

WYNIKI OPRÓBOWANIA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Celem opróbowania była charakterystyka poziomów zbiornikowych pod kątem występowania w nich bituminów. Dodatkowo wyniki badań hydrochemicznych miały pośrednio wskazywać na możliwość zachowania się węglowodorów w opróbowanych poziomach.

Prace prowadzono zgodnie z projektem opróbowania sporządzonym przez L. Bojarskiego. Poziomy do badań na podstawie analizy materiałów geologicznych, geofizycznych i przy uwzględnieniu objawów bitumiczności, obserwowanych podczas wiercenia, wytypowali L. Bojarski i E. Kudaś. Opróbowania przeprowadziła ekipa Kombinatoru Geologicznego „Północ” – Zakładu Robót Geologicznych w Warszawie. Analizy wód wykonała H. Jasińska w Głównym Laboratorium Instytutu Geologicznego w Warszawie, natomiast anali-

zy gazu wykonał M. Sztukowski, a ropy naftowej B. Gondek w Pracowni Geochemii Ropy i Gazu Zakładu Mineralogii, Petrografii i Geochemii Instytutu Geologicznego.

Opróbowania przeprowadzono w dwóch etapach:

– w trakcie prac wiertniczych – 8 badań próbnikami kablowymi poziomów wodonośnych jury i kredy oraz 2 badania rurowymi próbnikami złoża Halliburton poziomów zbiornikowych w utworach dewonu środkowego;

– po zakończeniu prac wiertniczych – 4 opróbowania rurowym próbnikiem złoża Halliburton poziomów zbiornikowych w utworach dewonu środkowego i jury dolnej (fig. 47).

Nadzór opróbowania pełnił L. Bojarski, a dozór specjalistyczny w terenie sprawowali na zmianę W. Kowalczyk i Z. Sowiński.

OPRÓBOWANIA PRZEPROWADZONE PODCZAS PRAC WIERTNICZYCH

OPRÓBOWANIE PRÓBNIKAMI KABLOWYMI

Opróbowania próbnikami kablowymi przeprowadzono w trakcie prac wiertniczych w dn. 24.02.1976 r. Opróbowano 8 warstw jury i kredy. W otworze podczas badań znajdowała się płuczka gipsowa. Każde badanie trwało 10 min. Wyniki

opróbowania zestawiono w tabeli 14. Mineralizacja płynu uzyskanego podczas badań próbnikami kablowymi wynosiła około 64 g/dm³. Wartość ta jest zaniżona ze względu na rozcieńczenie wody złożowej płuczką wiertniczą.

Tabela 14

Zestawienie badań wykonanych próbnikiem kablowym

Set of test results by cable sampler method

Głębokość [m p.p.t.]	Stratygrafia/litologia	Ciśnienie w próbniku [at]	Ilość wydobytego płynu [dm ³]	Rodzaj przepływu
1780,0	jura/piaskowce	90	8	woda złożowa z płuczką
1705,0	jura/piaskowce	110	8	woda złożowa z płuczką
1680,0	jura/piaskowce	85	8	woda złożowa z płuczką
1614,0	jura/piaskowce	0	2	płuczka
1002,0	jura/wapień	50	8	płuczka
998,5	jura/wapień	100	6	płuczka
867,0	kreda/piaskowce	0	0	brak przepływu
857,0	kreda/piaskowce	90	0	brak przepływu

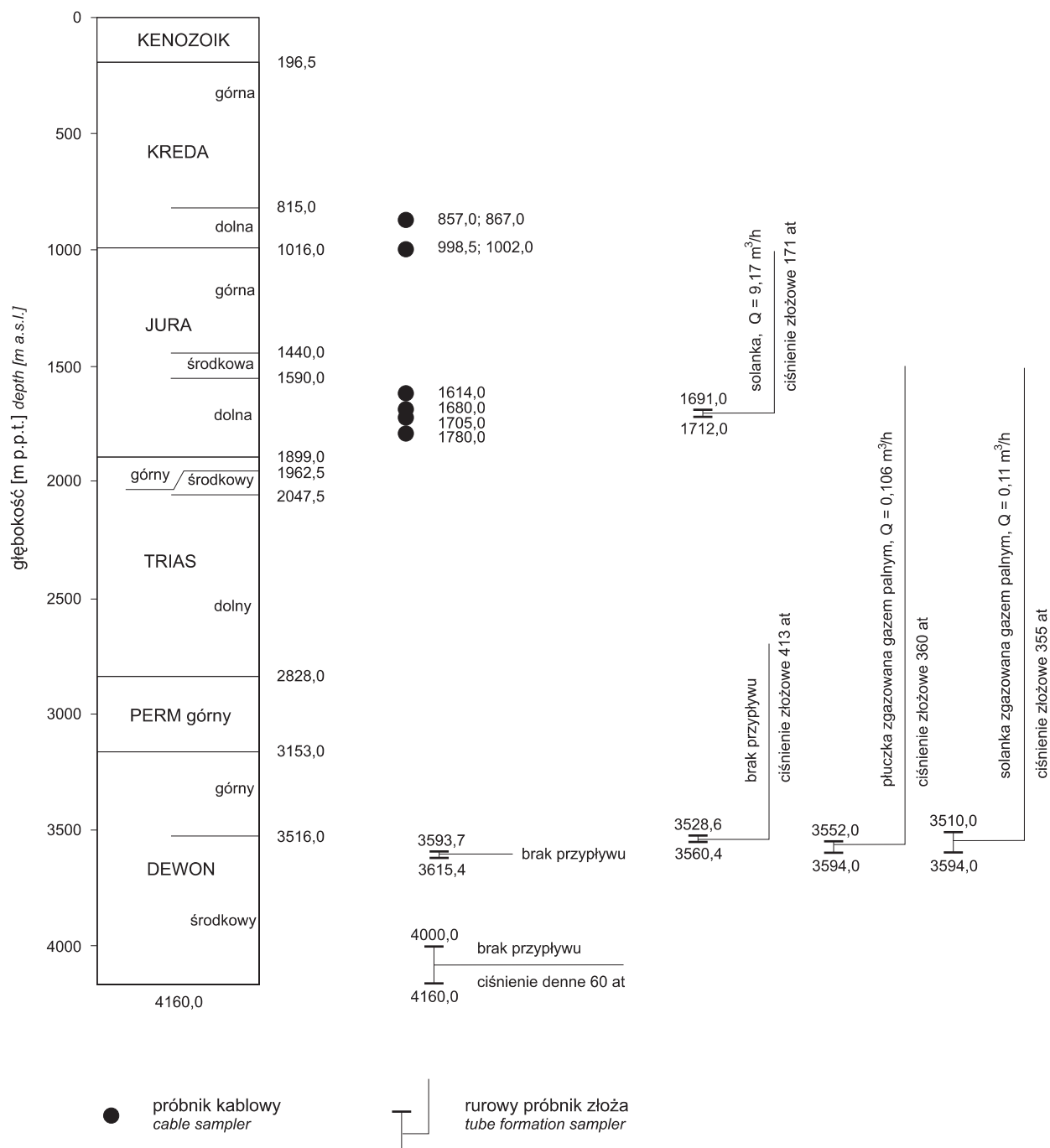


Fig. 47. Schemat opróbowania

Testing scheme

OPRÓBOWANIE RUROWYMI PRÓBNIKAMI ZŁOŻA

Poziom 3593,7–3615,4 m – dewon środkowy – piaskowce ze śladami ropy naftowej

Wynik:

brak przyływu.

Badanie wykonano w trakcie prac wiertniczych w dn. 1–2.12.1976 r. Zastosowano zalewkę, zalewając wodą 700 m przewodu wiertniczego nad próbnikiem. Badanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 48):

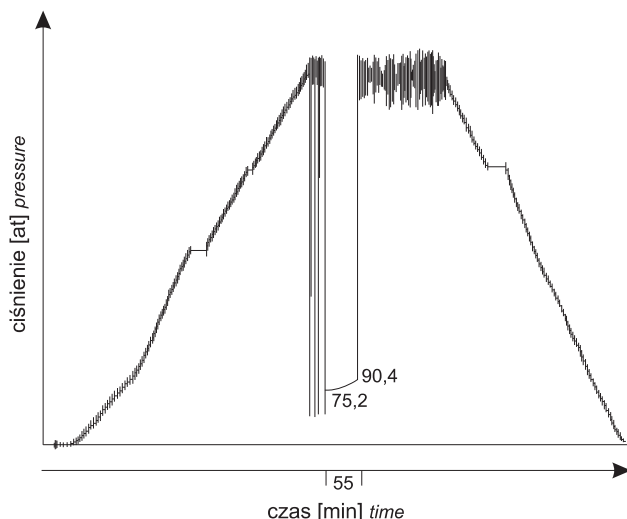


Fig. 48. Opróbowanie poziomu 3593,7–3615,4 m

Testing of 3593.7–3615.4 m interval

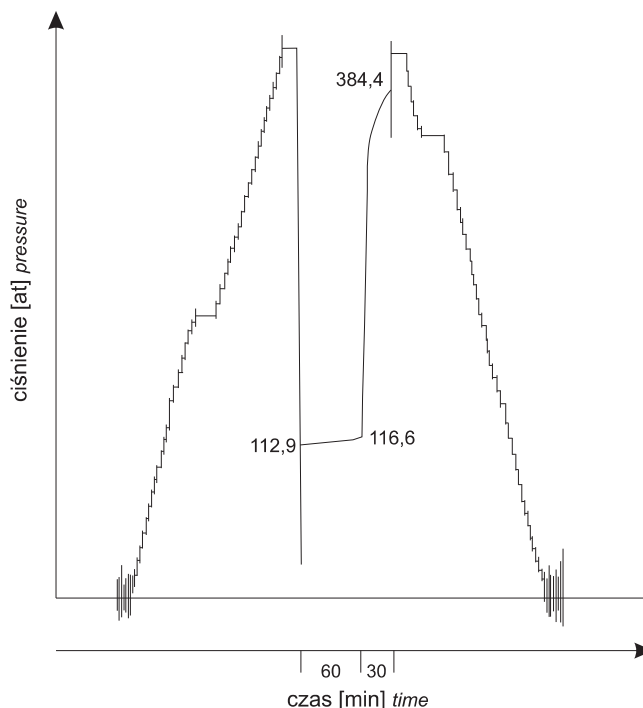


Fig. 49. Opróbowanie poziomu 3528,6–3560,4 m

Testing of 3528.6–3560.4 m interval

I okres przyływu: ciśnienie 75,2–90,4 at; czas 55 min.

Po 30 min. przyływu stwierdzono opadanie płuczki w przestrzeni pierścieniowej spowodowane przypuszczalnie pionowymi szczelinami, umożliwiającymi kontakt hydrauliczny pomiędzy przestrzenią pierścieniową a badaną przestrzenią pod pakerem. Obniżanie się poziomu płuczki w przestrzeni pierścieniowej uniemożliwiło prawidłowe zakończenie opróbowania.

Poziom 3528,6–3560,4 m – dewon środkowy – piaskowce ze śladami ropy naftowej

Wynik:

brak przyływu,

ciśnienie złożowe $P_z = 413$ at (wyekstrapolowane).

Opróbowanie przeprowadzono podczas prac wiertniczych w dn. 11–12.11.1976 r. Zastosowano zalewkę, zalewając wodą 1000 m przewodu wiertniczego nad próbnikiem. Badanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 49):

I okres przyływu: ciśnienie 112,9–116,6 at; czas 60 min.

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 116,6–384,4 at; czas 30 min.

W czasie okresu przyływu do przewodu wpłynęło około 300 dm³ płuczki bez śladów płynu złożowego. Wyekstrapolowane ciśnienie złożowe wynosiło 413 at.

Otrzymany z odgazowania płuczki z przewodu wiertniczego gaz zawierał azot, węglowodory (aż po śladowe ilości heksanów), gazy szlachetne i dwutlenek węgla. Gaz charakteryzował się podwyższoną ilością węglowodorów występujących w ilości 39,85% obj. (tab. 15).

Tabela 15

Skład chemiczny gazu pobranego z głębokości 3528,6–3560,4 m

Results of chemical analysis of gas sampled at 3528.6–3560.4 m interval

Składniki	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	38,320650	274,874023
C ₂ H ₆	0,977773	13,225358
C ₃ H ₈	0,508342	10,163278
C ₃ H ₆	0,000352	0,006721
C ₄ H ₁₀	0,038302	1,024070
C ₅ H ₁₂	0,003275	0,110250
CO ₂	0,109630	2,165854
Ar	0,591751	10,556840
He	0,084875	0,152775
N ₂	59,365050	742,478684
Razem	100,000000	1 054,757853

OPRÓBOWANIA PRZEPROWADZONE PO ZAKOŃCZENIU PRAC WIERTNICZYCH

Poziom 4000,0–4160,0 m – dewon środkowy – piaskowce, wapienie, ilowce, margle

Wynik:

brak przyływu

ciśnienie denne $P_d = 60$ at.

Badanie przeprowadzono w dn. 07–08.07.1977 r. Opróbowano poziom zbiornikowy odsłonięty pod butem rur o $\varnothing 114,3$ mm. Zastosowano zalewkę, wypełniając wodą 500 m przewodu wiertniczego nad próbnikiem. Opróbowanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 50):

I okres przyływu: ciśnienie 60,0–60,0 at; czas 23 h.

Podczas trwających 23 h badań nie stwierdzono żadnego przyływu. Całkowity brak przyływu oraz brak wzrostu ciśnienia rejestrowanego przez manometr głębinowy świadczą o braku właściwości zbiornikowych badanego poziomu. Pomimo opróbowania serii skał o miąższości 160 m nie stwierdzono ani jednej warstwy o korzystnych właściwościach kolektorskich.

Pobrano próbę piaskowca z głębokości 3560,0–3560,2 m, w celu wykonania analizy geochemicznej ropy naftowej. Powierzchnia piaskowca była pokryta cienką warstwą ropy. Po rozbiciu rdzenia stwierdzono przemieszczanie się ropy naftowej poprzez płaszczyzny spękań. Od chwili pierwszego splukania rdzenia chloroformem ropa wydzielala się na powierzchnię jeszcze przez 24 h.

Parametry ropy naftowej:

zawartość węglowodorów – 84%,

skład węglowodorów: nasycone – 79%, aromatyczne – 21%.

Dystrybucja węglowodorów izoprenoidowych (obliczenie w stosunku do prastanu): $C_{18} - 0,4$; $C_{19} - 1,0$; $C_{20} - 0,8$; $C_{21} - 0,3$.

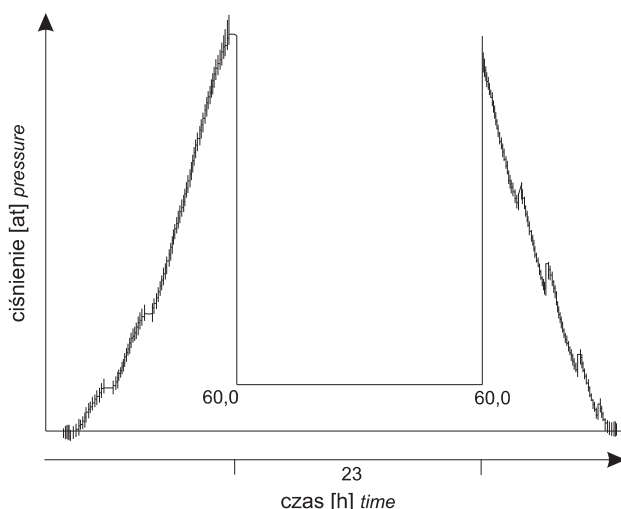


Fig. 50. Opróbowanie poziomu 4000,0–4160,0 m

Testing of 4000.0–4160.0 m interval

Poziom 3552,0–3594,0 m – dewon środkowy – piaskowce ze śladami ropy naftowej

Wynik:

przyływ płuczki zgazowanej gazem palnym

wydajność $0,106 \text{ m}^3/\text{h}$

ciśnienie złożowe $P_z = 360$ at (wyekstrapolowane).

Poziom udostępniono do badań poprzez wykonaną w dniach 20–23.07.1977 r. perforację bezpociskową rur o $\varnothing 114,3$ mm. Po perforacji w otworze pozostały kable i obudowy perforatora. W wyniku długotrwałego frezowania prowadzonego w okresie 05–15.08 otwór udało się udrożnić do głębokości 3573,5 m. W dniu 31.07–01.08 przeprowadzono szczelinowanie za pomocą generatora prochowego. Zabieg wykonano na głębokości 3570–3572 i 3560–3562 m.

Opróbowanie poziomu przeprowadzono rurowym próbnikiem złoża w dn. 06–08.09.1977 r. Nie zastosowano zalewki, wykonując badanie przy 100% depresji. Poziom opróbowano metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 51):

I okres przyływu: ciśnienie 9,5–95,5 at; czas 13 h 45 min,

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 95,5–282,5 at; czas 16 h.

Podczas okresu przyływu do przewodu wiertniczego dopłynęło $1,46 \text{ m}^3$ płuczki zgazowanej gazem palnym (średni przyływ wyniósł $0,106 \text{ m}^3/\text{h}$). Zwierciadło płynu w otworze po zakończeniu opróbowania zalegało na głębokości 2703 m p.p.t. Wyekstrapolowane ciśnienie złożowe wynosiło 360 at, wartość efektywnego współczynnika filtracji $0,016 \text{ mD}$, a ujemna wartość skin efektu ($S = -2,8$) wskazywała na brak uszkodzenia strefy przyodwiertowej. Promień zasięgu badania próbnikiem był mały i wynosił 9 m. Badany poziom charakteryzuje się bardzo słabymi właściwościami kolektorskimi.

W wyniku odgazowania płuczki, która wpłynęła do przewodu wiertniczego nad próbnikiem, uzyskano gaz ziemny metanowo-azotowy o bardzo wysokiej zawartości helu

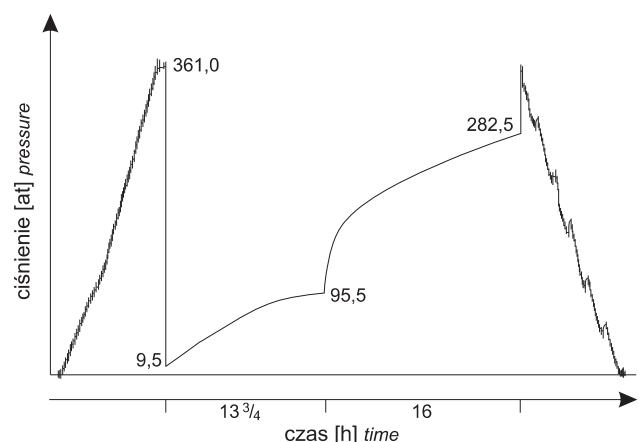


Fig. 51. Opróbowanie poziomu 3552,0–3594,0 m

Testing of 3552.0–3594.0 m interval

Tabela 16

**Skład chemiczny gazu pobranego
z głębokości 3552,0–3594,0 m**

Results of chemical analysis of gas
sampled at 3552.0–3594.0 m interval

Składniki	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	56,4842	405,161
C ₂ H ₆	1,3078	17,689
C ₃ H ₈	0,2770	5,538
C ₃ H ₆	0,7559	14,426
C ₄ H ₁₀	0,0410	1,096
C ₅ H ₁₂	0,0410	1,480
H ₂	2,8120	2,528
CO ₂	0,0572	1,130
Ar	0,0068	0,121
He	0,2583	0,465
N ₂	37,9588	474,751
Razem	100,0000	924,385

(0,2583% obj.). Suma węglowodorów wynosiła 58,9069% obj., a suma składników palnych 61,7189% obj. Gazy szlachetne występują w ilości 0,2651% obj. (tab. 16).

Poziom 3510,0–3594,0 m – dewon środkowy i górny – piaskowce ze śladami ropy naftowej i mułowce

Wynik:

przyływ solanki zgazowanej gazem palnym
wydajność 0,11 m³/h

ciśnienie złożowe $P_z = 355$ at (wyekstrapolowane).

Poziom odsłonięto, perforując w dn. 13–19.09.1977 r. na głębokości 3510–3552 m rury o $\varnothing$ 114,3 mm (doperforowanie opróbowanego w dn. 06–08.09 poziomu 3552–3594 m). Opróbowanie przeprowadzono w dn. 19–21.09.1977 r., stosując pełną depresję (bez zalewki). Badania przeprowadzano metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 52):

I okres przyływu: ciśnienie 25,6–94,0 at; czas 14 h,

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 94,0–254,0 at; czas 12 h.

Podczas okresu przyływu do przewodu wiertniczego dopłynęło 1,55 m³ solanki zgazowanej gazem palnym. Średni przyływ wynosił 0,11 m³/h. Zwierciadło solanki w otworze po zakończeniu opróbowania zalegało na głębokości 2630 m p.p.t. Wyekstrapolowane ciśnienie złożowe wynosiło 355 at. Wartość skin efektu wynosząca $S = -3$ wskazuje na brak uszkodzenia strefy przyodwiertowej. Efektywny współczynnik przepuszczalności wynosi zaledwie 0,003 mD. Promień zasięgu badania był bardzo mały i wynosił tylko 5,7 m. Właściwości zbiornikowe opróbowanego poziomu ocenia się negatywnie.

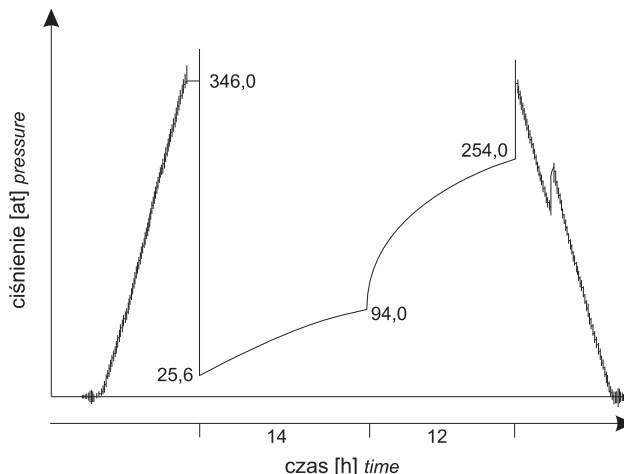


Fig. 52. Opróbowanie poziomu 3510,0–3594,0 m

Testing of 3510.0–3594.0 m interval

Pobrano próbę solanki w celu wykonania analizy chemicznej (tab. 17). Gęstość wody wynosiła 1,1126 g/cm³, sucha pozostałość 161,1 g/dm³, a odczyn był obojętny (pH = 7,0). Wodę scharakteryzowano jako 16,1% solankę Cl-Na-Ca, Fe (tab. 17). Solanka charakteryzuje się podwyższonym stop-

Tabela 17

**Skład chemiczny solanki pobranej
z głębokości 3510,0–3594,0 m**

Results of chemical analysis of brine
sampled at 3510.0–3594.0 m interval

Składniki	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy			
Na ⁺	42 875,00	1 865,06	67,24
K ⁺	760,00	19,43	0,70
Ca ²⁺	16 084,40	802,61	28,93
Mg ²⁺	1 021,10	84,00	3,03
Fe ³⁺	46,75	2,51	0,09
Mn ²⁺	10,60	0,39	0,01
Razem	60 797,85	2 774,00	100,00
Aniony			
Cl ⁻	95 776,47	2 701,47	98,65
HCO ₃ ⁻	366,68	6,01	0,22
SO ₄ ²⁻	753,23	15,68	0,57
Br ⁻	1 223,41	15,30	0,56
Razem	98 119,79	2 738,46	100,00
Łącznie	158 917,64	—	—

Tabela 18

**Skład chemiczny gazu pobranego
z głębokości 3510,0–3594,0 m**

Results of chemical analysis of gas
sampled at 3510,0–3594,0 m interval

Składniki	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	55,6422	399,122
C ₂ H ₆	1,3204	17,859
C ₂ H ₄	0,0849	1,072
C ₃ H ₈	0,2364	4,726
C ₃ H ₆	0,1999	4,815
C ₄ H ₁₀	0,0262	0,700
C ₅ H ₁₂	0,0078	0,263
H ₂	2,5405	2,284
CO	0,2133	2,670
CO ₂	0,0900	1,778
He	0,2635	0,474
N ₂	39,3749	492,462
Razem	100,0000	928,225

niem metamorfizmu, na co wskazują wartości stosunków jonowych $r_{Na/rCl} = 0,69$ i $Cl/Br = 78$. Brom występuje w ilości 1223,4 mg/dm³.

Z przewodu wiertniczego ponad próbnikiem pobrano próbę gazu (tab. 18). Był to gaz ziemny, metanowo-azotowy, o bardzo wysokiej zawartości helu, wynoszącej 0,2635% obj. Suma węglowodorów wynosiła 57,5178% obj., a składników palnych 60,1483% obj.

Poziom 1691,0–1712,0 m – jura dolna – piaskowce

Wynik:

przypływ solanki

wydajność 9,17 m³/h

ciśnienie złożowe $P_z = 171$ at.

Opróbowano poziom zbiornikowy udostępniony do badań poprzez wykonaną w dn. 29–30.09.1977 r. perforację bezpo-ciskową rur o $\varnothing$ 168,3 i 244,6 mm. Opróbowanie przeprowadzono rurowym próbnikiem złoża w dn. 01–02.10., stosując pełną depresję. Poziom badano metodą jednokrotnego odcięcia przypływu (fig. 53):

I okres przypływu: ciśnienie 104,0–171,0 at; czas 17 h

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 171,0–171,0 at; czas 6 h.

Podczas 35 min. do przewodu wiertniczego dopłynęło 5,35 m³ solanki. Średni przypływ wyniósł 9,17 m³/h. Zwierciadło solanki w otworze ustabilizowało się na głębokości 90 m p.p.t. Ciśnienie złożowe ustabilizował się w wysokości 171 at już po 35 min. okresu przypływu, co świadczy o korzystnych warunkach zbiornikowych badanego poziomu.

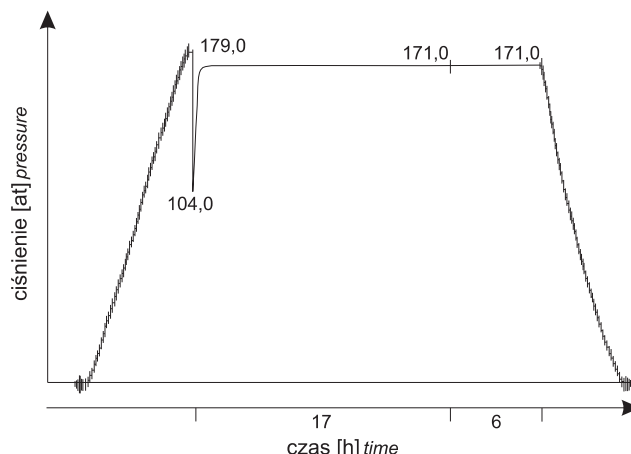


Fig. 53. Opróbowanie poziomu 1691,0–1712,0 m

Testing of 1691.0–1712.0 m interval

Pobrano próbę wody, stwierdzając, że jest to solanka o suchej pozostałości wynoszącej 86,3 g/dm³, gęstości 1,0634 g/cm³ i obojętnym odczynie (pH = 7,0). Wodę określono jako 8,6% solankę Cl-Na, J, Fe (tab. 19).

Po zakończeniu opróbowania otwór zlikwidowano do wierzchu zgodnie z obowiązującymi przepisami górniczymi.

Tabela 19

**Skład chemiczny solanki pobranej
z głębokości 1691,0–1712,0 m**

Results of chemical analysis of brine
sampled at 1691.0–1712.0 m interval

Składniki	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy			
Na ⁺	30 625,00	1 332,19	84,68
K ⁺	795,00	20,33	1,29
Ca ²⁺	3 155,80	157,47	10,01
Mg ²⁺	741,52	61,00	3,88
Fe ³⁺	38,75	2,08	0,13
Mn ²⁺	4,25	0,15	0,01
Razem	35 360,32	1 573,22	100,00
Aniony			
Cl ⁻	52668,37	1 485,56	98,89
Br ⁻	170,21	2,13	0,14
J ⁻	1,48	0,01	0,00
HCO ₃ ⁻	55,00	0,90	0,06
SO ₄ ²⁻	658,56	13,71	0,91
Razem	53 553,62	1 502,31	100,00
Łącznie	88 913,94	–	–

PODSUMOWANIE

Opróbowanie piaskowców dewonu środkowego przeprowadzono w związku ze stwierdzonymi w nich podczas wiercenia objawami i śladami ropy naftowej. Opróbowania, mimo prób intensyfikacji przyływu zabiegiem szczelinowania przeprowadzonym za pomocą generatora prochowego, nie wykazały przyływu ropy naftowej. Przyczyną negatywnych

wyników opróbowania był prawie całkowity brak przepuszczalności badanych skał. Efektywny współczynnik przepuszczalności wynosił zaledwie $k = 0,003\text{--}0,016$ mD. W stropowych partiach piaskowców dewonu stwierdzono jedynie sączenie się solanki. W utworach jury dolnej napotkano słabo zmetamorfizowane solanki o mineralizacji $86,3\text{ g/dm}^3$.