

WYNIKI BADAŃ POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Damian WĘGLIŃSKI

CHARAKTERYSTYKA SKAŁ ZBIORNIKOWYCH

Dokumentacja wynikowa otworu Mniszków IG 1 (Jurkiewicz i in., 1973) zawiera również geofizyczną charakterystykę skał zbiornikowych oraz interpretację ilościową dla interwałów najbardziej perspektywicznych dla występowania węglowodorów autorstwa H. Jurkiewicza (1973c). Na jej podstawie opracowano ten rozdział. W profilu otworu wyznaczono ogółem 45 interwałów perspektywicznych dla występowania węglowodorów. Pod uwagę brano porowatość całkowitej skał tworzących interwał oraz brak przepuszczalności utworów niżej i wyżej ległych. W oparciu o interpretację ilościową, obserwację płuczki wiertniczej, badania laboratoryjne oraz bezpośrednią obserwację rdzeni zdecydowano się na opróbowanie siedmiu najbardziej perspektywicznych interwałów, położonych poniżej głęb. 1600,0 m (Sokołowski i in., ten tom). W wyniku opróbowania stwierdzono słaby przepływ solanki, co znajduje potwierdzenie w badaniach laboratoryjnych, które wskazują na bardzo słabą przepuszczalność skał w otworze. Przepuszczalność pozioma oraz pionowa w większości wypadków wynosi 0 mD, z wyjątkiem głębokości 1031,0 m oraz 1033,0 m, gdzie przyjmują wartość powyżej 300 mD (fig. 22).

Porowatość całkowita z badań laboratoryjnych przyjmując wartości z przedziału 0,7–24,5%, przy czym wyższe wartości występują w górnej części otworu, w węglanowych oraz piaskowcowych utworach kelowej, bajosu oraz jury dolnej. Stosunkowo wysoką porowatość (12,8%) posiada również warstwa piaskowca w interwale głęb. 2340,0–2387,0 m. Pozostałe interwały, w szczególności potencjalnie perspektywiczne utworu triasu środkowego oraz dolnego wykazują porowatość poniżej 2,5%.

W odniesieniu do całego profilu wydzielono warstwy o własnościach zbiornikowych oraz warstwy izolujące. W profilu, warstwy zbiornikowe mogące mieć np. znaczenie dla pozyskiwania energii geotermalnej ze źródeł niskotemperaturowych, występują w obrębie utworów jury środkowej oraz dolnej. Utwory jury górnej mimo względnie wysokiej porowatości całkowitej, szczególnie w interwale głęb. 297–470 m charakteryzują się niskimi przepuszczalnościami, co ogranicza możliwość ich wykorzystywania w tym celu. Uwagę zwraca duże zróżnicowane porowatości całkowitej oraz przepuszczalności utworów występujących w obrębie tych utworów.

Podsumowując, kilka poziomów w profilu otworu zasługuje na uwagę i może być uważane za skały zbiornikowe. Należą do nich:

- szczelinowate utwory wapienia muszlowego;
- piaskowce piaskowca trzcinowego;

- piaskowce warstw ze Studziannej;
- piaskowce jury dolnej;
- piaskowce jury środkowej;
- szczelinowate i oolitowe wapienie jury górnej.

Utwory wapienia muszlowego, występujące w profilu otworu Mniszków IG 1, są dość masywne, miejscami wyraźnie zailone i mają na ogół małą szczelinowatość. Badania laboratoryjne wykazały bardzo niską porowatość 0,2–2,5% (wg badań geofizycznych ok. 5%) i brak przepuszczalności (tab. 6, 7). Badania na przypiływy górnej części wapienia muszlowego wykazały minimalne przypiływy z powyższego horyzontu.

Pomimo, że omawiany kompleks posiada dobre uszczelnienie ilasto-mułowcową serią kajpru od góry i od dołu ilasto-dolomitycznymi utworami retu, nie można go zaliczyć, przynajmniej w otworze Mniszków IG 1, do skał o dobrych własnościach kolektorskich.

Piaskowce piaskowca trzcinowego występują jako wkładki wśród utworów mułowcowo-ilastych. W większości przypadków stanowią one na pewno samodzielne zbiorniki złożowe, występujące w obrębie wymienionych utworów ilastych. Wykonane dla piaskowców laboratoryjnie oznaczenia porowatości całkowitej wynoszą 2,1–12,8% (tab. 6, 7; fig. 23b) a przepuszczalność przeważnie równa jest zeru. Porowatości wyliczone z wykresów geofizycznych są znacznie większe i wynoszą 8,5–16%. Wykonane perforacje w obrębie piaskowców dały słaby przypiływ solanki w granicach 12–99 l/h. Mimo dobrej porowatości piaskowców nie mogą one być brane pod uwagę jako dobre kolektory. Niskie przypiływy spowodowane są zapewne bardzo słabą przepuszczalnością opróbowywanych horyzontów, która dodatkowo została obniżona w strefie ok. otworowej filtratem płuczki, powodującym pęcznienie ilasto-żelazistego spoiwa omawianych piaskowców.

Piaskowce warstw ze Studziannej występują w obrębie ilasto-mułowcowej serii jako samodzielne horyzonty złożowe. Określone laboratoryjnie ich porowatości wynoszą 1,1 do 16%, a przepuszczalność waha się 0–24,0 mD (tab. 6, 7; fig. 23b). Porowatość określona na podstawie badań geofizycznych wynosi 12,5–17%. Wykonane perforacje w obrębie 4 horyzontów piaskowcowych dały niewielkie przypiływy solanki. Horyzonty te mogą być zaliczone do skał zbiornikowych o słabych własnościach złożowych.

Piaskowce jury dolnej. W obrębie osadów dolnej jury w otworze Mniszków IG 1, na podstawie obserwacji rdzeni i prób okruchowych oraz w oparciu o pomiary geofizyki otwo-

rowej, można wyróżnić przynajmniej dziewięć pakietów piaszczystych o miąższości w granicach 5–31,5 m, przedzielonych utworami ilastymi lub ilasto-mułłowcowymi, które w większości przypadków izolują od siebie poszczególne interwały piaszczyste. Poszczególne pakiety, według analizy materiałów geofizyki wykazują porowatość w granicach 10–20%. Według wyników badań laboratoryjnych są one nieco niższe i mieszczą się w granicach 5,1–12,5% (tab. 6, 7; fig. 23b). Przepuszczalność omawianych piaszczystych jest różna i wynosi 0–38 mD. Dodać należy, że laboratoryjnie analizowano tylko rdzeniowane wycinki profilu. Stąd obraz porowatości, w stosunku do wyliczonych porowatości z badań geofizycznych, jest tylko fragmentaryczny.

Horyzonty skał zbiornikowych, występujące w obrębie dolnej jury, nie były badane na przepływy, trudno jest zatem scharakteryzować ich własności kolektorskie. Na podstawie samych badań własności fizycznych powyższe piaszczystce należałoby zaliczyć do skał o średnich wartościach kolektorskich.

Piaszczystki jury środkowej. W obrębie utworów środkowej jury występują przynajmniej 4 pakiety piaszczystych o miąższości (jak wynika z badań geofizycznych) 13,5–19,5 m. Piaszczystki te są wyraźnie oddzielone od siebie utworami ilasto-mułłowcowymi, prawdopodobnie na niezależne horyzonty złożowe. Własności fizyko-chemiczne utworów piaszczystych

są dość zróżnicowane, ale na ogół dobre. Porowatość całkowita obliczona laboratoryjnie wynosi 2,8–24,7% (tab. 6, 7; fig. 23b), zaś przepuszczalność waha się od 0 do 24,5 mD. Wyliczone porowatości na podstawie badań geofizyki otworowej wynoszą 9,5–13,5%.

W obrębie skał środkowej jury nie badano na przepływy żadnego horyzontu. W związku z tym trudno jest wnioskować o rzeczywistych wartościach tych utworów z punktu widzenia skał zbiornikowych. Własności fizyczne uzyskane drogą laboratoryjną jak i geofizyczną wskazują raczej na dobre własności kolektorskie omawianych utworów.

Szczelinowate i oolitowe utwory jury górnej. Osady górnej jury są zróżnicowane litologicznie (wapienie pelityczne, organogeniczne i oolitowe), dość zbite i słabo zaangażowane tektonicznie. Charakteryzują się porowatością całkowitą w granicach 0,47–12,4% (max. 22,8%) i zerową przepuszczalnością (tab. 6, 7; fig. 23b). Posiadają dobre uszczelnienie w stropie serią marglistą o miąższości ok. 40 m.

Z ogólnej charakterystyki własności fizykochemicznych i przeprowadzonej obserwacji szczelinowatych utworów górnej jury należy wnioskować, że opisywane warstwy oprócz wkładek oolitowych nie przedstawiają większego znaczenia jako skały zbiornikowe w rejonie Mniszkowa.

Jakub SOKOŁOWSKI, Małgorzata SOSNOWSKA

WYNIKI BADAŃ ZŁOŻOWYCH POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Celem badań złożowych – opróbowań było określenie własności zbiornikowych przewierconych utworów, uzyskanie informacji na temat występowania w nich przejawów bitumiczności oraz ewentualnie określenie perspektyw występowania skupisk gazu ziemnego i ropy naftowej. Na podstawie wyników pomiarów geofizyki wiertniczej, obserwacji płuczki i wydobytych rdzeni w profilu otworu zostały wytypowane do opróbowania odcinki (poziomy) o najkorzystniejszych w tym zakresie warunkach. Opróbowania poziomów zbiornikowych polegały na wytłaczaniu płynu z otworu przy użyciu sprężarki lub poprzez szczypanie łyżką wiertniczą, a następnie określenie wielkości przepływu pomiarami wzrostu zwierciadła płynu lub poprzez szczypanie płynu łyżką wiertniczą w określonych odstępach czasowych do stałej głębokości. Do opróbowania, na podstawie wyników pomiarów geofizyki wiertniczej, obserwacji płuczki i badań rdzeni, wytypowano odcinki profilu charakteryzujące się najkorzystniejszymi warunkami zbiornikowymi. Dodatkowo perforację rur wykonywaną w celu udostępnienia poziomu do opróbowania każdorazowo poprzedzano pomiarem naprowadzającym gamma. Szczegółowy opis badań wybranych poziomów zbiornikowych zawiera dokumentacja wynikowa otworu Mniszków IG 1 (Jurkiewicz i in., 1973). Zgeneralizowany przebieg i wyniki badań przedstawiono w niniejszym opracowaniu, a wyniki opróbowań zestawiono w tabelach 8, 14 i 15. Analizy chemiczne wód złożowych i gazów wykonywano w Laboratorium Przedsiębiorstwa Geologicznego w Katowicach.

Niniejszy rozdział opracowano na podstawie następujących materiałów archiwalnych: H. Jurkiewicz (1973c), J. Woiński (1973), J. Woiński i G. Herman (2005).

Tabela 14

Wyniki badań poziomów zbiornikowych w otworze Mniszków IG 1

Test results for reservoir levels in the Mniszków IG 1 borehole

Poziom zbiornikowy Reservoir level	Metoda badania Research method	Wynik badania Result
I	odsłonięty poniżej rur 6 $\frac{5}{8}$ " w głęb. 2966,0–2666,9,0 m	przepływ solanki
II	odsłonięty poniżej rur 6 $\frac{5}{8}$ " w głęb. 2690,0–2666,9,0 m i torpedowany w głęb. 2675m	przepływ solanki
III	przez perforacje rur 6 $\frac{5}{8}$ " w głęb. 2060,0–2049,0 m	bardzo słaby przepływ solanki
IV	przez perforacje rur 6 $\frac{5}{8}$ " w głęb. 1982,0–1968,0 m	bardzo słaby przepływ solanki
	po torpedowaniu rur 6 $\frac{5}{8}$ " w głęb. 1981,0 i 1976,0 m	słaby przepływ solanki
V	przez perforacje rur 6 $\frac{5}{8}$ " w głęb. 1774–1768 m	przepływ solanki
	po doperforowaniu rur 6 $\frac{5}{8}$ " w głęb. 1773,0–1753,0 m	przepływ solanki
VI	przez perforacje rur 6 $\frac{5}{8}$ " w głęb. 1713,0–1697,0 m	przepływ solanki
VIIa, b	przez perforacje rur 6 $\frac{5}{8}$ " i 9 $\frac{5}{8}$ " w głęb. 1628,0–1616,0 i 1612,0–1606,0 m	przepływ solanki

Tabela 15

Zestawienie wyników opróbowień triasowych poziomów zbiornikowych w otworze Mnisków IG 1

Summary of the test results for the Triassic reservoir levels in the Mnisków IG 1 borehole

Litostratygrafia Lithology	Głębokość badanego poziomu m p.p.t. Depth of the studied level m b.g.l.	Metoda badania Test method	Data wykonania perforacji Date of the perforation	Rodzaj przypływu Kind of the tide	Średni przypływ [m ³ /h] Medium tide [m ³ /h]	Poziom wody w otworze m p.p.t. Water level in the borehole m b.g.l.
I	2	3	4	5	6	8
Pstry piaskowiec środkowy i górny wapień muszlowy dolny mułowce, piaskowce, margle, dolomity, wapienie, wapienie margliste	I 966,0–2666,9	wytłoczono 45,81 m ³ wody	otwór niezarzutowany	1–3.09.1972	—	2387,0 – po wytlóczeniu
		szerpiano łyżką 4,58 m ³ wody		4–5.09.1972	—	2314,0 – po szerpaniu
		pomiary przypływu 140 godz.		5–10.09.1972	0,054	1911,8 – po zakończeniu pomiarów
Wapień muszlowy dolny margle, dolomity, wapienie, wapienie margliste	II 2690,0–2666,9		14.09.1972			
		wytłoczono 46,85 m ³ wody		14–15.09.1972	—	2646,2 – po wytlóczeniu i po przerwie
		pomiary przypływu 82 godz.		16–20.09.1972	0,021	2541,6 – po częściowej stabilizacji
		pomiary przypływu 294 godz. dolewanie wody 21,68 m ³		20–29.09.1972	0,01	2017,6 – częściowa stabilizacja 1284,0 – po dolaniu wody
Kaiper górny piaskowcowe wkládki w obrębie serii mułowcowe	III 2060,0–2049,0		27.02.1973			
		szerpiano łyżką 32,5 m ³ wody		1–6.03.1973	—	380,0 – przed szerpaniem 2040,0 – po szerpaniu
		pomiary przypływu 40 godz.		6–7.03.1973	0,0059	2037,0 – po pomiarach
					—	
		wytłoczono 31 m ³ wody	9.03.1973	10–11.03.1973	—	—
		szerpiano łyżką 1,316 m ³ wody		11–12.03.1973	—	—
		pomiary przypływu 16 godz.		12–13.03.1973	0,0185	—
		szerpiano łyżką 0,633 m ³ wody		13–14.03.1973	0,0103	1914,0 – po przerwie
		szerpiano łyżką 3,627 m ³ wody		26.03.1973	—	—
		pomiary przypływu 14½ godz.		26–27.03.1973	0,018	2026,8 – po częściowej stabilizacji

Tabela 15 cd.

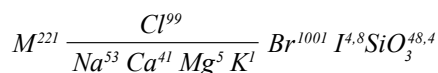
1	2	3	4	5	6	7	8
Kaiper górny piaskowcowe wkładki w obrębie serii mulowcowej	IV 1982,0–1968,0	wytłoczono 28,75 m ³ wody	29.03.1973				
		szerpano łyżką 0,558 m ³ wody		31.03.1973	—	—	1951,6 – przed szerpaniem
		pomiary przyprywu 81 ½ godz.		1.04.1973	—	—	-
			5.04.1973	1–4.04.1973	solanka z płuczką	0,0117	-
		wytłoczono 16,2 m ³ wody		7.04.1973		—	-
		szerpano łyżką 0,04 m ³ wody pomiary przyprywu 85 godz.		7–10.04.1973	solanka z płuczką	0,0142	1942,0 – przed szerpaniem
		stabilizacja zwierciadła 91 godz., dolewanie wody		10–14.04.1973	—	—	—
Kaiper górny piaskowcowe wkładki w obrębie serii mulowcowej	V 1774,0–1768,0		16.04.1973				
		wytłoczono 25,5 m ³ wody szerpano łyżką 0,372 m ³ wody		17.04.1973	—	—	—
		pomiary przyprywu 13 godz.		17–18.04.1973	solanka z płuczką	0,0878	
			18.04.1973			—	—
		wytłoczono 25,6 m ³ wody		19–20.04.1973	—	—	—
		szerpano łyżką 0,465 m ³ wody		20.04.1973	—	—	—
		pomiary przyprywu 43 ½ godz.		20–22.04.1973	solanka z płuczką	0,026	1735,8 – po pomiarach
Kaiper górny piaskowcowe wkładki w obrębie serii mulowcowej	VI 1713,0–1697,0	dolanie wody, pomiary ciśnienia na manometrze		22–24.04.1973	—	0,071	1484,6 – po dolaniu wody i pomiarach ciśnienia
		stabilizacja zwierciadła 73 godz.		24–27.04.1973	solanka	0,0518	1413,7 – przed dolaniem wody 636,8 – po dolaniu wody
		wytłoczono 23,3 m ³ wody	28.04.1974	30.04.1973	—	—	1659,8 – po wytłoczeniu
		pomiary przyprywu 131 godz.		30.04–5.05.1973	solanka	0,0843	577,4 – po stabilizacji
		wytłoczono 22,8 m ³ wody	8.05.1973	9.05.1973	—	—	1456,2 – po wytłoczeniu
Kaiper górny piaskowcowe wkładki w obrębie serii mulowcowej	VIIa 1628,0–1616,0 VIIb 1612,0–1606,0	pomiary przyprywu 124 ½ godz.		9–14.05.1973	solanka	0,920	1189,7 – początek pomiarów 252,8 – po stabilizacji

Ogółem opróbowano siedem poziomów zbiornikowych w utworach triasu: jeden poziom w utworach pstrego piaskowca, jeden w utworach wapienia muszlowego i pięć w utworach kajpru górnego.

I poziom zbiornikowy; głęb. 2666,9–2966,0 m. Trias (pstry piaskowiec środkowy i górny, wapień muszlowy dolny) – mułowce, piaskowce, margle, dolomity, wapienie, wapienie margliste

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 1–10 września 1972 r. (tab. 15). Badano interwał niezarurowany, odsłonięty pomiędzy butem rur $\varnothing 6\frac{5}{8}$ " a stropem korka cementowego likwidującego dolną część otworu. Po wymianie płuczki na wodę zwykłą, przewodem wiertniczym zapuszczonym do głębokości 2667,0 m wytłoczono z otworu 45,81 m³ płynu przy użyciu sprężarki, czyli ilość odpowiadającą pojemności rur $\varnothing 6\frac{5}{8}$ " do głębokości 2590,0 m. Po zakończeniu wytłaczania, zwierciadło płynu w otworze zalegało na głębokości 2387,0 m. Wielkość przypływu wyniosła ok. 3,6 m³/h. Podczas trwającej 28 godzin przerwy, podczas której wymieniono olinowanie i zamontowano łyżkę wiertniczą, poziom zwierciadła płynu w otworze podniósł się do głębokości 2181,0 m, co odpowiada przypływowi w ilości 3,65 m³/h. Następnie szcerpano łyżką 4,58 m³ płynu (solanki z płuczką) obniżając zwierciadło wody w otworze do głębokości 2314,0 m. Po zakończeniu szcerpywania przez 140 godzin wykonywano pomiary przypływu płynu. Średni przypływ był niewielki i wynosił 0,054 m³/h. Z powodu niewielkiego przypływu nie uzyskano stabilizacji poziomu płynu w otworze. Największy przypływ, wynoszący 0,1385 m³/h, następował przy maksymalnie obniżonym poziomie płynu, czyli na głębokość 2314,0 m. Po 140 godzinach pomiarów zwierciadło płynu (nieustabilizowane) zalegało na głębokości 1911,8 m.

Z głębokości 2400,0 m pobrano próbę płynu w celu wykonania analizy laboratoryjnej właściwości fizyczno-chemicznych. Wyniki analizy okazały się niemiernodajne. Płyn charakteryzował się podwyższonym odczynem oraz zapachem typowym dla filtratu płuczkowego. Analiza dostarczyła jedynie orientacyjnych danych o wielkości mineralizacji ogólnej płynu. Skład chemiczny wody zapisany formułą Kurlowa przedstawia się następująco:



M – sucha pozostałość [g/dm³]

Cl, Na, Ca, Mg, K – główne jony [% mval]

Br, I, SiO_3 – mikroskładniki [mg/dm³]

Badany płyn scharakteryzowano jako 22% solankę chlorowo-sodowo-wapniową, jodkową (tab. 16). Sucha pozostałość w 180°C wynosiła 221 086,5 mg/dm³, a odczyn wody był lekko zasadowy (pH = 7,75). Temperatura wody wynosiła 50°C. Wyniki analizy laboratoryjnej wody pozwoliły na obliczenie podstawowych wskaźników hydrochemicznych:

$$\frac{rNa}{rCl} = 0,52$$

$$\frac{Cl}{Br} = 134$$

Po zakończeniu opróbowania poziomu zbiornikowego, najniższą część otworu, na głębokości 2690,0–2966,0 m, zlikwidowano korkiem cementowym.

II poziom zbiornikowy; głęb. 2666,9–2690,0 m. Trias (wapień muszlowy dolny) – margle, dolomity, wapienie, wapienie margliste

Opróbowanie poziomu przeprowadzono w okresie 14–29 września 1972 r. (tab. 15). Badano stropową część poziomu opróbowanego poprzednio. Celem zwiększenia przypływu solanki na głębokości 2675,0 m wykonano torpedowanie przy użyciu 10 kg dynamitu. Po wytłoczeniu sprężarką 46,85 m³ płynu, czyli pojemności rur $\varnothing 6\frac{5}{8}$ " do głębokości 2650,0 m i po trwającej 28 godzin przerwie, zwierciadło płynu w otworze występowało na głębokości 2646,2 m. Po kolejnej stabilizacji zwierciadła, trwającej 48 godzin, poziom płynu w otworze podniósł się do głębokości 2541,6 m. Średni przypływ solanki zanieczyszczonej płuczką był niewielki i wynosił 0,021 m³/h. Maksymalny przypływ, wynoszący 0,03 m³/h, następował przy głębokości lustra wody w interwale głębokości 2605,0–2638,0 m. Z powodu nieznacznych przypływów, w celu skrócenia okresu stabilizacji, do otworu kilkakrotnie dolewano wodę zwykłą w łącznej ilości 26,69 m³. Pomiary głębokości wody w otworze zakończono po 294 godzinach bez uzyskania stabilizacji. Zwierciadło płynu po przerwaniu pomiarów zalegało na głębokości 2017,6 m.

Z głębokości 2660,0 m pobrano próbę płynu w celu wykonania analizy jego właściwości fizyczno-chemicznych.

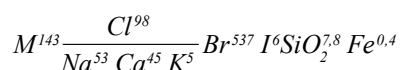
Tabela 16

Analiza solanki pobranej z głębokości 2667,0–2966,0 m

Results of chemical analysis of brine sampled from the 2667.0–2966.0 m interval

Składnik Element	Zawartość Amount		
	mg/dm ³	mval/dm ³	% mval
Kationy Cations			
Ca ²⁺	31 094,9	1 551,6375	41,395
Mg ²⁺	2 099,3	172,6464	4,606
Na ⁺	45 395,1	1 973,7789	52,657
K ⁺	1 850,6	47,3389	1,263
Fe ³⁺	4,7	0,2546	0,007
Mn ²⁺	74,0	2,6943	0,072
Razem Total	80 518,6	3 748,3506	100,000
Aniony Anions			
Cl ⁻	134 675,2	3 797,8403	98,960
SO ₄ ²⁻	882,0	18,3632	0,478
HCO ₃ ⁻	469,8	7,7000	0,201
Br ⁻	1 001,0	12,5225	0,327
I ⁻	4,8	0,0378	0,001
SiO ₃ ⁻	48,4	1,2732	0,033
Razem Total	137 081,2	3 837,7370	100,000

Wyniki analizy nie są w pełni reprezentatywne z uwagi na zanieczyszczenie próby płuczką, na co wskazuje zapach oraz odczyn silnie zasadowy ($\text{pH} = 11$) i wysoka zawartość jonów wodorotlenowych, dlatego też należy je traktować orientacyjne. Mineralizacja ogólna solanki, wyrażona suchą pozostałością w temperaturze 180°C wynosiła $143\,416,3\text{ mg/dm}^3$. Wodę określono jako 14,3% solankę chlorkowo-sodowo-wapniową, jodkową (tab. 17). Jej skład chemiczny zapisany wzorem Kurlowa przedstawia się następująco:



Objaśnienia jak wyżej.

Wartości wskaźników hydrochemicznych wynoszą:

$$\frac{rNa}{rCl} = 0,51$$

$$\frac{Cl}{Br} = 158$$

Po zakończeniu badań, spód otworu na głębokości 2120,0–2200,0 m zlikwidowano korkiem cementowym.

III poziom zbiornikowy; głęb. 2049,0–2060,0 m. Trias (kajper górny) – wkładki piaskowcowe w serii mulowcowej

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 1–7 marca oraz 10–14 marca i 26–27 marca 1973 r. (tab. 15). Poziom otwarto perforując rury $\varnothing 6\frac{5}{8}$ " przy użyciu 110 ładunków kierunko-

wych. Po perforacji, w ciągu 104 godzin łyżką wiertniczą szcerpiano z otworu $32,5\text{ m}^3$ płynu, obniżając jego lustro z głębokości 380,0 m do 2040,0 m. Kolejnym etapem badań było wydobywanie płynu łyżką przy zapuszczaniu jej w określonych odstępach czasowych do głębokości 2040,0 m. W ciągu 40 godzin z otworu wydobyto ok. $0,237\text{ m}^3$ płynu. Przyptyw wynosił średnio $0,0059\text{ m}^3/\text{h}$. W celu zwiększenia przyptywu wykonano dodatkową perforację rur w interwale głęb. 2050,0–2055,0 m przy użyciu 100 ładunków bezpociskowych. Po tej perforacji, w ciągu 18,5 godzin z otworu wytłoczono 31 m^3 płynu do głębokości zapuszczonego przewodu, czyli do głębokości 2043,0 m. Po trwającej 9 godzin stojce, po zamknięciu zaworu zwrotnego w spodzie, przewód wiertniczy wyciągnięto. Wewnątrz przewodu znajdowało się $36,5\text{ m}^3$ płynu ($0,085\text{ m}^3$), co wskazywało na niewielki przyptyw. Kolejnym etapem badań było szcerpywanie płynu do stałej głębokości 2030,0 m. Łącznie w ten sposób wydobyto $1,316\text{ m}^3$ płynu. Po 16 godzinach ponowiono szcerpywanie zapuszczając łyżkę wiertniczą do stałej głębokości 2030,0 m. Na tym etapie badań wydobyto $0,633\text{ m}^3$ płynu. Po kilkudniowej przerwie spowodowanej awarią wiertniczą, zwierciadło wody stabilizowało się na głębokości 1914,0 m. Po przerwie, płyn szcerpiano do głębokości 2036,0 m i ponownie zbadano natężenie przyptywu. Uzyskano niewielki przyptyw solanki zanieczyszczonej płuczką, który wynosił średnio $0,018\text{ m}^3/\text{h}$. Zwierciadła płynu nie ustabilizowano z powodu nikłego przyptywu. Znikomy przyptyw uniemożliwiał również dokładne oczyszczenie strefy przyodwiertowej, co uniemożliwiało pobranie próby solanki nie zanieczyszczonej płuczką. Po zakończeniu opróbowania poziomu spód otworu zlikwidowano korkiem BOA zapieętym na głębokości 1995,0 m.

IV poziom zbiornikowy; głęb. 1968,0–1982,0 m. Trias (kajper górny) – wkładki piaskowcowe w serii mulowcowej

Badanie przeprowadzono w dniach 13 marca–14 kwietnia 1973 r. (tab. 15). Poziom udostępniono do badań przez perforację bezpociskową rur $\varnothing 6\frac{5}{8}$ " odpalając 14 ładunków. W ciągu 24 godzin z otworu wytłoczono kompresorem $28,75\text{ m}^3$ solanki zanieczyszczonej płuczką (pojemność rur do głębokości 1982,0 m wynosiła $35,08\text{ m}^3$). Przewód wiertniczy pozostawał w otworze przez 6 godzin. Po zamknięciu zaworu zwrotnego wyciągnięto przewód i stwierdzono w nim zaledwie $0,046\text{ m}^3$ płynu (20 m długości przewodu). Następnie szcerpiano łyżką wiertniczą $0,558\text{ m}^3$ płynu i przystąpiono do badania przyptywu, łyżkując w określonych odstępach czasowych płyn złożowy do stałej głębokości 1960,0 m. W trakcie trwającego 81,5 godzin badania szcerpiano z otworu $0,957\text{ m}^3$ płynu. Z powodu znikomego przyptywu wynoszącego od $0,0606$ do $0,0024\text{ m}^3/\text{h}$ (średnio $0,0117\text{ m}^3/\text{h}$) przeprowadzono dodatkowe torpedowanie w obrębie perforowanego interwału. Na głębokościach 1981,0 m i 1776,0 m odpalono dwie torpedy o ładunku 7,5 kg każda. Po torpedowaniu do głębokości 1964,8 m zapuszczono przewód wiertniczy, którym wytłoczono z otworu $16,2\text{ m}^3$ płynu, nie stwierdzając intensywniejszego przyptywu niż przed torpedowaniem. Kolejny etap opróbowania polegał na szcerpywaniu płynu łyżką wiertniczą do stałej głębokości 1960 m w określonych odstępach czasowych. Pod-

Tabela 17

Analiza solanki pobranej z głębokości 2667,0–2690,0 m

Results of chemical analysis of brine sampled from the 2667.0–2690.0 m interval

Składnik Element	Zawartość Amount		
	mg/dm ³	mval/dm ³	% mval
Kationy Cations			
Ca ²⁺	20 560,8	1 025,9819	44,862
Na ⁺	28 036,8	1 219,0400	53,303
K ⁺	1 635,5	41,8356	1,829
Fe ³⁺	0,4	0,0183	0,001
Mn ²⁺	3,0	0,1074	0,005
Razem Total	50 236,5	2 286,9832	100,000
Aniony Anions			
Cl ⁻	84 836,1	2 392,3791	97,705
SO ₄ ²⁻	1 004,6	20,9158	0,854
HCO ₃ ⁻	376,8	12,5587	0,513
OH ⁻	259,2	15,2384	0,622
Br ⁻	537,0	6,7179	0,274
I ⁻	6,0	0,0469	0,002
SiO ₃ ⁻	27,8	0,7311	0,030
Razem Total	87 047,5	2 448,5879	100,000

czas 85 godzin szcerpano 1,21 m³ płynu, uzyskując wydajność 0,0044–0,0522 m³/h, średnio 0,0142 m³/h. Zwierciadła wody w otworze nie ustabilizowano z powodu znikomego przypływu. Po zakończeniu badań spód otworu zlikwidowano korkiem BOA zapiętym na głębokości 1945,0 m.

V poziom zbiornikowy; głęb. 1768,0–1774,0 m. Trias (kajper górny) – wkładki piaskowcowe w serii mulowcowej

Poziom udostępniono do badań perforując rury Ø6 5/8". Opróbowanie przeprowadzono w dniach 17–27 kwietnia 1973 r. Poprzez zapuszczony do głębokości 1764,1 m przewód wiertniczy, z otworu wytłoczono przez okres 9,5 godzin 25,5 m³ płynu (pojemność rur Ø6 5/8" do głębokości 1774,0 m wynosiła 31,4 m³). Po upływie 4 godzin z otworu usunięto przewód wiertniczy, zamknięty w spodzie zaworem zwrotnym. W przewodzie znajdowało się 0,074 m³ solanki, co odpowiadało 32 m długości przewodu. Świadczy to o niewielkim przypływie solanki. Następnie, łyżką szcerpano 0,372 m³ płynu i prowadzono obserwacje przypływu szcerpując w określonych odstępach czasowych płyn z otworu. Prowadzone przez 13 godzin badania wykazały niewielki przypływ solanki wynoszący średnio 0,0878 m³/h. W celu zwiększenia przypływu wykonano dodatkową perforację rur w interwale 1753,0–1763,0 m odpalając 100 ładunków bezpociskowych. Po perforacji, w ciągu 14,5 godzin z otworu wytłoczono 25,6 m³ płynu przy użyciu przewodu wiertniczego zapuszczonego do głębokości 1753,5 m (pojemność rur do tej głębokości wynosiła 31 m³). Po upływie 5 godzin, po zamknięciu zaworu zwrotnego w spodzie i po wyciągnięciu z otworu przewodu wiertniczego, stwierdzono w nim 0,046 m³ płynu, czyli był on wypełniony solanką na długości ok. 20 m. Badania wykazały, iż po dodatkowej perforacji dopływ nie uległ zwiększeniu. Następnie, łyżką wiertniczą wydobyto 0,465 m³ płynu i prowadzono obserwacje przypływów w określonych odstępach czasowych, szcerpując płyn do stałej głębokości wynoszącej 1740,0 m. Przez 43,5 godzin szcerpano 0,890 m³ płynu. Wielkość przypływu w tym czasie zmieniała się w granicach 0,0139–0,0464 m³/h, wynosząc średnio 0,026 m³/h.

Z głębokości 1740,0 m pobrano próbę solanki do analizy jej właściwości fizyczno-chemicznych. Badany płyn określono jako 10,2% solankę chlorkowo-sodowo-wapniową. Temperatura solanki wydobytej na powierzchnię wynosiła 44°C, a jej odczyn był słabo kwaśny (pH = 6,3). Wartość wskaźnika hydrochemicznego $\frac{rNa}{rCl}$ wynosiła 0,71. Skład chemiczny solanki zapisany wzorem Kurlowa podano poniżej:

$$M^{102} \frac{Cl^{98,6} SO_4^{1,3}}{Na^{70} Ca^{23,5} Mg^6}$$

Objaśnienia jak wyżej.

W ostatnim etapie badań, na okres 48 godzin zamknięto prewenter w celu stwierdzenia ewentualnego wzrostu ciśnienia i obecności gazu. Wzrostu ciśnienia i obecności wolnego gazu nie stwierdzono. Stabilizacja zwierciadła płynu w otworze następowała bardzo wolno. Po 116,5 godzinach pomiarów i po-

mimo trzykrotnego dolewania do otworu wody w celu przyspieszenia wzrostu poziomu płynu, stabilizacji nie osiągnięto. Pomiary zakończono przy zaleganiu lustra solanki na głębokości 636,8 m. Z odgazowania solanki uzyskano próbę gazu, zawierającą 0,2% obj. metanu (tab. 18). Spód otworu zlikwidowano korkiem BOA zapiętym na głębokości 1718,0 m.

Tabela 18

Analiza gazu pobranego z głębokości 1774,0 m

Results of chemical analysis of gas sampled from the depth 1740.0 m

Składnik Element	Zawartość Amount
	% obj.
CH ₄	0,20
N ₂	70,48
H ₂	1,24
O ₂	22,60
He	0,00

VI poziom zbiornikowy; głęb. 1697,0–1713,0 m. Trias (kajper górny) – wkładki piaskowcowe w serii mulowcowej

Opróbowanie poziomu przeprowadzono w dniach 30 kwietnia–5 maja 1973 r. (tab. 15). Badano poziom odsłonięty perforacją bezpociskową przy użyciu 160 sztuk ładunków. Do otworu do głębokości 1688,0 m zapuszczono przewód wiertniczy, którym przez 12 godzin wytłoczono sprężarką 23,3 m³ płynu (pojemność rur do głębokości 1713 m wynosiła 30,3 m³). Po trwającym 4 godziny oczekiwaniu na przypływ zamknięto zawór zwrotny i przewód wiertniczy wyciągnięto z otworu. W przewodzie znajdowało się 0,086 m³ płynu, co odpowiadało 37 m jego długości. Bezpośrednio po wyciągnięciu przewodu zwierciadło płynu w otworze znajdowało się na głębokości 1659,8 m. Po upływie 4,5 godziny stwierdzono wzrost poziomu płynu o 21,4 m. Średni

Tabela 19

Analiza gazu pobranego z głębokości 1697,0–1713,0 m

Results of chemical analysis of gas sampled from the 1697.0–1713.0 m interval

Składnik Element	Zawartość Amount
	% obj.
CH ₄	6,50
C ₂ H ₆	0,00
C ₃ H ₈	0,00
C ₄ H ₁₀	0,00
N ₂	77,95
CO	0,00
CO ₂	1,08
H ₂	0,24
O ₂	14,07
He	0,02

przyływ płynu wyniósł 0,0843 m³/h. Stabilizacja zwierciadła płynu w otworze nastąpiła na głębokości 577,4 m. Wydobyta wodę określono jako 10,7% solankę chlorkowo-sodowo-wapniową:

$$M^{107} \frac{Cl^{98,3} SO_4^{1,6}}{Na^{67,5} Ca^{22} Mg^{10}}$$

Objaśnienia jak wyżej.

Temperatura solanki na powierzchni terenu wynosiła 36°C, a jej odczyn był słabo zasadowy (pH = 7,5). Obliczony wskaźnik $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ wyniósł 0,69. Do analizy laboratoryjnej pobrano także próbę gazu. Zawartość metanu wynosiła 6,50% obj., a azotu 77,95% obj. (tab. 19). Spód otworu zlikwidowano korkiem mechanicznym BOA założonym na głębokości 1640,0 m.

VII poziom zbiornikowy; głęb. 1606,0–1612,0 m i 1616,0–1628,0 m. Trias (kajper górny) – wkładki piaskowcowe w serii mulowcowej

Opróbowanie poziomu przeprowadzono w dniach 9–14 maja 1973 r. (tab. 15). Poziom do badań udostępniono perforując jednocześnie w dwóch interwałach rury Ø6 $\frac{5}{8}$ " i Ø9 $\frac{5}{8}$ ". W interwale głęb. 1616,0–1628,0 m użyto 160 sztuk ładunków bezpoiskowych, natomiast w interwale głęb. 1606,0–1612,0 m 60 sztuk ładunków. Po perforacji, przewodem wiertniczym zapuszczonym do otworu do głębokości 1602,0 m wytłaczano płyn przy użyciu sprężarki. W czasie 6,5 godzin wytłoczono 22,8 m³ solanki, obniżając poziom płynu do głębokości 1628,0 m (przy pojemności rur Ø6 $\frac{5}{8}$ " wynoszącej 28,8 m³). Po upływie 4 godzin zamknięto zawór zwrotny i wyciągnięto przewód wiertniczy z otworu. W przewodzie znajdowało się 0,443 m³ wody (191 m długości przewodu), co wskazywało na wyraźny dopływ solanki. Zwierciadło wody bezpośrednio po wyciągnięciu przewodu znajdowało się na głębokości 1456,2 m. Po upływie 5 godzin, poziom płynu w rurach Ø6 $\frac{5}{8}$ " zalegał na głębokości 1189,7 m, co odpowiada przyłowowi w ilości 0,92 m³/h. Zwierciadło płynu ustabilizowano ostatecznie na głębokości 252,8 m. Pobrano próbę wody (tab. 20), którą określono jako 8,9% solankę chlorkowo-sodowo-wapniową, żelazistą. Sucha pozostałość wynosiła 88 812 mg/dm³, a odczyn wody był kwaśny (pH = 5,1). Obliczony wskaźnik $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ wyniósł 0,65, a temperatura solanki, po wydobyciu jej na powierzchnię, wynosiła 32°C. Z odgazowania solanki uzyskano próbę gazu azotowego o zawartości metanu 2,7% obj., azotu 74,15% obj. i helu 0,01% obj. (tab. 21). Po zakończeniu opróbowania otwór zlikwidowano do wierzchu cementem.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że własności kolektorskie skał zbiornikowych przewierconych otworem Mniszków IG 1 są słabe. Wyraźny przyływ solanki w ilości 0,9 m³/h uzyskano wyłącznie podczas ostatniego opróbowania połączonych interwałów głęb. 1606,0–1612,0 m i 1616,0–1628,0 m. W pozostałych badanych poziomach stwierdzono znacznie niższe przyłowy w granicach 0,014–0,08 m³/h. Wyniki opróbowania potwierdzają również badania laboratoryjne rdzeni wiertniczych, według których poniżej głębokości 1676,0 m porowatość efektywna wynosi 0,2–4,9%, a prze-

Tabela 20

Analiza solanki pobranej z głębokości 1606,0–1612,0 m i 1616,0–1628,0 m

Results of chemical analysis of brine sampled from the 1606.0–1612.0 m and 1616.0–1628.0 m interval

Składnik Element	Zawartość Amount		
	mg/dm ³	mval/dm ³	% mval
Kationy Cations			
Ca ²⁺	5 190,36	259,00	21,43
Mg ²⁺	2 057,83	169,22	14,00
Na ⁺	17 867,09	776,83	64,27
K ⁺	118,69	3,04	0,25
NH ₄ ⁺	0,00	0,00	0,00
Fe _T	11,63	0,62	0,05
Razem Total	25 245,60	1 208,71	100,00
Aniony Anions			
Cl ⁻	42 552,00	1 200,00	99,27
SO ₄ ²⁻	412,63	8,59	0,71
HCO ₃ ⁻	12,20	0,20	0,02
SiO ₃ ⁻	0,00	0,00	0,00
NO ₂ ⁻	0,00	0,00	0,00
NO ₃ ⁻	0,00	0,00	0,00
Razem Total	42 976,83	1 208,79	100,00

Tabela 21

Analiza gazu pobranego z głębokości 1600,0–1628,0 m

Results of chemical analysis of gas sampled from the 1600.0–1628.0 m interval

Składnik Element	Zawartość Amount
	% obj.
CH ₄	2,70
C ₂ H ₆	0,00
C ₃ H ₈	0,00
C ₄ H ₁₀	0,00
N ₂	74,15
CO	0,00
CO ₂	5,72
H ₂	0,09
O ₂	17,12
He	0,01

puszczalność zarówno pozioma jak i pionowa jest równa zero. Wyniki analiz fizyczno-chemicznych wód wskazują, iż w opróbowanych utworach triasu występują solanki typu chlorkowo-sodowo-wapniowego. W profilu zaznacza się dość regularna zmienność pionowa mineralizacji wody, zwiększająca się w interwale głęb. 1600,0–2900,0 m w zakresie 89–221 g/dm³. Wartość wskaźnika hydrochemicznego $\frac{r_{Na}}{r_{Cl}}$ nie przekraczająca jedności wskazuje na reliktowy charakter solanek, będących prawdopodobnie przeobrażonymi wodami pochodzenia morskiego. Stopień przeobrażenia zwiększa się

wraz ze wzrostem głębokości, co objawia się malejącą wartością przytoczonego wskaźnika hydrochemicznego. Przeprowadzone opróbowania w otworze Mniszków IG 1 wykazują, iż badane poziomy nie są perspektywiczne w aspekcie występowania skupisk ropy naftowej i gazu ziemnego. Wy-

konane opróbowania wskazują na niskie parametry zbiornikowe badanych poziomów, które nie sprzyjają akumulacji skupisk ropy naftowej i gazu ziemnego. Podczas opróbowań i wiercenia otworu nie zaobserwowano objawów występowania węglowodorów.

Damian WĘGLIŃSKI

CHARAKTERYSTYKA PRZEJAWÓW BITUMICZNOŚCI¹

W trakcie głębenia otworu Mniszków IG 1 prowadzone były systemem ciągłym obserwacje przejawów bitumicznych, zamontowanym w obieg płuczki metanomierzem oraz metodą luminescencji (badanie lampą Wooda próbek okruchowych i rdzeni). Wszystkie odcinki rdzeniowane badano również laboratoryjnie na zawartość substancji bitumicznych metodą ekstrakcji (tab. 8). Wykazała ona, że w całym profilu otworu występuje minimalne nasycenie bituminami, które należy uważać za bituminy związane ze skałą. Maksymalną zawartość bituminów, wynoszącą 0,086%, stwierdzono na głębokości 1220,6 m. Pozostałe wyniki w znacznej większości nie przekraczają 0,05%, z wyjątkiem węglanowych utworów triasu, które prezentują

jeszcze niższe wartości (poniżej 0,02%; tab. 22, fig. 22). Prowadzone badania opróbowujące wytypowanych, perspektywicznych horyzontów dały niewielkie przypływy solanek bez jakichkolwiek objawów bituminów. Dowodzi to, że z utworami mezozoicznymi w obszarze Mniszkowa nie należy wiązać większych perspektyw na odkrycie w nich przemysłowych zasobów ropy naftowej lub gazu ziemnego.

Otwarta natomiast pozostaje sprawa perspektywiczności utworów starszych od triasu. Utwory te nie zostały omawianym otworem osiągnięte, pomimo że głównym zadaniem otworu Mniszków IG 1 było właśnie zbadanie kolektorów i wyjaśnienie bitumiczności warstw paleozoicznych.

Tabela 22

Zestawienie wyników badań laboratoryjnych w otworze Mniszków IG 1

Summary of the laboratory tests results in the Mniszków IG 1 borehole

Głębokość Depth [m]	Rodzaj skały Rock type	Ciężar objętościowy właściwy Specific volume weight [g/cm ³]	Zasolenie Salinity (%)	Zawartość bituminów Bitumen content (%)	Barwy i natężenie luminescencji wyciągów Luminescence colour and intensity of the extracts	
					chloroformowe chloroformic	alkoholowo-benzenowe alcoholic-benzene
1	2	3	4	5	6	7
59,2–64,4	wapień marglisty z przeławieniami wapieni organo-genicznych	2,57 2,70	0,0023	0,0225		
164,0–169,5	margiel	2,65	0,0009	0,0284		
183,0	wapień oolitowy	1,0	—	—		
256,0–262,0	wapień pelityczny	2,69	0,0046	0,0510		
347,5–352,7	wapień oolitowy	2,65	0,0016	0,0510	pomarańczowa jasna intensywna	żółta jasna przytłumiona; pomarańczowa jasna przytłumiona
375,3	wapień marglisty	2,52	—	0,0352		
415,5–421,5	wapień pelityczny	2,70	0,0090	0,0207		
511,0–516,2	wapień skalisty	2,69	0,0072	0,0555	pomarańczowa jasna intensywna	żółta jasna świecąca
614,9–620,0	wapień skalisty	2,70	0,0161	0,0762		

¹ Rozdział opracowano na podstawie rozdziału „Charakterystyka przejawów bitumiczności” autorstwa H. Jurkiewicza w pracy M. Kulety (2005).

Tabela 22 cd.

1	2	3	4	5	6	7
653,5–657,2	wapień skalisty	2,67	0,0135	0,0312		
710,0–716,0	wapień krzemionkowy	2,68	0,0091	0,0488	żółta jasna i ciemna intensywna	
716,0–720,6	wapień krzemionkowy	2,70	0,0078	0,0288		
799,5–803,5	wapień krzemionkowy	2,71	0,0058	0,0188	żółta ciemna i jasna przytłumiona	
860,0–862,5	zlepianiec	2,33	0,0034	0,0240	brązowa ciemna świecąca, niebieska świecąca	niebieska świecąca, żółta jasna świecąca
874,0–878,4	piaskowiec	2,74 2,76	0,0084	0,0285		
915,4–921,4	dolomit wapnisty, piaskowiec, zlepianiec	2,94 2,71	0,0478 0,0219	0,0195 0,0229		
956,8–962,8	piaskowiec sydereityczny	2,73 2,76 2,66	0,0046 0,0091	0,0513 0,0373		
1030,5–1034,2	piaskowiec	2,84 2,69	0,0084	0,0150		
1101,0–1105,6	łupek ilasty	2,68	0,0058	0,0743		
1167,4–1173,0	piaskowiec	2,41	0,0022	0,0351		
1217,7–1223,5	iłowiec	—	0,0034	0,0863		
1261,5–1267,0	piaskowiec, łupek	2,48	0,0084	0,0541		
1304,2–1307,5	ilołupek	2,75	0,0059	0,0387	brązowa ciemna świecąca niebieska świecąca	żółta jasna świecąca niebieska świecąca
1311,7	ilołupek	—	0,0059	0,0541		
1325,5–1328,5	iłowiec	2,80	0,0084	0,0346	żółta jasna przytłumiona niebieska świecąca	—
1410,2–1413,5	piaskowiec, iłowiec	—	—	—	brązowa jasna przytłumiona brązowa brudnociemna intensywna	—
1528,9–1532,0	mułowiec, piaskowiec	2,60 2,76	0,0488	—	żółta ciemna przytłumiona	niebieska świecąca
1616,8–1618,8	iłowiec	—	0,0478	0,0180		
1675,9–1678,0	mułowiec	—	—	—	żółta ciemna intensywna	żółta jasna świecąca
1730,5–1735,6	mułowiec, piaskowiec, zlepianiec, iłowiec	—	0,1027	0,0104	żółta ciemna intensywna	żółta jasna świecąca
1867,0–1870,0	mułowiec	—	0,1027	0,0104		
1977,7–1983,2	mułowiec pstry	—	0,0659	0,0156		
2062,5	piaskowiec	—	0,0646	0,0223		
2081,0–2086,8	mułowiec	2,65	0,0464	0,0166	pomarańczowa jasna świecąca	pomarańczowa jasna świecąca
2182,0–2188,0	mułowiec	2,65	—	—		
2292,5–2298,5	margiel, mułowiec	2,76 2,74	0,6592	0,0111	pomarańczowa jasna świecąca	—
2356,5–2362,8	piaskowiec	2,73	0,4715	0,0141		
2391,6–2397,0	piaskowiec, mułowiec piaszczysty	2,64 2,66	—	—		

Tabela 22 cd.

1	2	3	4	5	6	7
2421,0–2429,1	mułowiec	2,72 2,70	0,2674	0,0306		
2462,5–2466,3	margiel z przeławieniami iłowca	—	0,3042	0,0116		
2497,0–2499,6	margiel, iłowiec	2,72 2,66	0,3232	0,0110	żółta jasna intensywna	żółta ciemna intensywna
2529,6–2535,7	margiel i iłowiec z anhydrytem	2,68	0,1368	0,0105		
2601,0–2605,0	dolomit krystaliczny użyłony kalcytem	2,75	—	—		
2638,0–2643,0	wapień marglisty i dolomit z laminami łupku iłastego	2,69 2,74	0,2266	0,0140		
2675,0–2681,0	wapień	2,75	0,0246	0,0149	żółta ciemna intensywna	
2704,2–2707,5	margiel	2,65	0,0521	0,0118		
2732,0–2733,8	wapień marglisty	2,68	0,1026	0,0135		
2759,2–2762,0	wapień marglisty	2,67	0,0482	0,0412	żółta ciemna intensywna	niebieska świecąca
2781,0–2783,6	wapień marglisty	2,73	0,1448	0,0352		
2820,5–2822,5	margiel dolomityczny z anhydrytem	2,85	0,0685	0,0147		
2840,7–2843,3	wapień krystaliczny i margiel	2,76 2,71	0,0396	0,0115	brązowa jasna świecąca	—
2880,0–2887,2	mułowiec	2,72	0,2749	0,0108	niebieska świecąca	—
2917,0–2921,0	mułowiec piaszczysty	2,65	0,2520	0,0092		
2992,1–2998,0	mułowiec iłowiec	—	0,1875	0,0144		
3025,0–3028,0	wapień	2,73	0,0698	0,0195	niebieska intensywna	—