

WYNIKI OPRÓBOWANIA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH I OBJAWY ROPONOŚNOŚCI

Jakub SOKOŁOWSKI

WYNIKI OPRÓBOWANIA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Celem opróbowania otworu Maciejowice IG 1 była ocena własności zbiornikowych paleozoiczno-mezozoicznego kompleksu osadowego i wyjaśnienie kwestii obecności w nim węglowodorów. Opróbowaniem objęto dziewięć horyzontów w utworach: dewonu dolnego (dwa horyzonty), dewonu górnego (dwa horyzonty), karbonu (trzy horyzonty), permu (jeden horyzont) i jury środkowej z triasem górnym (jeden horyzont), wytypowanych przez L. Bojarskiego, A. Żelichowskiego i J. Szewczyka z Instytutu Geologicznego w Warszawie. Opróbowanie poziomów mezozoicznych konsultowano z Z. Płochniewskim i J. Stachowiak z Zakładu Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej. Badania przeprowadzono po zakończeniu wiercenia za pomocą rurowego próbnika złoża firmy Halliburton w przypadku poziomów paleozoicznych oraz poprzez wyłaczanie kompresorem i szczypanie łyżką wiertniczą w poziomie mezozoicznym. Najgłębszy zbadany poziom został odsłonięty

pod rurami, pozostałe udostępniono do badań przez perforację rur. Dozór opróbowania sprawowali E. Pajnowski, K. Sobol, W. Kowalczyk i Z. Sowiński, a nadzór nad opróbowaniem pełnił L. Bojarski z Instytutu Geologicznego w Warszawie. Analizy właściwości fizyczno-chemicznych płynów złożowych zostały wykonane w Głównym Laboratorium Instytutu Geologicznego w Warszawie przez H. Jasińską i T. Latoszyńską. Analizy gazu pobranego z filtratu płuczki i płynów złożowych wykonał M. Sztukowski w Laboratorium Zakładu Mineralogii, Petrografii i Geochemii Instytutu Geologicznego. Rezultaty opróbowania przedstawił Bojarski (1977) w dokumentacji wynikowej otworu badawczego Maciejowice IG 1 opracowanej w Zakładzie Geologii Regionalnej Obszarów Platformowych Instytutu Geologicznego w 1977 r. (Żelichowski i in., 1977). Najważniejsze wyniki opróbowania przedstawiono na [figurze 56](#).

WYNIKI OPRÓBOWANIA

Opróbowanie otworu przeprowadzono w okresie 31.01.–10.06.1977 r. Stan techniczny otworu przed przystąpieniem do badań przedstawiał się następująco:

- rury Ø340 mm w głębokości od 0,0 do 565,0 m;
- rury Ø244 mm w głębokości od 0,0 do 2820,0 m;
- rury Ø178 mm w głębokości od 2637,8 do 4204,0 m.

Poziom 4204,0–5059,0 m – sylur–dewon dolny – piaskowce, mułowce. Po zakończeniu wiercenia, wykonaniu pomiarów geofizycznych i płukaniu otworu stwierdzono wyraźne zgazowanie płuczki, która paliła się jasnym, intensywnym płomieniem. W związku z powyższym przystąpiono do opróbowania interwału odsłoniętego pod rurami Ø178 mm. Opróbowanie wykonano w dniach 31.01.–02.02.1977 r. próbnikiem rurowym firmy Halliburton. Parker próbnika zapięto w rurach Ø178 mm w głęb. 4184,0 m, zalewając 1275 m przewodu wiertniczego nad pakerem

wodą. Z powodu awarii manometru nie zarejestrowano ciśnienia złożowego oraz ciśnień rejestrujących wielkość przyływu. W łącznym okresie przyływu, wynoszącym 10 godzin, do przewodu wiertniczego nad próbnikiem wpłynęło 1,55 m³ płuczki ze śladami gazu palnego. Po zakończeniu badania zlikwidowano spód otworu korkiem cementowym do głęb. 4415,0 m.

Pobrane do analizy gaz wolny scharakteryzowano jako gaz ziemny gazolinowy o dużej ilości węglowodorów (81% obj.), w tym o podwyższonej zawartości węglowodorów ciężkich wynoszącej ok. 14% obj. ([tab. 39](#)).

Poziom 4204,0–4415,0 m – dewon dolny – piaskowce, mułowce. W związku z objawami gazu stwierdzonymi podczas opróbowania niezarurowanej części otworu, powtórnie zbadano odcinek odsłonięty pod rurami Ø178, tym razem w mniejszym interwale. Badanie przeprowadzono w dniach

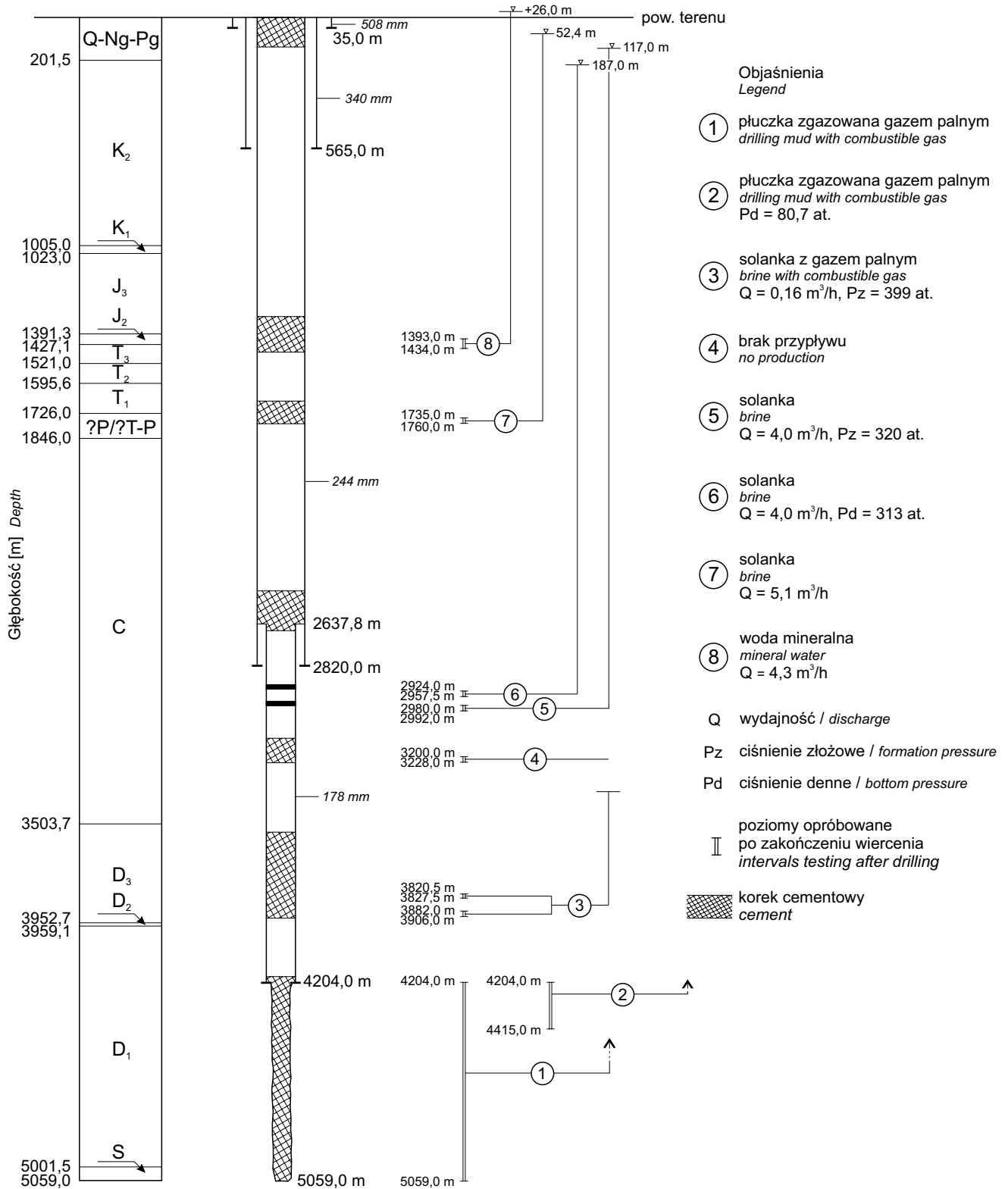


Fig. 56. Schemat opróbowania poziomów zbiornikowych w otworze wiertniczym Maciejowice IG 1

Testing scheme of the Maciejowice IG 1 borehole

14–17.02.1977 r., zapinając paker w rurach Ø178 na głęb. 4128 m. Opróbowanie wykonano metodą jednokrotnego odciążenia przyływu, uzyskując następujące wyniki (fig. 57):

I okres przyływu: 48 godz., ciśnienie 53,4–56,6 at.

I okres odbudowy ciśnienia: 10 godz., ciśnienie 56,6–80,7 at.

W wyniku opróbowania w przewodzie wiertniczym nad próbnikiem stwierdzono 0,87 m³ płuczki ze śladami gazu palnego. Na głowicy otworu objawów gazu nie stwierdzono. Badany kompleks wykazuje bardzo słabe właściwości zbiornikowe, co potwierdza także interpolacja krzywej ciśnienia

Tabela 39

**Analiza chemiczna gazu pobranego
z interwału 4204,0–5059,0 m**

Results of chemical analysis of gas sampled
at 4204,0–5059,0 m interval

Składnik Component	Zawartość w czystym gazie Content in pure gas		
	[% obj.]	[g/nm ³]	
Metan	67,2716	482,539	
Etan	6,6679	90,190	
Propan	5,6605	113,169	
Butan	1,2751	34,094	
Buten	0,0141	0,365	
Pentan	0,1286	4,334	
Wodór	0,0139	0,012	
Dwutlenek węgla	0,1838	3,631	
Argon	0,0057	0,102	
Hel	0,0238	0,043	
Azot	18,7550	234,568	
Razem / Total	100,0000	963,047	
Uwagi / Remarks			
Gęstość gazu	zanieczyszczonego powietrzem	[g/dm ³]	0,7856
	czystego		0,7448
Zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂		[%]	15,9587

zarejestrowanej na manometrze głębinowym. Po okresie 10-godzinnej odbudowy ciśnienie denne wzrosło jedynie do 80,7 at., co jest wartością kilkukrotnie mniejszą od wielkości ciśnienia złożowego. Po zakończeniu badania otwór zlikwidowano korkiem cementowym do głęb. 4170,0 m.

Pobrano do analizy gaz wolny określono jako gaz ziemny gazolinowy o mniejszej ilości węglowodorów ciężkich (około 8% obj.) w porównaniu do gazu pobranego z głębszego interwału (tab. 40). Badany gaz odznaczał się korzystnym składem i zawierał 99,6% obj. węglowodorów przy 0,2% obj. azotu. Wśród węglowodorów dominował

Tabela 40

**Analiza chemiczna gazu pobranego
z interwału 4204,0–4415,0 m**

Results of chemical analysis of gas sampled
at 4204,0–4415,0 m interval

Składnik Component	Zawartość w czystym gazie Content in pure gas		
	[% obj.]	[g/nm ³]	
Metan	91,4470	655,949	
Etan	5,6223	76,047	
Propan	2,0686	41,358	
Butan	0,3855	10,307	
Pentan	0,0880	2,966	
Dwutlenek węgla	0,1513	2,989	
Argon	ślady	–	
Hel	0,0053	0,010	
Azot	0,2320	2,902	
Razem/ Total	100,0000	792,528	
Uwagi / Remarks			
Gęstość gazu	zanieczyszczonego powietrzem	[g/dm ³]	0,6420
	czystego		0,6130
Zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂		[%]	7,7442

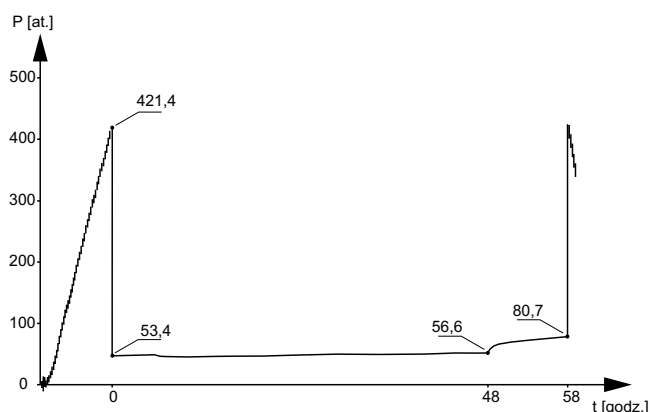


Fig. 57. Przebieg opróbowania poziomu 4204,0–4415,0 m

Testing of 4204,0–4415,0 m interval

metan w ilości 91,5% obj. Z uwagi na słabe własności zbiornikowe skał gaz ten występuje w ilościach śladowych.

Poziomy 3820,5–3827,5; 3882,0–3886,0 oraz 3901,0–3906,0 m – dewon górny – wapienie. Badanie przeprowadzono w dniach 24–26.02.1977 r. po perforacji rur Ø178 mm (21–22.02.1977 r.). Paker zapięto w głębokości 3795,0 m w rurach Ø 178 mm. Opróbowanie poziomów próbnikiem rurowym Halliburtona metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 58):

I okres przyływu: 915 min., ciśnienie 6,3–21,0 at.

I okres odbudowy ciśnienia: 350 min., ciśnienie 6,3–31,2 at.

W wyniku badania nie stwierdzono przyływu solanki, a jedynie silne zgazowanie płuczki wiertniczej, która wpłynęła do przewodu nad próbnikiem. Gaz oceniono jako gaz ziemny gazolinowy o bardzo korzystnym składzie z uwagi na zawartość węglowodorów wynoszącą 90,1% obj. (tab. 41).

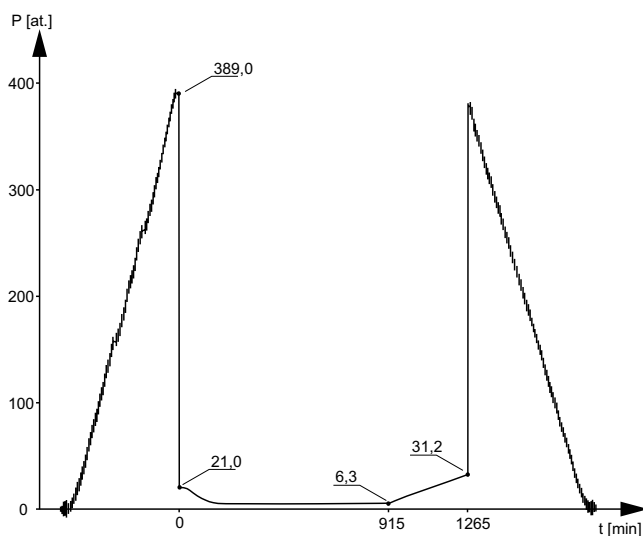


Fig. 58. Przebieg opróbowania poziomu 3882,0–3886,0 m i 3901,0–3906,0 m

Testing of 3882,0–3886,0 m and 3901,0–3906,0 m intervals

Tabela 41

**Analiza chemiczna gazu pobranego
z interwału 3882,0–3886,0 m i 3901,0–3906,0 m**

Results of chemical analysis of gas sampled
at 3882,0–3886,0 m and 3901,0–3906,0 m intervals

Składnik Component	Zawartość w czystym gazie Content in pure gas		
	[% obj.]	[g/dm ³]	
Metan	80,6241	578,316	
Etan	7,2786	98,450	
Propan	2,0195	40,376	
Propen	0,1550	2,958	
Butan	0,0276	0,738	
Wodór	1,0558	0,949	
Dwutlenek węgla	0,2105	4,159	
Argon	0,0081	0,145	
Hel	ślady	–	
Azot	8,6208	107,820	
Razem / Total	100,0000	833,911	
Uwagi / Remarks			
Gęstość gazu	zanieczyszczonego powietrzem	[g/dm ³]	0,6610
	czystego		0,6450
Zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂		[%]	4,6794

W związku z powyższym badany poziom doperforowano w interwale 3820,5–3827,5 m w dniu 03.03.1977 r., a następnie – tego samego dnia – zapuszczono do otworu próbnik Halliburtona. Badanie wykonano, stosując pełną depresję i metodę jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 59):

I okres przyływu: 24 godz., ciśnienie 23,3–123,2 at.

I okres odbudowy ciśnienia: 36 godz., ciśnienie 123,2–399,0 at.

Uzyskano przyływ solanki z wydajnością 0,16 m³/h silnie zanieczyszczonej płuczką, ze śladami gazu palnego. Zwierciadło solanki stwierdzono na głęb. 3340,0 m. Ciśnienie złożowe wynosiło 399 at. i było nieznacznie wyższe od ciśnienia hydrostatycznego. Na podstawie interpretacji krzywej odbudowy ciśnienia należy sądzić, że badany poziom wykazuje średnie własności zbiornikowe. Badany

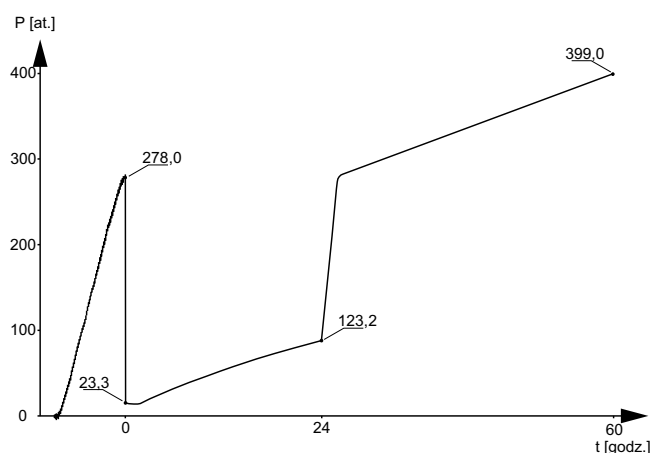


Fig. 59. Przebieg opróbowania poziomu 3820,5–3827,5 m oraz 3882,0–3886,0 m i 3901,0–3906,0 m

Testing of 3820,5–3827,5 m and 3882,0–3886,0 m
and 3901,0–3906,0 m intervals

odcinek zlikwidowano korkiem cementowym, którego strop stwierdzono na głęb. 3541,0 m.

Ze względu na silne skażenie solanki płuczką jej analiza jest mało wiarygodna (tab. 42). Sucha pozostałość płynu złożowego wynosi 44 g/dm³, jego gęstość 1,0303 g/cm³, a pH = 7,5. Wskaźnik rNa/rCl wynosi 0,77. Gaz uzyskany z odgazowania solanki scharakteryzowano jako gaz ziemny gazolinowy, wysokometanowy o zawartości węglowodorów w ilości 97,6% (tab. 43).

Poziom 3200,0–3228,0 m – karbon – piaskowce, mułowce. Po perforacji rur Ø178 mm (29–30.03.1977 r.) w dniach 19–21.04.1977 r. przeprowadzono opróbowanie przy użyciu próbnika rurowego firmy Halliburton. Badanie wykonano metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 60):

I okres przyływu: 28 godz., ciśnienie 9,0–12,5 at.

I okres odbudowy ciśnienia: 8 godz. 40 min., ciśnienie 9,0–34,6 at.

W wyniku badania nie uzyskano przyływu płynu złożowego, stwierdzając na podstawie interpretacji krzywej wzrostu ciśnienia, całkowity brak własności zbiornikowych skał w badanym interwale. Wpływ na wynik badania mógł mieć długi czas pomiędzy perforacją rur a zapięciem próbnika. Po zakończeniu badania otwór zlikwidowano korkiem cementowym na głęb. 3230,0–3138,0 m.

Poziom 2980,0–2992,0 m – karbon – piaskowce, mułowce. Bezpośrednio po perforacji rur Ø178 mm w dniu 28.04.1977 r. przystąpiono do opróbowania omawianego interwału próbnikiem rurowym Halliburtona. Badanie, wykonane metodą dwukrotnego odcięcia przyływu, zakończono 30.04.1977 r. i uzyskano następujące wyniki (fig. 61):

I okres przyływu: 15 godz. 15 min., ciśnienie 107,4–314,8 at.

I okres odbudowy ciśnienia: 4 godz., ciśnienie 314,8–315,6 at.

II okres przyływu: 11 godz. 20 min., ciśnienie 315,2–316,4 at.

W wyniku opróbowania otrzymano przyływ solanki rozcieńczonej filtratem płuczki z wydajnością 4 m³/h. Stabilizacja przyływu nastąpiła po okresie ok. 5 godzin. Ciśnienie denne złożowe wynosiło 320 at. i było nieznacznie (kilka procent) wyższe od ciśnienia hydrostatycznego. Na podstawie interpretacji krzywej wzrostu ciśnienia można stwierdzić, że utwory karbonu w badanym interwale wykazują bardzo dobre właściwości zbiornikowe. Poziom solanki w przewodzie nad próbnikiem występował na głęb. 117,0 m i jest przypuszczalnie zbliżony do poziomu hydrostatycznego, jednak pełnej stabilizacji nie osiągnięto (tab. 44). Po zakończeniu badania otwór zlikwidowano korkiem B.O.A. na głęb. 2970,0 m.

Pobrana do analizy solanka odznaczała się suchą pozostałością 162,4 g/dm³, gęstością 1,1152 g/cm³ i odczynem obojętnym (pH = 7,0). Solanka reprezentuje typ chemiczny Cl–Na–Ca,I (tab. 45). Wartości wskaźników hydrochemicznych wskazują na wysoki stopień metamorfizmu solanki (tab. 46).

Poziom 2924,0–2957,5 m – karbon – piaskowce. Po perforacji rur Ø178 mm (4–5.05.1977 r.) przystąpiono do opróbowania interwału 2924,0–2957,5 m. Badanie wykonano

Tabela 42

**Analiza chemiczna solanki pobranej
z poziomu 3820,5–3906,0 m**

Results of chemical analysis of brine sampled
at 3820,5–3906,0 m interval

Składnik Component	Zawartość / Content		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy / Cations			
Na ⁺	12 250,00	532,88	76,986
K ⁺	2676,00	68,43	9,758
Ca ²⁺	1500,51	74,88	10,678
Mg ²⁺	302,16	24,86	2,545
Fe _r	4,00	0,21	0,030
Mn ²⁺	0,59	0,02	0,003
Razem Cations total	16 733,26	701,28	100,000
Aniony / Anions			
Cl ⁻	24 608,04	694,19	96,379
HCO ₃	713,46	11,69	1,624
SO ₄ ²⁻	617,40	12,85	1,785
Br ⁻	117,80	1,47	0,205
I ⁻	6,55	0,05	0,007
Razem Anions total	26 063,25	720,25	100,000
Łącznie Total	42 796,51	–	–

Tabela 43

**Analiza chemiczna gazu pobranego
z interwału 3820,5–3906,0 m**

Results of chemical analysis of gas sampled
at 3820,5–3906,0 m interval

Składnik Component	Zawartość w czystym gazie Content in pure gas		
	[% obj.]	[g/m ³]	
Metan	93,8026	672,846	
Etan	2,8806	38,963	
Propan	0,7845	13,684	
Propen	0,0101	0,193	
Butan	0,1136	3,037	
Pentan	0,0333	1,120	
Wodór	0,0478	0,043	
Dwutlenek węgla	0,0967	1,910	
Argon	ślady	–	
Hel	0,0072	0,013	
Azot	2,2236	27,811	
Razem / Total	100,0000	759,620	
Uwagi / Remarks			
Gęstość gazu	zanieczyszczonego powietrzem		[g/dm ³]
	czystego		
Zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂			1,5798

Tabela 44

Położenie zwierciadła solanki

Water table level

Data Date	Godzina Hour	Głębokość Depth [m]
29.04.1977 r.	900	188,0
	1100	154,0
	1210	147,0
	1510	133,5
30.04.1977 r.	830	117,0

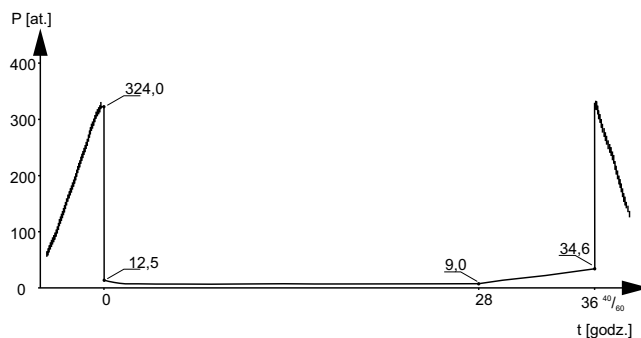


Fig. 60. Przebieg opróbowania poziomu 3200,0–3228,0 m

Testing of 3200,0–3228,0 m interval

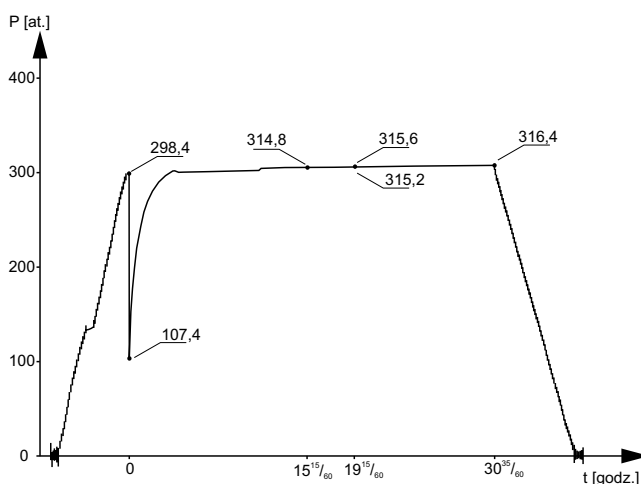


Fig. 61. Przebieg opróbowania poziomu 2980,0–2992,0 m

Testing of 2980,0–2992,0 m interval

Tabela 45

**Analiza chemiczna solanki pobranej
z poziomu 2980,0–2992,0 m**

Results of chemical analysis of brine sampled
at 2980,0–2992,0 m interval

Składnik Component	Zawartość / Content		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy / Cations			
Na ⁺	30 000,00	1305,00	47,073
K ⁺	9100,00	232,69	8,393
Ca ²⁺	17 617,55	879,12	31,711
Mg ²⁺	4301,02	353,80	12,762
Fe _r	23,38	1,26	0,045
Mn ²⁺	12,00	0,43	0,016
Razem Cations total	61 053,95	2772,30	100,000
Aniony / Anions			
Cl ⁻	98 483,55	2778,22	98,955
HCO ₃	369,03	6,05	0,215
SO ₄ ²⁻	481,57	10,03	0,357
Br ⁻	1058,17	13,24	0,471
I ⁻	5,07	0,04	0,001
Razem Anions total	100 397,39	2807,57	100,000
Łącznie Total	161 451,34	–	–

Tabela 46
Wartości wskaźników hydrochemicznych
badanych płynów złożowych
 Hydrochemicals indicators of tested waters

Głębokość [m] Depth	$r[(Cl^-/Na^+)/Mg^{2+}]$	$r(Ca^{2+}/Mg^{2+})$	$r(Na^+/K^+)$	$r(Na^+/Cl^-)$	Cl^-/Br^-	Br^-/I^-	$r[(SO_4^{2-}-100/Cl^-)]$
2980,0–2992,0	4,16	2,48	5,61	0,47	93,07	208,83	0,36
2924,0–2957,5	3,96	2,34	9,72	0,45	89,18	331,22	0,21
1735,0–1760,0	3,16	2,04	55,66	0,63	159,88	63,16	2,45
1393,0–1434,0	1,98	1,48	14,66	0,71	181,80	11,86	8,13

r – wartości wyrażane w mval / value expressed in milival

w dniach 5–6.05.1977 r. próbnikiem rurowym Halliburtona, stosując metodę jednokrotnego odcięcia przyływu. W czasie trwającego 740 minut okresu oczekiwania na przyływ ciśnienie wzrosło z 99,6 do 309,3 at. (fig. 62). W wyniku opróbowania do przewodu nad próbnikiem wpłynęło 20,7 m³ czystej solanki. Po 5 godzinach obserwacji wzniosu zwierciadła, poziom solanki w otworze stwierdzono na głęb. 187,0 m (nieustalony). Średnią wydajność przyływu określono w wysokości 4,0 m³/h. Ciśnienie denne wynosiło 313 at. i było nieznacznie zaniżone w stosunku do ciśnienia złożowego, które nie zostało pomierzone.

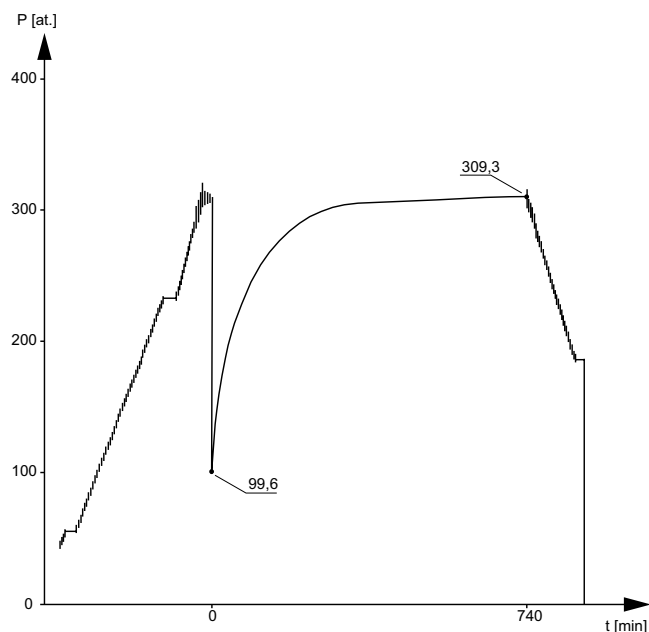


Fig. 62. Przebieg opróbowania poziomu 2924,0–2957,5 m

Testing of 2924,0–2957,5 m interval

Właściwości zbiornikowe badanego interwału oceniono jako bardzo dobre. Po zakończeniu badania otwór zlikwidowano korkiem cementowym do głęb. 2492,0 m.

Pobrana do analizy solanka odznaczała się suchą pozostałością 192,9 g/dm³, gęstością 1,1395 g/cm³ i odczynem obojętnym (pH = 7,0). Solanka reprezentuje typ chemiczny Cl–Na–Ca,I o podwyższonej zawartości pierwiastków biofilnych: jodu – 4,2 mg/dm³ i bromu – 1380 mg/dm³ (tab. 47). Wartości wskaźników hydrochemicznych (tab. 46) wskazują na bardzo wysoki stopień metamorfizmu solanki, a tym samym na bardzo korzystne warunki do zachowania się złóż węglowodorów. Uzyskane wyniki należy traktować jako reprezentatywne dla badanej części basenu karbońskiego.

Poziom 1735,0–1760,0 m – pogranicze permu i triasu – piaskowce. Po perforacji rur Ø244 mm, wykonanej w dniu 17.05.1977 r., za pomocą kompresora obniżono poziom płynu w otworze, wytłaczając 207 m³ płynu, tj. ok. 3-krotną objętość otworu. Po uzyskaniu przyływu czystej solanki przystąpiono do pomiarów głębokości zwierciadła (fig. 63). Temperatura solanki wytłaczanej kompresorem wynosiła na powierzchni terenu 35°C. Po uzyskaniu stabilizacji przystąpiono do szcerpywania łyżką wiertniczą. Przy maksymalnej wydajności łyżki szcerpano 30,6 m³ uzyskując zaledwie 1,0 m depresji. Wydajność przyływu określono na 5,1 m³/h. Właściwości zbiornikowe skał w badanym poziomie są bardzo dobre. Po zakończeniu badania otwór zlikwidowano korkiem cementowym na głęb. 1760,0–1700,0 m.

Pobrana do analizy solanka odznaczała się suchą pozostałością 88,0 g/dm³, gęstością 1,0635 g/cm³ i odczynem kwaśnym (pH = 5,0). Solanka reprezentuje typ chemiczny Cl–Na–Ca,I (tab. 48) o wysokim stopniu metamorfizmu (tab. 46).

Tabela 47

Analiza chemiczna solanki pobranej z poziomu 2924,0–2957,5 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 2924,0–2957,5 m interval

Składnik Component	Zawartość / Content		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy / Cations			
Na ⁺	36 000,00	1566,00	46,915
K ⁺	6300,00	161,09	4,826
Ca ²⁺	22 566,30	1126,06	33,734
Mg ²⁺	5853,13	481,48	14,424
Fe _T	53,11	2,85	0,085
Mn ²⁺	15,13	0,55	0,016
Razem Cations total	70 787,67	3338,03	100,000
Aniony / Anions			
Cl ⁻	123 060,55	3471,54	99,235
HCO ₃ ⁻	123,01	2,02	0,058
SO ₄ ²⁻	358,09	7,46	0,213
Br ⁻	1379,95	17,26	0,493
I ⁻	4,17	0,03	0,001
Razem Anions total	124 925,77	3498,31	100,000
Łącznie Total	195 713,44	–	–

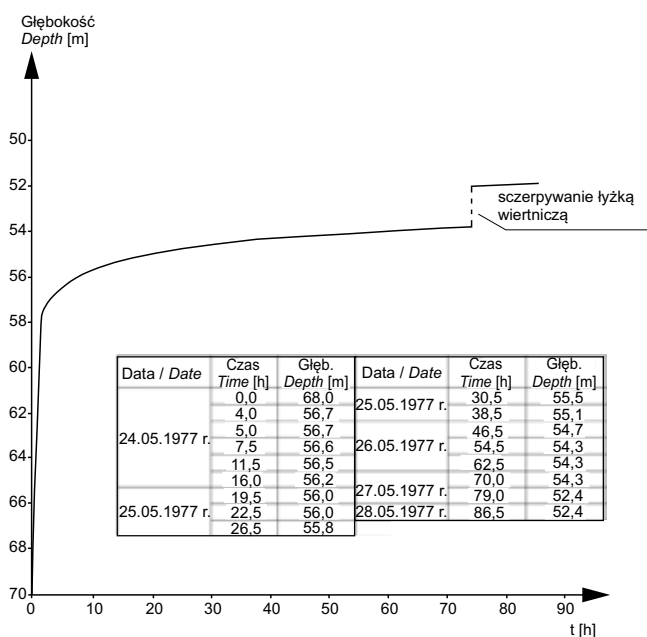


Fig. 63. Wykres stabilizacji zwierciadła wody z poziomu 1735,0–1760,0 m

Water table stabilization from 1735,0–1760,0 m interval

Tabela 48

Analiza chemiczna solanki pobranej z poziomu 1735,0–1760,0 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 1735,0–1760,0 m interval

Składnik Component	Zawartość / Content		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy / Cations			
Na ⁺	21 600,00	939,60	63,374
K ⁺	660,00	16,88	1,138
Ca ²⁺	7065,30	352,56	23,780
Mg ²⁺	2096,53	172,46	11,632
Fe _r	19,50	1,05	0,071
Mn ²⁺	2,05	0,07	0,005
Razem Cations total	31 443,38	1482,62	100,000
Aniony / Anions			
Cl ⁻	52 613,29	1484,22	97,325
HCO ₃ ⁻	18,29	0,30	0,020
SO ₄ ²⁻	1745,18	36,33	2,382
Br ⁻	329,08	4,12	0,270
I ⁻	5,21	0,04	0,003
Razem Anions total	54 711,05	1525,01	100,000
Łącznie / Total	86 154,43	–	–

W solance stwierdzono rozpuszczony gaz, którego skład przedstawiono w tabeli 49. Otrzymana z odgazowania solanki próbka zawierała głównie azot oraz odznaczała się wysoką zawartością dwutlenku węgla.

Poziom 1393,0–1434,0 m – jura środkowa–trias górny – piaskowce. Interwał do badań udostępniono perforując w dniach 2–3.06.1977 r. rury Ø244 mm. Kompresorem wytłoczono z otworu płyn w ilości 216 m³, co odpowiadało ponad 4-krotnej objętości otworu. Badania zakończono

Tabela 49

Analiza chemiczna gazu pobranego z interwału 1735,0–1760,0 m

Results of chemical analysis of gas sampled at 1735,0–1760,0 m interval

Składnik Component	Zawartość w czystym gazie Content in pure gas	
	[% obj.]	[g/nm ³]
Metan	0,0216	0,155
Etan	0,0020	0,027
Eten	0,0018	0,023
Propan	0,0029	0,058
Wodór	0,0973	0,088
Dwutlenek węgla	27,7892	549,004
Argon	0,0431	0,769
Hel	ślady	–
Azot	72,0421	901,031
Razem/ Total	100,0000	1451,155
Uwagi / Remarks		
Gęstość gazu	zanieczyszczonego powietrzem	
	czystego	
	[g/dm ³]	1,0660
		1,1220
Zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂		[%]
		44,7976

w dniu 6.06.1977 r., stwierdzając po dwóch godzinach od wyłączenia kompresora samowypływ o wydajności 3,6 m³/h (naciśnienie 2,6 at.). Podczas wytłaczania temperatura wody, mierzona na powierzchni terenu, wynosiła 30°C. Następnie przystąpiono do pomiarów samowypływu, uzyskując przyływ wody z wydajnością 4,3 m³/h o temperaturze 23°C (tab. 50). W końcowym etapie pomiarów zauważono spadek wydajności (4,2 m³/h) spowodowany nieuszczelnnością przewodu (tab. 51). W celu ustalenia poziomu hydrostatycznego wykonano pomiar naciśnienia (fig. 64). Poziom hydrostatyczny ustalił się 26 m ponad powierzchnią terenu. Po pobraniu próbek wody otwór zlikwidowano do wierzchu.

Tabela 50

Wyniki obserwacji samowypływu podczas opróbowania poziomu 1393,0–1434,0 m

Results of the self-outflow observations during 1393,0–1434,0 m interval testing

Data Date	Godzina Hour	Wydajność Discharge [m ³ /h]	Temperatura wody Water temperature [°C]
06.06.1977 r.	11 ⁰⁰	4,0	18,0
	12 ⁰⁰	4,0	18,5
	13 ⁰⁰	4,0	19,5
	14 ⁰⁰	4,0	20,0
	15 ⁰⁰	4,0	20,0
	16 ⁰⁰	4,0	20,0
	17 ⁰⁰	4,3	21,5
	19 ⁰⁰	4,3	21,5
	20 ⁰⁰	4,3	21,5
	21 ⁰⁰	4,3	22,0
	22 ⁰⁰	4,3	22,0
07.06.1977 r.	24 ⁰⁰	4,3	22,0
	1 ⁰⁰	4,3	22,0
	2 ⁰⁰	4,3	22,0
	3 ⁰⁰	4,3	22,5
	4 ⁰⁰	4,3	23,0
	6 ⁰⁰	4,3	23,0
8 ⁰⁰	4,3	23,0	

Tabela 51

Wyniki obserwacji samowypływu na przelewie Thomsona podczas opróbowania poziomu 1393,0–1434,0 m

Results of the self-outflow observations (Thomson overflow) during 1393,0–1434,0 m interval testing

Data Date	Go-dzina Hour	Wysokość trójkąta wody Height of water triangle [cm]	Wydajność Discharge [m ³ /h]	Temperatura wody / Water temperature [°C]
07.06.1977 r.	10 ⁰⁰	5	2,81	18
	12 ⁰⁰	6	4,43	19
	12 ⁰⁰	6	4,43	20
	13 ⁰⁰	6	4,43	21
	14 ⁰⁰	6	4,43	21
	15 ⁰⁰	6	4,43	21
	16 ⁰⁰	6	4,43	21
	17 ⁰⁰	6	4,43	21
	18 ⁰⁰	6	4,43	21
	19 ⁰⁰	6	4,43	22
	20 ⁰⁰	6	4,43	22
21 ⁰⁰	6	4,43	22	
08.06.1977 r.	22 ⁰⁰	6	4,43	22
	23 ⁰⁰	6	4,43	22
	24 ⁰⁰	6	4,43	22
	1 ⁰⁰	6	4,43	22
	2 ⁰⁰	6	4,43	22
	3 ⁰⁰	6	4,43	22
	4 ⁰⁰	6	4,43	22
	5 ⁰⁰	6	4,43	22
	6 ⁰⁰	6	4,43	22
	7 ⁰⁰	6	4,43	22
	8 ⁰⁰	6	4,43	22
	9 ⁰⁰	5,8	4,1	23
	10 ⁰⁰	5,8	4,1	23
	11 ⁰⁰	5,9	4,2	23
	12 ⁰⁰	5,9	4,2	23
	13 ⁰⁰	5,9	4,2	23
	14 ⁰⁰	5,9	4,2	23
	15 ⁰⁰	5,9	4,2	23
	16 ⁰⁰	5,9	4,2	23
	17 ⁰⁰	5,9	4,2	23
	18 ⁰⁰	5,9	4,2	23
19 ⁰⁰	5,9	4,2	23	
20 ⁰⁰	5,9	4,2	23	
21 ⁰⁰	5,9	4,2	23	

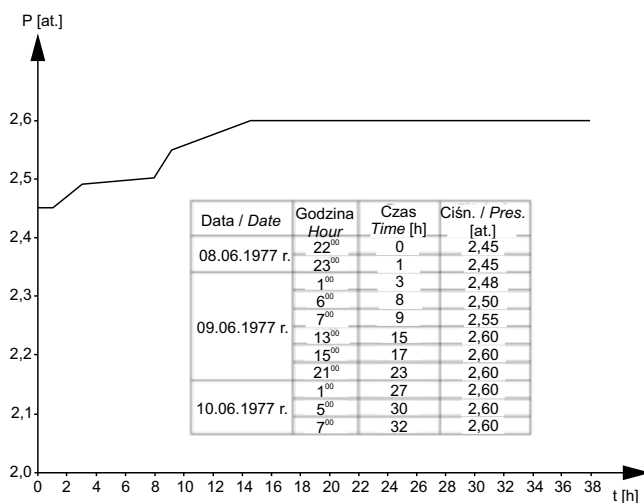


Fig. 64. Wykres stabilizacji nadciśnienia w poziomie 1393,0–1434,0 m

Overpressure stabilization from 1393,0–1434,0 m interval

Pobrana do analizy woda odznaczała się suchą pozostałością 12,0 g/dm³, gęstością 1,0109 g/cm³ i odczynem kwaśnym (pH = 6,0). Woda reprezentuje typ chemiczny Cl–Na,I o podwyższonej zawartości jodu wynoszącej 3,12 mg/dm³ (tab. 52). W wodzie stwierdzono rozpuszczony gaz, składający się głównie z azotu i odznaczający się wysoką zawartością dwutlenku węgla (tab. 53).

Tabela 52

Analiza chemiczna wody pobranej z poziomu 1393,0–1434,0 m

Results of chemical analysis of water sampled at 1393,0–1434,0 m interval

Składnik Component	Zawartość / Content		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[% mval]
Kationy / Cations			
Na ⁺	3100,00	134,85	63,393
K ⁺	360,00	9,20	4,325
Ca ²⁺	820,62	40,95	19,251
Mg ²⁺	336,28	27,66	13,002
Fe _r	1,00	0,05	0,024
Mn ²⁺	0,15	0,01	0,005
Razem Cations total	4618,05	212,72	100,000
Aniony / Anions			
Cl ⁻	6724,74	189,68	90,808
HCO ₃ ⁻	201,22	3,30	1,580
SO ₄ ²⁻	740,88	15,42	7,382
Br ⁻	36,99	0,46	0,220
I ⁻	3,12	0,02	0,010
Razem Anions total	7706,95	208,88	100,000
Łącznie Total	12 325,00	–	–

Tabela 53

Analiza chemiczna gazu pobranego z interwału 1393,0–1434,0 m

Results of chemical analysis of gas sampled at 1393,0–1434,0 m interval

Składnik Component	Zawartość w czystym gazie Content in pure gas		
	[% obj.]	[g/nm ³]	
Metan	0,0292	0,210	
Etan	0,0076	0,103	
Eten	0,0003	0,004	
Propan	0,0010	0,020	
Dwutlenek węgla	24,9497	492,906	
Argon	0,0093	0,166	
Hel	0,0040	0,007	
Azot	74,9989	938,011	
Razem Total	100,0000	1431,427	
Uwagi / Remarks			
Gęstość gazu	zanieczyszczonego powietrzem	[g/dm ³]	1,0300
	czystego		1,1060
Zawartość powietrza obliczona z ilości O ₂		[%]	69,8089

Podsumowanie

Zbadane poziomy dewonu wykazują bardzo słabe własności zbiornikowe, choć stwierdzono w ich obrębie wyraźne ślady gazu o wysokiej zawartości węglowodorów. Lepsze własności zbiornikowe wykazują utwory karbonu, z których otrzymano przyływ solanki w ilości 4 m³/h oraz w piaskowcach pogranicza permu i triasu, a także jury środkowej. W profilu otworu stwierdzono wyraźną strefowość hydro-

chemiczną – mineralizacja wód w utworach karbonu wynosi 193 g/dm³ przy wartości wskaźnika rNa/rCl = 0,45, w utworach pogranicza permu i triasu odpowiednio 88 g/dm³ i 0,63, a w kompleksie jurajskim 12 g/dm³ i 0,71. Na podstawie wskaźników hydrochemicznych można stwierdzić, że korzystne warunki dla zachowania się złóż węglowodorów panują w utworach paleozoiku i pogranicza pstrego piaskowca z cechsztynem. Zbiorcze zestawienie wyników opróbowania otworu Maciejowice IG 1 zawiera [tabela 54](#).

Tabela 54

Zestawienie wyników opróbowania

Summary of testing results

L.p. No.	Stratygrafia Stratigraphy Litologia Lithology	Głębokość badanego poziomu Depth [m]	Metoda badania Testing type	Data badania Testing date	Ciśnienie Pressure [at.]	Wielkość i rodzaj przyływu Fluid quantity [m ³]	Wydajność przyływu Discharge [m ³ /h]	Poziom wody w otworze Water table level [m]
1	S-D ₁ piaskowce, mułowce	4204,0–5059,0	próbnik złoża	31.01–2.02.77	–	1,55 płuczka	–	–
2	D ₁ piaskowce, mułowce	4204,0–4415,0	próbnik złoża	14–17.02.77	P _d =80,7	0,87 płuczka	–	–
3	D ₃ wapienie	3882,0–3886,0 3901,0–3906,0	próbnik złoża	24–26.02.77	P _d =31,2	0,22 filtrat	–	–
4	D ₃ wapienie	juw. + 3820,5–3827,5	próbnik złoża	3–7.03.77	P _z =399,0	3,90 filtrat+ solanka	0,16	3340,0
5	C piaskowce, mułowce	3200,0–3228,0	próbnik złoża	19–21.04.77	P _d =34,6	0,24 filtrat	–	–
6	C piaskowce, mułowce	2980,0–2992,0	próbnik złoża	28–30.04.77	P _z =320,0	21,43 solanka	4,0	117,0
7	C piaskowce	2924,0–2957,5	próbnik złoża	5–6.05.77	P _d =313,0	20,7 solanka	4,0	187,0
8	?P/?T piaskowce	1735,0–1760,0	kompresor + łyżka wiertnicza	22–29.05.77	–	solanka	5,1	52,4
9	T ₃ -J ₂ piaskowce	1393,0–1434,0	kompresor + łyżka wiertnicza	4–10.06.77	P _n =2,6	woda mineralna	4,3	+26,0

S – sylur; D – dewon; C – karbon; ?P/?T – ?perm/?trias; J – jura; P_z – ciśnienie złożowe; P_d – ciśnienie dennie; P_n – nadcisnienie

S – Silurian; D – Devonian; C – Carboniferous; ?P/?T – ?Permian/?Triassic; J – Jurassic; P_z – field pressure; P_d – bottom pressure; P_n – overpressure

Anna BECKER

OBJAWY ROPNOŚCI W CZASIE WIERCENIA

Objawy węglowodorów, stwierdzone podczas wiercenia otworu Maciejowice IG 1, zostały podsumowane w dokumentacji wynikowej otworu (Żelichowski i in., 1977). W poniższej tabeli 55, przygotowanej na podstawie danych archiwalnych, zestawiono te interwały, w których obserwowano ślady ropy w rdzeniach lub gaz w płuczce, rezygnując z umieszczania w niej interwałów, gdzie zaobserwowano jedynie podwyższone wskazania metanomierza. Ślady ropy,

obserwowane w wapieniach wizenu i franu, były opisywane jako wycieki/wysięki ropy ze szczelin, mikroszczelin, spękań lub kawern, a także jako „pocenie się” rdzenia ropą. Obserwacje te potwierdzano testem fluorescencji w świetle UV, którego efektem była fluorescencja barwy żółtej we wszystkich zestawionych poniżej fragmentach rdzeni. Silne zgazowanie płuczki gazem palnym na pograniczu dewonu i syluru stwierdzono podczas płukania otworu po 12-dniowej stojce.

Tabela 55

Objawy bituminów w otworze w czasie wiercenia

Bitumen shows in borehole during drilling

System (piętro) System (Stage)	Głębokość [m] Depth	Rodzaj objawów bituminów Kind of bitumen shows
Karbon (wizen)	3474,6–3478,7	ślady ropy w rdzeniu
	3478,7–3497,4	ślady ropy w rdzeniu
Dewon (fran)	3772,0–3790,0	ślady ropy w rdzeniu
	3815,3–3824,0	ślady ropy w rdzeniu
	3862,3–3863,4	ślady ropy w rdzeniu
Dewon–sylur	4204,0–5059,0	zgazowanie płuczki gazem palnym