

OPRÓBOWANIE POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Andrzej SOKOŁOWSKI, Jakub SOKOŁOWSKI, Leszek BOJARSKI

Celem opróbowania było wyjaśnienie roponośności i gazonośności utworów karbonu oraz gazonośności utworów pstrego piaskowca i jury środkowej. Dodatkowo przebadano utwory jury środkowej i kredy dolnej pod kątem możliwości występowania leczniczych wód termalnych. Nie opróbowano utworów kambru z powodu występowania w tym poziomie skał zbitych o prawie całkowitym braku własności zbiornikowych.

Poziomy zbiornikowe do badań wytypowali L. Bojarski i N. Stępniewska w uzgodnieniu z S. Depowskim, S. Markiem i A. Witkowskim.

Badania wykonano rurowymi próbnikami złoża typu KII w otworze zarurowanym po zakończeniu prac wiertniczych. Opróbowanie przeprowadziła ekipa Przedsiębiorstwa

Poszukiwań Nafty i Gazu w Wołominie. Analizy chemiczne wód wykonała H. Jasińska w Głównym Laboratorium Instytutu Geologicznego w Warszawie, a analizy gazu wolnego i rozpuszczonego w solankach wykonał M. Sztukowski w Zakładzie Geochemii i Chemii Analitycznej I.G. Jedna analiza solanki (tab. 41) została przeprowadzona w Centralnym Laboratorium PPNiG w Wołominie.

Nadzór nad opróbowaniem sprawował L. Bojarski, a specjalistyczny dozór w terenie pełnili Z. Sowiński i A. Pęksa.

Zgodnie z założeniami projektu dolną część otworu zlikwidowano przed rozpoczęciem opróbowania korkami cementowymi założonymi na głęb. 5854,0–5730,0 m i 4950,0–4907,0 m.

Poziom zbiornikowy 4526,0–4907,0 m – karbon; piaskowce zwięzłe i mułowce

Wynik:

przyływ solanki minimalnie zgazowanej gazem palnym, wydajność $Q = 1,9 \text{ m}^3/\text{h}$

Tabela 41

Analiza solanki z głęb. 4526,0–4907,0 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 4526.0–4907.0 m interval

Składnik Compound	Zawartość Amount		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy Cations			
Ca ²⁺	28 557,0	1 425,71	40,05
Mg ²⁺	4 377,6	360,00	10,11
FeI ⁺	45,7	1,64	0,05
Na ⁺ + K ⁺	40 745,5	1772,31	49,79
Razem Cations total	73 725,8	3 559,66	100,00
Aniony Anions			
Cl ⁻	124 808,6	3 520,69	99,19
SO ₄ ²⁻	300,8	6,26	0,18
HCO ₃ ³⁻	1 403,4	22,30	0,63
Br ⁻	0	0,00	0,00
I ⁻	0	0,00	0,00
Razem Anions total	126 512,8	3 549,25	100,00
Łącznie Total	200 238,6	–	–

Opróbowanie przeprowadzono w dniu 17 czerwca 1982 r. Poziom badano rurowym próbnikiem złoża typu KII-2M-95. Paker próbnika zapięto w rurach Ø168 mm na głęb. 4505,0 m. Badano poziom odsłonięty pomiędzy stropem korka cementowego a butem tych rur.

Parametry płuczki podczas opróbowania przedstawiały się następująco: ciężar właściwy $1,07 \text{ g/cm}^3$, wiskoza 48, filtracja 20, odczyn obojętny ($\text{pH} = 7$). Podczas badania zastosowano zalewkę, zalewając wodą zwykłą 2000 m przewodu wiertniczego nad próbnikiem. Podczas 13 godzin badania do przewodu wiertniczego dopłynęło 17 m^3 solanki silnie zanieczyszczonej emulsją olejową będącą pozostałością płuczki emulsyjnej. Na głowicy obserwowano średni wypływ powietrza zanikający po 9 godzinach. Wydajność wypływu wyniosła $1,9 \text{ m}^3/\text{h}$. Nieustalone zwierciadło wody w otworze stwierdzono na głęb. 450 m. Awaria zegara manometru umieszczonego pod próbnikiem uniemożliwiła pomierzenie ciśnienia złożowego. Na wykresie przyływu zaznaczono konsekwentny przyływ solanki. Ciśnienie wzrosło z 200,7 do 327,9 at (fig. 52).

Podczas opróbowania pobrano próbkę solanki w celu wykonania analizy chemicznej. Analizę wykonano w Centralnym Laboratorium Przedsiębiorstwa Poszukiwań Nafty i Gazu w Wołominie (tab. 41). Sucha pozostałość solanki wynosiła 207,9 g/dm³, a jej ciężar właściwy 1,149 g/cm³. Solankę scharakteryzowano jako 20,7% solankę sodowo-wapniowo-chlorkową, żelazistą. Solanka jest wodą reliktową, w bardzo wysokim stopniu przeobrażoną, o czym świadczy wartość wskaźnika hydrochemicznego $r_{Na}:r_{Cl}$ wynosząca 50. Wartość wskaźnika $(r_{SO_4} \cdot 100)/r_{Cl}$ wynosząca 0,18 może wskazywać na wody izolowane, wysoko zmetamorfizowane, a także na bliskie sąsiedztwo złóż bituminów.

Otrzymana z odgazowania solanki próbka zawierała gaz ziemny bezgazolinowy. Próbkę wyróżnia się wysoką zawartością helu. Wykonano dwie analizy gazu pobranego podczas wyciągania próbnika z trzeciego (tab. 42) i z piątego pasa obciążników (tab. 43). Gaz zawiera węglowodory w ilości

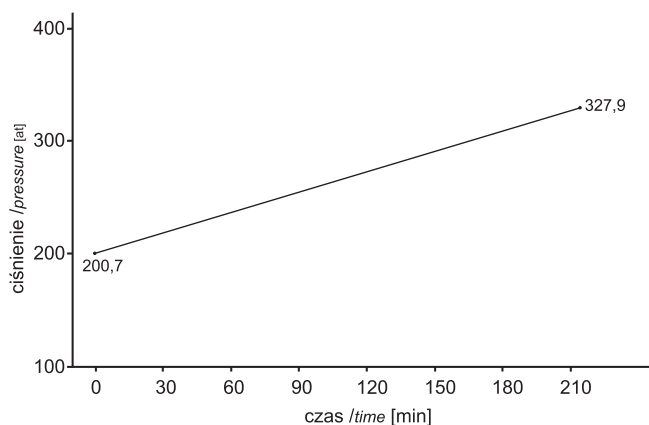


Fig. 52. Wykres opróbowania poziomu 4526,0–4907,0 m

Testing of 4526.0–4907.0 m interval

Tabela 42

**Analiza gazu z głęb. 4526,0–4907,0 m
(trzeci pas obciążników)**

Results of chemical analysis of gas sampled
at 4526.0–4907.0 m interval (heavy weight drill pipe No. 3)

Składnik Compound	Zawartość Amount	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
CH ₄	40,9488	293,723
C ₂ H ₆	0,9316	12,601
C ₃ H ₈	0,0544	1,088
C ₃ H ₆	0,0756	1,443
C ₄ H ₁₀	0,0125	0,334
C ₄ H ₁₂	0,0022	0,074
H ₂	12,1321	10,907
CO ₂	1,9712	38,943
Ar	0,1614	2,879
He	0,9255	1,666
N ₂	42,78	535,108
Razem Total	100,0000	898,766

40,5092–42,0251% obj., składniki palne w ilości 48,6164–54,1572% obj. i gazy szlachetne w ilości 1,1771–1,0869% obj.

Badany poziom zlikwidowano korkami cementowymi na głębok. 4526,0–4450,0 i 3710,0–3669,0 m.

Poziom zbiornikowy 3586,0–3614,0 m – trias dolny; piaskowce

Wynik:

przyływ solanki, wydajność $Q = 4,5$ m³/h

Badany poziom przewiercano w dniach 14–19 września 1980 r. Parametry płuczki bentonitowej podczas dowiercania opróbowanego poziomu przedstawiały się następująco: ciężar właściwy 1,19 g/cm³, wiskoza 92, filtracja 5,2, odczyn zasadowy (pH = 8,5).

Opróbowanie przeprowadzono w dniu 14 lipca 1982 r. Poziom badano rurowym próbnikiem złoza typu KI-2M-146. Badano poziom odsłonięty poprzez wykonaną w dniach 26–27 czerwca 1982 r. perforację bezpociskową rur Ø245 mm. Długa przerwa pomiędzy perforacją a opróbowaniem była spowodowana problemami technicznymi związanymi z napięciem próbnika. Paker próbnika napięto w rurach Ø245 mm na głęb. 1432,0 m. Przed badaniami wymieniono płuczkę na wodę. W wyniku opróbowania otrzymano przyływ solanki w ilości 6,368 m³ w czasie 799,2 min. Do obliczeń średniej wydajności przyjęto czas od otwarcia zaworu głównego do momentu ustabilizowania się krzywej przyływu, czyli 83,5 minuty (fig. 53). Wydajność przyływu wynosiła 4,5 m³/h. Zwierciadło wody w otworze ustabilizowało się na głęb. 91,5 m. Objawów bitumiczności podczas badań nie zaobserwowano.

Podczas opróbowania pobrano próbę solanki w celu wykonania analizy chemicznej. Jest to 10% solanka chlorkowo-sodowa (tab. 44) o suchej pozostałości wynoszącej 109,4 g/dm³, ciężarze właściwym 1,0762 g/cm³ i odczynie pH = 6. Wartości wskaźników hydrochemicznych $r_{Na}/r_{Cl} = 0,88$ oraz

Tabela 43

Analiza gazu z głęb. 4526,0–4907,0 m (piąty pas obciążników)

Results of chemical analysis of gas sampled at 4526.0–4907.0 m interval (heavy weight drill pipe No. 5)

Składnik Compound	Zawartość Amount	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
CH ₄	39,9062	286,247
C ₂ H ₆	0,5552	7,510
C ₃ H ₈	0,0398	0,796
C ₄ H ₁₀	0,0080	0,214
H ₂	8,1072	7,288
CO ₂	0,9274	18,322
Ar	0,1152	2,055
He	1,0619	1,911
N ₂	49,2791	616,334
Razem Total	100,0000	940,677

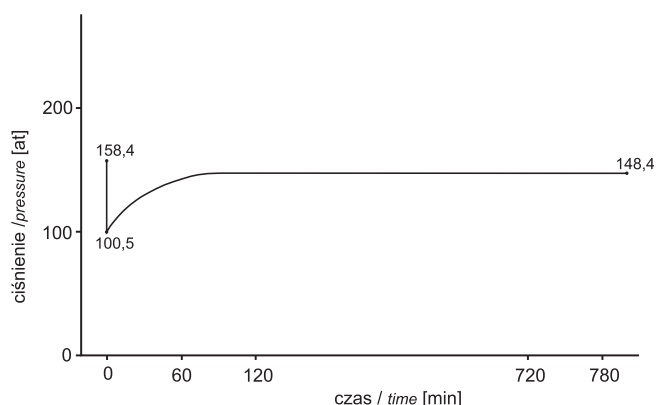


Fig. 53. Wykres opróbowania poziomu 3586,0–3614,0 m

Testing of 3586.0–3614.0 m interval

$r\text{SO}_4 \cdot 100/r\text{Cl} = 0,98$ świadczą, że w badanym poziomie występują wody o niskim stopniu zmetamorfizowania, powolnym przepływie i kontakcie, chociaż utrudnionym, z wodami infiltracyjnymi.

Otrzymana z odgazowania solanki próbka zawierała gaz ziemny azotowy o podwyższonej zawartości dwutlenku węgla i wodoru. Suma węglowodorów wynosiła 3,5091% obj., a suma składników palnych 9,7406% obj. (tab. 45).

Po opróbowaniu wykonano korki cementowe na głęb. 3590,0–3635,0 i 2582,0–2635,0 m.

Poziom zbiornikowy 2495,0–2520,0 m – jura środkowa; piaskowce

Wynik:

przyływ solanki, wydajność $Q = 27,1 \text{ m}^3/\text{h}$, ciśnienie złożowe $P_z = 261,7 \text{ at}$

Badany poziom przewiercano w dniach 13–14 kwietnia 1980 r. przy użyciu płuczki bentonitowej o ciężarze właściwym $1,18 \text{ g/cm}^3$, viskozie 85, filtracji 8 i odczynie obojętnym ($\text{pH} = 7$). Poziom wytypowany do badań odsłonięto, wykonując dnia 21 lipca 1982 r. perforację bezpociskową rur $\varnothing 245 \text{ mm}$. Opróbowanie wykonano próbnikiem rurowym KII-2M-146 w dniach 23–24 lipca 1982 r. Paker próbnika zapięto w rurach $\varnothing 245 \text{ mm}$ na głęb. 2483,5 m, a manometr na głęb. 2581,0 m. Zastosowano zalewkę wodną, zalewając 496 m przewodu wiertniczego wodą o ciężarze właściwym $1,03 \text{ g/cm}^3$. Opróbowanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyływu (fig. 54):

I okres przyływu: ciśnienie 215,5–250,2 at, czas 15,2 min.
I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 250,2–261,7 at, czas 26,1 min.

II okres przyływu: ciśnienie 249,9–259,0 at, czas 267,5 min. (czas pracy zegara)

W wyniku opróbowania uzyskano przyływ $17,5 \text{ m}^3$ solanki w czasie 38,7 minuty (czas przyływu do momentu stabilizacji). Wydajność dopływu wynosiła $27,1 \text{ m}^3/\text{h}$. Ciśnienie złożowe ustabilizowało się na wartości 261,7 at, a zwierciadło statyczne solanki w otworze ustabilizowało

Tabela 44

Analiza solanki z głęb. 3586,0–3614,0 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 3586.0–3614.0 m interval

Składnik Compound	Zawartość Amount		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy Cations			
Ca ²⁺	2 830	141,29	7,57
Mg ²⁺	727	59,79	3,21
Fe _T	12,9	0,46	0,03
Na ⁺	38 000	1 652,89	88,59
K ⁺	440	11,26	0,60
Mn ²⁺	2,5	0,09	0,00
Razem Cations total	42 012,4	1 865,78	100,00
Aniony Anions			
Cl ⁻	66 300	1 870,24	98,95
SO ₄ ²⁻	876,5	18,25	0,97
HCO ₃ ⁻	12,2	0,20	0,00
Br ⁻	116,4	1,46	0,08
J ⁻	0,4	0,00	0,00
Razem Anions total	67 305,5	1 890,15	100,00
Łącznie Total	109 317,9	—	—

Tabela 45

Analiza gazu z głęb. 3586,0–3614,0 m

Results of chemical analysis of gas sampled at 3586.0–3614.0 m interval

Składnik Compound	Zawartość Amount	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
CH ₄	3,2044	22,985
C ₂ H ₆	0,2068	2,797
C ₂ H ₄	ślady	ślady
C ₃ H ₈	0,0842	1,683
C ₃ H ₆	0,0009	0,017
C ₄ H ₁₀	0,0128	0,343
H ₂	6,2315	5,602
CO ₂	11,6529	230,215
Ar	1,0875	19,401
He	ślady	ślady
N ₂	77,5190	969,530
Razem Total	100,0000	1 252,573

się na głęb. 68 m poniżej terenu. Objawów bitumiczności nie stwierdzono.

Pobrano próbkę solanki do analizy. Badany płyn scharakteryzowano jako 11,1% solankę chlorkowo-sodową o suchej pozostałości wynoszącej 111 g/dm^3 , ciężarze właściwym $1,0748 \text{ g/cm}^3$ i $\text{pH} = 7$ (tab. 46). Wskaźniki hydrochemiczne $r\text{Na}/r\text{Cl} = 0,97$ i $r\text{SO}_4 \cdot 100/r\text{Cl} = 1$ wskazują, że są to wody

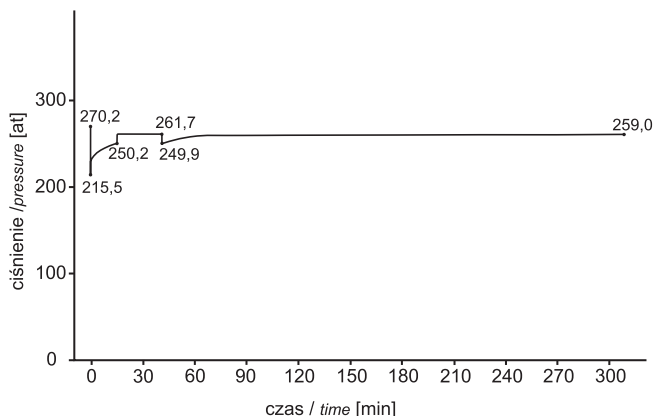


Fig. 54. Wykres opróbowania poziomu 2495,0–2520,0 m

Testing of 2495.0–2520.0 m interval

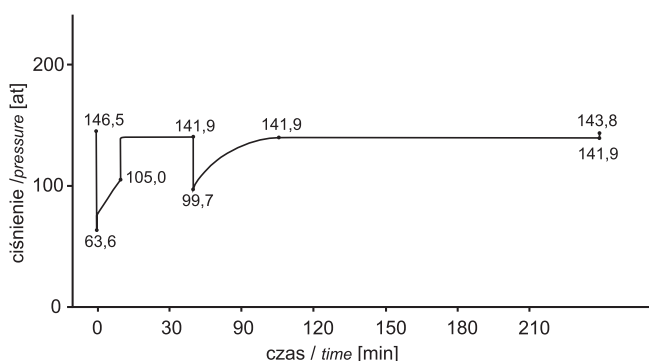


Fig. 55. Wykres opróbowania poziomu 1457,0–1485,0 m

Testing of 1457.0–1485.0 m interval

w niewielkim stopniu zmetamorfizowane, o istniejącym lecz utrudnionym kontakcie z wodami infiltracyjnymi.

Po zakończeniu badań opróbowany poziom zlikwidowano korkami cementowymi założonymi na głęb. 2460,0–2530,0 i 1500,0–1540,0 m.

Poziom zbiornikowy 1457,0–1485,0 m – kreda dolna; piaskowce

Wynik:

przyływ wody słabozmineralizowanej, wydajność $Q = 15,3 \text{ m}^3/\text{h}$, ciśnienie złożowe $P_z = 141,9 \text{ at}$

Opróbowany poziom przewiercano w styczniu 1980 r., stosując płuczkę bentonitową o ciężarze właściwym $1,23 \text{ g/cm}^3$, viskozite 48, filtracji 12 i $\text{pH} = 8$. Poziom odsłonięto, wykonując dnia 28 lipca 1982 r. perforację bezpociskową rur $\varnothing 340$ i $\varnothing 245 \text{ mm}$. Opróbowanie wykonano próbnikiem rurowym KII-2M-146 w dniach 30–31 lipca 1982 r. Paker próbnika zapięto w rurach $\varnothing 245 \text{ mm}$ na głęb. 1471,0 m, a manometr na głęb. 1467,0 m. Zastosowano zalewkę, zalewając 783 m przewodu wodą zwykłą. Opróbowanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyływu (fig. 55):

Tabela 46

Analiza solanki z głęb. 2495,0–2520,0 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 2495.0–2520.0 m interval

Składnik Compound	Zawartość Amount		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy Cations			
Ca ²⁺	2 770	138,29	6,94
Mg ²⁺	715	58,80	2,95
Fe _r	4,9	0,18	0,01
Na ⁺	41 000	1 783,38	89,53
K ⁺	440	11,26	0,57
Mn ²⁺	1,3	0,05	0,00
Razem Cations total	44 931,2	1 991,96	100,00
Aniony Anions			
Cl ⁻	65 400	1 844,85	98,78
SO ₄ ²⁻	890	18,53	0,99
HCO ₃ ⁻	170	2,79	0,15
Br ⁻	117,8	1,47	0,08
J ⁻	0,4	0,00	0,00
Razem Anions total	66 578,2	1 867,64	100,00
Łącznie Total	111 509,4	—	—

Tabela 47

Analiza wody z głęb. 1457,0–1485,0 m

Results of chemical analysis of water sampled at 1457.0–1485.0 m interval

Składnik Compound	Zawartość Amount		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy Cations			
Ca ²⁺	45,7	2,28	12,02
Mg ²⁺	13,7	1,13	5,96
Fe _r	0,2	0,01	0,05
Na ⁺	328,0	14,27	75,22
K ⁺	50,0	1,28	6,75
Mn ²⁺	0,0	0,00	0,00
Razem Cations total	437,6	18,97	100,00
Aniony Anions			
Cl ⁻	555,00	15,66	79,94
SO ₄ ²⁻	15,60	0,32	1,63
HCO ₃ ⁻	220,00	3,60	18,38
Br ⁻	0,41	0,01	0,05
J ⁻	0,00	0,00	0,00
Razem Anions total	791,01	19,59	100,00
Łącznie Total	1 228,61	—	—

I okres przyływu: ciśnienie 63,6–105,0 at, czas 10,3 min.
I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 105,0–141,9 at, czas 31,1 min.

II okres przyływu: ciśnienie 99,7–141,9 at, czas 35,0 min.
II okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 141,9–141,9 at, czas 120,0 min.

Podczas opróbowania otrzymano przyływ wody złożowej w ilości 11,6 m³ w czasie 45,3 minuty (czas przyływu do momentu stabilizacji). Wydajność przyływu wynosiła 15,3 m³/h. Ciśnienie złożowe ustabilizowało się na wartości 141,9 at. Zwierciadło statyczne solanki w otworze stwierdzono na głębokości 49 m. Przepuszczalność pozio-

mu określono na 11,5 mD, a porowatość badanych skał do 20%. Śladów bitumiczności podczas opróbowania nie stwierdzono.

Pobrano próbkę wody do analizy. Badany płyn scharakteryzowano jako 0,12% wodę słabo zmineralizowaną chlorkowo-sodową o zawartości składników stałych 1228,61 g/dm³, ciężarze właściwym 1,001 g/cm³ i pH = 7 (tab. 47). Wody te występują w strefie aktywnej wymiany i są zasilane wodami infiltracyjnymi.

Po zakończeniu opróbowań otwór zlikwidowano do wierzchu korkami cementowymi.

PODSUMOWANIE

Opróbowany poziom zbiornikowy karbonu górnego wypełniają solanki o niewielkiej wydajności (około 1 m³/h) przesycone gazem palnym charakteryzującym się bardzo wysoką zawartością helu, wynoszącą 0,92% obj. W przypadku napotkania w rejonie otworu Bodzanów IG 1 utworów górnego karbonu o korzystniejszych własnościach zbiornikowych należy spodziewać się wystąpienia gazu w ilościach posiadających znaczenie praktyczne.

Utwory triasu dolnego leżą w strefie o słabym stopniu metamorfizmu i o nieznacznym dopływie wód z wyższych poziomów zbiornikowych, co wskazuje na niekorzystne warunki dla zachowania się złóż węglowodorów. Podobnie

niekorzystnymi warunkami charakteryzują się opróbowane poziomy zbiornikowe jury środkowej i kredy dolnej. Utwory te leżące w strefie aktywnej wymiany wód, nie stwarzają warunków korzystnych dla zachowania się węglowodorów.

W opróbowanych poziomach zbiornikowych jury i kredy nie występują wody mogące mieć zastosowanie w lecznictwie uzdrowiskowym. Stężenie wód poziomu jurajskiego przekracza ponad dwukrotnie stężenie wód wykorzystywanych w kuracji kąpielowej, a stężenie wód poziomu kredowego jest zbyt małe, by wody te mogły mieć zastosowanie w balneoterapii. Wody te nie zawierają również podwyższonych zawartości składników swoistych o znaczeniu farmakologicznym.