6			0.8	2.4	96		
1864.9			2.01	6.5	1200		
1871.0			2.6	0.0	0.5		
1871.1			2.51	0.0			
1874.2			2.54	0.4	0.1		
1874.8			3.82	2.52	0.1		
1876.3			2.36	2.54	0.1		
			5.2	2.52	0.1		

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
1880,0	karbon – pensylwan Carboniferous – Pennsylvanian	formacja magnuszewa Magnuszew Formation	11,6	2,43	0,4	0,0	
1882,0			5,9	2,48	0,0	0,0	0,1
1883,6			4,5	2,53	0,0	0,0	0,1
1885,0			3	2,54	0,4	0,0	0,1
1886,8			1,54	2,53	0,4	0,0	0,1
1890,0			2,54	2,54	0,4	0,0	
1891,0			10,7	2,44	0,0	0,0	
1892,8			3,93	2,54	0,4	0,0	
1895,5			2,66	2,55	0,4	0,0	
1900,0					0,4	0,0	
1905,0					0,4	0,0	
1910,0					0,4	0,0	
1915,0					0,0	0,0	
1920,0					0,4	0,0	
1925,0					1,6	0,0	
1928,5					0,4	0,0	
1930,0					0,8	0,0	
1933,0					1,6	0,0	
1933,4			13,7	2,31	0,8	0,0	3,5
1940,0					0,8	0,0	
1945,0					1,6	0,0	
1950,0					1,6	0,0	
1955,0					0,8	0,0	
1960,0					0,0	0,0	
1965,0					0,0	0,0	
1970,0					0,8	0,0	
1974,7			25	2	0,8	0,0	6750
1974,8			16,5	2,28	0,8	0,0	25
1975,7					1,6	0,0	
1985,0					1,6	0,0	
1990,0					0,8	0,0	
1995,0					0,8	0,0	
2000,0					0,0	0,0	
2005,0					1,6	0,0	
2010,0					0,8	0,0	
2016,5			22,5	2,06	1,6	0,0	353
2016,6					0,8	0,0	
2025,0					0,8	0,0	
2030,0					2,0	0,0	
2035,0					1,6	0,0	
2040,0					1,6	0,0	
2045,0					0,8	0,0	
2050,0					0,8	0,0	
2055,0					0,4	2,0	
2055,3			15,6	2,34	0,8	0,0	443
2057,0			23,1	2,05	0,0	0,0	1120
2057,8			20,8	2,1	0,0	0,0	1040
2059,1			11,7	2,35	0,8	0,0	1,62
2059,8			1,06	2,55	0,0	0,0	0,1
2065,0					0,8	0,8	
2070,0					0,8	0,0	
2075,0					0,4	0,0	
2080,0					0,4	0,0	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
2085,0	karbon – pensylwan Carboniferous – Pennsylvanian	formacja magnuszewa Magnuszew Formation			0,8	0,0	
2090,0					0,8	0,0	
2095,0					0,8	0,0	
2100,0					0,8	0,0	
2105,0					0,8	0,0	
2108,0					0,0	0,0	
2109,5			2,8	2,62	0,0	0,0	3,5
2111,0			11,4	2,34	0,0	0,0	2,6
2112,5			17,8	2,17	0,8	0,0	32
2120,0					0,0	0,0	
2125,0					0,0	0,0	
2130,0					0,0	0,0	
2135,0					0,8	0,0	
2140,0					0,0	0,0	
2145,0					0,0	0,0	
2150,0					0,0	0,0	
2154,0					0,0	0,0	
2155,0			4,97	2,51	0,8	0,0	1,7
2157,0			3,71	2,52	0,8	0,0	0,77
2159,0					0,0	0,0	
2165,0					0,0	0,0	
2170,0					0,8	0,0	
2175,0					0,0	0,0	
2180,0					1,6	0,0	
2185,0					0,0	0,0	
2190,0					0,0	0,0	
2195,0					0,0	0,0	
2201,0					0,8	0,0	
2201,2			1,54	2,59	0,0	0,0	0,48
2205,0					0,0	0,0	
2210,0					0,8	0,0	
2215,0					0,0	0,0	
2220,0					0,0	0,0	
2225,0					0,0	0,0	
2232,0					0,8	0,0	
2235,5			2,77	2,62	0,8	0,0	1,7
2240,0					1,6	0,0	
2245,0					1,6	0,0	
2250,0					0,8	0,0	
2255,0					1,6	0,0	
2260,0					1,6	0,0	
2265,0					2,4	3,3	
2272,3					1,6	0,0	
2272,4			8,71	2,45	1,6	0,8	0,9
2273,6			9,35	2,36	1,6	0,8	4,65
2275,6			15,2	2,3	1,6	0,0	19
2286,9			4,5	2,85	0,8	0,8	0,44
2295,0					1,6	0,0	
2300,0					1,6	0,8	
2305,0					0,8	0,8	
2310,0					0,8	0,0	
2315,0					1,6	0,0	
2320,0					0,8	0,0	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
2324,2			2,03	2,62	1,6	0,0	0,25
2325,5			16	2,28	1,0	0,0	182
2335,0					0,8	0,0	
2340,0					1,6	0,0	
2345,0					1,6	0,0	
2350,0					0,8	0,8	
2355,0					1,6	0,8	
2360,0					0,8	0,0	
2363,5					0,8	0,0	
2363,6			3,5	2,59	0,8	0,0	0,2
2365,0			18,2	2,21	1,6	0,0	22
2375,0					1,6	0,8	
2380,0					0,8	0,0	
2385,0					1,6	0,0	
2390,0					0,8	1,6	
2395,0					0,8	1,6	
2398,0			2,4	2,65	1,6	0,8	0,1
2399,0			1,43	2,63	1,6	0,0	0,1
2410,0					0,0	0,8	
2415,0					0,0	0,8	
2420,0					0,4	1,6	
2425,0					0,8	0,8	
2432,0					0,8	0,0	
2432,5			16,8	2,24	0,8	0,8	118
2436,0			0,62	2,66	0,0	0,8	0,1
2445,0					1,6	0,8	
2450,0					1,6	0,4	
2455,0					0,8	0,8	
2460,0					0,8	0,8	
2465,0					0,8	0,8	
2469,0					0,8	0,8	
2469,5			0,49	2,65	0,8	1,6	0,1
2474,0			13,5	2,38	0,4	0,8	13,6
2475,5			0,95	2,62	0,4	0,0	0,1
2480,0					0,4	0,0	
2485,0					0,8	0,4	
2490,0					0,4	0,4	
2495,0					0,8	1,6	
2500,0					0,4	0,8	
2505,0					0,8	0,0	
2512,8					0,8	0,0	
2513,2			10,8	2,64	0,8	0,0	0,1
2515,0			6,18	2,48	0,4	0,0	0,1
2517,3			12	2,34	0,0	0,0	1,52
2519,1			14,5	2,29	0,0	0,0	1,25
2525,0					0,8	0,4	
2530,0					0,8	0,0	
2535,0					0,8	0,0	
2540,0					0,8	0,0	
2545,0					0,8	0,4	
2550,0					0,4	0,0	
2555,0					0,0	0,0	
2560,0					0,8	0,4	
2565,0					0,8	0,0	

formacja magnuszewa
Magnuszew Formationkarbon – pensylwan
Carboniferous – Pennsylvanian

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objęściowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
2568,2	karbon – pensylwan Carboniferous – Pennsylvanian	formacja magnuszewa Magnuszew Formation	4,62	2,53	0,8	0,0	
2568,9			0,68	2,65	0,8	0,8	0,1
2572,0					0,8	0,0	0,1
2572,1			1,71	2,64	0,8	0,8	0,1
2574,0			4,11	2,63	0,8	1,6	0,1
2580,0					0,8	1,2	
2585,0					0,8	1,2	
2590,0					0,8	1,6	
2595,0					0,8	0,0	
2600,0					0,8	0,0	
2605,0					0,4	0,4	
2610,0					0,4	0,0	
2615,0					0,4	0,8	
2620,0					0,4	0,4	
2623,5					0,8	0,4	
2629,0					0,8	0,8	
2637,0			0,4	2,65	0,8	0,0	0,1
2637,8			1,01	2,62	0,8	0,0	0,1
2645,0					0,9	0,9	
2650,0					0,9	0,9	
2655,0					0,0	0,0	
2660,0					0,0	0,0	
2665,0					0,8	0,0	
2670,0					0,8	0,0	
2675,0					1,6	0,0	
2680,0					0,8	0,0	
2685,0		formacja lubelska Lublin Formation			1,6	0,8	
2689,0					1,6	0,0	
2700,0					1,6	0,0	
2705,0					1,6	0,8	
2706,5			1,8	2,67	1,6	0,0	37
2709,0			6,65	2,45	0,8	0,0	0,25
2710,5			4,2	2,58	0,8	0,0	0,23
2715,0					1,6	0,8	
2720,0					1,6	0,0	
2725,0					1,6	0,0	
2730,0					1,6	0,0	
2735,0					0,8	0,8	
2742,0					0,8	0,0	
2745,0					1,6	0,0	
2750,0					0,8	0,0	
2755,0					0,8	0,0	
2762,0					0,8	0,0	
2764,0			1,62	2,65	1,6	0,0	0,1
2766,0			3,2	2,59	1,6	0,8	0,1
2770,0					1,6	0,0	
2775,0					1,6	0,0	
2780,0					1,6	0,0	
2785,0					1,6	0,0	
2791,0					0,8	0,0	
2795,0					0,8	0,8	
2800,0					0,8	0,0	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
2805,0	karbon – pensylwan Carboniferous – Pennsylvanian	formacja lubelska Lublin Formation			1,6	0,0	
2810,0					0,8	0,0	
2815,0					1,6	0,8	
2820,0					0,8	0,8	
2825,0					0,8	0,0	
2830,0					0,8	0,0	
2835,0					1,6	0,0	
2840,0					0,8	0,8	
2842,0			0,49	2,65	0,8	0,8	0,44
2847,0					1,6	0,8	
2855,0					1,6	0,0	
2860,0					0,8	0,8	
2865,0					0,8	0,8	
2870,0					0,8	0,0	
2878,0					1,6	0,8	
2882,0					0,8	0,0	
2886,0			4,95	2,53	1,6	0,0	2,5
2890,0					0,8	0,0	
2895,0					0,8	0,0	
2900,0					0,0	0,0	
2905,0					1,6	0,8	
2910,0					1,6	0,0	
2915,0					0,8	0,8	
2920,0					0,0	0,0	
2925,0					0,8	0,0	
2930,0		formacja Dęblina Dęblin Formation			0,0	0,0	
2934,0					0,8	0,0	
2934,5			14,89	2,25	0,8	0,0	37
2937,0			15,08	2,24	0,0	0,0	172
2940,0			14,59	2,27	0,8	0,0	26
2945,0					0,8	0,0	
2950,0					1,6	0,0	
2955,0					1,6	0,0	
2960,0					0,8	0,0	
2965,0					0,8	0,0	
2970,0					0,8	0,0	
2975,0					0,8	0,0	
2980,0					0,8	0,8	
2990,0					1,6	0,0	
2994,0					0,8	0,0	
2996,0					0,8	0,0	
2996,5					0,8	0,0	
2997,2			0,94	2,88	0,8	0,0	
3005,0					0,8	0,0	
3010,0					1,6	0,0	
3015,0					0,8	0,0	
3020,0					0,8	0,8	
3025,0					1,6	0,0	
3030,0					0,8	0,0	
3032,5			2,34	2,64	0,0	0,0	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
3045,0					0,8	0,0	
3050,0					1,6	0,0	
3055,0					1,6	0,0	
3060,0					0,8	0,0	
3065,0					2,4	0,0	
3070,0					2,4	0,0	
3075,0					1,6	0,0	
3079,0			0,97	2,65	0,4	0,0	0,1
3081,0			2,58	2,67	3,5	0,0	0,1
3084,0			1,3	2,75	1,6	0,0	0,1
3086,0			0,58	2,66	0,4	0,0	0,1
3093,0					0,8	0,0	
3098,0					1,6	0,4	
3103,0					0,8	0,0	
3108,0					25,5	0,0	
3108,0					8,1	1,6	
3113,0					0,8	0,0	
3119,0					0,4	0,0	
3119,4			1,51	2,66	1,6	0,0	0,1
3122,7			1,79	2,62	1,6	0,0	0,1
3124,2			1,87	2,605	6,5	0,4	0,1
3127,0			0,58	2,64	1,2	0,0	0,1
3127,7			1,15	2,65	0,8	0,0	
3135,0					0,8	0,0	
3140,0					0,8	0,0	
3145,0					0,4	0,0	
3150,0					0,4	0,0	
3155,0					0,4	0,4	
3160,0					0,8	0,4	
3163,5					0,4	0,4	
3166,6			0,68	2,6	0,0	0,0	0,1
3168,0			14,08	2,26	0,0	0,0	3,9
3170,4			11,2	2,33	0,0	0,0	7,5
3171,3			9,8	2,38	0,0	0,0	1,4
3175,0					1,6	0,0	
3180,0					1,2	1,6	
3185,0					1,6	0,0	
3190,0					48,5	1,6	
3195,0					1,6	0,8	
3200,0					1,6	0,4	
3205,0					1,6	0,0	
3212,0					2,0	0,4	
3212,2			0,86	2,65	22,5	0,8	0,1
3213,9			5,3	2,44			0,21
3216,6			4,9	2,45	1,6	0,0	0,19
3217,5			4,5	2,48	1,6	0,0	0,11
3219,2					18,4	0,0	
3225,0					5,0	0,0	
3230,0					1,6	0,0	
3235,0					1,6	0,0	
3240,0					2,4	0,0	
3245,0					0,8	0,0	

formacja Dębina
Dębin Formationkarbon – pensylwan
Carboniferous – Pennsylvanianformacja Terebina
Terebin Formation

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
3250,0	karbon – pensylvan Carboniferous – Pennsylvanian				41,5	4,0	
3255,0					2,4	0,8	
3261,0					2,4	1,2	
3267,8			0,56	2,6	0,0	0,0	0,1
3272,0			1,02	2,67	0,0	0,0	0,1
3274,0					0,0	0,0	
3275,1			0,31	2,78	31,7	1,7	0,1
3276,5					0,0	0,0	
3278,8			1,83	2,62	5,8	0,0	
3285,0					4,0	1,6	
3294,0					1,6	0,8	
3297,0					0,0	0,0	
3302,0					0,0	0,0	
3306,6					0,8	0,0	
3310,0					0,0	0,0	
3312,5			2,08	2,62	0,8	0,0	0,1
3314,9			1,51	2,62	0,4	0,0	
3318,5					0,8	0,0	
3325,0					0,0	0,0	
3330,0					0,0	0,0	
3335,0					0,0	0,0	
3340,0					0,0	0,0	
3345,0					0,0	0,0	
3350,0					0,8	0,0	
3355,0					0,8	0,0	
3358,0			1,53	2,61	0,0	0,0	
3362,5					0,8	0,0	
3370,0					0,8	0,0	
3375,0					0,8	0,0	
3380,0	karbon – missisip Carboniferous – Mississippian	formacja Terebina Terebin Formation			0,0	0,0	
3385,0					0,0	0,0	
3390,0					0,0	0,0	
3395,0					0,0	0,0	
3399,6			0,98	2,74	22,0	1,6	0,1
3400,0					23,5	1,5	
3401,5					0,0	0,0	
3403,0					0,0	0,0	
3403,3			5,65	2,45	2,0	0,4	0,2
3405,0			4,25	2,47	2,5	0,0	
3406,5			2,57	2,54	4,2	1,6	0,1
3410,0					1,6	0,0	
3415,0					3,2	0,0	
3420,0					2,4	0,0	
3425,0					0,8	0,0	
3430,0					5,0	0,0	
3435,0					14,0	0,0	
3440,0					1,6	0,0	
3446,0					0,8	0,0	
3450,5			0,65	2,69	32,5	0,0	0,1
3455,0			0,62	2,72	65,0	0,0	0,1
3460,0					12,5	3,5	
3464,0			0,33	2,69	3,3	0,8	0,1

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
3469,0	karbon – missisip Carboniferous – Mississippian	formacja Huczwy Huczwa Formation	0,32	2,67	68,0	0,0	0,1
3475,0			0,28	2,69	87,0	0,0	0,1
3480,0					0,8	0,0	
3483,0					1,6	0,0	
3485,4			0,86	2,7	86,5	0,0	0,1
3487,7			1,04	2,68	88,0	0,0	0,1
3489,7			0,83	2,8	3,3	0,0	0,1
3492,7			3,62	2,55	2,4	0,0	0,1
3496,0			1,69	2,73	0,8	0,0	0,1
3499,5			4,55	2,56	3,5	0,0	0,1
3503,2		formacja firlejska Firlej Formation	2,4	3,17	13,0	31,0	0,1
3507,0			0,78	2,67	75,0	1,6	0,1
3512,5			0,56	2,65	70,5	3,5	0,1
3516,0			1,07	2,66	37,5	1,6	0,1
3527,5			1,88	2,55	41,0	0,0	0,1
3533,0			0,85	2,65	77,5	0,0	0,1
3540,0					58,0	2,5	
3545,0					58,0	0,8	
3550,0					56,0	5,0	
3555,0					62,5	1,6	
3560,0	dewon górny – famen Upper Devonian – Famennian	“formacja” bychawska Bychawa formation	1,66	2,66			
3594,7			0,51	2,68	91,3	1,7	9,5
3607,0			0,32	2,69	84,0	0,0	0,1
3610,0					44,5	0,0	
3610,0					62,5	1,6	
3615,0					59,0	1,6	
3620,0					63,0	0,0	
3625,0					61,0	0,0	
3630,0					71,0	0,0	
3635,0					66,0	0,0	
3639,5					71,4	0,0	
3645,0					76,4	0,8	
3650,0					82,2	0,8	
3655,0					84,7		
3660,0					84,7		
3667,5			0,35	2,68	92,1	1,7	0,1
3672,9			0,33	2,67	55,6	7,5	0,1
3680,0					58,1	1,7	
3685,0					83,8	0,8	
3690,0					85,5	0,0	
3695,0					54,8	4,2	
3700,0					57,3	2,5	
3705,0					84,7	0,0	
3710,0					58,9	1,9	
3715,0					56,4	3,3	
3720,0					58,9	3,3	
3723,2			0,4	2,71	91,3	0,0	0,1
3735,0			0,28	2,7	64,7	10,0	
3740,0					66,4	9,1	
3745,0					88,0	1,7	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
3750,0	dewon górny – fran Upper Devonian – Frasnian	formacja modryńska Modryń Formation			89,6	1,7	
3755,0					86,3	0,8	
3760,0					61,4	5,0	
3765,0					64,7	3,3	
3770,0					84,7	0,0	
3775,8			0,28	2,68	88,8	0,8	0,1
3780,6			0,53	2,67	99,0	0,0	4,1
3789,7			1,14	2,66	99,8	0,0	0,67
3795,0					90,7	0,0	
3800,0					88,3	0,0	
3805,0					86,6	0,0	
3810,0					89,1	0,0	
3815,0					86,6	0,0	
3815,8			1,3	2,66	97,3	0,0	0,21
3816,8					89,6	0,0	
3817,9					88,6	0,0	
3819,1					83,6	1,7	
3820,3					85,3	0,0	
3821,5					85,3	0,0	
3822,5					83,0	0,0	
3823,4			0,51	2,67	99,0	0,0	
3830,0					87,4	0,0	
3835,0					88,3	0,0	
3840,0					84,1	0,0	
3845,0					89,1	0,0	
3850,0					97,3	0,0	
3853,5					90,7	0,0	
3853,6					73,8	8,2	
3854,8					85,3	0,0	
3855,5			0,14	2,7	93,2	0,0	0,1
3856,5					86,9	0,0	
3857,4			0,53	2,69	90,7	0,0	0,1
3858,6					88,6	1,6	
3860,0					79,7	1,6	
3861,0					75,0	1,6	
3862,0					73,3	4,9	
3864,0					71,7	3,3	
3862,6			0,89	2,67	89,1	1,7	0,1
3865,0					63,6	2,4	
3866,0					83,6	0,0	
3866,0					68,5	1,6	
3867,0					71,7	1,6	
3868,0					78,2	6,5	
3869,0					82,5	1,6	
3870,0					71,7	2,4	
3871,3			0,1	2,71	83,6	0,0	0,1
3875,0					82,0	0,0	
3880,0					80,4	1,6	
3885,0					83,6	0,0	
3890,0					77,9	1,6	
3894,7			0,59	2,68	26,7	65,6	
3894,8					87,4	0,0	55

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
3895.7	dewon górny – fran Upper Devonian – Frasnian	formacja modryńska Modryn Formation	1,03	2,73	69,7	17,8	
3896.6					32,4	58,3	
3897.6					79,4	4,9	
3898.9					74,5	13,0	
3899.8					71,3	9,7	
3900.6					82,6	0,0	
3901.6					77,8	2,4	
3902.8					16,2	69,7	
3903.7					13,0	66,4	
3905.3					41,2	38,0	0,1
3905.4					16,2	69,7	
3906.7					63,2	21,1	
3907.6					61,9	33,0	
3909.4					59,9	30,8	
3910.3					25,9	63,2	
3911.2					68,0	19,4	
3915.0					49,5	34,5	
3920.0					54,4	33,0	
3925.0					57,7	33,0	
3930.0					59,4	29,7	
3935.0					56,1	31,3	
3940.0					51,1	34,5	
3945.0					52,8	26,4	
3950.0	dewon środkowy Middle Devonian	formacja telatyńska Telatyn Formation	0,72	2,81	54,4	29,7	
3950.2					16,7	63,5	0,1
3951.0					9,7	74,5	
3952.0					16,2	53,5	
3953.1					16,6	49,9	0,1
3954.0					13,4	36,7	0,1
3955.1					0,0	0,0	0,1
3956.0					2,64	0,0	0,1
3957.0					5,27	0,0	10
3959.6					1,7	8,1	
3961.7	dewon dolny Lower Devonian	formacja zwolenńska Zwoleń Formation	4,56	2,53	0,98	0,0	
3964.0					2,71	0,0	
3967.0					2,65	0,0	0,14
3973.5					2,64	0,0	0,12
3976.0					2,7	0,0	
3977.7					2,67	0,0	1,3
3978.6					2,51	0,0	0,1
3981.7					2,52	0,0	0,1
3982.9					2,54	0,0	0,1
3986.0					2,5	0,0	0,18
3987.7					0,0	0,0	
3988.7					0,0	0,0	
3992.6					0,0	0,0	0,1
3993.2					0,0	0,0	
3993.7					0,8	0,0	
3996.5					2,6	0,0	0,1
4004.0					2,24	0,0	0,1
4004.2					1,29	0,0	0,1
4007.0					2,64	0,0	0,1
4014.0					2,33	0,0	0,1
4019.4					3,11	1,6	0,1
4024.8					2,37	0,0	0,1
4030.0					0,12	29,0	0,1
4035.0					1,6	3,2	
4040.0					0,0	0,0	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
4045,0	dewon dolny Lower Devonian	formacja zwoleniska Zwoleń Formation			2,4	4,5	
4050,0					5,7	0,8	
4054,0					4,9	0,0	
4059,2					4,9	1,6	
4059,6			1,23	2,62	5,7	1,6	0,1
4061,3			0,54	2,66	1,6	0,0	0,1
4063,2			1,31	2,6	0,8	0,8	0,1
4066,1					8,1	1,6	
4069,7			1,35	2,61	0,0	0,8	0,1
4075,0					0,8	0,0	
4080,0					1,6	0,0	
4085,0					1,6	4,8	
4090,0					0,0	0,0	
4094,5					1,6	1,6	
4098,5					0,8	0,0	
4100,0					1,6	0,0	
4105,0					0,0	0,0	
4110,0					0,8	0,0	
4112,8			2,35	2,61	0,0	0,0	0,1
4115,0					0,8	3,2	
4121,3			2,7	2,54	0,8	0,0	0,1
4122,5			3,22	2,62	0,0	0,0	0,1
4123,0					0,0	0,0	
4126,0					0,0	0,0	
4130,0					1,6	0,8	
4135,0					1,6	0,0	
4140,0					1,6	0,0	
4145,0					0,8	0,0	
4148,6					1,6	0,8	
4154,0					4,9	0,8	
4159,0					1,6	0,0	
4163,6			2,04	2,57	0,8	0,0	0,1
4166,7			1,51	2,61	0,8	5,8	0,1
4168,2			3,25	2,54	0,8	6,6	0,14
4175,4			1,49	2,61	1,6	1,6	0,1
4180,0					1,6	0,0	
4185,0					2,4	0,8	
4190,0					4,8	0,8	
4191,1			1,52	2,63	0,8	0,0	0,1
4202,6			0,85	2,66	4,9	3,3	0,1
4207,2			2,18	2,55	1,6	1,6	0,1
4210,0					1,6	0,0	
4215,0					1,6	1,6	
4220,0					0,8	0,0	
4225,0					1,6	0,0	
4230,0					0,8	0,0	
4235,0					1,6	0,8	
4240,0					0,8	0,0	
4245,0					0,8	1,6	
4250,0					1,6	1,6	
4255,0					3,2	0,8	
4260,0					0,8	0,8	
4265,0					1,6	0,0	
4270,0					0,8	0,0	
	formacja czarnolesska Czarnoless Formation						

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciepłar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
4270.0	dewon dolny Lower Devonian	formacja czarnoleska Czarnolas Formation			2.4	1.6	
4275.0				1.6	0.8		
4278.0				0.8	0.0		
4279.3			1.88	2.55	0.0	0.0	0.1
4282.8			1.32	2.97	1.6	0.0	0.1
4285.6			1.53	2.54	0.8	0.1	0.1
4289.4			1.76	2.57	2.4	0.8	0.1
4291.7			2.62	2.58	2.4	0.8	0.1
4294.0			1.83	2.54	0.8	0.0	0.1
4300.0					1.6	0.8	
4305.0					1.6	0.0	
4310.0					0.8	0.0	
4315.0					0.0	0.0	
4320.0					0.8	0.8	
4325.0					1.6	0.0	
4330.0					0.8	0.0	
4335.0					0.8	0.0	
4340.0					1.6	0.0	
4345.0					1.6	0.0	
4350.0					0.8	0.0	
4352.3			1.9	2.57	3.2	0.0	0.1
4355.6			1.15	2.63	0.8	0.0	0.1
4359.3			1.67	2.56	2.4	0.0	0.1
4363.8			0.33	2.65	0.8	0.0	0.1
4370.0					1.6	0.0	
4373.0			1.91	2.57	1.6	0.0	0.1
4376.2			0.7	2.68	0.0	0.0	0.1
4380.0			1.95	2.55	0.8	0.0	0.1
4395.0					1.6	0.0	
4400.0					0.8	0.0	
4405.0					0.0	0.0	
4410.0					2.4	0.0	
4415.0					0.8	0.0	
4420.0					1.6	0.8	
4425.0					0.0	0.0	
4430.0					1.6	0.0	
4432.0			1.85	2.65	54.5	0.0	0.1
4435.0					0.8	0.0	
4440.0					1.6	0.0	
4444.8			2.7	2.65	0.8	0.0	0.1
4450.0		formacja sycyńska Sycyna Formation			1.6	0.0	
4455.0			1.6	0.0			
4460.0			1.6	0.0			
4465.0			48.0	0.0			
4470.0			2.4	0.0			
4475.0			0.8	0.0			
4480.0			1.6	0.0			
4485.0			3.2	0.0			
4490.0			0.8	0.0			
4495.0			1.6	0.0			
4500.0		1.6	0.0				
4505.0		0.0	0.0				
4510.0		0.8	0.0				
4515.0		0.8	0.0				
4520.0		2.4	0.0				

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
4525,0	dewon dolny Lower Devonian	formacja sycyńska Sycyna Formation			0,8	0,0	
4530,0					0,0	0,0	
4535,0					0,0	0,0	
4540,0					4,0	0,0	
4545,0					0,8	0,0	
4550,0					0,8	0,0	
4555,0					0,0	0,0	
4560,0					1,6	0,0	
4565,0					0,0	0,0	
4570,0					4,8	0,0	
4575,0					3,2	0,0	
4580,0					0,8	0,0	
4585,0					2,4	0,0	
4590,0					1,6	0,0	
4595,0					0,8	0,0	
4600,0					2,4	0,0	
4600,1					1,6	0,0	
4600,2					2,4	0,0	
4610,0					1,6	0,0	
4617,8			2,17	2,68	88,0	0,0	0,1
4623,0			1,92	2,61	4,0	1,0	0,1
4628,0					3,2	1,6	
4635,0					3,2	1,6	
4640,0					4,0	0,8	
4645,0					3,2	1,6	
4650,0					3,2	0,8	
4655,0					1,6	0,8	
4660,0					1,6	0,0	
4665,0					1,6	0,8	
4670,0					1,6	0,0	
4675,0					3,2	0,0	
4690,0					1,6	0,8	
4695,0					1,6	0,8	
4700,0					2,4	0,0	
4705,0					4,0	0,0	
4710,0					2,4	0,0	
4715,0					3,2	0,0	
4720,0					2,4	0,0	
4725,0					3,2	0,0	
4730,0					6,4	1,6	
4735,0					4,8	1,6	
4740,0					13,6	1,6	
4745,0			1,15	2,66	8,0	3,2	1
4750,0			4,53	2,6	6,4	1,6	1
4755,0					12,2	3,2	
4760,0					11,2	3,2	
4765,0					12,0	0,0	
4770,0					8,0	1,6	
4775,0					11,2	3,2	
4780,0					10,4	4,0	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
4785,0	dewon dolny Lower Devonian	formacja sycyńska Sycyna Formation			5,6	0,8	
4790,0					6,4	3,2	
4795,0					8,0	3,2	
4800,0					4,0	1,6	
4805,0					6,4	0,8	
4810,0					6,4	3,2	
4815,0					5,6	2,4	
4820,0					6,4	0,8	
4832,0					6,4	0,8	
4832,5					8,0	3,2	
4835,0					8,0	1,6	
4840,0			1,51	2,64	6,4	0,8	
4846,4					6,4	4,0	
4848,6					7,2	4,0	
4855,0					4,0	1,6	
4860,0					6,4	2,4	
4865,0					5,6	3,2	
4870,0					7,2	3,2	
4875,0					4,8	0,8	
4880,0					6,4	2,4	
4885,0					8,0	1,6	
4890,0					4,8	0,8	
4895,0					4,0	3,2	
4900,0					7,2	0,8	
4905,0					6,4	2,4	
4910,0					5,6	3,2	
4915,0					8,0	3,2	
4919,0					6,4	1,6	
4922,5			1,61	2,67	4,8	4,0	
4930,0					5,6	4,0	
4933,0			1,55	2,66	6,4	3,2	
4937,5			2,66	2,64	8,8	2,4	
4942,5					4,8	3,2	
4948,0			1,36	2,67	5,6	3,2	
4955,0					4,8	2,4	
4960,0					6,4	0,8	
4965,0					5,6	2,4	
4970,0					4,0	3,2	
4975,0					6,4	1,6	
4980,0					4,8	0,8	
4985,0					4,0	1,6	
4990,0					4,8	1,6	
4995,0					5,6	1,6	
5000,0					4,0	0,8	

Tabela 33 cd.

Głębokość Depth [m]	Chronostratygrafia Chronostratigraphy	Litostratygrafia Lithostratigraphy	Porowatość efektywna Effective porosity [%]	Ciężar objętościowy Bulk density [g/cm ³]	CaCO ₃ [%]	CaMg (CO ₃) ₂ [%]	Przepuszczalność Permeability [mD]
5004,0	sylur Silurian				4,8	2,4	
5007,5			3,5	2,63	4,0	1,6	
5012,0			2,73	2,65	5,6	1,6	
5020,0					5,6	0,8	
5025,0					5,6	1,6	
5030,0					4,0	2,2	
5035,0					8,0	1,6	
5043,0					6,4	2,4	
5045,0			3,79	2,62	8,0	0,8	
5050,0			2,72	2,66	6,4	1,6	
5055,0					5,6	5,6	2,4

jak i modryńskiej (0,68%). Utwory dewonu górnego są praktycznie nieprzepuszczalne – co prawda średnia przepuszczalność wynosi 3,38 mD, jednak tylko 5 próbek wykazało wartości wyższe od 0,1 mD. Węglanowy interwał dewonu środkowego (górną część formacji telatyńskiej) jest również nieprzepuszczalny, o porowatości nie przekraczającej 0,47%. W dewonie dolnym (60 próbek z 1047,4-metrowego interwału) albo brak pomiaru przepuszczalności albo nie przekracza ona 1 mD. Średnia porowatość efektywna skał dewonu dolnego jest nieco wyższa niż w nadkładzie i wynosi 2,06%. Parametr ten określony dla 290-metrowego interwału formacji zwolenińskiej zmienia się od 0,12 do 5,27%. Formacja czarnolesska opróbowana w interwale 4250,0–4380,0 m charakteryzuje się średnią wartością porowatości 1,58%, nie przekraczającą 2,62%. Parametry petrofizyczne pomierzono tylko w 11 próbkach w 605-metrowym odcinku formacji sycyńskiej i średnią porowatość efektywną określono na 2,09%, nie przekracza ona 4,53%. Każda z czterech próbek syluru charakteryzuje się porowatością powyżej 2,72%, natomiast przepuszczalności nie oznaczono.

Olga ROSOWIECKA

WYNIKI LABORATORYJNYCH POMIARÓW GĘSTOŚCI OBJĘTOŚCIOWEJ

Zebrane w tabeli 34 wyniki laboratoryjnych pomiarów gęstości objętościowej (ρ) pochodzą z dokumentacji archiwalnej (Fuliński, 1979). Dokumentacja przedstawia wyniki pomiarów wykonanych przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych (obecnie Przedsiębiorstwo Badań Geofizycz-

nych Sp. z o.o. – PBG) w Warszawie. Przyjęto zasadę opróbowania w odstępach ok. 25 cm, aczkolwiek opróbowanie to nie zostało wykonane w sposób ciągły wzdłuż całego otworu, a rozpoczęto je od głębokości 1005 m – tj. od stropu utworów kredy dolnej. Oznaczenia wykonano dla 3492 próbek.

Tabela 34

Minimalne, maksymalne i średnie wartości gęstości objętościowej ρ dla poszczególnych wydziałów stratygraficznych uzyskane na podstawie zbioru pomiarów laboratoryjnych

The minimum, maximum and average values of the bulk density ρ for individual stratigraphic units, based on laboratory measurements database

Maciejowice IG 1	Stratygrafia Stratigraphy	Głębokość od–do Depth top–bottom [m]	Liczba pomiarów Number of measurements	ρ [g/cm ³]	
				min.–maks. min.–max.	średnia arytmetyczna arithmetic average
kenozoik Cenozoic	czwartorzęd / Quaternary	0,0–45,0	0	–	–
	holocen / Holocene	0,0–0,4	0	–	–
	plejstocen / Pleistocene	0,4–45,0	0	–	–
	Neogen / Neogene	45,0–85,7	0	–	–
	miocen środkowy / Middle Miocene	45,0–85,7	0	–	–
	Paleogen / Paleogene	85,7–201,5	0	–	–
	oligocen dolny / Lower Oligocene	85,7–116,0	0	–	–
	paleocen / Paleocene	116,0–201,5	0	–	–
	dan / Danian	116,0–201,5	0	–	–
mezozoik / Mesozoic	kreda / Cretaceous	201,5–1025,5	26	1,88–2,59	2,18
	kreda górna / Upper Cretaceous	201,5–1005,0	0	–	–
	maastricht / Maastrichtian	201,5–545,0	0	–	–
	maastricht górny / Upper M.	201,5–434,0	0	–	–
	maastricht dolny / Lower M.	434,0–545,0	0	–	–
	kampan / Campanian	545,0–720,0	0	–	–
	santon / Santonian	720,0–856,0	0	–	–
	koniak górny / Upper Coniacian	856,0–900,0	0	–	–
	turon – koniak dolny Turonian – Lower Coniacian	900,0–985,0	0	–	–
	cenoman / Cenomanian	985,0–1005,0	0	–	–
	kreda dolna / Lower Cretaceous	1005,0–1025,5	26	1,88–2,59	2,18
	alb / Albian	1005,0–1022,0	16	1,88–2,38	2,04
	alb górny / Upper Albian	1005,0–1007,5	2	2,35–2,38	2,37
	alb ?dolny – środkowy ?Lower – Middle Albian	1007,5–1022,0	14	1,88–2,30	2,00
	walanżyn górny – hoteryw dolny Upper Valanginian – Lower Hauterivian	1022,0–1023,0	10	2,30–2,59	2,41
	jura / Jurassic	1023,0–1427,1	194	2,16–2,69	2,50
	jura górna / Upper Jurassic	1023,0–1391,3	79	2,28–2,69	2,52
	kimeryd / Kimmeridgian	1023,0–1102,5	66	2,28–2,69	2,50
	oksford górny – kimeryd dolny Upper Oxfordian – Lower K.	1102,5–1240,0	8	2,49–2,64	2,55
	oksford / Oxfordian	1240,0–1391,3	5	2,60–2,68	2,63
	jura środkowa / Middle Jurassic	1391,3–1427,1	115	2,16–2,69	2,48
	kelowej / Calovian	1391,3–?1406,2	55	2,38–2,69	2,50
	baton / Bathonian	?1406,2–1427,1	60	2,16–2,59	2,46
	trias / Triassic	1427,1–?1726,0	76	2,01–2,71	2,28
	trias górny / Upper Triassic	1427,1–?1521,0	32	2,05–2,51	2,33
	trias środkowy / Middle Triassic	?1521,0–?1595,6	2	2,69–2,71	2,70
	trias dolny / Lower Triassic	?1595,6–?1726,0	42	2,01–2,62	2,22

Tabela 34 cd.

Maciejowice IG 1	Stratygrafia Stratigraphy	Głębokość od–do Depth top–bottom [m]	Liczba pomiarów Number of measurements	ρ [g/cm ³]	
				min.–maks. min.–max.	średnia arytmetyczna arithmetic average
paleozoik/ Paleozoic	?perm/?trias i perm ?Permian/?Triassic and permian	?1726,0–1846,0	198	2,04–3,02	2,42
	karbon / Carboniferous	1846,0–3503,7	1160	1,40–3,27	2,59
	pensylwan / Pennsylvanian	1846,0–3281,0	825	2,00–3,27	2,55
	moskow / Moscovian	1846,0–2591,0	422	2,00–2,88	2,50
	baszkir / Bashkirian	2591,0–3281,0	403	2,35–3,27	2,61
	missisip / Mississippian	3281,0–3503,7	335	1,40–2,91	2,68
	serpuchow / Serpukhovian	3281,0–3433,0	120	1,40–2,91	2,68
	wizen / Visean	3433,0–3503,4	213	2,55–2,79	2,68
	turnej / Tournaisian	3503,4–3503,7	2	2,69–2,71	2,70
	dewon / Devonian	3503,7–5001,5	1733	2,50–3,28	2,72
	dewon górny / Upper Devonian	3503,7–3952,0	602	2,56–3,28	2,73
	famen / Famennian	3503,7–3749,0	325	2,62–2,85	2,72
	fran / Frasnian	3749,0–3952,0	277	2,56–3,28	2,74
	dewon środkowy / Middle Devonian	3952,0–3959,1	33	2,66–2,79	2,74
	dewon dolny / Lower Devonian	3959,1–5001,5	1122	2,50–2,87	2,71
	?prag – ?ems / ?Pragian – ?Emsian	3954,1–4245,0	582	2,50–2,87	2,71
	lochkow / Lochkovian	4245,0–5001,5	540	2,60–2,78	2,71
	sylur / Silurian	5001,5–5059,0	104	2,70–2,76	2,72

Gęstość objętościową r próbki wyznaczano przy pomocy gęstościomierza GS-3 produkcji Przedsiębiorstwa Poszukiwań Geofizycznych oraz wag analitycznych. Próbkę skały o wielkości ok. 30 cm³ po nasyceniu w płynie (alkohol etylowy z gliceryną) o ciężarze właściwym 1,00 g/cm³ była zawieszana na jednym z ramion gęstościomierza i, po odpowiednim zrównoważeniu układu jego ramion, zanurzona również w płynie o $r = 1$ g/cm³. Wartość r tej nasączonej próbki skały odczytywano ze skali gęstościomierza w położeniu równowagi układu ramion. Dane te zostały scyfrowane przez PBG, a dodatkowo opracowane (uporządkowane, uzupełnione i włączone do CBDG) w 2011 r. (Rosowiecka, 2011; Rosowiecka, Królikowski, 2014).

Wartości gęstości objętościowej r uśredniono dla poszczególnych wydzielen stratygraficznych, a wyniki uśrednień zestawiono w tabeli 34.

Najniższymi gęstościami (r) charakteryzują się utwory kredy, która została opróbowana jedynie w obrębie oddziału dolnego. Na średnią wartość r równą 2,18 g/cm³ decydujący wpływ mają bardzo lekkie utwory albu ?dolnego–środkowego, których średnia r to jedynie 2,00 g/cm³. Kon-

takt z utworami walanżynu górnego i hoterywu dolnego ($r = 2,41$ g/cm³), stanowi wyraźny kontrast gęstościowy i prawdopodobnie również prędkościowy, stanowiąc wyraźny horyzont korelacyjny.

W obrębie utworów jurajskich nie ma aż tak wyraźnych kontrastów gęstościowych – średnia r jury górnej jest wyższa tylko 0,02 g/cm³ od r jury środkowej. Średnia r utworów triasowych wynosi zaledwie 2,28 g/cm³. Jest ona jednak zaniżona ze względu na fakt nikłego opróbowania najcięższego interwału triasu środkowego (2 próbki o gęstości 2,70 g/cm³). Natomiast sama obecność takiego kontrastu gęstościowego (a co za tym idzie prędkościowego) pomiędzy triasem środkowym ($\rho_{sr} = 2,70$ g/cm³) a triasem dolnym ($\rho_{sr} = 2,22$ g/cm³) jest na pewno dobrym reperem dla korelacji między utworami.

Utwory paleozoiku wykazują równomierny wzrost gęstości wraz z głębokością, poczynając od permu (2,42 g/cm³), przez karbon (2,59 g/cm³), dewon (2,72 g/cm³), do syluru (2,72 g/cm³), nie wykazując jednocześnie wyraźnego zróżnicowania wewnątrz poszczególnych wydzielen.