

WYNIKI OPRÓBOWANIA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Celem opróbowania było rozpoznanie poziomów zbiornikowych pod kątem zachowania się złóż bituminów. Opróbowano 15 poziomów, uzyskując cenne dane charakteryzujące właściwości zbiornikowe skał oraz chemizm wód podziemnych (fig. 59). Badania przeprowadzono dwuetapowo (w trakcie prac wiertniczych i po zakończeniu wiercenia) przy użyciu rurowych próbników złoża typu Halliburton.

Opróbowania przeprowadziła ekipa Przedsiębiorstwa Robót Wiertniczych w Warszawie.

Nadzór nad opróbowaniem pełnił L. Bojarski, zaś specjalistyczny dozór w terenie sprawowali W. Kowalczyk, Z. Sowiński i R. Kiszkurko. Analizy wód zostały wykonane w Głównym Laboratorium Instytutu Geologicznego przez H. Jasińską i T. Latoszyńską, a analizy gazu wykonał w laboratorium Pracowni Geochemii Bituminów Zakładu Geologii Ropy i Gazu Instytutu Geologicznego w Warszawie M. Sztukowski.

OPRÓBOWANIE W TRAKCIE PRAC WIERTNICZYCH

Podczas wykonywania prac wiertniczych opróbowano 10 poziomów zbiornikowych: pięć poziomów utworów kambru oraz pięć poziomów utworów dewonu.

Poziom 1542,0–1568,7 m – dewon środkowy; wapienie
Wynik:
przyptyw solanki zgazowanej gazem palnym
wydajność 0,678 m³/h
ciśnienie złożowe 149 at (wyekstrapolowane)

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 22–23 grudnia 1975 r. metodą dwukrotnego odcięcia przyptywu przy depresji wynoszącej 100%. Paker próbnika zapięto na głęb. 1532,2 m.

I okres przyptywu: ciśnienie 6,8–61,9 at, czas 120 min,
I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 61,9–111,5 at, czas 120 min,
II okres przyptywu: ciśnienie 63,0–91,1 at, czas 180 min,
II okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 91,1–125,0 at, czas 210 min (fig. 60).

Podczas sumarycznego okresu przyptywu trwającego 300 minut do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 3400 dm³ solanki zgazowanej gazem palnym. Wydajność wyniosła 0,678 m³/h, a wyekstrapolowane ciśnienie złożowe 149 at. Efektywny współczynnik filtracji wynosił $k = 0,48$ mD. Współczynnik skin efekt, wynoszący

Tabela 52

Skład chemiczny solanki pobranej z głęb. 1542,0–1568,7 m

Results of chemical analysis of brine sampled
at 1542,0–1568,7 m interval

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	19000	826,50	62,249
K ⁺	550	14,06	1,059
Ca ²⁺	7595,52	379,02	28,546
Mg ²⁺	1314,77	108,15	8,146
Razem	28460,29	1327,73	100,000
Aniony			
Cl ⁻	49307,12	1390,95	98,763
HCO ₃ ⁻	400,22	6,56	0,566
SO ₄ ²⁻	382,79	7,97	0,466
Br ⁻	231,17	2,89	0,205
I ⁻	0,64	0,01	0,000
Razem	50321,94	1408,38	100,000
Łącznie	78782,23	–	–

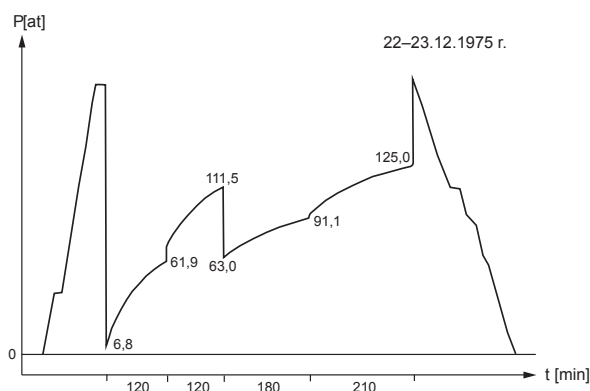


Fig. 60. Opróbowanie poziomu 1542,0–1568,7 m

Testing of 1542.0–1568.7 m interval

–4,3, świadczy o braku uszkodzenia strefy przyodwiertowej. Skały badanego interwału odznaczają się średnimi właściwościami zbiornikowymi.

Występującą w opróbowanym poziomie wodę scharakteryzowano jako 8,2% solankę chlorkowo-sodowo-wapniową (tab. 52). Sucha pozostałość wynosiła 82 g/dm³ (suma składników stałych 78,8 g/dm³), ciężar właściwy 1,0574 g/cm³, a odczyn wody był obojętny (pH = 7,0). Wartości wskaźników hydrochemicznych wynoszą: $rNa/rCl = 0,59$, $rSO_4 \cdot 100/rCl = 0,57$, $Cl/Br = 213,3$.

Tabela 53

**Skład chemiczny gazu pobranego
z głęb. 1542,0–1568,7 m**

Results of chemical analysis of gas sampled
at 1542.0–1568.7 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
C ₁	97,874815	702,056060
C ₂	0,101769	1,376522
C ₂ =	0,000289	0,003647
C ₃	0,004895	0,097873
C ₃ =	0,001189	0,022686
C ₄	0,000995	0,026592
H ₂	0,151243	0,135967
CO ₂	1,747692	34,527396
He	0,005841	0,010514
N ₂	0,111272	1,391677
Razem	100,000000	739,648930

Wskaźniki hydrochemiczne wskazują na całkowitą i szczelną izolację badanego poziomu, a także na możliwość bliskiego sąsiedztwa złóż bituminów.

Pobrany podczas badań wydzielający się wolny gaz scharakteryzowano jako gaz ziemny bezgazolinowy (tab. 53). Węglowodory występują w ilości 97,98% obj., w tym metan w ilości 97,87% obj. Zwraca uwagę niewielka zawartość azotu, wynosząca zaledwie 0,11% obj.

Poziom 1604,9–1635,5 m – dewon środkowy; dolomity, wapienie, anhydryty

Wynik:

brak przyływu

ciśnienie denne 1,1 at

Badanie przeprowadzono w dniach 5–6 stycznia 1976 r. przy depresji 100%. Paker próbnika zapięto na głębokości 1604,8 m. Zastosowano metodę jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 61).

I okres przyływu: ciśnienie 0,7–0,7 at, czas 60 min,
I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 0,7–1,1 at, czas 60 min.

Podczas trwającego 60 min przyływu nie stwierdzono dopływu płynu złożowego. Ciśnienie denne wynosiło 1,1 at. Opróbowane utwory charakteryzują się brakiem właściwości zbiornikowych.

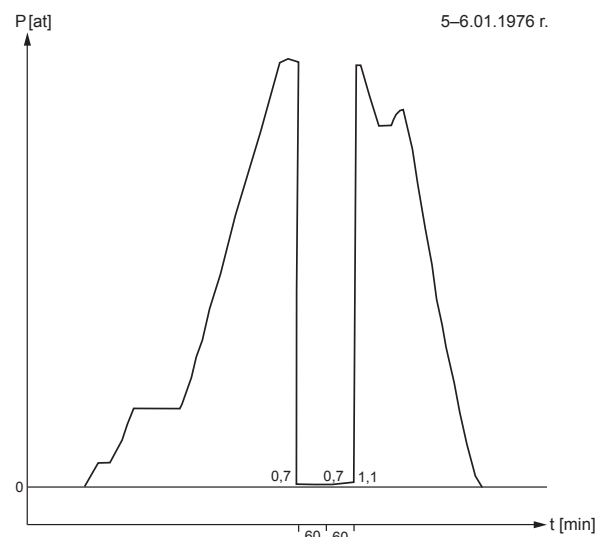


Fig. 61. Opróbowanie poziomu 1604,9–1635,5 m

Testing of 1604.9–1635.5 m interval

Poziom 1626,8–1654,0 m – dewon środkowy; dolomity, piaskowce

Wynik:

brak przyływu

ciśnienie denne 152,5 at

Badanie przeprowadzono w dniach 12–13 stycznia 1976 r. przy pełnej depresji. Paker zapięto na głębokości 1623,0 m. Zastosowano metodę jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 62).

I okres przyływu: ciśnienie 0,7–3,0 at, czas 60 min,

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 3,0–152,5 at, czas 60 min.

Podczas trwającego 60 minut okresu przyływu nie stwierdzono dopływu płynu złożowego. Zarejestrowano ciśnienie denne 152,5 at. Wzrost ciśnienia w okresie jego odbudowy wskazuje na obecność w badanym poziomie medium – poziom nie jest suchy, jednak niekorzystne warunki kolektorskie powodują brak wypływu. Badany poziom charakteryzuje się brakiem przepuszczalności.

Poziom 1626,5–1687,7 m – dewon dolny–środkowy; dolomity, piaskowce

Wynik:

bardzo słabe właściwości zbiornikowe poziomu

ciśnienie denne 78 at

Badanie przeprowadzono dnia 23 stycznia 1976 r. metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 63). Nie zastosowano zalewki, paker zapięto na głęb. 1626,5 m.

I okres przyływu: ciśnienie 2,0–7,1 at, czas 65 min,

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 7,1–78,0 at, czas 65 min.

Tabela 54

Skład chemiczny gazu pobranego z głęb. 1626,5–1687,7 m

Results of chemical analysis of gas sampled
at 1626.5–1687.7 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
C ₁	62,142934	445,751267
C ₂	0,051140	0,691717
C ₃	0,000662	0,013229
C ₄	0,011895	0,318192
C ₅	0,005932	0,199927
CO ₂	1,503057	29,694397
Ar	0,074437	1,327959
He	0,020876	0,037576
N ₂	36,189067	452,616656
Razem	100,000000	930,650920

W okresie 60 min przyływu do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 215 dm³ płuczki słabo zgazowanej gazem palnym. Ciśnienie denne wynosiło 78 at. Opróbowany poziom charakteryzuje się bardzo słabymi właściwościami zbiornikowymi.

Z płuczki po odgazowaniu uzyskano gaz ziemny bezgazolinowy (tab. 54). Dominującym składnikiem gazu jest metan występujący w ilości 62,14% obj. Azot występuje w ilości 36,2% obj., a dwutlenek węgla – 1,5% obj. Pozostałe składniki występują w ilościach śladowych.

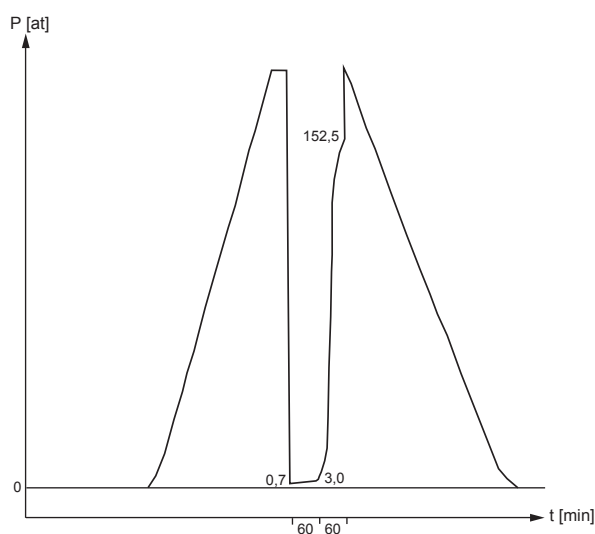


Fig. 62. Opróbowanie poziomu 1626,8–1654,0 m

Testing of 1626.8–1654.0 m interval

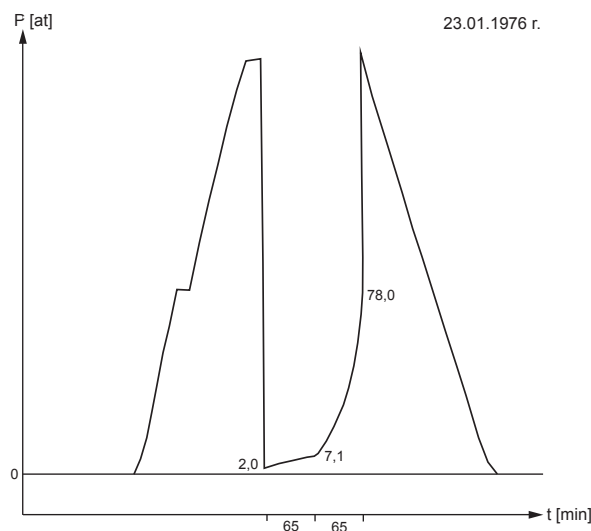


Fig. 63. Opróbowanie poziomu 1626,5–1687,7 m

Testing of 1626.5–1687.7 m interval

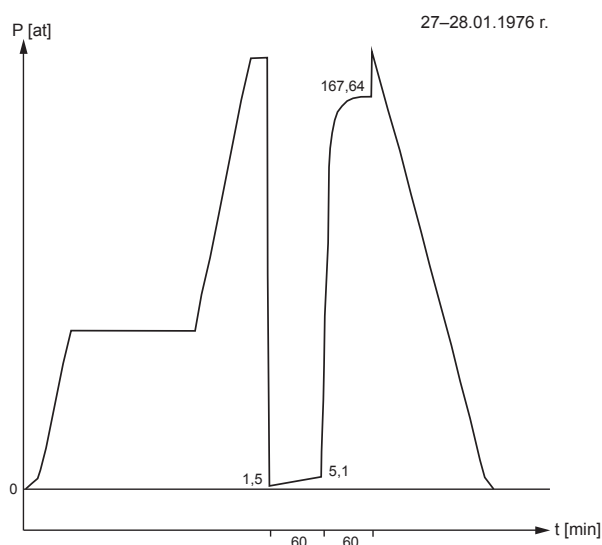
Poziom 1685,0–1714,3 m – dewon dolny; piaskowce

Wynik:

bardzo słabe właściwości zbiornikowe poziomu
ciśnienie złożowe 170 at (wyekstrapolowane)

Poziom opróbowano w dniach 27–28 stycznia 1976 r. metodą jednokrotnego odcięcia przyływu bez stosowania zalewki (fig. 64). Paker próbnika zapięto na głębokości 1681,7 m.

I okres przyływu: ciśnienie 1,5–5,1 at, czas 60 min,

**Fig. 64. Opróbowanie poziomu 1685,0–1714,3 m**

Testing of 1685.0–1714.3 m interval

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 5,1–167,64 at, czas 60 min.

Podczas trwającego 60 minut okresu przyływu do przewodu wiertniczego dopłynęło 120 dm³ płuczki słabo zgazowanej gazem palnym. Wyekstrapolowane ciśnienie złożowe wynosiło 170 at. Opróbowany poziom charakteryzuje się bardzo słabymi właściwościami zbiornikowymi (przepuszczalność <0,1 mD).

Z odgazowania płuczki otrzymano gaz ziemny bezgazolinowy. Suma węglowodorów wynosi 54,3% obj., w tym metanu 54,2% obj. Azot występuje w ilości 42,1% obj., a dwutlenek węgla w ilości 3,4% obj. (tab. 55).

Poziom 3032,2–3068,8 m – kambr środkowy (piaskowce)

Wynik:

bardzo słabe właściwości zbiornikowe poziomu
ciśnienie denne 176,6 at

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 9–11 lipca 1976 r. Paker próbnika zapięto na głębokości 2996,3 m. Badania przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyływu przy 100% depresji (fig. 65).

I okres przyływu: ciśnienie 3,3–5,8 at, czas 610 min,

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 5,8–176,6 at, czas 600 min,

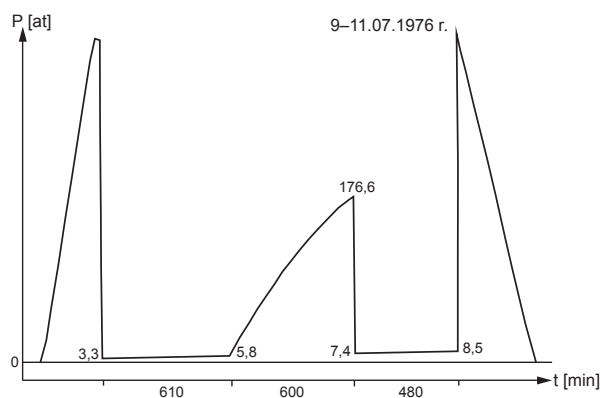
II okres przyływu: ciśnienie 7,4–8,5 at, czas 480 min.

Podczas trwającego łącznie 1090 minut okresu przyływu do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 140 dm³ płuczki zgazowanej gazem palnym. Zanotowano ciśnienie denne wynoszące 176,6 at. Obliczenie ciśnienia złożowego było niemożliwe z powodu zbyt wolnego wzrostu ciśnienia. Właściwości zbiornikowe badanego poziomu są bardzo słabe.

Tabela 55**Skład chemiczny gazu pobranego z głęb. 1685,0–1714,3 m**

Results of chemical analysis of gas sampled
at 1685.0–1714.3 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
C ₁	54,180041	388,633440
C ₂	0,074511	1,007837
C ₃	0,002581	0,051603
C ₄	0,004610	0,123287
CO ₂	3,439102	67,942896
Ar	0,048210	0,860064
He	0,138954	0,250116
N ₂	42,111991	526,694666
Razem	100,000000	985,563910

**Fig. 65. Opróbowanie poziomu 3032,2–3068,8 m**

Testing of 3032.2–3068.8 m interval

Tabela 56

Skład chemiczny gazu pobranego z głęb. 3032,0–3068,8 m

Results of chemical analysis of gas sampled
at 3032.0–3068.8 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
C ₁	47,699314	342,147177
C ₂	3,225306	43,625495
C ₃	4,264125	85,252651
C ₄	1,640900	43,878014
H ₂	0,115626	0,103948
CO ₂	0,800709	15,818800
Ar	0,030917	0,551567
He	0,076756	0,138161
N ₂	42,146347	527,124360
Razem	100,000000	1058,640170

Z odgazowania płuczki uzyskano gaz palny. Suma węglowodorów wynosiła 56,8% obj. (w tym metanu 47,7% obj.), suma składników palnych 56,95% obj., a zawartość azotu 42,15% obj. (tab. 56). Duża zawartość w gazie węglowodorów ciężkich może wskazywać na możliwość występowania w pobliżu ropy naftowej.

Poziom 3083,9–3118,7 m – kambr środkowy; piaskowce
Wynik:

bardzo słabe właściwości zbiornikowe poziomu
ciśnienie złożowe 330 at (wyekstrapolowane)

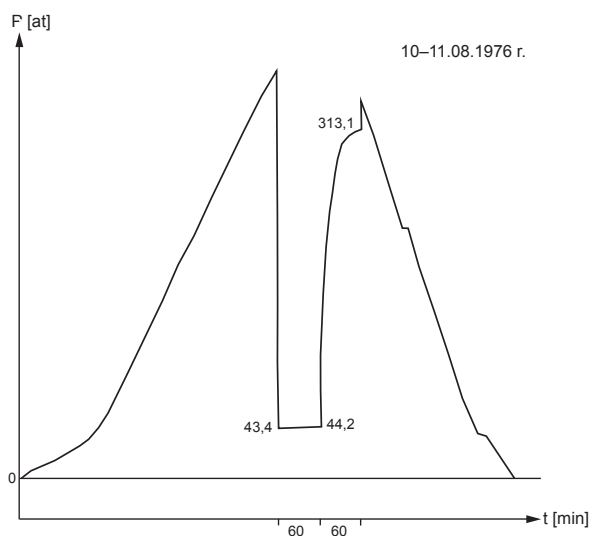


Fig. 66. Opróbowanie poziomu 3083,9–3118,7 m

Testing of 3083.9–3118.7 m interval

Tabela 57

Skład chemiczny gazu pobranego z głęb. 3083,9–3118,7 m

Results of chemical analysis of gas sampled
at 3083.9–3118.7 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
C ₁	0,808516	5,799487
C ₂	0,049927	0,675314
C ₃	0,025599	0,511800
C ₄	0,029064	0,777276
H ₂	31,645897	28,449661
CO ₂	0,956827	18,903080
Ar	0,778670	13,891481
N ₂	65,705500	821,778691
Razem	100,000000	890,786790

Badanie wykonano w dniach 10–11 sierpnia 1976 r. metodą jednokrotnego odcięcia przyływu przy depresji wynoszącej 87% (fig. 66). Paker zapięto na głębokości 3083,9 m.

I okres przyływu: ciśnienie 43,4–44,2 at, czas 60 min,
I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 44,2–313,1 at, czas 60 min.

W okresie 60 minut oczekiwania na przyływ do przewodu wiertniczego dopłynęło 50 dm³ płuczki. Ciśnienie złożowe wyekstrapolowano w wysokości 330 at. Poziom charakteryzuje się bardzo słabymi właściwościami zbiornikowymi.

W wyniku odgazowania płuczki uzyskano próbkę gazu. Gaz zawierał azot, wodór, węglowodory (aż do śladowych ilości pentanów) oraz dwutlenek węgla i argon. Gaz charakteryzuje się bardzo wysoką zawartością wodoru (tab. 57).

Poziom 3124,0–3163,6 m – kambr środkowy; piaskowce
Wynik:

słabe właściwości zbiornikowe poziomu
ciśnienie złożowe 326 at

Poziom opróbowano w dniach 1–2 września 1976 r. metodą jednokrotnego odcięcia przyływu przy depresji wynoszącej 87% (fig. 67). Paker zapięto na głębokości 3124,0 m.

I okres przyływu: ciśnienie 56,0–62,6 at, czas 30 min,
I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 62,6–326,0 at, czas 210 min.

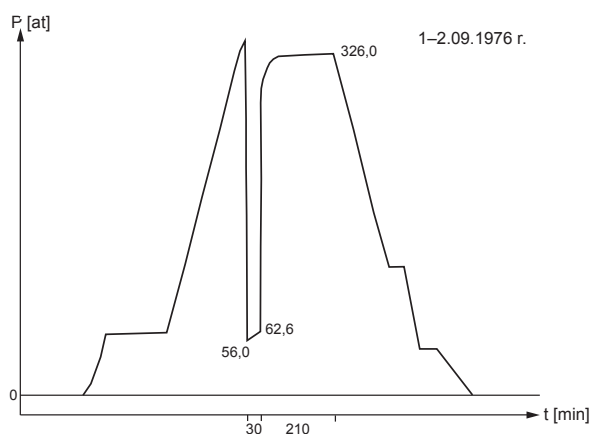


Fig. 67. Opróbowanie poziomu 3124,0–3163,6 m

Testing of 3124.0–3163.6 m interval

Podczas trwającego 210 min oczekiwania na przypływ do przewodu wiertniczego dopłynęło 850 dm³ płuczki. Ciśnienie złożowe wyniosło 326 at. Poziom odznacza się słabymi właściwościami zbiornikowymi.

Z odgazowania płuczki uzyskano gaz zawierający azot, wodor, metan (4,17% obj.) i węglowodory, aż do śladowych ilości pentanów, oraz gazy szlachetne. Gaz charakteryzuje się podwyższoną zawartością wodoru (tab. 58).

Tabela 58

**Skład chemiczny gazu pobranego
z głęb. 3124,0–3163,6 m**

Results of chemical analysis of gas sampled
at 3124.0–3163.6 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
C ₁	4,172814	29,931593
C ₂	0,341116	4,613941
C ₃	0,200003	3,998655
C ₄	0,133017	3,557842
H ₂	7,232803	6,502290
CO ₂	0,072123	1,424860
Ar	1,064476	18,990256
He	0,023321	0,041978
N ₂	86,760327	1085,111396
Razem	100,000000	1154,172810

Poziom 3165,2–3203,9 m – kambr dolny, środkowy; piaskowce

Wynik:

bardzo słabe właściwości zbiornikowe poziomu
ciśnienie złożowe 332 at (wyekstrapolowane)

Badania przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przypływu w dniach 16–17 września 1976 r. (fig. 68). Paker zapięto na głębokości 3165,2 m, depresja wynosiła 83%.

I okres przypływu: ciśnienie 58,29–62,82 at, czas 120 min,
I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 62,82–308,77 at, czas 60 min.

Podczas trwającego 120 minut okresu przypływu do przewodu wiertniczego dopłynęło 150 dm³ płuczki. Wyekstrapolowane ciśnienie złożowe wyniosło 332 at. Poziom charakteryzuje się bardzo słabymi właściwościami zbiornikowymi.

Poziom 3235,0–3278,0 m – kambr dolny; piaskowce

Wynik:

bardzo słabe właściwości zbiornikowe poziomu
ciśnienie denne 92 at

Badanie przeprowadzono w dniach 28–29 września 1976 r. metodą jednokrotnego odcięcia przypływu przy depresji wynoszącej 78% (fig. 69). Paker próbnika zapięto na głęb. 3235,0 m.

I okres przypływu: ciśnienie 83,7–92,0 at, czas 88 min.

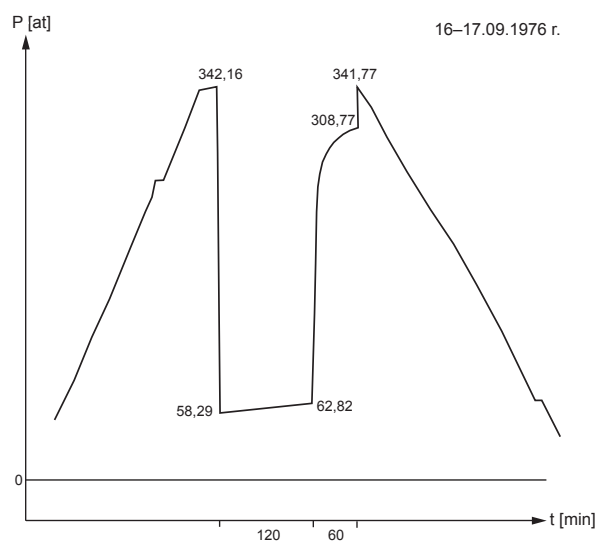


Fig. 68. Opróbowanie poziomu 3165,2–3203,9 m

Testing of 3165.2–3203.9 m interval

Tabela 59

**Skład chemiczny gazu pobranego
z głęb. 3035,0–3278,0 m**
Results of chemical analysis of gas sampled
at 3035.0–3278.0 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
C ₁	0,5561	3,989
C ₂	0,0638	0,863
C ₂ =	0,0046	0,058
C ₃	0,0378	0,756
C ₃ =	0,0014	0,027
C ₄	0,0283	0,757
H ₂	14,8822	13,379
CO ₂	0,7357	14,535
Ar	1,8018	32,144
He	0,0413	0,074
N ₂	81,8470	1023,660
Razem	100,000000	1090,242

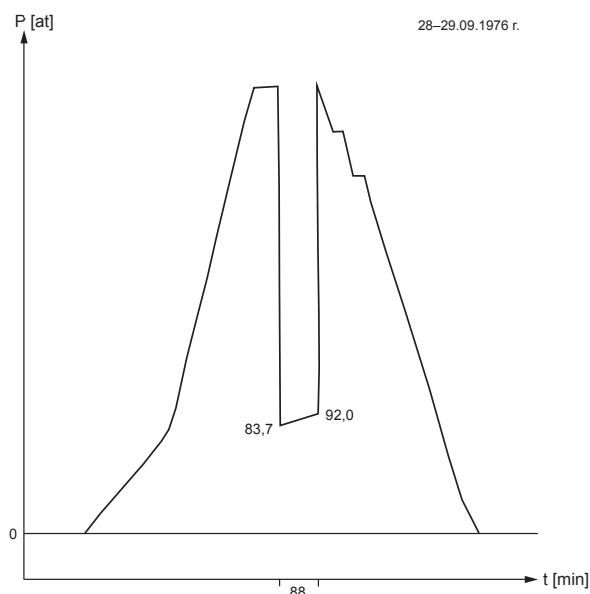


Fig. 69. Opróbowanie poziomu 3235,0–3278,0 m

Testing of 3235.0–3278.0 m interval

Odbudowy nie przeprowadzono z uwagi na możliwość przychwycenia próbника – przy odpinaniu pakera nastąpiły trudności z uwolnieniem nogi. Podczas trwającego 88 minut okresu przyływu do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 120 dm³ płuczki zgazowanej. Poziom odznacza się bardzo słabymi właściwościami zbiornikowymi.

Pobrano próbkę gazu z odgazowania płuczki. Suma węglowodorów wynosi 0,69% obj., a składników palnych 15,6% obj. Azot występuje w ilości 81,8% obj. Zwraca uwagę wysoka zawartość wodoru, wynosząca 14,9% obj. i argonu, występującego w ilości 1,8% obj. (tab. 59).

OPRÓBOWANIE PO ZAKOŃCZENIU WIERCENIA

Poziomy do badań po zakończeniu wiercenia wytypowano na podstawie interpretacji wykresów geofizyki wiertniczej i wyników opróbowania, przeprowadzonych podczas prac wiertniczych oraz na podstawie badań laboratoryjnych próbek skał. Opróbowanie przeprowadzono na podstawie projektu opracowanego przez L. Bojarskiego. Badano poziomy zbiornikowe udostępnione poprzez perforację rur okładzinowych z wyjątkiem poziomu najgłębszego, odsłoniętego pod butem rur Ø 7". Opróbowano 5 poziomów zbiornikowych.

Poziom 3032,2–3850,5 m – kambr, ediakar; piaskowce, mułowce

Wynik:

przyływ solanki silnie zanieczyszczonej płuczką
wydajność 2,2 m³/h
ciśnienie złożowe 380 at (wyekstrapolowane)

Opróbowano poziom niezarurowany, odsłonięty pod butem rur Ø 7". W przypadku stwierdzenia przyływu

ropy naftowej lub gazu przewidywano, po uprzednim dodatkowym zarurowaniu otworu, badania selektywne.

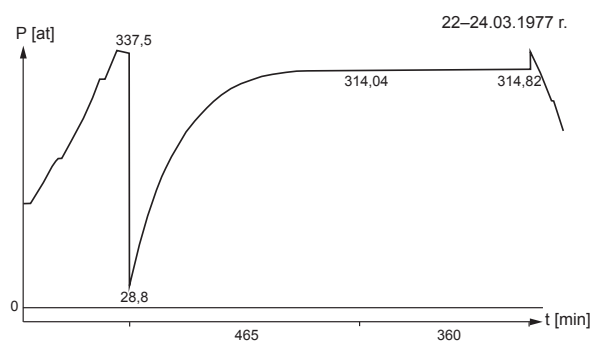


Fig. 70. Opróbowanie poziomu 3032,2–3850,5 m

Testing of 3032.2–3850.5 m interval

Tabela 60

Skład chemiczny solanki pobranej z głęb. 3032,2–3850,5 m

Results of chemical analysis of brine sampled
at 3032.2–3850.5 m interval

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	21 500	935,25	43,193
K ⁺	1010	25,83	1,193
Ca ²⁺	22 155,6	1 105,56	51,059
Mg ²⁺	1 125,39	92,57	4,275
Mn ²⁺	31	1,13	0,052
Fe ^T	92	4,94	0,228
Razem	45 913,99	2 165,28	100,000
Aniony			
Cl ⁻	83 824,88	2 364,70	99,117
HCO ₃ ⁻	123,01	2,02	0,085
SO ₄ ²⁻	452,76	9,43	0,395
Br ⁻	769,12	9,62	0,403
Razem	85 169,77	2 385,76	100,000
Łącznie	131 083,76	–	–

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 22–24 marca 1977 r. Paker próbnika zapięto w rurach na głębokości 3000,0 m. Badanie wykonano metodą jednokrotnego odcięcia przyprływu przy depresji wynoszącej 100% (fig. 70).

I okres przyprływu: ciśnienie 28,80–314,04 at, czas 7 godz. 45 min,

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 314,04–314,82 at, czas 6 godz.

Podczas okresu przyprływu, to znaczy przez 7 godz. i 45 min, do przewodu wiertniczego nad próbnikiem dopłynęło 17,2 m³ solanki silnie zanieczyszczonej płuczką. Średni przyprływ wyniósł 2,2 m³/h. Wydajność potencjalną poziomu (przy przeciwcisnieniu 0 at) określono na około 18 m³/h.

Występującą w badanym poziomie wodę złożową określono jako 13,5% solankę chlorkowo-wapniowo-sodową, żelazistą (tab. 60). Sucha pozostałość wynosi 135,2 g/dm³, suma składników stałych 131,1 g/dm³, ciężar właściwy 1,0947 g/cm³ a pH = 7,0. Jon bromkowy występuje w ilości 769 mg/dm³. Wskaźniki hydrochemiczne wynoszą: $rNa/rCl = 0,40$, $rSO_4 \cdot 100/rCl = 0,40$, $Cl/Br = 108,99$.

Wartości wskaźników wskazują na wodę reliktową, izolowaną, zmetamorfizowaną.

Tabela 61

Skład chemiczny gazu pobranego z głęb. 3032,2–3850,5 m

Results of chemical analysis of gas sampled
at 3032.2–3850.5 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
C ₁	8,725649	62,589081
C ₂	0,120452	1,629228
C ₃	0,005505	0,110056
C ₄	0,001825	0,048826
H ₂	12,636656	11,360354
CO ₂	5,251436	103,747363
Ar	0,072763	1,298095
He	0,050833	0,091499
N ₂	73,134881	914,697962
Razem	100,000000	1095,572460

W wyniku odgazowania próbki solanki uzyskano gaz palny. Gaz zawiera węglowodory w ilości 8,85% obj., składniki palne w ilości 21,50% obj. i azot w ilości 73,1% obj. (tab. 61). Wodór występujący w ilości 12,6% obj. jest przypuszczalnie produktem fermentacji płuczki wiertniczej.

Po zakończeniu badania poziom zlikwidowano, zapinając w rurach na głębokości 2080,0 m korek mechaniczny BOA.

Poziom 1409,0–1435,0 m – dewon górny; wapienie, dolomity

Wynik:

przyprływ 2,4 m³ płuczki zgazowanej gazem palnym
ciśnienie złożowe 144,4 at (wyekstrapolowane)

Badano poziom zbiornikowy odsłonięty poprzez wykonaną dnia 14 kwietnia 1977 r. perforację bezpociskową. Opróbowanie przeprowadzono dnia 16 kwietnia 1977 r. przy depresji wynoszącej 100%. Paker próbnika zapięto w rurach na głębokości 1319,0 m. Zastosowano metodę jednokrotnego odcięcia przyprływu (fig. 71).

I okres przyprływu: ciśnienie 10,7–56,5 at, czas 90 min,
I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 56,5–131,6 at, czas 60 min.

Podczas okresu przyprływu do przewodu dopłynęło 2,4 m³ płuczki zgazowanej gazem palnym. Ciśnienie złożowe wyekstrapolowane wynosi 144,4 at. Dodatnia wartość współczynnika skin efekt, wynosząca +30, wskazuje na uszkodzenie strefy przyodwiertowej. Efektywny współ-

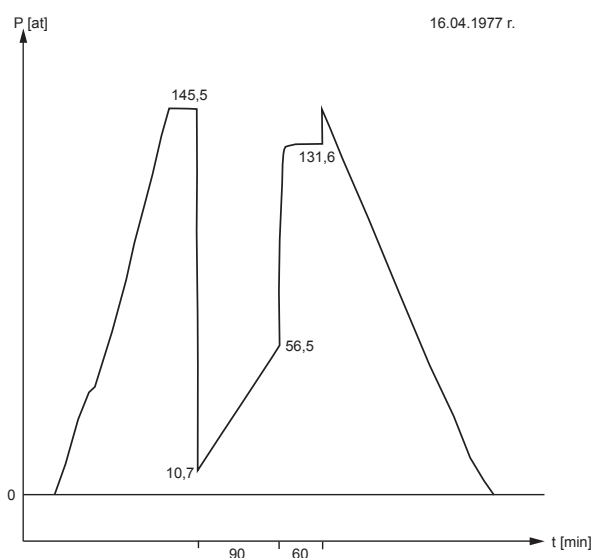


Fig. 71. Opróbowanie poziomu 1409,0–1435,0 m

Testing of 1409.0–1435.0 m interval

czynnik filtracji wynosi 12 mD, a promień zasięgu badania – 90 m.

Uzyskany w wyniku odgazowania płuczki gaz, składający się głównie z wodoru (44,5% obj.), azotu (44,17% obj.), tlenku węgla (6,9% obj.) i metanu (3,2% obj.), jest w przeważającym stopniu produktem fermentacji płuczki.

Po zakończeniu badania poziom zlikwidowano korkiem mechanicznym BOA zapiętym w rurach na głębokości 1383,0 m.

Poziom 1281,0–1320,0 m – dewon górny; piaskowce

Wynik:

brak przyływu

ciśnienie denne 5,5 at

Poziom udostępniono do badań, wykonując w dniach 20–21 kwietnia 1977 r. perforację bezpociskową. Opróbowanie przeprowadzono dnia 22 kwietnia 1977 r. Paker próbnika zapięto w rurach na głębokości 1269,5 m, zalewki nie stosowano. Depresja wynosiła 100%. Zastosowano metodę jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 72).

I okres przyływu: ciśnienie 4,8–2,2 at, czas 180 min,

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 2,2–5,5 at, czas 180 min.

W okresie przyływu do przewodu dopłynęło 30 dm³ płuczki z rozprężenia pod pakerem. Bardzo słaby wzrost ciśnienia w okresie odbudowy był spowodowany nie przyływem, a oddawaniem filtratu płuczki ze złoża. Opróbowane utwory charakteryzują się brakiem właściwości zbiornikowych.

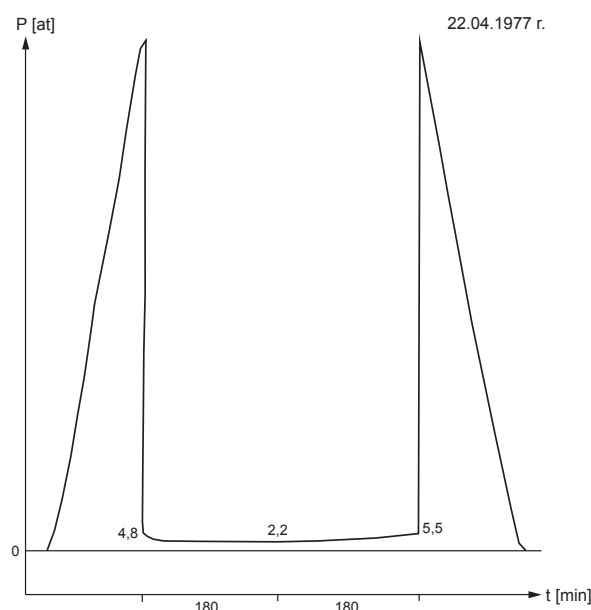


Fig. 72. Opróbowanie poziomu 1281,0–1320,0 m

Testing of 1281.0–1320.0 m interval

Poziom 643,0–667,0 m – karbon górny; piaskowce

Wynik:

przyływ wody średnio zmineralizowanej (z płuczką) wydajność 1,6 m³/h

ciśnienie złożowe 61,7 at (wyekstrapolowane)

Perforację bezpociskową w celu udostępnienia poziomu do badań wykonano w dniu 26 kwietnia 1977 r., zaś opróbowanie przeprowadzono w dniach 27–28 kwietnia. Paker próbnika zapięto w rurach na głębokości 620,5 m, stosując depresję 100%. Badania przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przyływu (fig. 73).

I okres przyływu: ciśnienie 4,00–58,34 at, czas 493 min,

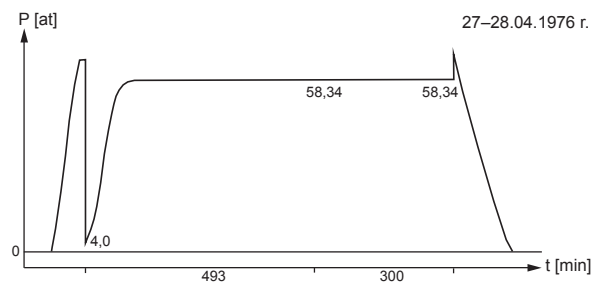


Fig. 73. Opróbowanie poziomu 643,0–667,0 m

Testing of 643.0–667.0 m interval

Tabela 62
Skład chemiczny wody pobranej z głęb. 643,0–667,0 m

Results of chemical analysis of water sampled
at 643.0–667.0 m interval

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	1640	71,34	78,675
K ⁺	184	4,70	5,189
Ca ²⁺	201,91	10,08	11,111
Mg ²⁺	4,34	0,36	0,394
Mn ²⁺	0,95	0,03	0,038
Fe ^T	77,52	4,16	4,593
Razem	2108,72	90,67	100,000
Aniony			
Cl ⁻	1845,11	52,05	60,488
HCO ₃ ⁻	1137,85	18,65	21,673
CO ₃ ⁻	229,86	7,66	8,867
SO ₄ ²⁻	366,32	7,63	8,902
Br ⁻	4,95	0,06	0,070
Razem	3584,09	86,05	100,000
Łącznie	5692,81	–	–

I okres odbudowy ciśnienia: ciśnienie 58,34–58,34 at, czas 300 min.

Podczas zarejestrowanego przypływu do przewodu wiertniczego dopłynęło 4,1 m³ wody złożowej i płuczki (wody około 2 m³). Wydajność określono na 1,6 m³/h. Stabilizacja płynu w otworze nastąpiła na głębokości 53,0 m poniżej terenu. Ciśnienie złożowe wyniosło 61,7 at (wyekstrapolowane). Badany poziom odznacza się dobrymi właściwościami zbiornikowymi.

W trakcie opróbowania uzyskano przypływ wody średnio zmineralizowanej określonej jako 0,57% typu chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowego. Suma składników stałych wynosi 5,7 g/dm³, a pH = 9 (tab. 62). Wskaźniki hydrochemiczne wynoszą:

$$r\text{Na}/r\text{Cl} = 1,37, r\text{SO}_4 \cdot 100/r\text{Cl} = 2,53, \text{Cl}/\text{Br} = 327,7.$$

Wartości wskaźników hydrochemicznych wskazują na wody pochodzenia infiltracyjnego, zalegające w strefie aktywnej wymiany.

W wyniku odgazowania wody otrzymano gaz azotowy o podwyższonej zawartości metanu (21,2% obj.). Suma wodorowęglanów wynosi 21,25% obj., a suma składników palnych 21,53% obj. (tab. 63).

Opróbowany poziom zlikwidowano korkiem cementowym.

Poziom 526,0–535,0 m – jura; mułowce

Wynik:

przypływ wody słabo zmineralizowanej

wydajność 0,6 m³/h

ciśnienie złożowe 49 at (wyekstrapolowane)

Tabela 63

Skład chemiczny gazu pobranego z głęb. 643,2–667,0 m

Results of chemical analysis of gas sampled
at 643.2–667.0 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
C ₁	21,2271	152,262
C ₂	0,0250	0,338
C ₃	0,0046	0,092
C ₃ =	0,0023	0,044
H ₂	0,2684	0,241
CO ₂	0,0827	1,634
He	ślady	–
N ₂	78,3899	980,423
Razem	100,000000	1135,034

Perforację bezpociskową wykonano w dniu 3 maja 1977 r. Poziom opróbowano w dniach 3–4 maja, stosując depresję 100%. Paker próbnika zapięto w rurach na głębokości 516,0 m. Opróbowanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odcięcia przypływu (tylko okres przypływu), kończąc je na stabilizacji lustra płynu w przewodzie wiertniczym (fig. 74).

I okres przypływu: ciśnienie 1,1–47,7 at, czas 14 godz. 19 min.

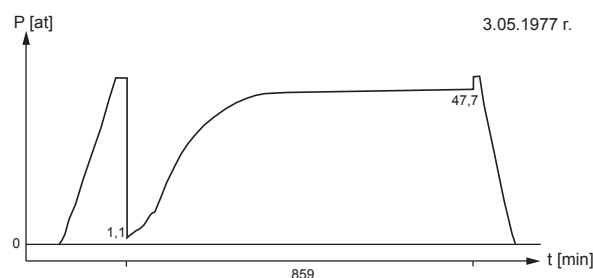


Fig. 74. Opróbowanie poziomu 526,0–535,0 m

Testing of 526.0–535.0 m interval

Tabela 64

Skład chemiczny wody pobranej z głęb. 526,0–535,0 m

Results of chemical analysis of water sampled
at 526.0–535.0 m interval

Składnik	Zawartość		
	[mg/dm ³]	[mval/dm ³]	[%mval]
Kationy			
Na ⁺	638	27,75	88,650
K ⁺	50,4	1,29	4,117
Ca ²⁺	12,67	0,63	2,019
Mg ²⁺	3,38	0,28	0,889
Mn ²⁺	0,3	0,01	0,035
Fe ^T	25	1,34	4,290
Razem	729,75	31,30	100,000
Aniony			
Cl ⁻	574,51	16,21	50,295
HCO ₃ ⁻	676,56	11,09	34,409
SO ₄ ²⁻	234,61	4,88	15,141
Br ⁻	3,71	0,05	0,155
Razem	1489,39	32,23	100,000
Łącznie	2219,14	–	–

Podczas zarejestrowanego przypływu do przewodu wiertniczego dopłynęło 2,9 m³ wody złożowej zanieczyszczonej filtratem płuczki. Wydajność poziomu określono na 0,6 m³/h. Lustro wody złożowej ustabilizowało się na głęboko-

Tabela 65

Skład chemiczny gazu pobranego z głęb. 526,0–535,0 m

Results of chemical analysis of gas sampled
at 526.0–535.0 m interval

Składnik	Zawartość	
	[% obj.]	[G/Nm ³]
C ₁	8,5180	61,100
C ₂	0,0146	0,197
C ₂ =	0,0398	0,503
C ₃	0,0022	0,044
C ₃ =	0,0005	0,095
CO ₂	1,0430	20,606
N ₂	90,3819	1130,406
Razem	100,0000	1212,951

ści 58 m poniżej terenu. Ciśnienie złożowe, wyekstrapolowane, wynosi 49 at. Właściwości zbiornikowe badanego poziomu określono jako dobre.

W opróbowanym poziomie występuje woda słabo zmineralizowana, określona jako 0,2% typu chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowego (tab. 64). Suma składników stałych wynosi 2,2 g/dm³ a pH = 7. Wskaźniki hydrochemiczne wynoszą: $rNa/rCl = 1,71$, $rSO_4 \cdot 100/rCl = 30,1$, $Cl/Br = 154,85$.

Wartości wskaźników wskazują na strefę aktywnej wymiany.

Otrzymana z odgazowania wody próbka gazu zawiera gaz charakteryzujący się podwyższoną zawartością węglowodorów. Jest to gaz wysokoazotowy, azot występuje w ilości 90,4% obj. (tab. 65).

Po zakończeniu badań otwór zlikwidowano do wierzchu.

PODSUMOWANIE

Opróbowane poziomy zbiornikowe w większości charakteryzowały się słabymi właściwościami zbiornikowymi. Najgłębszy opróbowany poziom obejmujący utwory ediakaru i kambru odznacza się średnimi właściwościami zbiornikowymi, o czym świadczy przypływ solanki w ilości 2,2 m³/h. Przypływ następował wyłącznie ze spagowych partii badanych utworów kambru dolnego. Opróbowania stropowych warstw kambru dolnego oraz kambru środkowego wykazały bardzo słabe właściwości zbiornikowe. W stropowych partiach utworów kambru środkowego stwierdzono nikiel ślady gazu.

W utworach dewonu środkowego niewielki przypływ solanki w ilości 0,7 m³/h zgazowanej gazem palnym, świadczący o średnich właściwościach zbiornikowych, uzyskano jedynie ze stropowych partii tych utworów. Utwory dewonu górnego nie wykazywały przypływu.

Średnimi właściwościami zbiornikowymi charakteryzowały się utwory karbonu górnego i jury, przypływy wynosiły tu 0,6–1,6 m³/h.

Obserwuje się wzrost mineralizacji wraz z głębokością (fig. 75), jak również zwiększanie się stopnia zmetamorfizowania wód, na co wskazuje zwiększający się udział w wodzie jonów Ca²⁺ i Cl⁻, przy jednoczesnym zmniejszającym się udziale jonów Na⁺ i HCO₃⁻ (fig. 75). Na zwiększający się stopień zmetamorfizowania wód wskazują również wartości wskaźników hydrochemicznych, tzn. ulegające zmniejszeniu wskaźniki rNa/rCl i $rSO_4 \cdot 100/rCl$ oraz niewielkie ilości wskaźnika Cl/Br (fig. 76). Wartości ciśnienia złożowego są równe lub nieco wyższe od wartości ciśnienia hydrostatycznego, co jest charakterystyczne dla obszaru lubelskiego.

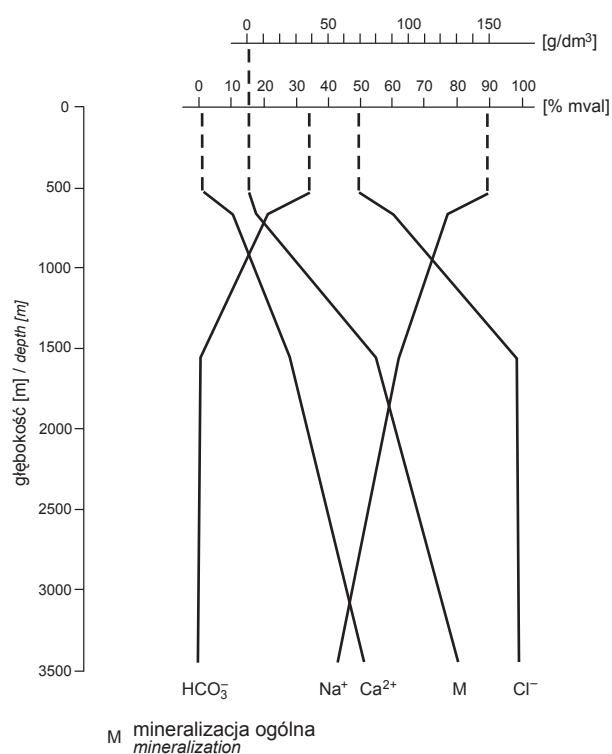


Fig. 75. Profil hydrochemiczny

Hydrochemical profile

Przeprowadzone opróbowania wykazały, że w utworach kambru dolnego i dewonu środkowego parametry chemiczne solanek oraz śladowe ilości gazów palnych w utworach dewonu środkowego wskazują na korzystne warunki

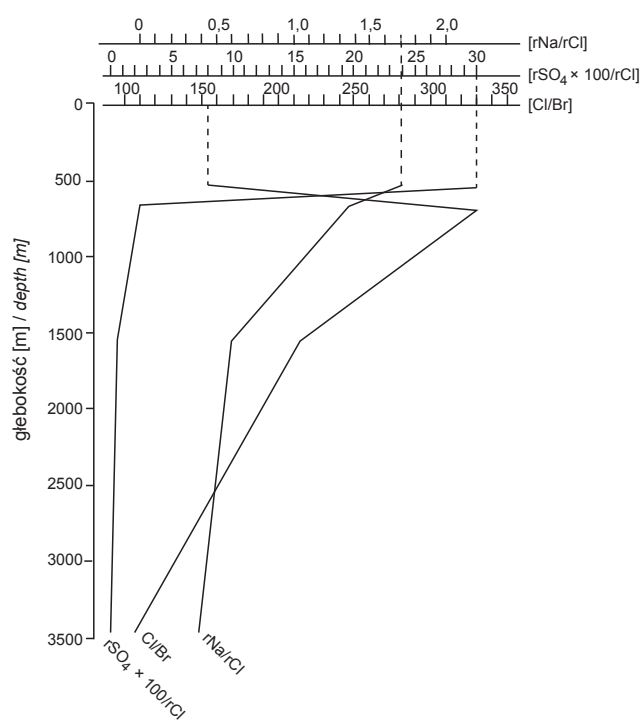


Fig. 76. Wykres zależności wskaźników hydrochemicznych od głębokości

Relation chart of hydrochemical indicators versus depth

do zachowania się złóż węglowodorów. W innych badanych poziomach utworów paleozoicznych uniemożliwiają to słabe lub bardzo słabe właściwości zbiornikowe skał.