

WYNIKI OPRÓBOWAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH

OTWÓR WIERTNICZY WOJSZYCE IG 1a

WSTĘP

Opróbowanie otworu wiertniczego Wojszyce IG 1a miało na celu ocenę możliwości zachowania się złóż węglowodorów w utworach piaskowcowych jury środkowej. Do opróbowania wytypowano 4 poziomy zbiornikowe. Opróbowanie przeprowadzono zgodnie z projektem opracowanym przez A. Sokołowskiego i J. Szewczyka. Nadzór nad badaniami sprawował L. Bojarski, zaś specjalistyczny dozór w terenie pełnili M. Prusik, W. Słupczyński i Z. Sowiński.

Opróbowanie w dn. 14–26.05.1988 r. przeprowadził Zespół Opróbowania i Cementowania Przedsiębiorstwa Robót Wiertniczych i Górniczych w Warszawie. Do badań wykorzystano rurowy próbnik złoża typu Halliburton. Analizy chemiczne wód i gazów wykonano w Laboratorium Zakładu Geochemii i Chemii Analitycznej Instytutu Geologicznego.

WYNIKI OPRÓBOWANIA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Opróbowany poziom: 1319,0–1552,0 m – jura środkowa

Wynik:

przyływ wody silnie zmineralizowanej i filtratu płuczki
wydajność 5,8 m³/h

ciśnienie złożowe $P_z = 130,9$ at

Opróbowany poziom był przewiercany przy użyciu płuczki bentonitowej o gęstości 1,15 i viskozycie 78 oraz filtracji 7 i pH = 8. Badano poziom odsłonięty pod butem rur o \varnothing 168,3 mm, ponad stropem korka cementowego (fig. 59).

Badanie przeprowadzono dwukrotnie. Opróbowanie wykonywane 14.05.1988 r. było nieudane z powodu uzyskania nieczytelnego zapisu manometru głębinowego oraz przytkania dyszy próbnika. Opróbowanie powtórzono dzień później. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 168,3 mm na głębokości 1305,0 m. Depresja podczas badań wynosiła 100%. Zastosowano metodę jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 60):

I okres przyływu: ciśnienie 27,15–130,7 at; czas 90 min.

I okres odbudowy: ciśnienie 130,7–130,9 at, czas 40 min.

Efektywny czas przyływu wynosił 64 min. W tym czasie do przewodu wiertniczego ponad próbnikiem dopłynęło 6,235 m³ wody zmineralizowanej z płuczką bez śladów bitumniczności. Wydajność wynosiła 5,8 m³/h, a ciśnienie złożowe 130,9 at. Zwierciadło wody (wyekstrapolowane) znajdowało się na głębokości 128,2 m. Efektywny współczynnik przepuszczalności wynosił 3,06 mD, wartość skin efektu +17,5, a promień zasięgu badania 33 m.

Pobrano próbkę płynu w celu wykonania analizy chemicznej. Próbka była zanieczyszczona substancją organiczną i płuczką wiertniczą (pH = 11,7), co uniemożliwiło prawidłowe rozliczenie na aniony zasadowości ogólnej (60 mval/dm³). Wyniki analizy nie są reprezentatywne i zostały przytoczone wyłącznie ze względów porządkowych (tab. 31).

Po zakończeniu opróbowania badany poziom zlikwidowano do głębokości 1292,0 m korkiem cementowym.

Opróbowany poziom 1225,0–1260,0 m – jura środkowa

Wynik:

brak przyływu

ciśnienie denne $P_d = 103,1$ at

Opróbowany poziom przewiercono, stosując płuczkę bentonitową o następujących parametrach: gęstość 1,13; viskoza 74; filtracja 5,0; pH = 8,0. Badany poziom udostępniono do badań, perforując bezpociskowo dn. 18.05.1988 r. rury o \varnothing 168,3 mm. Gęstość perforacji wynosiła 10 strzałów/ 1 m.

Opróbowanie przeprowadzono w dn. 18–19.05.1988 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 168,3 mm na głębokości 1198,0 m. Depresja opróbowania wynosiła 100%. Zastosowano metodę jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 61):

I okres przyływu: ciśnienie 19,4–19,4 at; czas 30 min.

I okres odbudowy: ciśnienie 19,4–103,1 at; czas 40 min.

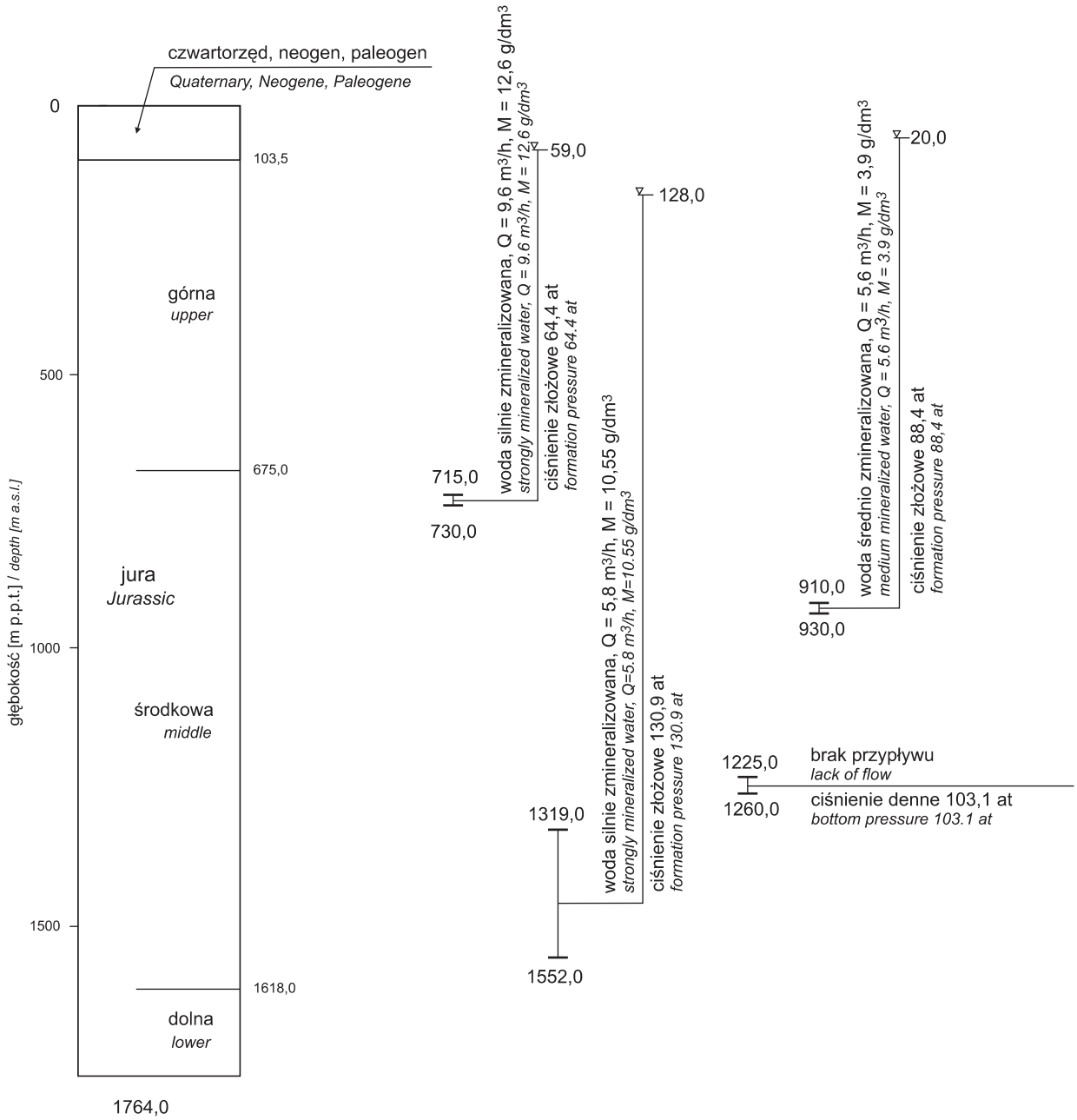


Fig. 59. Schemat opróbowania otworu wiertniczego Wojszyce IG 1a

Testing scheme of the Wojszyce IG 1a borehole

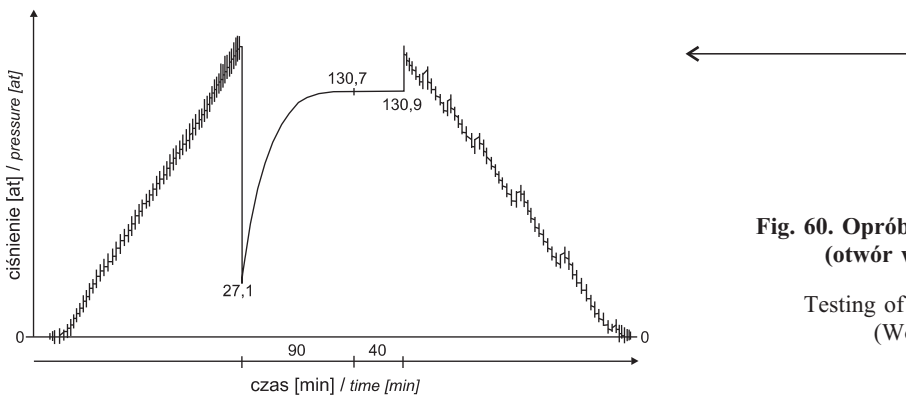


Fig. 60. Opróbowanie poziomu 1319,0–1552,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 1a)

Testing of the 1319.0–1552.0 m interval (Wojszyce IG 1a borehole)

Tabela 31

Skład chemiczny wody pobranej z poziomu 1319,0–1552,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 1a)

Results of chemical analysis of water sampled at 1319,0–1552,0 m interval (Wojszyce IG 1a borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	1450,0	63,1	46,56
K ⁺	139,0	3,55	2,62
Ca ²⁺	1370,0	68,4	50,47
Mg ²⁺	<0,03	0,00247	0,00
Fe ^T	5,17	0,278	0,21
Mn ²⁺	0,01	0,000364	0,00
Li ⁺	0,265	0,0382	0,03
Si ²⁺	6,03	0,138	0,10
Cu ²⁺	<0,01	0,000315	0,00
Pb ²⁺	<0,02	0,000193	0,00
Ni ²⁺	0,34	0,0116	0,01
Zn ²⁺	0,09	0,00275	0,00
Razem	2971	135,5	100,00
Aniony			
Cl ⁻	1000,0	28,2	30,50
HCO ₃ ⁻	1010,0	16,6	17,95
SO ₄ ²⁻	174,0	3,62	3,92
F ⁻	0,9	0,0474	0,05
CO ₃ ²⁻	1320,0	44,0	47,58
Razem	3505	92,5	100,00
Łącznie	6476	–	–

W początkowym okresie przyływu na głowicy obserwowano intensywny wypływ powietrza, który po 5 min całkowicie ustał. Po wyciągnięciu próbnika stwierdzono obecność 0,9 m³ płuczki z przestrzeni podpakerowej wytłoczonej gazami poperforacyjnymi (otwór po perforacji nie był płukany). Na obecność gazów poperforacyjnych wskazuje charakter krzywej okresu odbudowy.

Badany poziom zlikwidowano korkiem cementowym do głębokości 960,0 m.

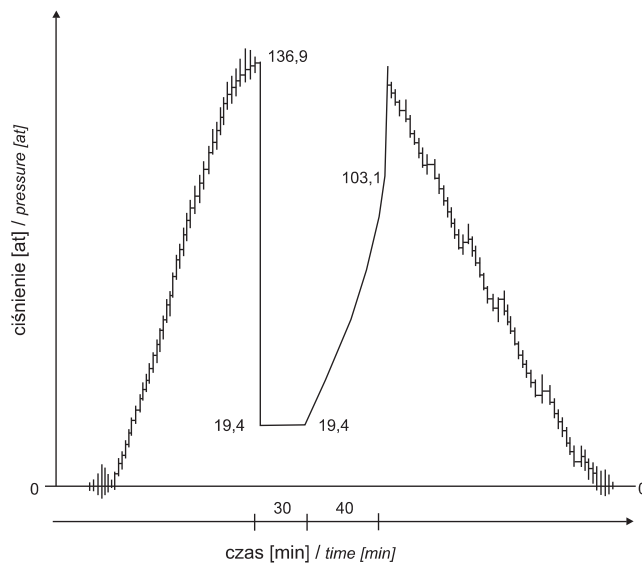


Fig. 61. Opróbowanie poziomu 1225,0–1260,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 1a)

Testing of the 1225.0–1260.0 m interval (Wojszyce IG 1a borehole)

Opróbowany poziom 910,0–930,0 m – jura środkowa
Wynik:

przyływ wody średnio zmineralizowanej
wydajność 5,6 m³/h
ciśnienie złożowe $P_z = 88,4$ at

Opróbowany poziom przewiercono, stosując płuczkę bentonitową o gęstości 1,08, wiskozie 59, filtracji 8,5 i pH = 8,0. Poziom udostępniono w dn. 24.05.1988 r. metodą perforacji bezpociskowej rur o \varnothing 168,3 mm z gęstością 10 strzałów/ 1 m.

Opróbowanie przeprowadzono dn. 25.05.1988 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 168,3 mm na głębokości 889,0 m. Depresja opróbowania wynosiła 100%. Badanie wykonano metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 62):

I okres przyływu: ciśnienie 4,3–88,4 at; czas 90 min

I okres odbudowy: ciśnienie 88,4–88,4 at; czas 60 min

Efektywny czas przyływu wynosił 52 min. Do przewodu wiertniczego napłynęło w tym czasie 4,89 m³ wody słabo zmineralizowanej. Wydajność wyniosła więc 5,6 m³/h. W wodzie nie stwierdzono objawów bitumiczności i zgazowania.

Ustabilizowane zwierciadło wody stwierdzono na głębokości 20 m. Ciśnienie złożowe wynosiło 88,4 at, efektywny współczynnik przepuszczalności 148,3 mD, a wartość skin efektu 2. Promień zasięgu badania wynosił 162 m.

Podczas opróbowania pobrano próbkę wody w celu wykonania analizy chemicznej (tab. 32). Wodę scharakteryzowano jako 0,4% wodę HCO₃–Cl–Na, Fe, J. Sucha pozostałość

Tabela 32

**Skład chemiczny wody pobranej z poziomu 910,0–930,0 m
(otwór wiertniczy Wojszyce IG 1a)**

Results of chemical analysis of water sampled at 910,0–930,0 m interval (Wojszyce IG 1a borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	792,0	34,5	67,38
K ⁺	41,0	1,05	2,05
Ca ²⁺	192,0	9,58	18,71
Mg ²⁺	37,9	3,12	6,09
Fe ^T	49,3	2,65	5,18
Mn ²⁺	1,25	0,0455	0,09
Li ⁺	0,182	0,0262	0,05
Sr ²⁺	2,4	0,0548	0,11
Cu ²⁺	<0,01	0,000315	0,00
Pb ²⁺	<0,02	0,000193	0,00
Ni ²⁺	0,13	0,00443	0,00
Zn ²⁺	5,79	0,177	0,34
Razem	1122	51,2	100,00
Aniony			
Cl ⁻	614,0	17,3	40,56
HCO ₃ ⁻	1450,0	23,8	55,77
SO ₄ ²⁻	68,0	1,42	3,33
F ⁻	0,98	0,0516	0,12
Br ⁻	<1,0	0,0125	0,03
J ⁻	10,0	0,0788	0,19
Razem	2144	42,7	100,00
Łącznie	3266	–	–

wynosiła 3,934 g/dm³, gęstość 1,002 g/cm³, zasadowość ogólna 23,8 mval/dm³ a pH = 6,07. Wartości wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl = 1,99 świadczy o dopływie wód słabiej zmineralizowanych.

Z odgazowania próbki wody uzyskano 49 ml/dm³ gazu ziemnego, gazolinowego. Suma węglowodorów wynosi 42,9% obj., w tym 19,9% obj. metanu (tab. 33).

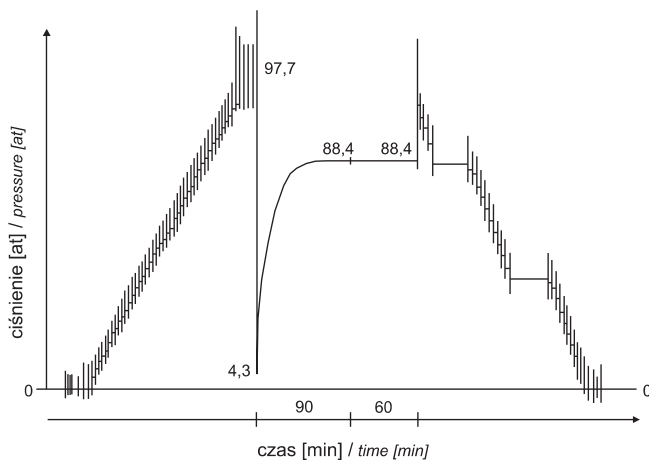
Badany poziom zlikwidowano korkiem cementowym do głębokości 780 m.

Tabela 33

**Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 910,0–930,0 m
(otwór wiertniczy Wojszyce IG 1a)**

Results of chemical analysis of gas sampled at 910,0–930,0 m interval (Wojszyce IG 1a borehole)

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	19,9056	142,7828
C ₂ H ₆	8,7981	10,7951
C ₂ H ₄	1,3929	17,5909
C ₃ H ₈	7,9541	159,0263
C ₃ H ₆	1,6743	31,9573
C ₄ H ₁₀	1,4202	38,0187
C ₄ H ₈	1,7744	94,9091
H ₂	0,5398	7,4403
CO ₂	8,2762	163,5046
Ar	13,1222	55,7000
N ₂	35,1422	439,5234
Razem	100,0000	1161,2485


**Fig. 62. Opróbowanie poziomu 910,0–930,0 m
(otwór wiertniczy Wojszyce IG 1a)**

 Testing of the 910,0–930,0 m interval
(Wojszyce IG 1a borehole)

Opróbowany poziom 715,0–730,0 m – jura środkowa
Wynik:

przyływ wody silnie zmineralizowanej
wydajność 9,6 m³/h
ciśnienie złożowe P_z = 64,4 at

Badany poziom przewiercono przy użyciu płuczki bentonitowej o gęstości 1,09, viskozie 82, filtracji 10,0 i pH = 7,5. Poziom udostępniono do badań dn. 25.05.1988 r. poprzez perforację bezpociskową rury o \varnothing 168,3 mm z gęstością 10 strzałów/ 1 m.

Poziom opróbowano dn. 26.05.1988 r. Uszczelniacz próbniaka zapięto w rurach o \varnothing 168,3 mm na głębokości 686,0 m. Depresja opróbowania wynosiła 100%. Badanie wykonano metodą jednokrotnego odciążenia przyływu (fig. 63):

I okres przyływu: ciśnienie 28,3–64,4 at; czas 60 min

I okres odbudowy: ciśnienie 64,4–64,4 at; czas 40 min

Tabela 34

Skład chemiczny wody pobranej z poziomu 715,0–730,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 1a)

Results of chemical analysis of water sampled at 715,0–730,0 m interval (Wojszyce IG 1a borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	3890,0	169,0	84,34
K ⁺	56,8	1,45	0,72
Ca ²⁺	393,0	19,6	9,77
Mg ²⁺	86,5	7,12	3,55
Fe ^T	56,9	3,06	1,52
Mn ²⁺	1,2	0,0437	0,02
Li ⁺	0,229	0,033	0,02
Sr ²⁺	4,72	0,108	0,05
Cu ²⁺	<0,01	0,000315	0,00
Pb ²⁺	<0,02	0,000193	0,00
Ni ²⁺	0,16	0,00545	0,00
Zn ²⁺	0,41	0,0125	0,01
Razem	4490	200	100,00
Aniony			
Cl ⁻	5 080,0	143,0	80,79
HCO ₃ ⁻	1 790,0	29,4	16,59
SO ₄ ²⁻	217,0	4,52	2,55
F ⁻	1,01	0,0532	0,03
Br ⁻	4,0	0,0501	0,03
J ⁻	4,0	0,0315	0,01
Razem	7 096	177	100,00
Łącznie	11 586	–	–

Efektywny czas przyływu wynosił 22 min. Do przewodu wiertniczego w ciągu tego czasu napłynęło 3,525 m³ wody średnio zmineralizowanej. Wydajność określono na 9,6 m³/h. W wodzie nie stwierdzono objawów bitumiczności i zgazowania. Zwierciadło wody ustabilizowało się na głębokości 50 m. Ciśnienie złożowe wynosiło 64,4 at, efektywny współczynnik przepuszczalności 422 mD, a wartość skin efektu 2,0. Promień zasięgu badania wynosił 217 m.

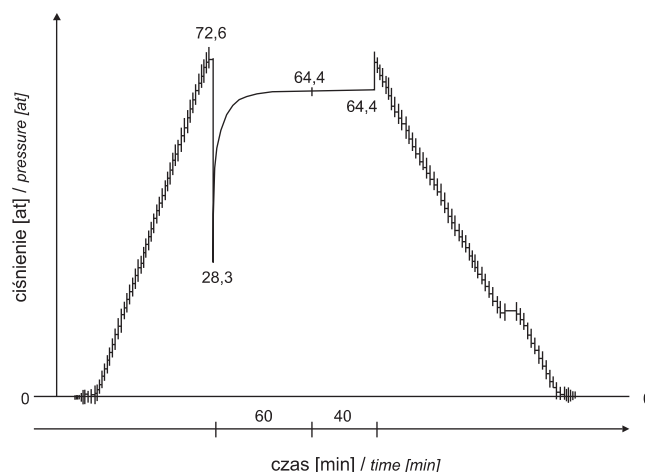


Fig. 63. Opróbowanie poziomu 715,0–730,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 1a)

Testing of the 715,0–730,0 m interval; (Wojszyce IG 1a borehole)

Tabela 35

Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 715,0–730,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 1a)

Results of chemical analysis of gas sampled at 715,0–730,0 m interval (Wojszyce IG 1a borehole)

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	1,3234	9,4927
C ₂ H ₆	0,2893	3,9130
C ₂ H ₄	0,3323	4,1966
C ₃ H ₈	0,1389	2,7770
C ₃ H ₆	0,3795	7,2435
C ₄ H ₁₀	0,0268	0,7174
C ₄ H ₈	0,0292	0,7801
H ₂	0,0454	0,0408
CO ₂	70,6164	1395,0975
Ar	0,4500	8,0280
N ₂	26,3688	329,7945
Razem	100,0000	1762,0811

W trakcie badań pobrano próbkę wody w celu wykonania analizy chemicznej (tab. 34). Wodę scharakteryzowano jako 1,3% wodę Cl–Na, Fe, J. Sucha pozostałość wynosiła 12,614 g/dm³, gęstość 1,008 g/cm³, zasadowość ogólna 29,4 mval/dm³, a pH = 6,15. Wartości wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl = 1,18 świadczy o zachodzącej infiltracji wód słabiej zmineralizowanych, jednak analizowana woda różni się składem od wody występującej w głębszym poziomie. Ma ona wyższą mineralizację niż woda z poziomu 910,0–930,0 m, większy udział jonów chlorkowych i mniejszą wartość wskaźnika rNa/rCl. Woda zawiera również nieco podwyż-

szoną zawartość składników biofilnych – stężenie jodu i bromu wynosi ok. 4 mg/dm³. Wszystko to wskazuje na pewną izolację opróbowanego poziomu od wód wyższych poziomów zbiornikowych.

Z odgazowania próbki wody uzyskano 80,51 ml/dm³ gazu ziemnego składającego się głównie z dwutlenku węgla (70,6% obj.) i azotu (26,4% obj.). Suma węglowodorów wynosi zaledwie 2,5% obj., w tym 1,3% obj. metanu (tab. 35).

Po zakończeniu opróbowania otwór zlikwidowano korkiem cementowym do wierzchu.

OTWÓR WIERTNICZY WOJSZYCE IG 3

WSTĘP

Otwór wiertniczy Wojszyce IG 3 opróbowano w celu określenia możliwości zachowania się złóż węglowodorów w utworach piaskowcowych jury dolnej i środkowej. Do opróbowania wytypowano 2 poziomy zbiornikowe jury dolnej i 5 poziomów zbiornikowych jury środkowej (fig. 64). Najwyższy poziom (552,0–562,5 m) badano podczas prac wiertniczych, pozostałe poziomy po zakończeniu wiercenia. Opróbowania poszczególnych poziomów przeprowadzono rurowym próbnikiem złoża typu Halliburton. Badania przeprowadzono na podstawie projektu prób opracowanego przez L. Bojarskiego i J. Szewczyka. Nadzór nad badaniami sprawował L. Bo-

jarski, zaś specjalistyczny dozór w terenie pełnili W. Słupczanski i Z. Sowiński.

Poziom 552,0–562,5 m opróbowano w dn. 6–7.06.1989 r., pozostałe poziomy od 18.12.1989 r. do 14.01.1990 r. Opróbowania przeprowadziła ekipa Zespołu Opróbowania i Cementowania Przedsiębiorstwa Robót Wiertniczych i Górniczych w Warszawie. Analizy chemiczne wód wykonano w Laboratorium Zakładu Geochemii i Chemii Analitycznej Instytutu Geologicznego w Warszawie, a analizy gazów w Laboratorium Przedsiębiorstwa PNiG w Pile.

WYNIKI OPRÓBOWANIA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Opróbowany poziom 1716,0–1740,0 m – jura dolna

Wynik:

przyływ solanki

wydajność 24,4 m³/h

ciśnienie złożowe $P_z = 175,3$ at

Spód otworu w interwale 1770,0–1935,0 m zlikwidowano korkiem cementowym. Poziom do badań udostępniono, perforując bezpociskowo w dn. 16.12.1989 r. rury o \varnothing 168,3 mm. Badanie przeprowadzono 18.12.1989 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 168,3 mm na głębokości 1705,0 m. Depresja podczas badań wynosiła 100%. Zastosowano metodę jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 65):

I okres przyływu: ciśnienie 150,0–174,4 at; czas 280 min

I okres odbudowy: ciśnienie 174,4–175,3 at; czas 90 min

Efektywny czas przyływu trwał 14 min. W tym czasie do przewodu wiertniczego ponad próbnikiem dopłynęło 5,686 m³. Wydajność wynosiła 24,4 m³/h. Strefa przyodwiertowa nie została podczas wiercenia uszkodzona (wartość skin efekt = +8). Ciśnienie złożowe wyniosło 175,3 at. Zwierciadło wody stwierdzono na głębokości 35 m. Efektywny współczynnik przepuszczalności wyniósł 640 mD, a promień zasięgu badania 150 m. Wyniki opróbowania wskazują na bardzo korzystne właściwości zbiornikowe badanego poziomu.

W trakcie opróbowania pobrano próbkę solanki do analizy chemicznej (tab. 36). Wodę scharakteryzowano jako 5,73% solankę Cl–Na, J. Sucha pozostałość wynosiła 57,34 g/dm³, gęstość 1,04 g/cm³, zasadowość ogólna 5,8 mval/dm³, a pH = 6,96. Wartość wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl = 0,99 świadczy, że solanka nie uległa zmetamorfizowaniu.

Z odgazowania solanki otrzymano próbkę gazu (tab. 37). Jest to gaz azotowy z nieco podwyższoną zawartością metanu.

Po zakończeniu opróbowania poziom zlikwidowano poprzez zapięcie na głębokości 1615,0 m korka aluminiowego.

Opróbowany poziom 1580,0–1590,0 m – jura dolna

Wynik:

przyływ solanki zgazowanej gazem palnym

wydajność 16,4 m³/h

ciśnienie złożowe $P_z = 160,7$ at

Opróbowany poziom udostępniono do badań, perforując bezpociskowo w dn. 3.01.1990 r. rury o \varnothing 168,3 mm. Gęstość perforacji wynosiła 10 strzałów/ 1 m. Badanie przeprowadzono dn. 5.01.1990 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 168,3 mm na głębokości 1562,0 m. Depresja opróbowania wynosiła 100%. Zastosowano metodę jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 66):

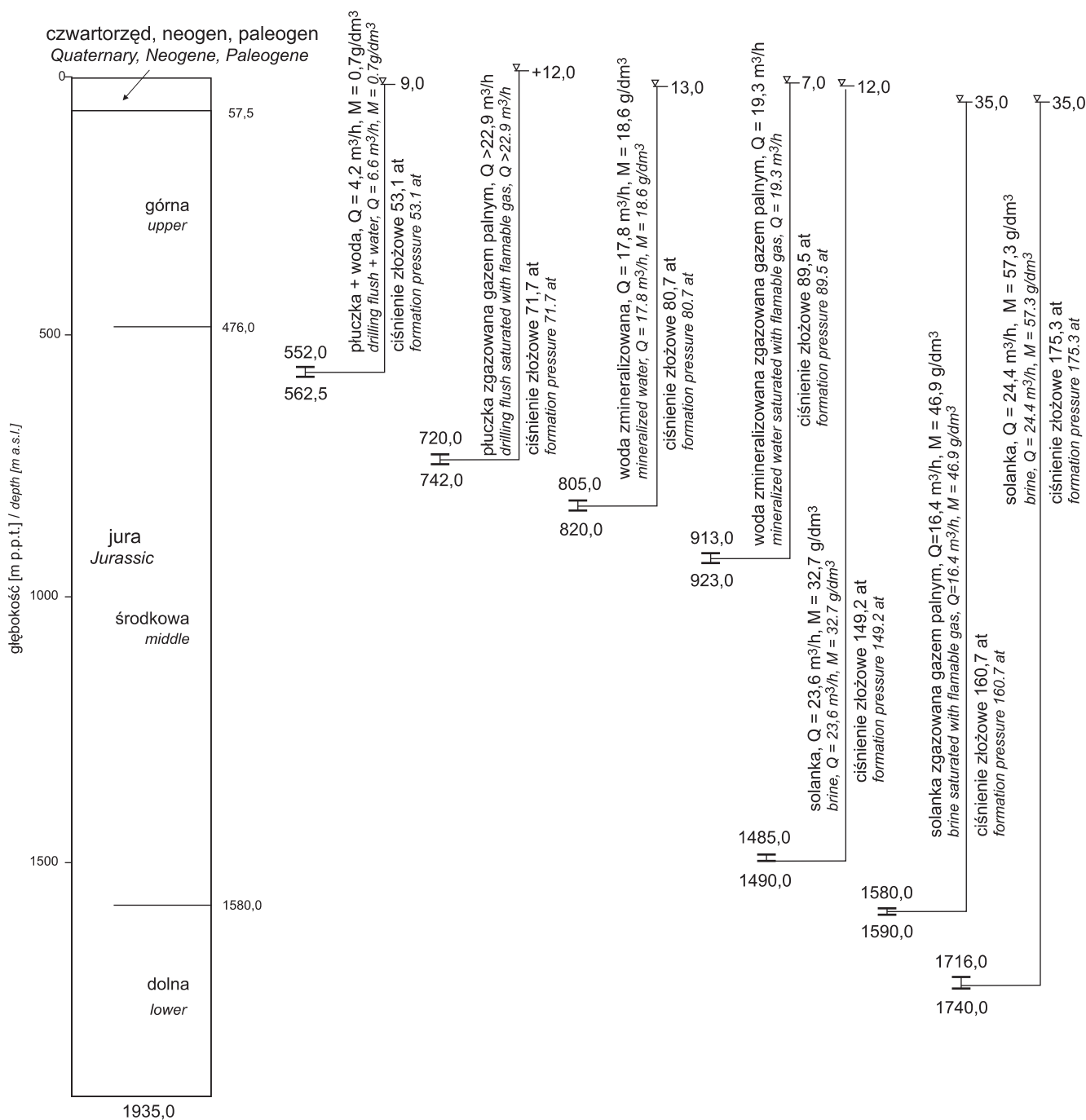


Fig. 64. Schemat opróbowania otworu wiertniczego Wojszyce IG 3

Testing scheme of the Wojszyce IG 3 borehole

I okres przyływu: ciśnienie 144,8–160,1 at; czas 120 min
I okres odbudowy: ciśnienie 160,1–160,7 at; czas 60 min

Efektywny czas przyływu trwał 20 min. Przez ten czas do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło $5,46 \text{ m}^3$ solanki zgazowanej gazem palnym. Wydajność wynosiła $16,4 \text{ m}^3/\text{h}$, a efektywny współczynnik przepuszczalności – 427 mD. Zwierciadło statyczne solanki, jak wynika z ekstrapolacji, powinno znajdować się na głębokości 35 m. Ciśnienie

złożowe ustabilizowało się na wartości 160,7 at. Strefa przyodwiertowa była uszkodzona w niewielkim stopniu (skin efekt = -1,4). Promień zasięgu badania wynosił 147 m. Badany poziom charakteryzuje się dobrymi właściwościami zbiornikowymi.

W badanym poziomie występuje 4,69% solanka Cl–Na, J zgazowana gazem palnym (tab. 38). Sucha pozostałość solanki wynosi $46,91 \text{ g/dm}^3$, gęstość $1,033 \text{ g/cm}^3$, zasadowość ogólna 6 mval/dm^3 , a $\text{pH} = 7,96$. Wartość wskaźnika hydro-

Tabela 36

Skład chemiczny solanki pobranej z poziomu 1716,0–1740,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Results of chemical analysis of brine sampled at 1716.0–1740.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	21900,0	952,0	88,84
K ⁺	229,0	5,86	0,55
Ca ²⁺	1580,0	78,8	7,35
Mg ²⁺	401,0	33,0	3,08
Fe ^T	4,17	0,224	0,02
Mn ²⁺	1,09	0,0397	0,00
Li ⁺	1,62	0,233	0,02
Sr ²⁺	67,1	1,53	0,14
Cu ²⁺	0,07	0,0022	0,00
Zn ²⁺	0,75	0,0229	0,00
Razem	24185	1072	100,00
Aniony			
Cl ⁻	34000,0	959,0	98,55
HCO ₃ ⁻	354,0	5,8	0,60
SO ₄ ²⁻	379,0	7,89	0,81
F ⁻	0,54	0,0284	0,00
Br ⁻	16,4	0,205	0,02
J ⁻	29,0	0,229	0,02
Razem	34779	973	100,00
Łącznie	58964	–	–

Tabela 37

Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 1716,0–1740,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Results of chemical analysis of gas sampled at 1716.0–1740.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

Składnik	Zawartość [% obj.]
CH ₄	5,7999
C ₂ H ₆	0,0976
C ₃ H ₈	0,0308
i-C ₄ H ₁₀	0,0062
n-C ₄ H ₁₀	0,0059
i-C ₅ H ₁₂	0,0122
n-C ₅ H ₁₂	0,0069
C ₆ H ₁₄	0,0000
H ₂	0,0837
CO	0,0000
H ₂ S	0,0000
He	0,0000
N ₂	93,9568
Razem	100,0000

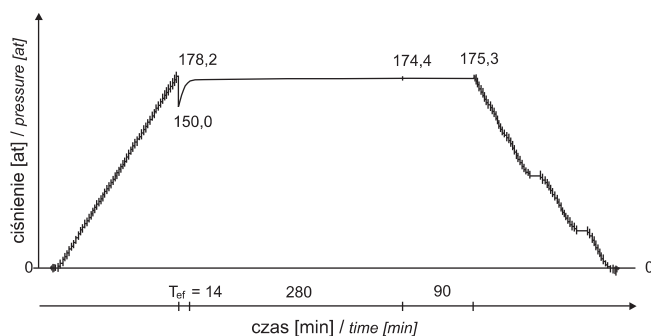


Fig. 65. Opróbowanie poziomu 1716,0–1740,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Testing of the 1716.0–1740.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

chemicznego $r_{Na/rCl} = 0,94$ świadczy, że solanka prawie nie uległa zmetamorfizowaniu.

Gaz określono jako gaz ziemny bezgazolinowo-azotowy (tab. 39). Suma węglowodorów ciężkich wynosi 0,4991% obj. Składniki palne występują w ilości 58,57% obj. Zwraca

uwagę znaczna zawartość wodoru (21,31% obj.). Przypuszczalnie jest to produkt powstały w wyniku fermentacji płuczki wiertniczej.

Badany poziom zlikwidowano korkiem aluminiowym zapiętym na głębokości 1510,0 m.

Tabela 38

Skład chemiczny solanki pobranej z poziomu 1580,0–1590,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Results of chemical analysis of brine sampled at 1580.0–1590.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	16800,0	729,0	88,67
K ⁺	208,0	5,32	0,65
Ca ²⁺	1210,0	60,4	7,35
Mg ²⁺	314,0	25,8	3,14
Fe ^T	0,97	0,0521	0,01
Mn ²⁺	0,66	0,024	0,00
Li ⁺	1,39	0,2	0,02
Sr ²⁺	53,2	1,21	0,15
Cu ²⁺	0,1	0,00315	0,00
Zn ²⁺	1,43	0,0438	0,01
Razem	18590	822	100,00
Aniony			
Cl ⁻	27600,0	779,0	98,35
HCO ₃ ⁻	366,0	6,0	0,76
SO ₄ ²⁻	310,0	6,45	0,81
F ⁻	0,79	0,0416	0,01
Br ⁻	25,0	0,313	0,04
J ⁻	26,0	0,205	0,03
Razem	28328	792	100,00

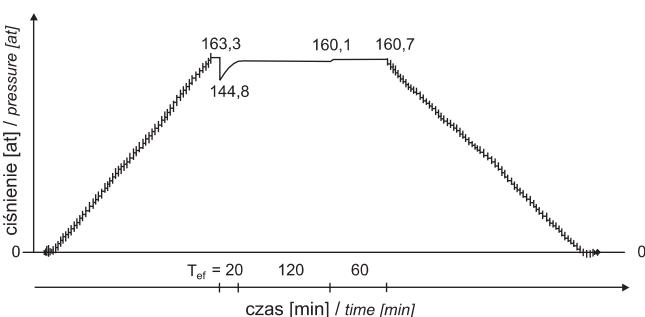


Fig. 66. Opróbowanie poziomu 1580,0–1590,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Testing of the 1580.0–1590.0 m interval
(Wojszyce IG 3 borehole)

Tabela 39

Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 1580,0–1590,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Wojszyce IG 3 borehole. Results of chemical analysis of gas sampled at 1580.0–1590.0 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	35,1263	251,7853
C ₂ H ₆	1,6322	22,1326
C ₃ H ₈	0,4026	8,0669
i-C ₄ H ₁₀	0,0492	1,3127
n-C ₄ H ₁₀	0,0474	1,2812
neo-C ₅ H ₁₂	0,0000	0,0000
C ₅ H ₁₂	0,0000	0,0000
C ₆ H ₁₄	0,0000	0,0000
H ₂	21,3118	19,1380
CO ₂	nie badano	
CO	0,0000	0,0000
H ₂ S	0,0000	0,0000
He	0,0000	0,0000
Ar	nie badano	
N ₂	41,4305	518,0884
Razem	100,0000	821,8051

Opróbowany poziom 1485,0–1490,0 m – jura środkowa

Wynik:

przyływ solanki

wydajność 23,6 m³/h

ciśnienie złożowe P_z = 149,2 at

Badany poziom udostępniono do badań, perforując bezpiskowo w dn. 6.01.1990 r. rury o Ø 168,3 mm. Gęstość perforacji wynosiła 10 strzałów/ 1 m. Opróbowanie przeprowadzono w dn. 9–10.01.1990 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o Ø 168,3 mm na głębokości 1455,7 m. Depresja opróbowania była pełna (100%). Zastosowano metodę jednokrotnego odciążenia przyływu (fig. 67):

I okres przyływu: ciśnienie 135,5–147,6 at; czas 130 min

I okres odbudowy: ciśnienie 147,6–149,2 at; czas 490 min

Okres intensywnego przyływu trwał 13 min, po tym okresie krzywa ciśnienia na wykresie manometru wgłębnego

Tabela 40

Skład chemiczny wody pobranej z poziomu 1485,0–1490,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Results of chemical analysis of water sampled at 1485.0–1490.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	11500,0	502,0	88,85
K ⁺	147,0	3,76	0,67
Ca ²⁺	855,0	42,7	7,55
Mg ²⁺	188,0	15,5	2,74
Fe ^T	0,95	0,051	0,01
Mn ²⁺	0,63	0,0229	0,00
Li ⁺	1,06	0,153	0,03
Sr ²⁺	36,9	0,842	0,15
Cu ²⁺	0,04	0,00126	0,00
Zn ²⁺	0,6	0,0185	0,00
Razem	12730	565	100,00
Aniony			
Cl ⁻	18200,0	513,0	98,25
HCO ₃ ⁻	244,0	4,0	0,77
SO ₄ ²⁻	225,0	4,68	0,90
F ⁻	0,45	0,0237	0,00
Br ⁻	19,8	0,248	0,05
J ⁻	19,4	0,153	0,03
Razem	18709	522	100,00
Łącznie	31439	–	–

przybrała kształt poziomy. W tym czasie do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 5,116 m³ solanki. Średnia wydajność wynosiła więc 23,6 m³/h. Promień zasięgu badania był bardzo duży – aż 286 m. Efekt skin o wartości -0,14 nie wskazuje na uszkodzenie strefy przyodwiertowej. Efektywny współczynnik przepuszczalności poziomu określono na 2483 mD. Wartości wymienionych parametrów wskazują na bardzo dużą przepuszczalność badanego poziomu i na jego korzystne właściwości zbiornikowe. Zwierciadło statyczne solanki (wyekstrapolowane) powinno znajdować się na głęb. 12 m. Ciśnienie złożowe wynosi 149,2 at.

Tabela 41

Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 1485,0–1490,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Results of chemical analysis of gas sampled at 1485.0–1490.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

Składnik	Zawartość [% obj.]
CH ₄	3,3362
C ₂ H ₆	0,0738
C ₃ H ₈	0,0200
i-C ₄ H ₁₀	0,0072
n-C ₄ H ₁₀	0,0105
C ₅ H ₁₂	0,0000
C ₆ H ₁₄	0,0000
H ₂	3,8266
CO	0,0000
H ₂ S	0,0000
He	śl.
N ₂	92,7257
Razem	100,0000

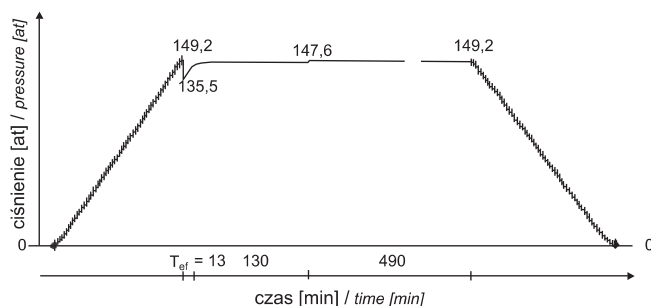


Fig. 67. Opróbowanie poziomu 1485,0–1490,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Testing of 1485.0–1490.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

W trakcie badań pobrano próbkę wody w celu wykonania analizy chemicznej (tab. 40). Wodę scharakteryzowano jako 3,27% wodę Cl–Na, J. Sucha pozostałość wynosiła 32,69 g/dm³, gęstość 1,023 g/cm³, zasadowość ogólna 4 mval/dm³, a pH = 6,75. Wartości wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl = 0,98 świadczy, że woda nie uległa zmetamorfizowaniu.

Z odgazowania próbki wody uzyskano gaz ziemny azotowy. Suma węglowodorów wynosi zaledwie 3,45% obj., w tym 3,34% obj. metanu (tab. 41).

Badany poziom zlikwidowano korkiem aluminiowym zamkniętym w rurach o Ø 168,3 mm na głębokości 970,0 m.

Opróbowany poziom 913,0–923,0 m – jura środkowa

Wynik:

przyływ wody zmineralizowanej

wydajność 19,3 m³/hciśnienie złożowe P_z = 89,5 at

Opróbowano poziom odsłonięty poprzez wykonaną w dn. 10.01.1990 r. perforację bezpociskową rur o Ø 168,3 mm

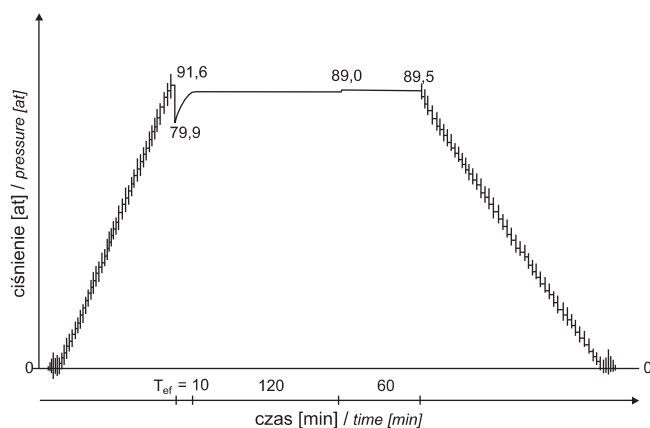


Fig. 68. Opróbowanie poziomu 913,0–923,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Testing of the 913.0–923.0 m interval
(Wojszyce IG 3 borehole)

Tabela 42

Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 913,0–923,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Results of chemical analysis of gas sampled at 913.0–923.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

Składnik	Zawartość [% obj.]
CH ⁴	30,6277
C ₂ H ₆	0,6854
C ₃ H ₈	0,4074
i-C ₄ H ₁₀	0,1351
n-C ₄ H ₁₀	0,1777
C ₅ H ₁₂	0,0000
C ₆ H ₁₄	0,0000
H ₂	1,0427
CO	0,0000
H ₂ S	śl.
He	śl.
N ₂	66,9240
Razem	100,0000

z gęstością 10 strzałów/ 1 m. Opróbowanie przeprowadzono dn. 11.01.1990 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o Ø 168,3 mm na głębokości 890,0 m. Zalewki nie zastosowano – depresja wynosiła 100%. Badanie wykonano metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 68):

I okres przyływu: ciśnienie 79,9–89,0 at; czas 120 min

I okres odbudowy: ciśnienie 89,0–89,5 at; czas 60 min

Efektywny przyływ uwidaczniający się silnym wypływem powietrza na głowicy trwał 10 min. W tym czasie do przewodu wiertniczego nad próbnikiem napłynęło 3,22 m³ wody. Wydajność wyniosła więc 19,3 m³/h. Efektywny współczynnik przepuszczalności jest wysoki i wynosi 1014 mD. Wyekstrapolowane ustabilizowane zwierciadło wody powinno znajdować się na głębokości 7 m. Ciśnienie złożowe wynosiło 89,5 at. Strefa przyodwiertowa jest nieznacznie uszkodzona – wartość skin efektu wynosi –4,0. Promień zasięgu badania wynosił 161 m. Opróbowany poziom charakteryzuje się korzystnymi właściwościami zbiornikowymi i znaczną przepuszczalnością.

Pobrana próbka wody była zanieczyszczona płuczką wiertniczą, w związku z czym wyniki analizy chemicznej są niewiarygodne.

Wykonano analizę chemiczną gazu uzyskanego z odgazowania wody (tab. 42). Jest to gaz azotowy. Suma węglowodorów wynosi 32,03% obj. (w tym metanu 30,63% obj.). Suma składników palnych wynosi 33,08% obj.

Badany poziom zlikwidowano korkiem aluminiowym założonym na głębokości 840,0 m.

Opróbowany poziom 805,0–820,0 m – jura środkowa

Wynik:

przyływ wody silnie zmineralizowanej zgazowanej gazem palnym

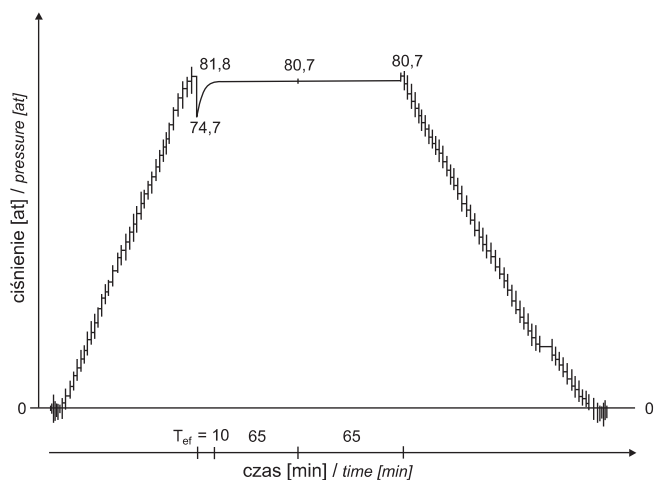
wydajność 17,8 m³/hciśnienie złożowe P_z = 80,7 at

Fig. 69. Opróbowanie poziomu 805,0–820,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Testing of the 805.0–820.0 m interval
(Wojszyce IG 3 borehole)

Poziom udostępniono do badań, wykonując w dn. 13.01.1990 r. perforację bezpociskową rur o \varnothing 168,3 mm z gęstością 10 strzałów/ 1 m. Opróbowanie przeprowadzono 13.01.1990 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 168,3 mm na głębokości 782,0 m. Podczas badań wytworzono całkowitą depresję (100%). Zastosowano metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 69):

I okres przyływu: ciśnienie 74,7–80,7 at; czas 65 min

I okres odbudowy: ciśnienie 80,7–80,7 at; czas 65 min

Efektywny czas przyływu trwał 10 min, w tym czasie do przewodu wiertniczego nad próbnikiem napłynęło 2,97 m³ wody zgazowanej gazem palnym. Wydajność określono na 17,8 m³/h. Zwierciadło wody ustabilizowało się na głębokości

Tabela 43

Skład chemiczny wody pobranej z poziomu 805,0–820,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Results of chemical analysis of water sampled at 805.0–820.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	6370,0	277,0	88,24
K ⁺	146,0	3,73	1,19
Ca ²⁺	654,0	32,6	10,39
Mg ²⁺	0,52	0,0428	0,01
Fe ^T	1,25	0,0671	0,02
Mn ²⁺	0,02	0,000728	0,00
Li ⁺	0,468	0,0674	0,02
Sr ²⁺	15,4	0,0352	0,11
Cu ²⁺	1,97	0,062	0,02
Zn ²⁺	0,06	0,00184	0,00
Razem	7190	314	100,00
Aniony			
Cl ⁻	9850,0	278,0	94,49
HCO ₃ ⁻	110,0	1,8	0,61
SO ₄ ²⁻	225,0	4,68	1,59
F ⁻	0,33	0,0174	0,01
Br ⁻	10,0	0,125	0,04
J ⁻	<1,0	0,00788	0,00
CO ₃ ²⁻	288,0	9,6	3,26
Razem	10487	294	100,00
Łącznie	17677	–	–

13 m. Ciśnienie złożowe wynosiło 80,7 at, efektywny współczynnik przepuszczalności 623 mD, a wartość skin efektu –3,45. Wartość wskaźnika skin wskazuje na nieznaczne uszkodzenie strefy przyodwiertowej. Promień zasięgu badania wynosił 126 m. Znaczna wydajność, właściwości subartezyjskie, szybki wzrost krzywej ciśnienia podczas przyływu, jak również wartość współczynnika przepuszczalności świadczą o korzystnych warunkach zbiornikowych opróbowanego poziomu.

W wyniku opróbowania w badanym poziomie stwierdzono występowanie wód silnie zmineralizowanych, zgazowanych gazem palnym. Wodę scharakteryzowano jako 1,86% wodę Cl–Na (tab. 43). Sucha pozostałość wynosi 18,616 g/dm³, gęstość 1,013 g/cm³, zasadowość ogólna 14 mval/dm³, a pH = 10,4. Wartości wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl = 1,00 i wskazuje na dopływ do badanego poziomu wód słabiej zmineralizowanych.

Podczas opróbowania pobrano na głowicy próbkę wolnego gazu palnego. Jest to gaz ziemny, bezgazolinowo-azotowy (tab. 44).

Badany poziom zlikwidowano korkiem aluminiowym założonym na głębokości 770,0 m.

Tabela 44

Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 805,0–820,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Results of chemical analysis of gas sampled at 805.0–820.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	5,7809	41,4375
C ₂ H ₆	0,1602	2,1723
C ₃ H ₈	0,0249	0,4989
i-C ₄ H ₁₀	0,0024	0,0640
n-C ₄ H ₁₀	0,0034	0,0919
neo-C ₅ H ₁₂	0,0000	0,0000
i-C ₅ H ₁₂	0,0000	0,0000
n-C ₅ H ₁₂	0,0000	0,0000
C ₆ H ₁₄	0,0000	0,0000
H ₂	0,1077	0,0967
CO ₂	nie badano	
CO	0,0000	0,0000
H ₂ S	0,0000	0,0000
He	0,0000	0,0000
Ar	nie badano	
N ₂	93,9205	1174,4758
Razem	100,0000	1218,8371

Opróbowany poziom 720,0–742,0 m – jura środkowa

Wynik:

przyływ płuczki zgazowanej gazem palnym

wydajność 22,9 m³/hciśnienie złożowe $P_z = 71,7$ at

Badano poziom został odsłonięty poprzez wykonaną w dn. 14.01.1990 r. perforację bezpociskową rur o \varnothing 168,3 mm. Tego samego dnia przeprowadzono opróbowanie. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 168,3 mm na głębokości 700,7 m. Badanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odciążenia przyływu przy całkowitej depresji (fig. 70):

I okres przyływu: ciśnienie 16,3–23,0 at; czas 157 min

II okres odbudowy: ciśnienie 23,0–71,7 at; czas 60 min

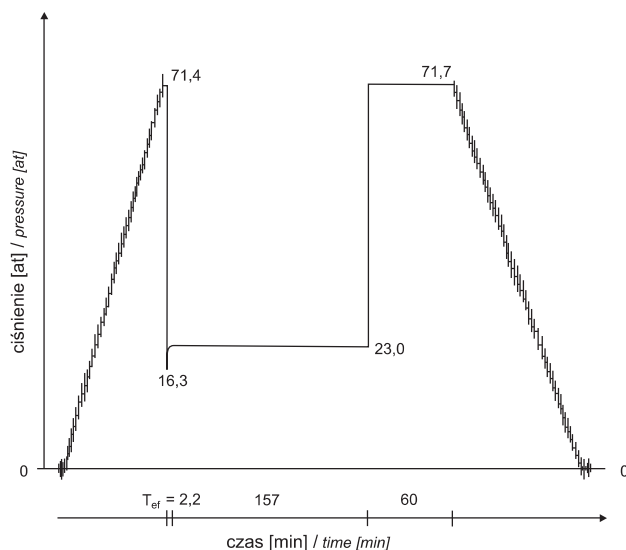
Dopływ do próbnika trwał tylko 2,2 min. Do przewodu wiertniczego dopłynęło 0,84 m³ płuczki zgazowanej gazem palnym. Przerwa w dopływie nastąpiła przypuszczalnie wskutek zapelnienia przestrzeni pod uszczelniaczem fazą stałą spoza perforacji. Zwierciadło płynu podniosło się do głębokości 212 m. W wyniku interpretacji wyników opróbowania wyekstrapolowano, że zwierciadło statyczne wody powinno się znajdować na głęb. 12 m ponad terenem. W otworze nastąpiłby więc samowypływ. Wydajność stwierdzona opróbowaniem wynosi co najmniej 22,9 m³/h, a ciśnienie złożowe 71,7 at. Efektywny współczynnik przepuszczalności wynosił 547 mD, wartość skin efektu +53, a promień zasięgu badania 55 m. Do obliczeń parametrów złożowych wykorzystano czas swobodnego, niezniekształconego, dopływu trwającego 2,2 min. Właściwości zbiornikowe badanego poziomu ocenia się jako korzystne.

Do przewodu wiertniczego napłynęła płuczka wiertnicza silnie zgazowana gazem palnym. Gaz scharakteryzowano

Tabela 45**Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 720,0–742,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)**

Results of chemical analysis of gas sampled at 720,0–742,0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	34,3967	246,5555
C ₂ H ₆	1,1273	15,2862
C ₃ H ₈	0,1675	3,3562
i-C ₄ H ₁₀	0,0285	0,7604
n-C ₄ H ₁₀	0,0348	0,9406
neo-C ₅ H ₁₂	0,0000	0,0000
i-C ₅ H ₁₂	0,0000	0,0000
n-C ₅ H ₁₂	0,0000	0,0000
C ₆ H ₁₄	0,0000	0,0000
H ₂	19,3129	17,3430
CO ₂	nie badano	
CO	0,0000	0,0000
H ₂ S	0,0000	0,0000
He	0,0000	0,0000
Ar	nie badano	
N ₂	44,9323	561,8784
Razem	100,0000	846,1203

**Fig. 70. Opróbowanie poziomu 720,0–742,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)**

Testing of the 720.0–742.0 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

jako ziemny, bezgazolinowo-azotowy (tab. 45). Metan występuje w ilości 34,4% obj., zaś składniki palne w ilości 55,01% obj., z tym, że wodór częściowo mógł powstać w wyniku fermentacji płuczki.

Po zakończeniu opróbowania otwór zlikwidowano do wierzchu korkami cementowymi założonymi na głębokości 660,0–770,0 i 0,0–100,0 m.

Opróbowany poziom 552,0–562,5 m – jura środkowa

Wynik:

przyływ płuczki z wodą

wydajność 4,2 m³/hciśnienie złożowe $P_z = 53,1$ at

Jest to jedyny poziom opróbowany w trakcie prac wiertniczych. Pozostałe opisane wyżej poziomy były badane po zakończeniu wiercenia w kolejności od najgłębszych do naj płytszych.

Głębokość otworu podczas badań wynosiła 562,5 m. But rur o \varnothing 244,5 mm znajdował się na głębokości 552,0 m.

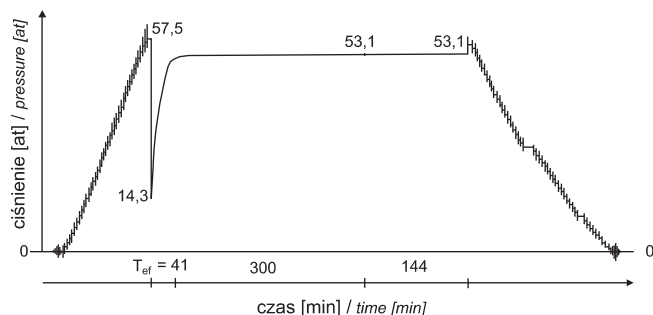


Fig. 71. Opróbowanie poziomu 552,0–562,5 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Testing of the 552.0–562.5 m interval (Wojszyce IG 3 borehole.)

Opróbowanie przeprowadzono w dn. 6–7.06.1989 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 244,5 mm na głębokości 535,0 m. Badano poziom zbiornikowy odsłonięty pomiędzy butem rur o \varnothing 244,5 mm a dnem otworu. Zastosowano pełną depresję (100%). Badanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 71):

I okres przyływu: ciśnienie 14,3–53,1 at; czas 300 min
I okres odbudowy: ciśnienie 53,1–53,1 at; czas 144 min

W czasie efektywnego przyływu trwającego 41 min do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 2,906 m³ płuczki i wody. Średnią wydajność określono na 4,2 m³/h. Strefa przyodwiertowa została podczas wiercenia uszkodzona, na co wskazuje wartość skin efektu wynosząca –4,37. Uszkodzenie strefy przyodwiertowej wpłynęło na zniżenie średniej wydajności. Zwierciadło swobodne wody powinno, według ekstrapolacji, znajdować się na głęb. 9 m. Ciśnienie złożowe wynosiło 53,1 at, a promień zasięgu badania – 240 m. Badany poziom zbiornikowy odznacza się dość dobrą przepuszczalnością, jednak przepuszczalność określona opróbowaniem jest w znacznym stopniu zaniżona z powodu uszkodzenia strefy przyodwiertowej.

Podczas opróbowania pobrano próbkę wody w celu określenia jej składu chemicznego. Wodę scharakteryzowano jako 0,07% wodę Cl–HCO₃–Na, J (tab. 46). Gęstość wody wynosiła 1,001 g/cm³, sucha pozostałość 0,718 g/dm³, zasadowość ogólna 6,6 mval/dm³, a pH = 9,02. Wartość wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl = 2,17 wskazuje na intensywną wymianę z powierzchniowymi wodami słodkimi.

Tabela 46

Skład chemiczny wody pobranej z poziomu 552,0–562,5 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 3)

Results of chemical analysis of water sampled at 552.0–562.5 m interval (Wojszyce IG 3 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	242,0	10,5	90,47
K ⁺	12,1	0,309	2,66
Ca ²⁺	3,69	0,134	3,73
Mg ²⁺	3,43	0,292	2,42
Fe ^T	1,05	0,0564	0,48
Mn ²⁺	<0,01	0,000364	0,00
Li ⁺	0,034	0,0049	0,04
Si ²⁺	0,12	0,00274	0,02
Cu ²⁺	<0,01	0,000315	0,00
Pb ²⁺	<0,02	0,000193	0,00
Ni ²⁺	<0,02	0,000681	0,01
Zn ²⁺	0,64	0,0196	0,17
Cr ⁴⁺	<0,01	0,000192	0,00
Razem	263	11,3	100,00
Aniony			
Cl ⁻	172,0	4,85	40,16
HCO ₃ ⁻	281,0	4,61	38,13
SO ₄ ²⁻	22,0	0,458	3,79
F ⁻	0,26	0,0137	0,11
Br ⁻	4,7	0,0588	0,49
J ⁻	11,6	0,0914	0,76
CO ₃ ²⁻	60,0	2,0	16,56
Razem	552	12,1	100,00
Łącznie	815	–	–

OTWÓR WIERTNICZY WOJSZYCE IG 4

WSTĘP

Otwór badawczy Wojszyce IG 4 wykonano w celu wyjaśnienia perspektyw ropo- i gazonośności w utworach mezozoicznych. Opróbowano utwory dolnej i środkowej jury (fig. 72). Badania wykonano po zakończeniu wiercenia przy

użyciu rurowych próbników złoża typu Halliburton. Opróbowanie przeprowadzono zgodnie z projektem opracowanym przez L. Bojarskiego i J. Szewczyka. Nadzór nad badaniami sprawował L. Bojarski, zaś specjalistyczny dozór w terenie

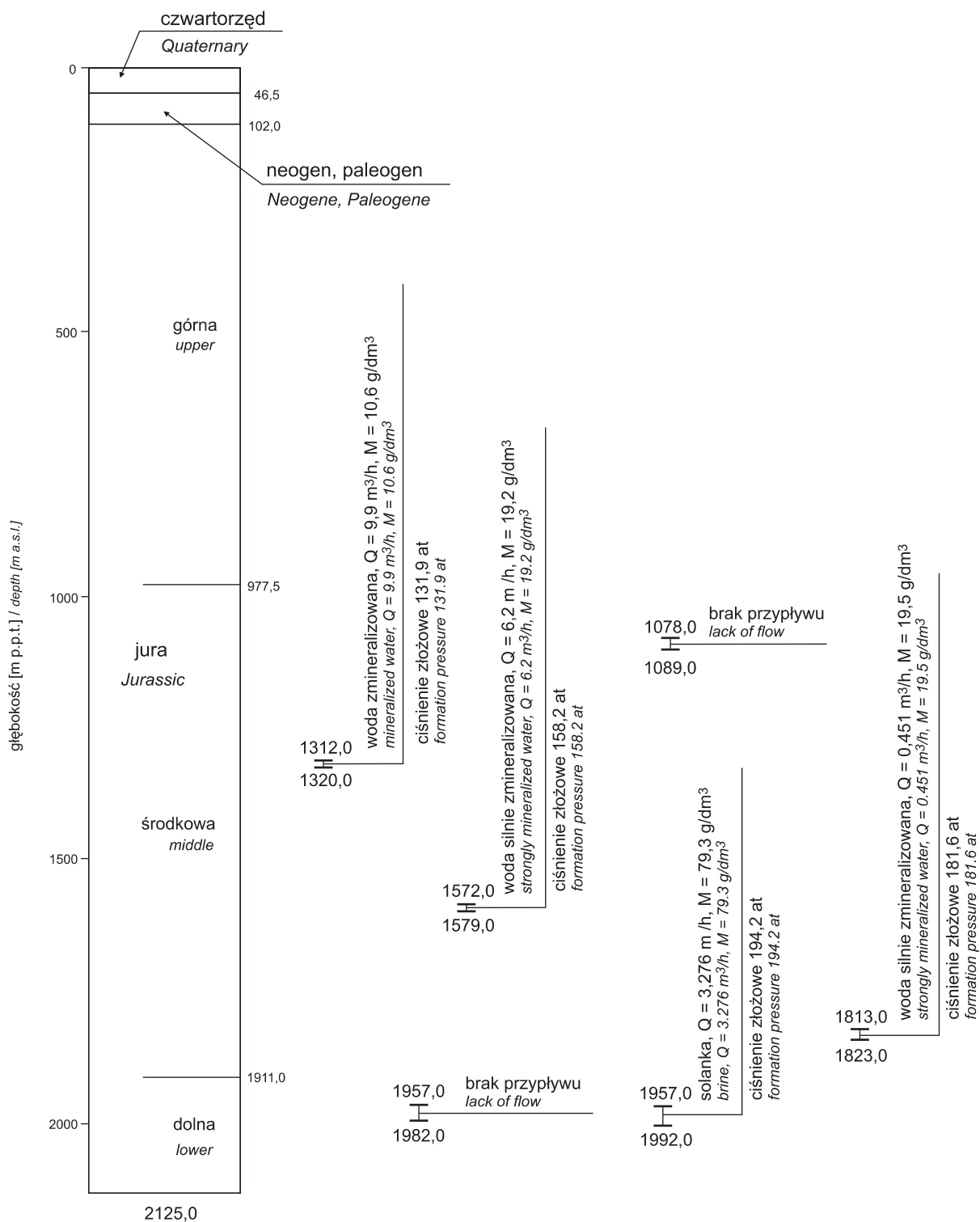


Fig. 72. Schemat opróbowania otworu wiertniczego Wojszyce IG 4

Testing scheme of the Wojszyce IG 4 borehole

pełnił Z. Sowiński. Opróbowanie rozpoczęto dn. 20.03.1989 r., a zakończono 8.04.1989 r. Opróbowania przeprowadziła ekipa Zespołu Opróbowania i Cementowań Przedsiębiorstwa

Robót Wiertniczych i Górniczych w Warszawie. Analizy chemiczne wód i gazów wykonano w Laboratorium Zakładu Geochemii i Chemii Analitycznej Instytutu Geologicznego.

WYNIKI OPRÓBOWANIA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Opróbowany poziom 1957,0–1992,0 m – jura dolna

Wynik:

przyływ solanki

wydajność 3,276 m³/hciśnienie złożowe $P_z = 194,2$ at

Poziom udostępniono do badań, perforując w dn. 19.03.1989 r. rury o \varnothing 114,3 mm na głęb. 1957,0–1982,0 m. Przeprowadzone w dn. 20.03.1989 r. badanie rurowym próbnikiem złoża wykazało całkowity brak przyływu. Przyczyną braku przyływu był najprawdopodobniej błędny pomiar kabla geofizycznego przy wyznaczaniu poziomu przewidzianego do perforacji.

W dn. 21.03.1989 r. wykonano dodatkową perforację rur o \varnothing 114,3 mm na głębokości 1972,0–1992,0 m. Powtórne opróbowanie przeprowadzono w dn. 22–23.03.1989 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 114,3 mm na głębokości 1943,0 m. Zalewki nie zastosowano, depresja opróbowania wynosiła 100%. Zabieg przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 73):

I okres przyływu: ciśnienie 13,9–194,2 at; czas 375 min

I okres odbudowy: ciśnienie 194,2–194,2 at; czas 240 min

Efektywny czas przyływu wyniósł 76 min. W tym czasie do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 4150 dm³ solanki. Średnia wydajność wyniosła 3,276 m³/h. Wydajność potencjalna, określona z szybkości wzniosu lustra płynu w przewodzie, wynosi 60 m³/h. Wydajność potencjalna wyliczona na podstawie metody Hornera wynosi natomiast 95 m³/h. Bardziej zbliżona do rzeczywistości jest wartość określona wzorami Hornera, ponieważ przy dużych przyływach określenie wydajności z szybkości podnoszenia się lustra płynu może być obarczone dużym błędem. Zwierciadło statyczne solanki znajduje się na głęb. 75 m. Ciśnienie

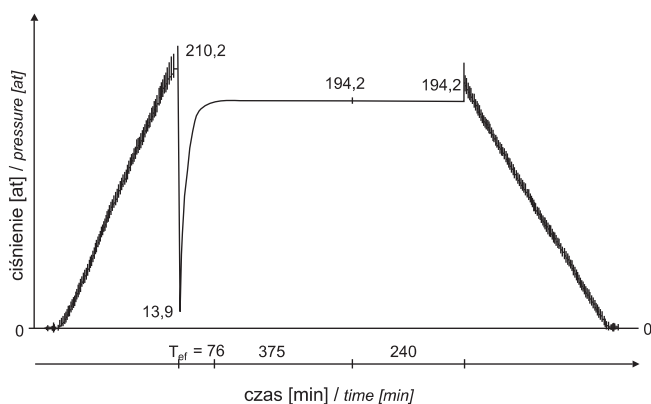


Fig. 73. Opróbowanie poziomu 1957,0–1992,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)

Testing of 1957.0–1992.0 m interval
(Wojszyce IG 4 borehole.)

złożowe ustabilizowało się na wartości 194,2 at. Efektywny współczynnik przepuszczalności wynosi 68 mD. Wartość skin efektu $-0,3$, a promień zasięgu badania 180 m.

Opróbowany poziom charakteryzuje się korzystnymi właściwościami zbiornikowymi, o czym świadczy znaczny przyływ i duża wydajność potencjalna, szeroki zasięg badania oraz kształt krzywej stabilizacji ciśnienia złożowego.

Podczas badania pobrano próbkę solanki w celu wykonania oznaczeń chemicznych. Ciężar właściwy solanki wynosi 1,054 g/cm³, sucha pozostałość 79,307 g/dm³, pH = 7,14, a zasadowość ogólna 9,2 mval/dm³. Solankę scharakteryzowano jako 7,9% wodę Cl–Na, J, Fe (tab. 47). Wartości wskaź-

Tabela 47

Skład chemiczny solanki pobranej z poziomu 1957,0–1992,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)

Results of chemical analysis of brine sampled at 1957.0–1992.0 m interval (Wojszyce IG 4 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	31200,0	1360,0	89,61
K ⁺	292,0	7,47	0,49
Ca ²⁺	2080,0	104,0	6,85
Mg ²⁺	522,0	42,9	2,84
Fe ^T	10,3	0,553	0,04
Mn ²⁺	1,88	0,0684	0,00
Li ⁺	2,41	0,347	0,02
Sr ²⁺	96,6	2,2	0,15
Cu ²⁺	0,16	0,00504	0,00
Pb ²⁺	0,47	0,00454	0,00
Ni ²⁺	<0,3	0,0102	0,00
Zn ²⁺	1,72	0,0526	0,00
Razem	34207,84	1517,61078	100,00
Aniony			
Cl ⁻	46500,0	1310,0	98,45
HCO ₃ ⁻	561,0	9,19	0,69
SO ₄ ²⁻	500,0	10,4	0,78
F ⁻	0,67	0,0353	0,00
Br ⁻	75,0	0,939	0,07
J ⁻	8,9	0,0701	0,01
Razem	47645,57	1330,6344	100,00
Łącznie	81853,41	–	–

Tabela 48

Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 1957,0–1992,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)

Results of chemical analysis of gas sampled at 1957.0–1992.0 m interval (Wojszyce IG 4 borehole)

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	6,8725	49,2964
C ₂ H ₆	3,0088	40,2970
C ₂ H ₄	2,0605	26,0220
C ₃ H ₈	2,6498	52,9774
C ₃ H ₆	1,1422	21,8011
C ₄ H ₁₀	0,3198	8,5610
C ₄ H ₈	0,1254	3,3504
H ₂	0,3229	0,2902
CO ₂	0,0253	0,4998
He	0,7338	1,3208
Ar	0,5911	10,5452
N ₂	82,1479	1027,4238
Razem	100,0000	1242,3851

ników hydrochemicznych wynoszą: $rNa/rCl = 1,03$; $rSO_4 \times 100/rCl = 0,794$; $Cl/Br = 620$.

Solanka była zgazowana gazem w ilości 97,72 ml/dm³ (tab. 48). Węglowodory występują w gazie w ilości 16,1790% obj. Suma składników palnych wynosi 16,5019% obj.

Opróbowany poziom zlikwidowano korkiem mechanicznym typu BOA na głębokości 1850,0 m.

Opróbowany poziom 1813,0–1823,0 m – jura środkowa (spag)

Wynik:

przyływ wody silnie zmineralizowanej
wydajność 0,451 m³/h
ciśnienie złożowe $P_z = 181,56$ at

Przeznaczony do badań poziom odslonięto, perforując bezpiskowo w dn. 29.03.1989 r. rury o $\varnothing 114,3$ mm w przełocie 1813,0–1823,0 m. Badany poziom przewiercano w dn. 15–17.01.1989 r., stosując płuczkę bentonitową o ciężarze właściwym 1,20, filtracji 10 i pH = 9.

Opróbowanie wykonano w dn. 30–31.03.1989 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o $\varnothing 114,3$ mm na głębokości 1802,0 m. Zastosowana depresja opróbowania wynosiła

100%. Zabieg przeprowadzono metodą jednokrotnego odciążenia przyływu (fig. 74):

I okres przyływu: ciśnienie 4,7–156,4 at; czas 425 min

I okres odbudowy: ciśnienie 156,4–181,6 at; czas 180 min

W trakcie okresu przyływu do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 3197 dm³ wody. Średni przyływ wyniósł 0,451 m³/h. Wydajność potencjalna wyliczona wynosi 1,26 m³/h, a określona z szybkości podnoszenia się lustra wody w przewodzie wiertniczym – 0,645 m³/h. Zwierciadło statyczne wody znajduje się na głęb. ok. 21 m. Ciśnienie złożowe ustaliło się na wartości 181,56 at. Efektywny współczynnik przepuszczalności wynosi 23,6 mD, wskaźnik wydajności $WW = 0,1667$ m³/24h/1 at, skin efekt +60, a promień zasięgu badania 250 m. Podane wartości parametrów złożowych wskazują, że opróbowany poziom charakteryzuje się korzystnymi warunkami zbiornikowymi.

Podczas badań pobrano próbkę wody w celu wykonania analizy chemicznej (tab. 49). Ciężar właściwy wody wyniósł 1,013 g/cm³, sucha pozostałość 19,534 g/cm³, pH = 7,94, a zasadowość ogólna 32 mval/dm³. Wodę scharakteryzowano jako 1,95% wodę silnie zmineralizowaną Cl–Na, F, J. Wartości wskaźników hydrochemicznych wynoszą: $rNa/rCl = 1,3$; $rSO_4 \times 100/rCl = 1,61$; $Cl/Br = 7770$.

Woda była zgazowana w ilości 108,73 ml/dm³. Z odgazowania wody uzyskano próbkę gazu do badań chemicznych (tab. 50). Węglowodory występują w gazie w ilości 10,2756% obj.

Badany poziom zlikwidowano korkiem mechanicznym BOA założonym na głębokości 1610,0 m.

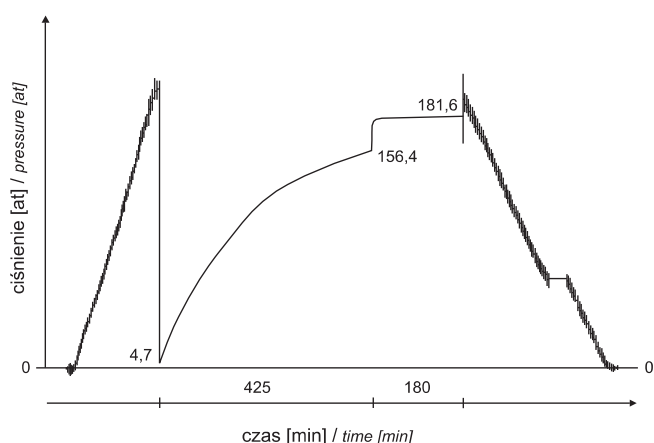


Fig. 74. Opróbowanie poziomu 1813,0–1823,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)

Testing of the 1813.0–1823.0 m interval
(Wojszyce IG 4 borehole)

Tabela 49

Skład chemiczny wody pobranej z poziomu 1813,0–1823,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)

Results of chemical analysis of water sampled at 1813.0–1823.0 m interval (Wojszyce IG 4 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	6530,0	284,0	95,18
K ⁺	59,0	1,51	0,51
Ca ²⁺	168,0	8,38	2,81
Mg ²⁺	50,0	4,11	1,38
Fe ^T	2,94	0,158	0,05
Mn ²⁺	0,18	0,00655	0,00
Li ⁺	0,423	0,061	0,02
Sr ²⁺	7,16	0,163	0,05
Cu ²⁺	<0,02	0,00063	0,00
Pb ²⁺	0,04	0,000386	0,00
Ni ²⁺	<0,04	0,00136	0,00
Zn ²⁺	0,42	0,0128	0,00
Razem	6818,223	298,4037	100,00
Aniony			
Cl ⁻	7770,0	219,0	85,99
HCO ₃ ⁻	1950,0	32,0	12,56
SO ₄ ²⁻	170,0	3,54	1,39
F ⁻	1,49	0,0784	0,03
Br ⁻	<1,0	0,0125	0,00
J ⁻	9,2	0,0725	0,03
Razem	9901,69	254,7034	100,00
Łącznie	16719,913	–	–

Opróbowany poziom 1572,0–1579,0 m – jura środkowa

Wynik:

przyływ wody silnie zmineralizowanej

wydajność 6,213 m³/h

ciśnienie złożowe P_z = 158,2 at

Badany poziom był przewiercany dn. 3.12.1988 r. przy użyciu płuczki bentonitowej o ciężarze właściwym 1,15, filtracji 6 i pH = 10. Poziom odsłonięto do badań, perforując bezpościskowo rury o Ø 114,3 mm na głębokości 1572,0–1579,0 m.

Tabela 50

Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 1813,0–1823,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)

Results of chemical analysis of gas sampled at 1813.0–1823.0 m interval (Wojszyce IG 4 borehole)

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	3,5976	25,8055
C ₂ H ₆	1,5598	21,0978
C ₂ H ₄	0,6207	7,8388
C ₃ H ₈	1,7497	34,9817
C ₃ H ₆	0,5513	10,5226
C ₄ H ₁₀	1,2618	33,7783
C ₄ H ₈	0,9347	49,9952
CO ₂	0,0155	0,3062
He	1,0345	1,8621
Ar	0,1879	3,3521
N ₂	88,4865	1106,7007
Razem	100,0000	1296,2410

Opróbowanie przeprowadzono w dn. 4–5.04.1989 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o Ø 114,3 mm na głębokości 1553,0 m. Zastosowana depresja opróbowania wynosiła 100%. Badanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 75):

I okres przyływu: ciśnienie 84,8–158,2 at; czas 440 min

I okres odbudowy: ciśnienie 158,2–158,2 at; czas 200 min

Efektywny czas przyływu wynosił 38 min, w którym to czasie do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 3935 dm³ wody. Średni przyływ wyniósł 6,213 m³/h, a wydajność potencjalna obliczona metodą Hornera – 98 m³/h. Zwierciadło statyczne wody znajduje się na głęb. 5 m. Ustabilizowane już po 38 min okresu przyływu ciśnienie złożowe wynosi 158,2 at. Efektywny współczynnik przepuszczalności wynosi 544 mD, wskaźnik wydajności otworu WW = 14,9 m³/24h/1 at, skin efekt = +3, a promień zasięgu badania – 265 m. Badany poziom charakteryzuje się bardzo korzystnymi właściwościami zbiornikowymi.

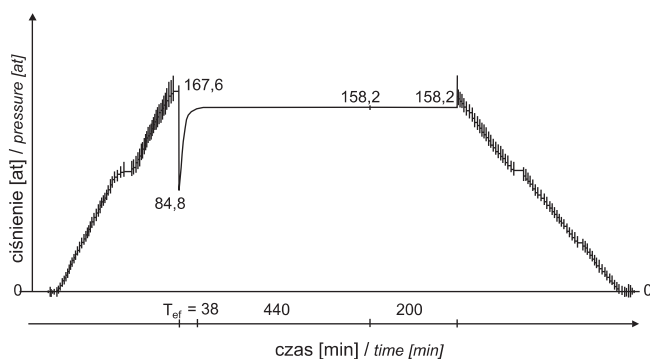
Podczas opróbowania pobrano próbkę wody w celu wykonania analizy chemicznej. Ciężar właściwy wody wynosił 1,013 g/cm³, sucha pozostałość 19,210 g/dm³, pH = 8,3, a zasadowość ogólna 45,8 mval/dm³. Wodę scharakteryzowano jako 1,92% wodę silnie zmineralizowaną Cl–HCO₃–Na, F, Fe (tab. 51). Wartości wskaźników hydrochemicznych: rNa/rCl = 1,58, rSO₄×100/rCl = 3,73; Cl/Br = 4450.

Tabela 51

**Skład chemiczny wody pobranej z poziomu 1572,0–1579,0 m
(otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)**

 Results of chemical analysis of water sampled
at 1572.0–1579.0 m interval (Wojszyce IG 4 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	5920,0	258,0	96,26
K ⁺	56,2	1,44	0,54
Ca ²⁺	116,0	5,79	2,16
Mg ²⁺	17,2	1,41	0,53
Fe ^T	22,0	1,18	0,44
Mn ²⁺	0,55	0,02	0,01
Li ⁺	0,436	0,0628	0,02
Si ²⁺	1,93	0,0441	0,02
Cu ²⁺	0,02	0,00063	0,00
Pb ²⁺	0,4	0,00386	0,00
Ni ²⁺	0,06	0,00204	0,00
Zn ²⁺	1,91	0,0584	0,02
Razem	6136,706	268,01183	100,00
Aniony			
Cl ⁻	5780,0	163,0	75,81
HCO ₃ ⁻	2800,0	45,8	21,30
SO ₄ ²⁻	292,0	6,08	2,83
F ⁻	2,05	0,108	0,05
Br ⁻	1,3	0,0163	0,01
Razem	8875,35	215,0043	100,00
Łącznie	15012,056	–	–


**Fig. 75. Opróbowanie poziomu 1572,0–1579,0 m
(otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)**

 Testing of the 1572.0–1579.0 m interval
(Wojszyce IG 4 borehole)

Tabela 52

**Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 1572,0–1579,0 m
(otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)**

 Results of chemical analysis of gas sampled
at 1572.0–1579.0 m interval (Wojszyce IG 4 borehole)

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	24,0587	172,5730
C ₂ H ₆	9,7296	131,6025
C ₂ H ₄	8,4780	107,0686
C ₃ H ₈	9,1312	182,5600
C ₃ H ₆	8,6071	164,2837
C ₄ H ₁₀	5,6489	151,2210
C ₄ H ₈	2,7208	72,6943
CO ₂	0,1212	2,3944
He	4,2843	7,7117
Ar	0,2855	10,7336
N ₂	26,9347	336,8722
Razem	100,0000	1339,7150

Woda była zgazowana w ilości 77,14 ml/dm³. Z odgazowania solanki uzyskano próbkę gazu. Analiza chemiczna gazu wykazała wysoką zawartość węglowodorów wynoszącą 68,3743% obj., przy znacznym udziale węglowodorów cięższych (tab. 52).

Opróbowany poziom zlikwidowano korkiem mechanicznym BOA założonym na głęb. 1340,0 m.

Opróbowany poziom 1312,0–1320,0 m – jura środkowa

Wynik:

przyływ wody silnie zmineralizowanej

 wydajność 9,9 m³/h

 ciśnienie złożowe P_z = 131,9 at

Opróbowany poziom odsłonięto, perforując bezpociskowo w dn. 6.04.1989 r. rury o Ø 114,3 mm na głębokości 1313,0–1320,0 m. Opróbowanie przeprowadzono w dn. 6–7.04.1989 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o Ø 114,3 mm na głębokości 1300,0 m. Zastosowana depresja opróbowania wynosiła 100%. Badanie wykonano metodą jednokrotnego odciążenia przyływu (fig. 76):

I okres przyływu: ciśnienie 90,0–131,9 at; czas 400 min

I okres odbudowy: ciśnienie 131,9–131,9 at; czas 195 min

Efektywny czas przyływu wynosił 24 min, w tym czasie do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 3960 dm³ wody. Średni przyływ wyniósł 9,9 m³/h, a wyli-

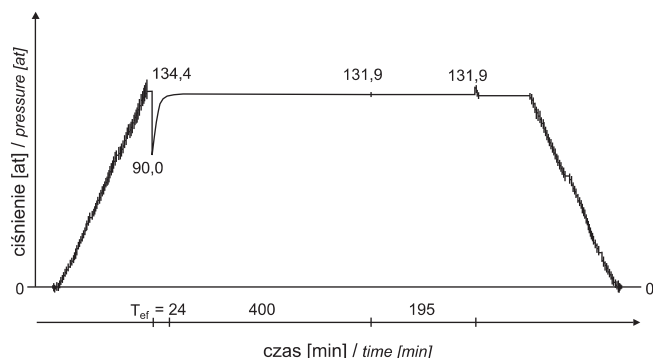


Fig. 76. Opróbowanie poziomu 1312,0–1320,0 m (otwór Wojszyce IG 4)

Testing of the 1312.0–1320.0 m interval
(Wojszyce IG 4 borehole)

Tabela 53

Skład chemiczny wody pobranej z poziomu 1312,0–1320,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)

Results of chemical analysis of water sampled at 1312.0–1320.0 m interval (Wojszyce IG 4 borehole)

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ²⁺	3330,0	145,0	94,51
K ⁺	38,9	0,995	0,65
Ca ²⁺	103,0	5,14	3,35
Mg ²⁺	18,1	1,49	0,97
Fe ^T	4,07	0,219	0,14
Mn ²⁺	0,09	0,00328	0,00
Li ⁺	3,61	0,52	0,34
Si ²⁺	1,93	0,0441	0,03
Cu ²⁺	<0,01	0,000315	0,00
Pb ²⁺	0,05	0,000483	0,00
Ni ²⁺	0,03	0,00102	0,00
Zn ²⁺	0,27	0,00826	0,01
Razem	3500,06	153,4215	100,00
Aniony			
Cl ⁻	3050,0	85,9	70,38
HCO ₃ ⁻	2170,0	35,6	29,16
SO ₄ ²⁻	23,0	0,479	0,39
F ⁻	1,02	0,0537	0,04
Br ⁻	2,7	0,0338	0,03
Razem	5246,72	122,0665	100,00
Łącznie	8746,78	–	–

czona wydajność potencjalna 162 m³/h. Zwierciadło statyczne wody znajduje się na poziomie terenu. Ciśnienie złożowe ustabilizowało się po 24 min przyływu na wartości 131,9 at. Efektywny współczynnik przepuszczalności wynosi 690 mD, wskaźnik wydajności WW = 29,47 m³/24h/1 at, skin efekt +46, a promień zasięgu badania – 237 m. Obliczone parametry złożowe charakteryzują poziom jako odznaczający się bardzo dobrymi właściwościami zbiornikowymi.

Podczas opróbowania pobrano próbkę wody w celu określenia jej składu chemicznego. Ciężar właściwy wody wyniósł 1,007 g/cm³, sucha pozostałość 10,596 g/dm³, pH = 7,98, a zasadowość ogólna 35,8 mval/dm³. Wodę scharakteryzowano jako 1,06% wodę silnie zmineralizowaną Cl–HCO₃–Na, F, Fe (tab. 53). Wartości wskaźników hydrochemicznych wynoszą: rNa/rCl = 1,69; rSO₄×100/rCl = 0,557; Cl/Br = 1130.

Należy zaznaczyć, że przytoczone analizy wód (tab. 47, 49, 51 i 53) nie bilansują się, wskutek przypuszczalnej obecności amonu lub grupy amonów nieobjętych analizą. Być może amony te pochodzą ze środków technicznych stosowanych podczas wiercenia.

Woda była zgazowana w ilości 76,87 ml/dm³. Z odgazowania wody uzyskano próbkę gazu ziemnego. Zawartość węglowodorów w gazie wynosi 55,1848% obj. (tab. 54).

Poziom zlikwidowano korkiem mechanicznym BOA założonym na głęb. 1100,0 m.

Tabela 54

Skład chemiczny gazu pobranego z poziomu 1312,0–1320,0 m (otwór wiertniczy Wojszyce IG 4)

Results of chemical analysis of gas sampled at 1312.0–1320.0 m interval (Wojszyce IG 4 borehole)

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	24,9598	179,0366
C ₂ H ₆	6,6467	89,9032
C ₂ H ₄	7,3646	93,0075
C ₃ H ₈	3,2963	65,9029
C ₃ H ₆	12,1846	232,5674
C ₄ H ₁₀	0,3936	10,5366
C ₄ H ₈	0,3392	9,0627
CO ₂	0,0509	0,1005
He	1,0504	1,8907
Ar	0,4726	17,7678
N ₂	43,2413	540,0818
Razem	100,0000	1339,7150

Opróbowany poziom 1078,0–1084,0 m – jura środkowa

Wynik:

opróbowanie nieudane

Poziom odsłonięto dn. 8.04.1989 r., perforując bezpieczną rurę o \varnothing 114,3 mm na głęb. 1078,0–1084,0 m. Badanie przeprowadzono dn. 8.04.1989 r. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 114,3 mm na głębokości 1066,0 m.

Nastąpiło połączenie przestrzeni pierścieniowej nad uszczelniaczem z opróbowywanym poziomem. Wobec stwierdzonego braku cementu poza rurami, zrezygnowano z ponownego opróbowania.

Poziom zlikwidowano na głęb. 750,0 m korkiem mechanicznym BOA, a otwór – korkiem cementowym założonym na głębokości 0,0–150,0 m.

PODSUMOWANIE

Opróbowane poziomy zbiornikowe jury dolnej i środkowej charakteryzują się w większości bardzo dobrymi właściwościami zbiornikowymi, typowymi dla tych poziomów w skali regionalnej, wyrażonymi wydajnościami 3,3–24,4 m³/h. Brak przyływu stwierdzono jedynie podczas opróbowywania poziomu zbiornikowego bajosu (1225,0–1260,0 m) w otworze wiertniczym Wojszyce IG 1a, a niewielki przyływ, wynoszący zaledwie 0,45 m³/h, stwierdzono, badając utwory aalenu (1813,0–1823,0 m) w otworze Wojszyce IG 4. Skład chemiczny wód jest niekorzystny do zachowania się złóż węglowodorów. Stosunkowo niska mineralizacja wód oraz obecność jonu wodorowęglanowego wskazują na odnawialność badanych poziomów. Wskazują na to również wartości wskaźników hydrochemicznych. Wskaźnik rNa/rCl, często przekraczający wartość 1,0, jest charakterystyczny dla strefy aktywnej wymiany. Badane poziomy wodonośne jury są w znacznym stopniu zasilane wodami infiltrującymi. Nie można wykluczyć, że wysoka wartość wskaźnika rNa/rCl wynosząca 1,03 przy mineralizacji wody poziomu dolnojurskiego przekraczającej 79 g/dm³ (poziom 1957,0–1992,0 m w otworze Wojszyce IG 4) może wskazywać na ługowanie utworów solonośnych. Na występowanie w badanych pozio-

mach wód infiltracyjnych, zmineralizowanych wskutek rozpuszczania skał kolektorskich, wskazuje wartość wskaźnika Cl/Br znacznie przekraczająca 300. Wskaźnik rSO₄×100/rCl z kolei wskazuje na warunki redukcyjne panujące w badanych poziomach, czego skutkiem jest zmniejszanie się w wodzie ilości siarczanów. Pomędzy poziomami zbiornikowymi jury dolnej i środkowej istnieje izolacja, na co wskazywałby ostry kontrast mineralizacji wód obu systemów wodonośnych, uwiadczenia się szczególnie w otworze Wojszyce IG 4. Warunki ciśnieniowe również są niezbyt korzystne do zachowania się złóż węglowodorów, gdyż niskie ciśnienia złożowe także świadczą o intensywnej wymianie wód. W trakcie badań stwierdzono niewielkie zgazowanie wód gazem ziemnym o dużej zawartości węglowodorów, w tym węglowodorów ciężkich (tab. 52, 54), które jednak mogą pochodzić z zanieczyszczeń organicznych płuczki wiertniczej. Nie można jednak wykluczyć występowania niewielkich ilości gazu ziemnego o ograniczonym zasięgu pionowym, a zapewne i poziomym. Zachowanie się w badanych poziomach zbiornikowych większych nagromadzeń bituminów należy wykluczyć, na co wskazuje zachodząca w nich intensywna wymiana wód.