

WYNIKI BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH

WYNIKI OPRÓBOWANIA POZIOMÓW ZBIORNIKOWYCH

Celem opróbowania poziomów zbiornikowych karbonu, permu i triasu dolnego było ich przebadanie pod kątem możliwości zachowania się złóż węglowodorów oraz poziomu zbiornikowego jury dolnej – pod kątem występowania wód mineralnych przydatnych dla potrzeb balneologii, rekreacji lub mających znaczenie przemysłowe.

Opróbowanie przeprowadzono wyłącznie po zakończeniu wiercenia. Podejmowane dwukrotnie próby przebadania poziomów zbiornikowych jury i triasu próbnikami kablowymi podczas wiercenia były nieudane z powodu awarii próbników. Opróbowanie przeprowadziła ekipa Przedsiębiorstwa Poszukiwań Nafty i Gazu z Wołomina, przy użyciu rurowego próbnika złoża typu KII. Opróbowano cztery poziomy zbiornikowe (fig. 21) wytypowane do badań na podstawie interpretacji karotaży geofizyki wiertniczej przez zespół w składzie: L. Bojarski i M. Stepniewska z Państwowego Instytutu Geologicznego oraz E. Król i W. Bielawska z Przedsiębiorstwa Poszukiwań Geofizycznych w Toruniu. Ze względów technicznych zrezygnowano z opróbowania dwóch przewidzianych pierwotnie do badań poziomów zbiornikowych karbonu, opróbowując tylko jeden połączony poziom karbonu i permu dolnego. Analizy chemiczne wód wykonali A. Chabło i Z. Jońca w Głównym Laboratorium Państwowego Instytutu Geologicznego, a analizy gazu – M. Sztukowski w Zakładzie Geochemii i Chemii Analitycznej PIG. Nadzór nad opróbowaniem pełnił L. Bojarski, a dozór specjalistyczny w terenie sprawowali J. Gała i F. Juszcak.

Opróbowany poziom: 5035–5135 m, karbon–perm (czerwony spągowiec) – piaskowce

Brak przyływu.

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 8–10.03.1983 r. Strop korka cementowego likwidującego spód otworu (5601 m) znajdował się na głęb. 5135 m, natomiast but kolumny rur okładzinowych o \varnothing 177,8 mm – na głęb. 4585 m. Uszczelniacz próbnika zapięto pod butem rur, w otworze niezarurowanym, na głęb. 5035 m. Zastosowano zalewkę wodną, zalewając 3693 m przewodu wiertniczego ponad próbnikiem. Opróbowanie przeprowadzono metodą jednokrotnego odciążenia przyływu:

I okres przyływu: 60 min,

I okres odbudowy ciśnienia: 90 min.

Podczas opróbowania nastąpiła awaria manometrów wgłębnych, nie uzyskano zapisu ciśnienia, co uniemożliwiło

określenie parametrów badanego poziomu zbiornikowego. Badanie uznano jednak za udane na podstawie:

- uszczelnienia pakera, na co wskazywał stały poziom płuczki w przestrzeni międzyrurowej;
- uzyskania objawów otwarcia zaworu głównego, czego dowodem był chwilowy wypływ powietrza na głowicy podczas okresu przyływu;
- stwierdzenia sprawności zaworów;
- stwierdzenia braku przytkania sit (po wyciągnięciu próbnika z otworu).

W wyniku opróbowania stwierdzono brak przyływu, do przewodu wiertniczego dopłynęło jedynie $0,180 \text{ m}^3$ płuczki z rozprężenia. Po zakończeniu opróbowania badany poziom zlikwidowano korkiem cementowym założonym na głęb. 4710–4780 m.

Opróbowany poziom: 4614–4710 m, perm (czerwony spągowiec) – piaskowce

Brak przyływu.

Ciśnienie denne $P_d = 534,4$ at.

Opróbowanie przeprowadzono w dniach 14–15.03.1983 r. Opróbowano poziom odsłonięty pod butem rur o \varnothing 177,8 mm. Uszczelniacz próbnika zapięto na głęb. 4614 m. Badania wykonano stosując zalewkę wodną, zalewając 2994 m przewodu wiertniczego ponad próbnikiem. Poziom opróbowano metodą jednokrotnego odciążenia przyływu (fig. 22):

I okres przyływu: ciśnienie 311,5–311,5 at, czas 53,5 min;

I okres odbudowy ciśnienia: 311,5–534,4 at, czas 84,6 min.

Podczas badania na głowicy nie zaobserwowano objawów wypływu powietrza. W wyniku opróbowania stwierdzono całkowity brak przyływu. Jedynym określonym liczbowo parametrem jest ciśnienie denne, którego stabilizację kontynuowano do wartości 534,4 at. Badany poziom charakteryzuje się bardzo niską przepuszczalnością, nie ma on żadnych cech kolektorskich.

Z przewodu wiertniczego nad próbnikiem pobrano płuczkę, z której w wyniku odgazowania uzyskano próbkę gazu. Dominującymi składnikami gazu są: azot – 77% obj. i wodór – 22% obj. Gaz nie jest związany z utworami czerwonego spągowca, lecz powstał w wyniku przemian chemicznych płuczki wiertniczej.

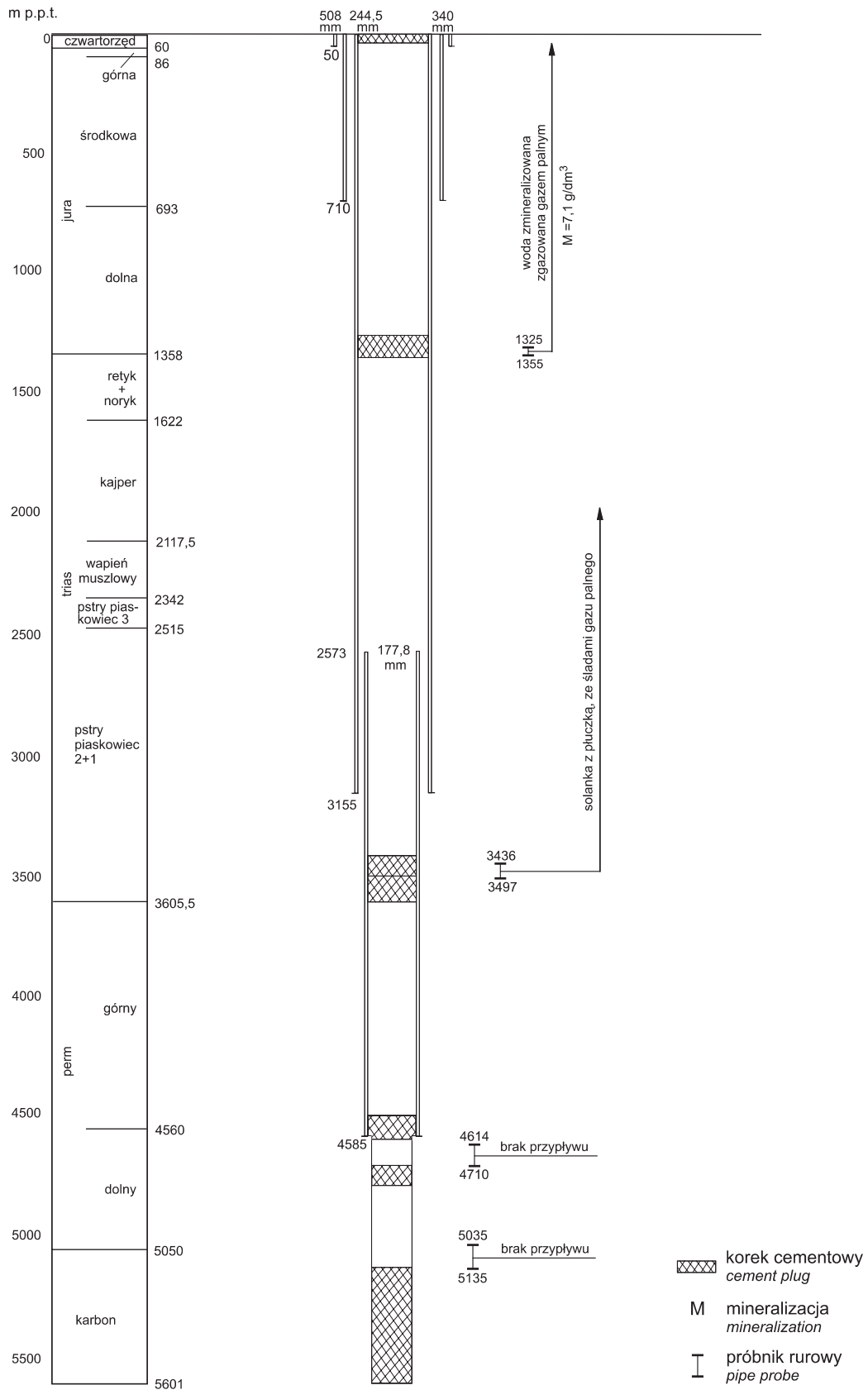


Fig. 21. Schemat opróbowania otworu wiertniczego Budziszewice IG 1

A scheme of borehole testing in Budziszewice IG 1 borehole

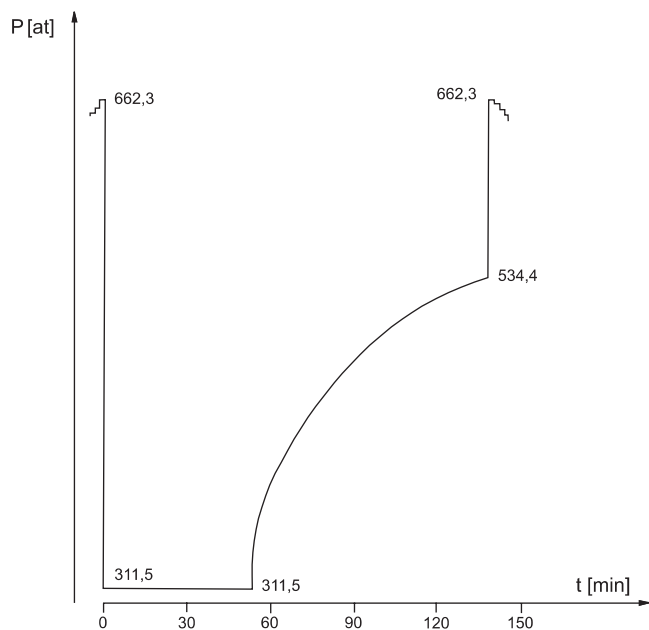


Fig. 22. Opróbowanie poziomu 4614–4710 m

Testing of 4614–4710 m interval

Opróbowany poziom zlikwidowano zakładając na głęb. 3519–3600 m korek cementowy, a na głęb. 3516–3519 m – dwa korki aluminiowe.

Opróbowany poziom: 3436–3497 m, trias dolny – piaskowce

Przyływ solanki.

Ciśnienie denne $P_d = 284,5$ at.

W dniach 28–29.03.1983 r. opróbowano poziom zbiornikowy w utworach triasu dolnego. Poziom udostępniono do badań poprzez perforację bezpociskową rur o $\varnothing 168,3$ mm,

wykonaną w interwale głęb. 3436–3497 m. Oddano 10 strzałów/1 m.b. rur. Celem dodatkowego udrożnienia strefy przyodwiertowej na głęb. 3445–3448 i 3475–3478 m odstrzelono dwa generatory prochowe po 16 kg ładunku każdy. Strop korka aluminiowego podczas opróbowania znajdował się na głęb. 3516 m, a uszczelniacz próbnika zapięto na głęb. 3390 m. Zastosowano zalewkę wodną, zalewając 700 m przewodu wiertniczego ponad próbnikiem. Opróbowanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyływu (fig. 23):

I okres przyływu: ciśnienie 84,5–87,2 at, czas 67,7 min;

I okres odbudowy ciśnienia: 87,2–284,5 at, czas 43,9 min;

II okres przyływu: ciśnienie 92,9–137,4 at, czas 772,9 min;

II okres odbudowy ciśnienia: 137,4–269,8 at, czas 97,7 min.

W trakcie okresów przyływu na głowicy obserwowano słaby wypływ powietrza. W okresie trwającego łącznie 841 min przyływu do przewodu wiertniczego dopłynęło $2,06 \text{ m}^3$ solanki z płuczką ze śladami gazu palnego. Wartość ciśnienia dennego w pierwszym cyklu wynosiła 284,5, a w drugim 269,8 at. Badany poziom charakteryzuje się niekorzystnymi właściwościami zbiornikowymi, jest szybko szcerpywalny. Należy dodać, że w trakcie opróbowania w przestrzeni pierścieniowej pomiędzy przewodem wiertniczym a rurami okładzinowymi poziom płynu obniżył się o ok. 15 m, co wskazuje na nie w pełni szczelne zapięcie uszczelniacza próbnika.

Podczas opróbowania pobrano, w celu wykonania analizy chemicznej, próbkę solanki. Solanka była nieco zanieczyszczona płuczką wiertniczą. Mineralizacja ogólna solanki wynosi $104,9 \text{ g/dm}^3$, gęstość – $1,0734 \text{ g/cm}^3$, a pH – 6,31. Dominującymi składnikami wśród anionów są jony chlorkowe – 98,6% mval, a wśród kationów jony sodowe – 70% mval

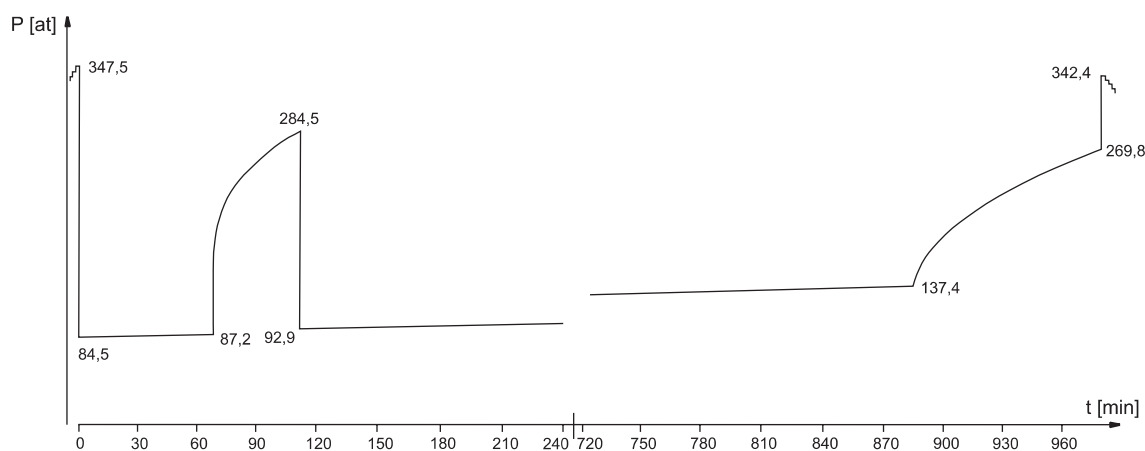


Fig. 23. Opróbowanie poziomu 3436–3497 m

Testing of 3436–3497 m interval

Tabela 16

Wyniki badań chemicznych solanki pobranej podczas opróbowania poziomu zbiornikowego 3436–3497 m

Results of chemical analysis of brine sampled at 3436–3497 m interval

Składnik	Zawartość		
	mg/dm ³	mval/dm ³	% mval
Kationy			
Na ⁺	27 490,00	1195,75	69,64
K ⁺	750,00	19,18	1,12
Li ⁺	6,20	0,89	0,05
Ca ²⁺	9860,00	492,02	28,66
Mg ²⁺	4,40	0,36	0,02
Sr ²⁺	382,00	8,72	0,51
Fe ²⁺	<0,05	0,00	0,00
Mn ²⁺	<0,05	0,00	0,00
Suma	38 492,60	1716,92	100,00
Aniony			
Cl ⁻	60 776,00	1714,27	98,56
Br ⁻	156,62	1,96	0,11
J ⁻	11,72	0,09	0,01
HCO ₃ ⁻	332,75	5,45	0,31
SO ₄ ²⁻	843,70	17,57	1,01
Suma	62 120,79	1739,34	100,00

i wapniowe – 29% mval. W solance nie stwierdzono podwyższonej zawartości jonu bromkowego, który występuje w ilości 156 mg/dm³. Jon jodkowy występuje w ilości nieznacznie zawyżonej, wynoszącej 12 mg/dm³. Solankę scharakteryzowano jako 10,5% wodę (solankę) chlorkowo-sodowo-wapniową, jodkową. Wartość wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl jest równa 0,70, a wskaźnika $rSO_4 \times 100/rCl$ wynosi 1,02. Parametry chemiczne solanki świadczą o istniejących w badanym poziomie dość korzystnych warunkach do zachowania się złóż węglowodorów. Skład chemiczny solanki przedstawiono w tabeli 16.

Rozpuszczone w niewielkich ilościach w solance gaz jest produktem fermentacji płuczki. Gaz składa się głównie z azotu – 64,8% obj. i wodoru – 33,6% obj. Węglowodory występują w ilości 1,37% obj.

Opróbowany poziom zbiornikowy zlikwidowano zakładając na głęb. 3400–3500 i 1395–1500 m korki cementowe.

Tabela 17

Stabilizacja zwierciadła wody ujętej na głęb. 1325–1355 m (po perforacji)

Stabilization of groundwater table from 1325–1355 m interval (after perforation)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
07.04.1983	16.45	78,0
07.04.1983	17.15	60,0
07.04.1983	17.45	49,0
07.04.1983	18.15	48,0
07.04.1983	20.15	46,0
07.04.1983	22.15	45,8
08.04.1983	8.30	45,8

Opróbowany poziom: 1325–1355 m, jura dolna – piaskowce

Przyływ wody zmineralizowanej zgazowanej gazem palnym.

Przyływ 9 m³.

Ciśnienie złożowe $P_z = 123,7$ at.

Opróbowanie przeprowadzono w dniu 8.04.1983 r. Badany poziom zbiornikowy odsłonięto poprzez perforację bezpiskową rur o \varnothing 244,5 mm, wykonaną w interwale 1325–1355 m. Oddano 10 strzałów/1 m.b., czyli łącznie 300 strzałów. Po wykonaniu perforacji i dokładnym przepłukaniu otworu przeprowadzono stabilizację zwierciadła wody. Użyte wyniki przedstawiono w tabeli 17.

Po zakończeniu stabilizacji wody w otworze wykonano opróbowanie. Uszczelniacz próbnika zapięto w rurach o \varnothing 244,5 mm na głęb. 1290 m. Przewód wiertniczy nad próbnikiem zalano na odcinku 210 m zwykłą wodą. Opróbowanie przeprowadzono metodą dwukrotnego odcięcia przyływu (fig. 24):

I okres przyływu: ciśnienie 103,4–103,4 at, czas 6,5 min;

II okres odbudowy ciśnienia: 103,4–123,7 at, czas 87 min;

III okres przyływu: ciśnienie 108,4–123,7 at, czas pracy zegara 224 min, czas faktyczny 840 min.

Po otwarciu zaworu głównego na głowicy obserwowano intensywny wypływ powietrza. Wypływ ten trwał 65 min, stopniowo zanikając. Objawów zgazowania na głowicy nie stwierdzono. Przez okres 12 godz. prowadzono pomiary stabilizacji zwierciadła wody w otworze. Wyniki zebrano w tabeli 18.

Tabela 18

**Stabilizacja zwierciadła wody ujętej na głęb. 1325–1355 m
(podczas opróbowania)**

Stabilization of groundwater table from 1325–1355 m interval (during testing)

Data pomiaru	Godzina pomiaru	Głębokość zalegania zwierciadła solanki [m p.p.t.]
08.04.1983	19.30	35,95
08.04.1983	20.00	35,65
08.04.1983	20.30	35,55
08.04.1983	21.00	35,53
08.04.1983	22.00	35,48
08.04.1983	23.00	35,42
09.04.1983	1.00	35,43
09.04.1983	3.00	35,45
09.04.1983	5.00	35,48
09.04.1983	7.00	35,50
09.04.1983	8.15	35,53

Jako poziom statyczny zwierciadła wody przyjęto głęb. 35,5 m p.p.t.

Podczas wyciągania próbnika, po wyciągnięciu ok. 370 m przewodu wiertniczego, zaobserwowano lekkie zgazowanie wody oraz wyraźny zapach siarkowodoru. Stwierdzono palność gazu. W miarę dalszego wyciągania przewodu wiertniczego objawy zgazowania zwiększały się. Obserwowano cykliczne wyrzucanie wody z przewodu wiertniczego na wysokość 10–15 m.

W wyniku opróbowania stwierdzono przyływ wody zmineralizowanej, zgazowanej gazem palnym. Przyływ wyniósł 9 m³. Ciśnienie złożowe ustabilizowało się na wartości 123,7 at, czemu odpowiada gradient 0,95 at/10 m. Temperatura złoża wynosiła 42°C. Opróbowany poziom charakteryzuje się dobrymi właściwościami zbiornikowymi.

Podczas opróbowania pobrano próbkę wody scharakteryzowaną jako 0,7% wodę chlorkowo-wodorowęglanowo-sodową, jodkową (tab. 19). Mineralizacja ogólna wody wynosi 7,1 g/dm³, gęstość – 1,0052 g/cm³, a pH – 6,8. W wodzie występuje jon wapniowy w ilości 18,04% mval. Wartość wskaźnika hydrochemicznego rNa/rCl wynosi 0,96, co wskazuje na kontakt, aczkolwiek utrudniony, wód badanego poziomu z wodami infiltracyjnymi. Przepływ wody jest powolny i utrudniony, a metamorfoza niskiego stopnia.

Tabela 19

**Wyniki badań chemicznych solanki pobranej podczas
opróbowania poziomu zbiornikowego 1325–1355 m**

Results of chemical analysis of brine sampled at 1325–1355 m interval

Składnik	Zawartość		
	mg/dm ³	mval/dm ³	% mval
Kationy			
Na ⁺	1824,00	79,34	72,78
K ⁺	140,50	3,59	3,29
Li ⁺	0,18	0,02	0,02
Ca ²⁺	394,00	19,66	18,04
Mg ²⁺	74,00	6,09	5,59
Str ²⁺	13,10	0,30	0,28
Fe ²⁺	<0,05	0,00	0,00
Mn ²⁺	<0,05	0,00	0,00
Suma	2445,78	109,00	100,00
Aniony			
Cl ⁻	2916,60	82,27	74,49
Br ⁻	8,54	0,11	0,10
J ⁻	1,26	0,01	0,00
HCO ₃ ⁻	1651,70	27,07	24,51
SO ₄ ²⁻	47,74	0,99	0,90
Suma	4625,84	110,45	100,00

Tabela 20

Analiza gazu pobranego na głęb. 1325–1355 m

Analysis of gas sampled at a depth 1325–1355 m

Składnik	Zawartość składników [% obj.]
CH ₄	94,2826
C ₂ H ₆	0,0083
H ₂	1,2931
CO ₂	0,1811
Ar	0,1219
N ₂	4,1130
Suma	100,0000

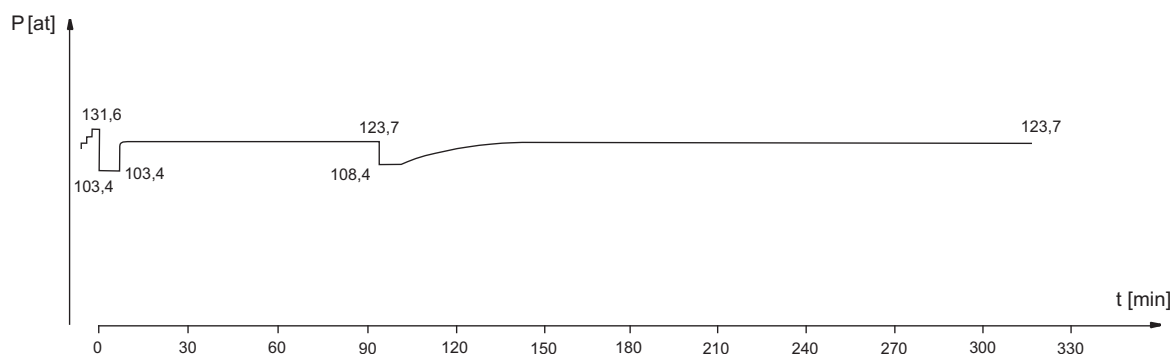


Fig. 24. Opróbowanie poziomu 1325–1355 m

Testing of 1325–1355 m interval

Z przewodu wiertniczego nad próbnikiem pobrano próbkę wolnego gazu (tab. 20). Jest to gaz ziemny, bezgazolinowy, charakteryzujący się wyjątkowo dużą zawartością metanu, wynoszącą 94,28% obj. Azot występuje w ilości 4,11% obj.

Obecność metanu może być związana z pułapkami litologicznymi.

Po zakończeniu badań otwór zlikwidowano wykonując korki cementowe na głęb. 1280–1360 i 0–30 m.

PODSUMOWANIE

Opróbowanie paleozoicznych poziomów zbiornikowych przeprowadzono w ograniczonym zakresie, czego przyczyną były trudności techniczne związane z głębokim zaleganiem tych poziomów. Nie przebadano dwóch przewidzianych do opróbowania poziomów karbonu.

Opróbowanie poziomu czerwonego spągowca wykazało jego słabe właściwości zbiornikowe, objawiające się brakiem przyływu. Również niekorzystnymi warunkami zbiornikowymi charakteryzują się piaskowce triasu dolnego, z których uzyskano niewielki przyływ solanki (ok. 0,1 m³/h), bez objawów bitumiczności. Zmetamorfizowanie solanki może jed-

nak wskazywać na występowanie w tym rejonie korzystnej dla zachowania się węglowodorów strefy hydrochemicznej.

W utworach jury dolnej stwierdzono po raz pierwszy w obrębie Niżu Polskiego objawy zgazowania gazem palnym, zawierającym ok. 94% obj. metanu. Utwory jury dolnej wymagają dalszych badań wiertniczych i geofizycznych prowadzonych pod kątem występowania gazu ziemnego. Występująca w poziomie jury dolnej woda może mieć zastosowanie w lecznictwie balneologicznym oraz może być wykorzystywana do celów rekreacyjnych, jako że temperatura w złożu wynosiła 42°C.