

WYNIKI OPRÓBOWAŃ ZŁOŻOWYCH

Celem wiercenia otworu Lublin IG 1 było określenie stratygrafii i litologii warstw zbiornikowych i uszczelniających utworów karbonu i dewonu centralnej części rowu lubelskiego, zbadanie warstw podścielających utwory dewońskie oraz opisane w niniejszym rozdziale opróbowanie nagromadzeń węglowodorów (fig. 34). Wiercenie z przyczyn technicznych zatrzymano w dewonie dolnym na głębokości 5028,0 m nieosiągając starszego podłoża.

Nadzór geologiczny podczas opróbowania sprawowali L. Bojarski i J. Depowski, a specjalistyczny dozór pełnili B. Kampe i Z. Sowiński. Projekt opróbowania opracowali S. Depowski i L. Bojarski. Horyzonty do badań wytypowano na podstawie bezpośrednich śladów ropy naftowej w rdzeniu wiertniczym, obserwacji płuczki podczas wiercenia oraz na podstawie karotaży geofizyki wiertniczej. Badania chemiczne gazu i ropy wykonano w laboratorium Zakładu Złóż Ropy i Gazu Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Stan techniczny otworu wiertniczego:

- kolumna rur o $\varnothing$ 346 mm do głębokości 704,5 m, cementowana do wierzchu;
- kolumna rur o $\varnothing$ 244,5 mm do głębokości 2328,44 m, cementowana do wierzchu;
- kolumna rur o $\varnothing$ 168,3 mm od ok. 900 m, do głębokości 4395,1 m.

Spód otworu przed rozpoczęciem opróbowania zlikwidowano korkiem cementowym, którego strop stwierdzono na głębokości 4716 m.

Opróbowany poziom: 4395,1–4473,0 m (dewon środkowy – seria dolomitowo-terygeniczna)

Opróbowania horyzontu przeprowadzono rurowym próbnikiem złożowym. W dniach 30–31.08.1968 r. badanie wykonano zapinając próbnik na kotwicy w rurach o $\varnothing$ 168,3 mm na głęb. 4287,0 m. Próba była nieudana z powodu nieotworzenia się zaworu głównego. Powtórne zapięcie próbnika w dniu 2.09.1968 r. przy przewodzie wiertniczym wypełnionym do wierzchu wodą dało wynik negatywny – stwierdzono brak przyprływu gazu. Trzecie zapięcie próbnika na głębokości 4207,8 m, przeprowadzone w dniach 7–8.09.1968 r. przy przewodzie wiertniczym pustym do głębokości 2000 m, również było negatywne – nie stwierdzono przyprływu gazu. Manometr wgłębny zarejestrował ciśnienie 315 atm., a temperatura badanego poziomu wynosiła 1040°C.

Opróbowany poziom: 4395,1–4483,0 m (dewon środkowy – seria dolomitowo-terygeniczna)

Po podwierceniu otworu o 10 m, to znaczy do głęb. 4483,0 m, i po jego przepłukaniu, wytłoczono płyn do głęb. 3570,0 m i przystąpiono do obserwacji wzrostu ciśnienia. Z uwagi na minimalny przyrost ciśnienia wynoszący 2,39 atm./dobę zakończono obserwację i przystąpiono do dalszego wiercenia w celu zbadania podłoża dewonu. Po osiągnięciu głęb. 5028,0 m z przyczyn technicznych wiercenie zakończono.

Opróbowany poziom: 4395,1–4716,0 m (dewon dolny – formacja zwoleńska, dewon środkowy)

W dniu 19.09.1969 r. w otworze wymieniono płuczkę wiertniczą na wodę i wykonano wannę kwasową włączając 6 m³ cieczy o składzie: 5% kwas solny, 5% kwas octowy oraz alfenol i servo CK 821. Po półgodzinnej stojce lewym obiegiem wytłoczono przereagowaną ciecz. Zabieg wykonano czterokrotnie. Po wypłukaniu otworu wykonano kwasowanie włączając pod ciśnieniem 320–380 atm. 26 m³ cieczy o składzie: 5% kwas solny, 10% kwas octowy z dodatkiem oleinolu i inhibitora servo CK 821. Po trwającej 5 godzin stojce złoże oddało samoczynnie 4,4 m³ cieczy. Otwór wypłukano lewym obiegiem, a następnie kompresorem obniżono płyn do głęb. 4268,0 m. W dniach 25–29.09.1969 r. prowadzono obserwację wzrostu ciśnienia gazu na głowicy. Średni przyrost ciśnienia po 3,5-dobowej obserwacji wyniósł 9,4 atm./dobę. Dnia 28.09.1969 r. pobrano próbkę gazu do analizy. Występuje tu gaz ziemny, palny, gazolinowy o małej zawartości helu. Suma węglowodorów wynosi 94,979%, suma składników palnych 95,112%. Skład chemiczny gazu podano w tabeli 44. W dniu 30.09.1969 r. po zapięciu pakera „Casco” wykonano powtórnie zabieg kwasowania, włączając pod ciśnieniem 350–430 atm. 33,5 m³ cieczy kwasującej o składzie: 5% kwas solny, 8% kwas octowy z dodatkiem oleinolu i servo CK 821. Po dwugodzinnej stojce ciśnienie na głowicy wynosiło 355 atm., a po otwarciu zasuw złoże samoczynnie oddało 14,5 m³ cieczy. Obniżono kompresorem lustro płynu w otworze do głęb. 4390,0 m i w dniach 6–10.10.1969 r. prowadzono obserwację wzrostu ciśnienia gazu. Średni przyrost ciśnienia w ciągu 4 dób wynosił 2 atm./dobę. Ponieważ nie uzyskano przemysłowego przyprływu gazu, horyzont pod rurami zlikwidowano korkiem cementowym założonym na głęb. 4390,0–4536,0 m.

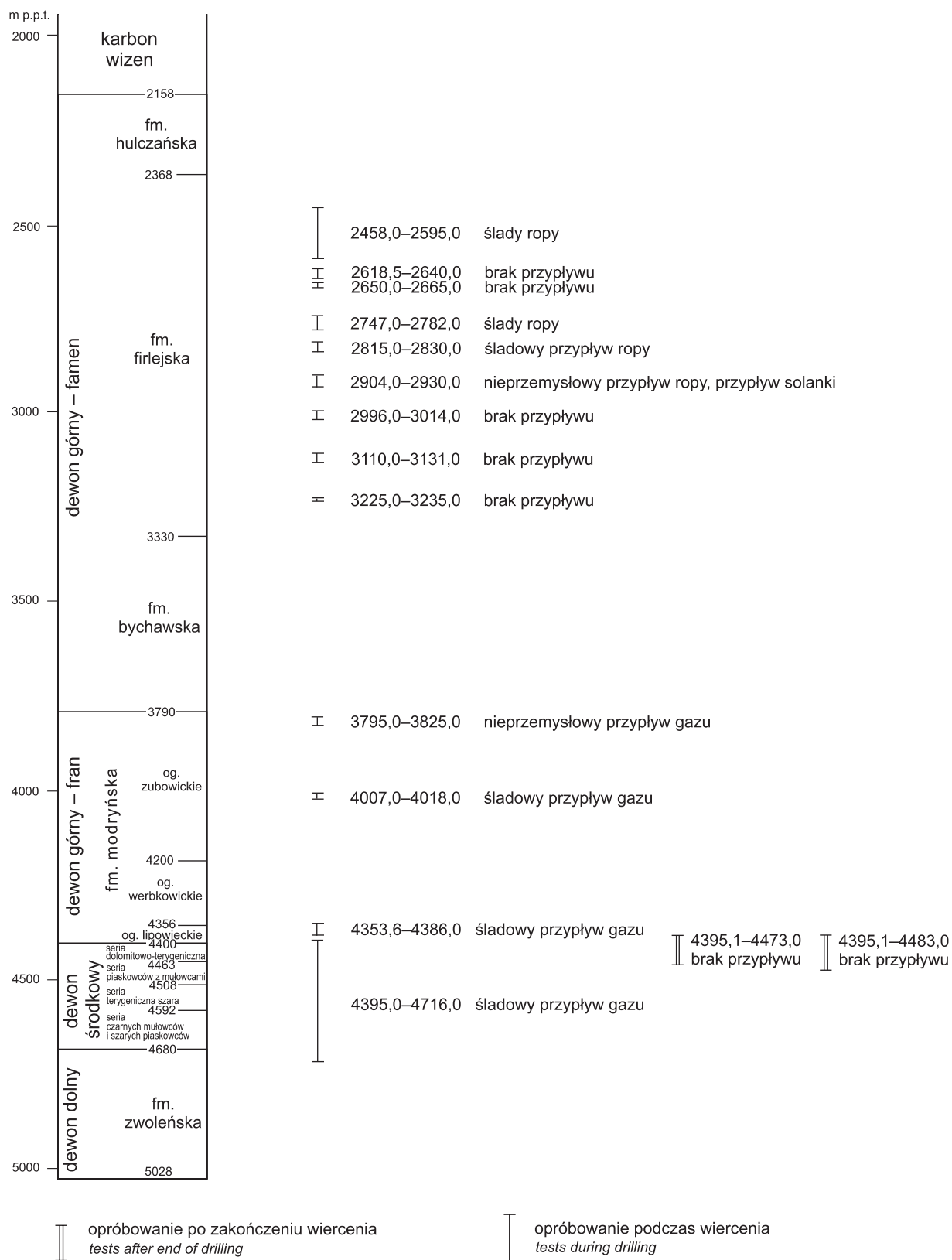


Fig. 34. Schemat opróbowania otworu wiertniczego Lublin IG 1

Scheme of Lublin IG 1 borehole tests

Tabela 44

Analiza gazu pobranego z otworu wiertniczego Lublin IG 1

Analysis of gas samples from Lublin IG 1 boreholes

Składnik	Zawartość składników					
	poziom 4395,0–4716,0 m		poziom 4353,6–4386,0 m		poziom 3795,0–3825,0 m	
	[% obj.]	[g/Nm ³]	[% obj.]	[g/Nm ³]	[% obj.]	[g/Nm ³]
CH ₄	76,868	551,143	86,2356	618,309	93,5509	670,759
C ₂ H ₆	6,157	88,735	1,5476	21,000	2,9272	39,722
C ₃ H ₈	2,500	50,000	0,0597	1,202	0,2082	4,193
C ₄ H ₁₀	1,880	50,760	0,0320	0,863	0,2952	7,970
C ₅ H ₁₂	0,088	3,044	0,0144	0,497	0,1260	4,359
CO ₂	0,094	1,861	2,1869	43,235	2,4289	48,019
N ₂	2,167	27,087	9,9091	123,962	0,0377	0,471
He	0,037	0,066	ślady	0,000	0,0160	0,028
H ₂	9,814	8,832	0,0071	0,006	0,0667	0,060
Ar	0,395	7,031	0,0076	0,135	0,3432	6,122
Suma	100,000	788,559	100,0000	809,209	100,0000	781,703

Opróbowany poziom: 4353,6–4386,0 m (dewon górny – formacja modryńska)

Dnia 6.11.1969 r. wykonano perforację bezpociskową na głęb. 4370,0–4385,0 m. Po perforacji przeprowadzono próbę kwasowania, nieudaną z powodu braku chłonności przy ciśnieniu tłoczenia wynoszącym 480 atm. Perforację uznano za nieudaną i w dniu 27.10.1969 r. wykonano hydroperforację. Zabieg przeprowadzono przy użyciu czterodyszowego hydroperforatora krzyżowego o rozstawie dysz 0,5 m, wykonując na głęb. 4353,6–4386,0 m po 6 cięć na 1 mb. otworu. Dnia 12.12.1969 r. przeprowadzono próbę chłonności złoża, wtłaczając przy ciśnieniu 430 atm. 2,5 m³ cieczy kwasującej. Podczas trwającej 53 doby przerwy spowodowanej przyczynami technicznymi prowadzono obserwację wzrostu ciśnienia gazu przy obniżonym lustrze płynu w otworze do głęb. 4350,0 m. Ciśnienie w tym okresie wzrosło od 0 do 53 atm. Wykonano analizę gazu pobranego dnia 9.02.1970 r., wyniki przedstawiono w tabeli 44.

W dniu 12.02.1970 r. wykonano zabieg kwasowania. Do otworu wtłoczono pod ciśnieniem 380–430 atm. 18 m³ 8% kwasu solnego oraz 42 m³ cieczy kwasującej o składzie: 5% kwas solny, 5% kwas octowy z dodatkiem alfenolu i formaliny. Po jednogodzinnym oczekiwaniu złoże oddało samoczynnie 27,5 m³ przereagowanej cieczy. Obniżono lustro płynu w otworze do głęb. 4353,0 m i w dniach 16.02–1.03.1970 r. prowadzono obserwację wzrostu ciśnienia gazu. Po 13 dobach ciśnienie mierzone na głowicy wynosiło 19,5 atm., czyli średni przyrost wyniósł 1,44 atm./dobę.

W dniu 12.03.1970 r. badany horyzont zlikwidowano zakładając korek cementowy na głęb. 4094,0–4390,0 m.

Opróbowany poziom: 4007,0–4018,0 m (dewon górny – formacja modryńska, ogniwo zubowickie)

Po wykonaniu hydroperforacji obniżono lustro płynu w otworze do głęb. 4000,0 m, uzyskując przyrływ gazu palnego. Średni przyrost ciśnienia w okresie 24.03–1.04.1970 r. wynosił 3,12 atm./dobę. Dnia 7.04.1970 r. wykonano kwasowanie pod ciśnieniem wynoszącym 400–440 atm. wtłoczono 12 m³ cieczy ooryzowanej powietrzem (10–15 m³ powietrza na 1 m³ cieczy) oraz 13 m³ cieczy. Skład cieczy: 5% kwas solny, 5% kwas octowy, 1% oleinol + formalina. Po upływie jednogodzinnej stójki złoże oddało samoczynnie 9,5 m³ cieczy. Po ukończeniu zabiegu kwasowania obniżono kompresorem płyn w otworze do głęb. 4000,0 m i przez 4 doby, od 9 do 13 kwietnia, prowadzono obserwację wzrostu ciśnienia. Ciśnienie mierzone na głowicy wzrosło w tym okresie od 0 do 10,2 atm., średni przyrost wyniósł więc 2,55 atm./dobę.

Kwasowanie nie zwiększyło przyrwy gazu i dnia 14.04.1970 r. horyzont zlikwidowano korkiem cementowym o stropie na głęb. 3865,0 m.

Opróbowany poziom: 3815,0–3825,0 i 3795,0–3805,0 m (dewon górny – formacja modryńska, ogniwo werbkowickie)

Badany horyzont udostępniono wykonując w dniach 24–25.04.1970 r. perforację kumulatywną (200 skutecznych strzałów), a następnie przy użyciu kompresora wytłoczono płyn z otworu do głęb. 3730,0 m, stwierdzając przyrływ gazu palnego. Ciśnienie gazu po upływie 12 godzin wynosiło 2,3 atm. Dnia 4.05.1970 r. pobrano próbkę gazu w celu wykonania analizy. Był to gaz ziemny, bezgazolinowy. Suma

węglowodorów w czystym gazie wynosiła 97,1075%, a suma składników palnych – 97,1742%. Wyniki analizy chemicznej podano w tabeli 44. Podczas pomiarów przyprływu przewodem o $\varnothing 3\frac{1}{2}$ z zaworem kulowym szcerpano ok. 45 l ropy (tab. 44).

W dniu 7.05.1970 r. wykonano zabieg kwasowania, wtłaczając pod ciśnieniem 380–400 atm. 25 m³ cieczy kwasującej o składzie: 10% kwas solny, 1,5% oleinol i 0,5% kwas octowy. Po 40 minutowym oczekiwaniu ciśnienie obniżyło się do 360 atm., a złożo oddało samoczynnie 24 m³ cieczy po reakcyjnej. Stwierdzono przyprływ gazu palnego. W dniach 8–20.05.1970 r. prowadzono, przeciągające się z przyczyn technicznych, wytłaczanie płynu z otworu. Po obniżeniu płynu do głęb. 2975,0 m w dniach 21–25 maja prowadzono obserwacje wzrostu ciśnienia, średni przyrost wynosił 5 atm./dobę. Po dalszym obniżeniu płynu do głęb. 3420,0 m po trwającej 66 godzin obserwacji ciśnienie gazu na głowicy wynosiło 19 atm., a średni przyprływ 6,9 atm./dobę. Z uwagi na nieprzemysłowy przyprływ gazu badany horyzont zlikwidowano korkiem cementowym. Strop korka stwierdzono na głęb. 3294,0 m.

Opróbowany poziom: 3225,0–3235,0 m (dewon górny – formacja firlejska)

Po perforacji i wytłoczeniu z otworu płynu kompresorem do głębokości 3090 m przez okres 32 godzin prowadzono obserwację przyprływu gazu. Przyprływu nie stwierdzono i dnia 16.06.1970 r. horyzont zlikwidowano korkiem cementowym założonym na głębokości 3160,0–3294,0 m.

Opróbowany poziom 3110,0–3131,0 m (dewon górny – formacja firlejska)

Po wykonaniu dnia 19.06.1970 r. perforacji obniżono kompresorem płyn w otworze do głęb. 3050,0 m i w okresie 21–24.06.1970 r. prowadzono obserwację przyprływu płynu. Po 80-godzinnej obserwacji przyprływu nie stwierdzono i badany horyzont zlikwidowano dnia 24 czerwca korkiem cementowym założonym na głęb. 3030,0–3160,0 m.

Opróbowany poziom: 2996,0–3014,0 m (dewon górny – formacja firlejska)

Dnia 30.06.1970 r. perforowano przewidziany do badań horyzont (180 skutecznych strzałów) i obniżono płyn w otworze do głęb. 3000,0 m. Prowadzone przez 72 godziny obserwacje wykazały brak przyprływu gazu. W dniu 4.07.1970 r. wykonano zabieg kwasowania wtłaczając przy ciśnieniu 380–400 atm. do otworu 26 m³ cieczy. Po trwającej 1,5 godziny stojce złożo samoczynnie oddało 9 m³ cieczy po reakcyjnej. Po obniżeniu płynu w otworze do stropu perforacji w dniach 5–7 lipca prowadzono obserwacje przyprływu gazu. Przyprływu nie stwierdzono i w dniu 8 lipca badany horyzont zlikwidowano korkiem cementowym na głęb. 3026,0–2939,0 m.

Opróbowany poziom: 2925,0–2930,0 i 2904,0–2921,0 m (dewon górny – formacja firlejska)

W dniach 17–18.07.1970 r. wykonano perforację wytypowanego do badań horyzontu (210 skutecznych strzałów).

Po obniżeniu płynu w otworze do głęb. 2900,0 m szcerpano przewodem o $\varnothing 3\frac{1}{2}$ z zaworem kulowym 30 l ropy naftowej

barwy zielonej. Otwór zamknięto, stwierdzając, że w dniach 21–25.07.1970 r. nastąpił przyrost ciśnienia o 1,5 atm. Dnia 16.11.1970 r., po blisko 4 miesięcznej przerwie spowodowanej wymianą urządzenia wiertniczego, przystąpiono ponownie do opróbowania horyzontu. Sprawdzone głębokość zalegania płynu w otworze. Zwierciadło płynu stwierdzono na głęb. 2547,0 m. W dniach 16–19 listopada szcerpano płyn łyżką o $\varnothing 4$ ” do stropu perforacji, uzyskując 1650 l ropy naftowej i 4260 l solanki. W dniach 20–24.11.1970 r. kontynuowano pomiary przyprływu szcerpując ponownie łyżką płyn do stropu perforacji. W ciągu 102 godzin szcerpano 14 l ropy i 199 l solanki. W związku z przyprływem solanki horyzont zlikwidowano, zakładając dnia 28 listopada korek cementowy, którego strop stwierdzono na głęb. 2856 m.

Opróbowany poziom: 2815,0–2830,0 m (dewon górny – formacja firlejska)

Horyzont do badań udostępniono poprzez torpedowanie przeprowadzone w okresie 3–5.12.1970 r. Do zabiegu użyto 51 kg materiału wybuchowego. Po obniżeniu płynu kompresorem do głęb. 2796,0 m w dniach 10–18.12.1970 r. prowadzono pomiary przyprływu gazu. Przyprływu nie stwierdzono, zaobserwowano jedynie ślady ropy naftowej. Dnia 19 grudnia wykonano nieudany zabieg kwasowania, po którym obniżono lustro płynu w otworze do głęb. 2000,0 m i prowadzono poprzez łyżkowanie pomiary przyprływu stwierdzając ślady ropy na powierzchni szcerpywanego płynu. Obniżono kolejno lustro płynu do głęb. 2790,0 m i w dniach 6–9.01.1971 r. prowadzono pomiary przyprływu. W ciągu 66 godzin od momentu szcerpania płynu do spodu uzyskano 11 l ropy naftowej. Analizę ropy przedstawiono w tabeli 45.

Z uwagi na jedynie śladowe przyprływy ropy badany horyzont zlikwidowano w dniu 11.01.1971 r. zapinając na głębokości 2788 m korek BOA.

Opróbowany poziom: 2768,0–2782,0 i 2747,0–2758,0 m (dewon górny – formacja firlejska)

Po udostępnieniu poprzez perforację horyzontu do badań (250 skutecznych strzałów) obniżono płyn w otworze do głęb. 2740,0 m i prowadzono przy pomocy łyżki pomiary przyprływu, uzyskując w ciągu 66 godzin 15 l ropy naftowej.

W dniu 27.01.1971 r. wykonano przy ciśnieniu 300 atm. dwie wanny kwasowe o objętości 1 m³ każda. Do wykonania wanień użyto cieczy o składzie: 10% kwas solny, 1% kwas octowy oraz oleinol i alfenol. Po wypłukaniu otworu, w złożo wtłoczono przy ciśnieniu 300–350 atm. 16 m³ cieczy o składzie jak poprzednio. Po jednogodzinnej stojce ciśnienie mierzone na głowicy obniżyło się z 350 do 300 atm., a złożo oddało samoczynnie 6 m³ cieczy. Z otworu wytłoczono kompresorem 9,5 m³ płynu, dalsze obniżanie płynu kontynuowano z powodu awarii kompresora łyżką wiertniczą. Podczas szcerpywania płynu łyżką w dniach 29.01–3.02.1971 r. uzyskano 120 l ropy naftowej. Analizę ropy podano w tabeli 45. Z wtłoczonej cieczy w złożu pozostało 6,6 m³.

Tabela 45

Wyniki badań chemicznych ropy naftowej z otworu wiertniczego Lublin IG 1

Results of chemical analysis of oil sampled from the Lublin IG 1 borehole

	Poziom zbiornikowy		
	2815–2830 m	2747–2782 m	2458–2595 m
Ciężar właściwy	0,834	0,850	0,851
Zawartość węglowodorów	83%	86%	85%
Skład węglowodorów [%]			
Węglowodory nasycone, w tym:	82	86	77
węglowodory n-parafinowe	2,0	21,0	15,1
węglowodory izoprenowe	0,2	0,3	–
węglowodory aromatyczne	17	14	23
Dystrybucja węglowodorów n-parafinowych [%]			
C ₁₃	0,5	1,9	–
C ₁₄	4,4	8,5	2,4
C ₁₅	13,2	16,5	11,2
C ₁₆	10,6	11,5	12,1
C ₁₇	17,3	15,0	19,1
C ₁₈	10,4	8,9	12,2
C ₁₉	10,4	8,4	12,2
C ₂₀	6,7	5,2	7,2
C ₂₁	5,6	4,2	5,7
C ₂₂	4,6	3,2	3,6
C ₂₃	3,4	2,5	2,7
C ₂₄	2,2	2,1	2,6
C ₂₅	1,6	1,8	2,6
C ₂₆	1,4	1,7	1,9
C ₂₇	1,2	1,4	1,9
C ₂₈	0,9	0,9	1,4
C ₂₉	1,5	1,7	1,2
C ₃₀	1,3	1,4	–
C ₃₁	1,1	1,1	–
C ₃₂	0,9	1,0	–
C ₃₃	0,8	0,8	–
C ₃₄	–	0,7	–

W dniach 4–5.02.1971 r. szcerpano łyżką oddawany przez złożę płyn. W ciągu 48 godzin złożę oddało 85 l płynu, w tym 20 l ropy. W związku z bardzo powolnym oddawaniem przez złożę wtłoczonej cieczy, badany horyzont zlikwidowano w dniu 6.02.1971 r., wykonując korek cementowy na głęb. 2715,0–2780,0 m.

Opróbowany poziom: 2650,0–2665,0 m (devon górny – formacja firlejska)

Po perforacji wytypowanego do badań horyzontu (150 skutecznych strzałów) obniżono kompresorem płyn w otworze do głęb. 2646 m i w dniach 13–18.02.1971 r. prowadzono przy pomocy łyżki pomiary przypływu. Stwierdzono całko-

wity brak przyływu i dnia 20 lutego badany horyzont zlikwidowano korkiem cementowym założonym na głęb. 2646,0–2699,0 m.

Opróbowany poziom: 2618,5–2640,0 m (dewon górny – formacja firlejska)

Po wypełnieniu otworu olejem napędowym w dniu 26.02.1971 r. wykonano hydroperforację na bazie olejowej, stosując hydroperforator czterodyskowy o rozstawie dysz 0,5 m. Czas jednego cięcia wynosił 20 minut, hydroperforator podciągano co 1 metr. W wynoszonym urobku znajdowały się okruchy cementu, co świadczyło o skuteczności hydroperforacji. Po wykonanym zabiegu przez blisko miesiąc do dnia 23 marca trwała przerwa w badaniach, związana z instrumentacją przychwyconego hydroperforatora. Po usunięciu awarii płyn w otworze obniżono do głęb. 2612,0 m i w dniach 27–30.03.1971 r. prowadzono przy pomocy łyżki wiertniczej pomiary przyływu. Stwierdzono, że opróbowywany horyzont jest suchy i przeprowadzono jego likwidację, zapinając dnia 31.03.1971 r. na głębokości 2602 m śmiertelny korek BOA.

Opróbowany poziom: 2570,0–2595,0 i 2458,0–2535,0 m (dewon górny – formacja firlejska)

Po perforacji wykonanej w dniach 2–5.04.1971 r. (720 skutecznych strzałów) i po obniżeniu płynu w otworze do głęb. 2450,0 m przez 48 godzin prowadzono pomiary przyływu. Podczas pomiarów zaobserwowano ślady ropy nafto-

wej i w związku z tym dnia 15 kwietnia przeprowadzono zabieg kwasowania, wtłaczając w złożę pod ciśnieniem 300–320 atm. 25 m³ cieczy kwasującej o składzie: 14% kwas solny, 5% kwas octowy, 1,5% oleinol i 0,5% alfenol. Po trwającej 1,5 godziny stojce ciśnienie obniżyło się do 300 atm., a po otworzeniu zasuwy złożę oddało samoczynnie 3,5 m³ cieczy poreakcyjnej. Po obniżeniu kompresorem płynu w otworze do głęb. 2450,0 m w złożu pozostało 16,5 m³ cieczy. W dniach 19–27.04.1971 r. szczyrpywano łyżką oddawany przez złożę płyn z głęb. 2455,0 m. W tym czasie złożę oddało 3,9 m³ cieczy z czego oddzielono 6 l ropy. Średnio na dobę szczyrpywano 390 l, a w końcowej fazie ok. 200 l płynu ze śladami ropy. Analizę chemiczną ropy pobranej z badanego horyzontu przedstawiono w tabeli 45. W związku z bardzo powolnym oddawaniem wtłoczonej cieczy badany horyzont w dniu 28.04.1971 r. zlikwidowano korkiem cementowym założonym na głęb. 2350,0–2454,0 m.

W ramach końcowej likwidacji na głęb. 1120,0–2350,0 m otwór zapełniono gęstą płuczką, a na głęb. 1050,0–1120,0 m, w miejscu nieskutecznego odstrzelenia rur o Ø 168,3 mm, wykonano korek cementowy. Rury te zostały odstrzelone na głęb. 900,0 m i wyciągnięte, po czym na głęb. 850,0–920,0 m wykonano korek cementowy. W przelocie 70,0–850,0 m otwór zapełniono gęstą płuczką ilową, a od 70,0 m do wierzchu rur w dniu 29.05.1971 r. wykonano korek cementowy, likwidując ostatecznie otwór.