

Złoże gazu ziemnego w osadach miocenu rejonu Rzeszowa (zapadlisko przedkarpackie) odkryte na podstawie wyników nowoczesnej kompleksowej interpretacji danych sejsmicznych

Michał Myśliwiec*, Kazimierz Madej*, Iwona Byś*

The Miocene gas fields discovered in the Rzeszów area, Carpathian Foredeep, on the base of the Direct Hydrocarbon Indicators.
Prz. Geol., 52: 501–506.

S u m m a r y. The paper contains the description of the latest discoveries made on the base of the DHI in the Rzeszów area. Total reserves in the Palikówka, Stobierna, Terliczka and Jasionka gas fields are estimated on 4.2 bln cm of high methane content gas.

Key words: seismic anomalies, bright spot, time sag, Miocene, Carpathian Foredeep, gas fields

Spadek efektywności poszukiwań złóż gazu ziemnego w osadach miocenu zapadliska przedkarpackiego, który nastąpił na przełomie lat 80. i 90. spowodował konieczność zastosowania nowych metod poszukiwawczych. Rozpoczęto wówczas badania sejsmicznego obrazu falowego umożliwiające powiązanie jego cech z obecnością skał zbiornikowych nasyconych gazem ziemnym. Interpretacja taka znana pod pojęciem interpretacji bezpośrednich wskaźników węglowodorów na profilach sejsmicznych (*Direct Hydrocarbon Indicators, DHI*) pozwoliła na poprawniejsze lokalizowanie odwiertów w obrębie stosunkowo niewielkich obiektów poszukiwawczych.

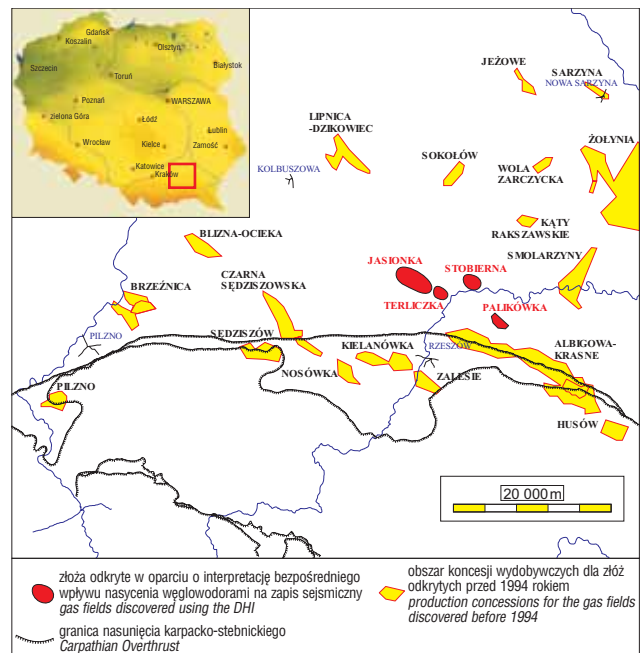
Interpretacja bezpośrednich wskaźników węglowodorów objęła anomalne cechy zapisu sejsmicznego objawiające się zmianami amplitudy oraz geometrycznymi deformacjami refleksów. Anomalie polegające na zmianach amplitudy wywołanych przez duże różnice w impedancji akustycznej skał nasyconych gazem ziemnym oraz skał otaczających to *bright spots*. W osadach miocenu zapadliska przedkarpackiego są również powszechne anomalne deformacje refleksów sejsmicznych w postaci ich ugięcia poniżej wielohoryzontowych złóż gazowych. Zjawisko to znane w literaturze jako *time sag*, a będące faktycznie opóźnieniem w czasie rejestracji odbitej fali sejsmicznej, jest spowodowane zmniejszeniem prędkości przemieszczania się fali w ośrodku skalnym nasyconym gazem, czyli wykazującym gęstość mniejszą niż gęstość skał nasyconych wodą złożową.

Określanie zjawisk *bright spot* i *time sag* terminem *Direct Hydrocarbon Indicators* (czyli bezpośrednie wskaźniki węglowodorów) w odniesieniu do interpretacji danych sejsmicznych jest używane w celu przeciwstawienia jej interpretacji klasycznej, w czasie której identyfikowane są struktury bez wiedzy czy występują w nich węglowodory czy też nie.

Punktem przełomowym w stosowaniu opisanej metody w zapadlisku przedkarpackim było odkrycie w 1995 r. wielohoryzontowego złoża gazu ziemnego Biszczka (Borys i in., 1995; Borys i in., 2000). Istotne jest również, że badania obrazu falowego zbiegły się w czasie z rewolucją sprzętową i interpretacyjną w firmach geofizycznych, zarówno jeśli chodzi o pozyskiwanie danych, jak i ich przetwarzanie. Szczególne znaczenie miało szersze stosowanie trójwymiarowych badań sejsmicznych 3D.

Ważnym rejonem, gdzie wyniki interpretacji anomalii sejsmicznych zmieniły niekorzystne trendy w poszukiwaniach złóż gazu ziemnego jest rejon Rzeszowa (ryc.1). Ten spektakularny sukces polegający na odkryciu znacznych

zasobów w rejonie uznanym kiedyś za nieperspektywiczny był właśnie rezultatem zastosowania niekonwencjonalnej interpretacji danych sejsmicznych. Rozpoczęła się ona od jednej starej linii sejsmicznej z 1975 r.



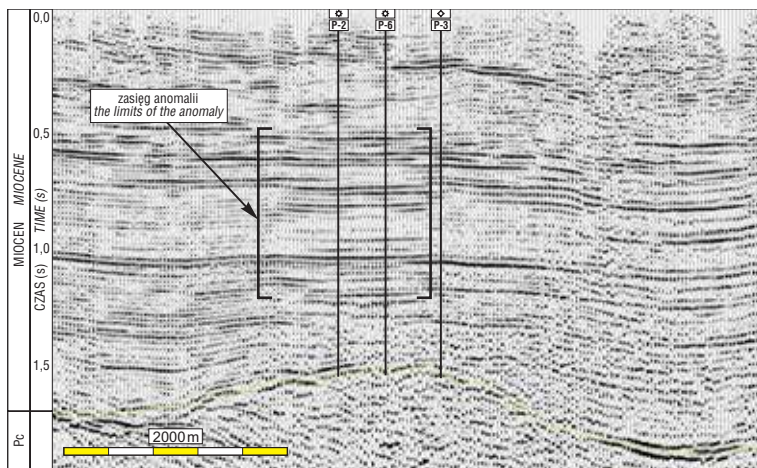
Ryc. 1. Mapa rozmieszczenia złóż w rejonie Rzeszowa
Fig. 1. The gas fields location map, Rzeszów region

Złoże gazu ziemnego Palikówka

Już w 1976 r. na podstawie analizy strukturalnej odwiercono w rejonie Palikówki dwa pierwsze otwory poszukiwawcze, ale bez pozytywnych wyników złożowych. Uzyskano jedynie śladowe przyipywy gazu. Po 20 latach ponownie sięgnięto po profile sejsmiczne z 1975 r. i na jednym z nich zaobserwowano rozległą anomalie w postaci ugięcia miocenijskich refleksów sejsmicznych (*time sag*) ponad wyniesieniem w podłożu prekambryjskim (ryc. 2). W 1996 r. odwiercono zaprojektowany na wyznaczonej anomalii i jak zakładano w centralnej części struktury, otwór Palikówka-6, odkrywając 10. horyzontową akumulację gazu. Kolejne 3 odwierty pozwoliły na dokładne rozpoznanie złoża. Uzyskano z nich przyipywy wysokometanowego gazu ziemnego o wydajnościach ponad 500 Nm³ na minutę.

Złoże Palikówka jest typu warstwowego. Gaz udokumentowano w 17 horyzontach piaszczystych i piaszczysto-ilastych na głębokości od 1304 do 2195 m i

*PGNiG S.A. Departament Poszukiwania Złóż, Ośrodek Południe w Jasle, ul. Asnyka 6, 38-200 Jasło; m.mysliwiec@geonaf.ta.jaslo.pl



Ryc. 2. Linia sejsmiczna 30–1–75K z anomalią typu *time sag*, na podstawie której odkryto złożę Palikówka. Odwierty P–2 i P–6 gazowe w obrębie złoża, odwiert P–3 poza złożem. Klamry oznaczają zasięg anomalii

Fig. 2. Seismic line 30–1–75K with Palikówka time sag anomaly. Note the gas P–2 and P–6 wells and out of the field dry P–3 well. Brackets indicate the limits of the anomaly

łącznych zasobach 1,13 mld Nm³. Horyzonty mają kształt antyklin wydłużonych w kierunku NW–SE o amplitudach od 20 do 100 m. Największy zasięg złoża ma na poziomie horyzontu X i wynosi 1,5 km długości przy szerokości 0,9 km. Średnie miąższości horyzontów zawierają się w przedziale od 10 do 110 m, przyjmując najczęściej wartości rzędu kilkunastu do dwudziestu kilku metrów.

W budowie geologicznej rejonu złoża wyróżnia się dwie jednostki strukturalno-tektoniczne: podłoże osadów neogenu, w rejonie dokumentowanego złoża zbudowane ze skał prekambryjskich oraz osady miocenu autochtonicznego, przykryte kilkudziesięciometrową warstwą osadów czwartorzędowych.

Najważniejszą z punktu widzenia poszukiwań węglowodorów cechą prekambryjskiego podłoża jest sposób ukształtowania jego stropowej powierzchni. W tej części zapadliska w podłożu osadów neogennych występuje wiele głębokich struktur erozyjno-tektonicznych. Najczęściej przypisuje się im charakter paleodolin. O ile w części bardziej północnej i wschodniej w ukształtowaniu rzeźby stropu podłoża bardzo czytelny jest kierunek tektoniczny NW–SE, to w rejonie Rzeszowa paleodoliny rozwidlają się palczasto w kierunku północnym i otwierają ku południowi. Były one wyerodowane w okresie późna kreda–paleogen.

W podłożu występuje znaczne wyniesienie, zwane wyniesieniem Palikówki, o kształcie elipsy, z dłuższą osią o kierunku NW–SE. Jego amplituda w stosunku do otoczenia wynosi ok. 250–300 m. Jest ono zaledwie początkiem znacznie większego pasa wyniesień ciągnącego się w kierunku zachodnim (ryc. 3).

Pokrywa osadów miocenu zawiera wszystkie trzy podstawowe serie, podewaporatową, ewaporatową i nadewaporatową, przy czym warstwy baranowskie i ewaporaty występują jedynie w obniżeniach podłoża, natomiast nad strefami wyniesionymi profil mioceniński rozpoczynają osady nadewaporatowe.

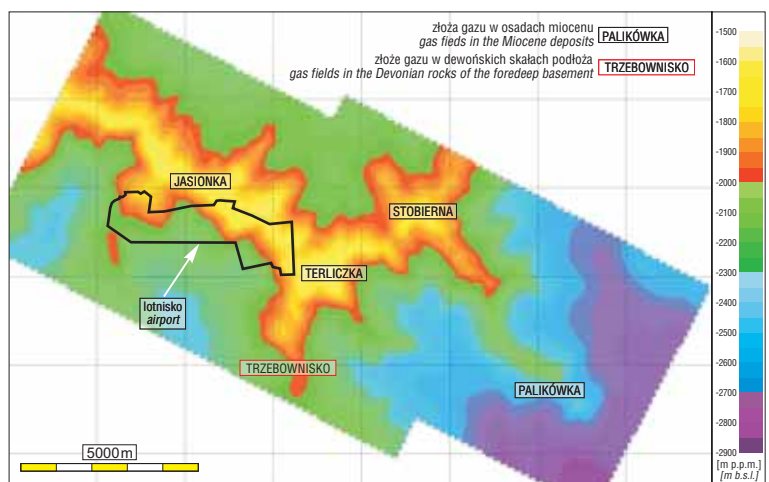
Osady nadewaporatowe rozpoczynają się cienkim pakietem transgresywnym, który ku górze przechodzi w miąższy kompleks turbidytów. Jeszcze wyżej występuje kilka grubych kompleksów różniących się cechami struktural-

nymi, teksturalnymi i środowiskiem depozycyjnym. Na podstawie szczegółowej strukturalnej i sedymentologicznej analizy pomiarów upadomierza oraz rdzeni rozpozniomowano je pod względem strukturalnym oraz facjalnym (Aleksandrowski i in., 1999). Podział ten ma również swoje odbicie w charakterystyce geologiczno-złożowej poszczególnych horyzontów gazowych.

Od dołu profilu występują kompleksy: turbidytowy, przejściowy, deltowy i równi deltowej przybrzeża (Aleksandrowski i in., 1999).

Kompleks osadów turbidytowych zapełnił znaczną część pierwotnej przestrzeni akumulacyjnej tej części basenu, czemu towarzyszyła prawdopodobnie stosunkowo szybka, tektoniczna subsydencja jego dna. Wypełnienie basenu osadami wpłynęło również na zmianę systemu depozycyjnego. Młodsze osady traciły stopniowo cechy turbidytów, nabierając cech osadów deltowych. Wśród nich występują grubsze pakiety piaszczyste powstałe wskutek stopniowego zapełniania podwodnych kanałów doprowadzających materiał na skłon delty oraz gromadzenia materiału w formie nasypów przyujściowych. Ta część osadów deltowych ma miąższość ok. 400 m. Wśród nich występuje również gruby 170-metrowy kompleks osadów międzydeltowych złożony z monotonnej serii drobnoziarnistych heterolitycznych laminitów. Osady te są związane z wyraźną fazą recesji w postępie form progradujących i znacznego zmniejszenia tempa sedymentacji. Potem doszło ponownie do tworzenia znacznej wielkości form akumulacyjnych typu podwodnych nasypów. Powstały wskutek ich przyrostu kompleks jest bardzo podobny do dolnego kompleksu deltowego (Aleksandrowski i in., 1999).

Najmłodszy pakiet osadów miocenijskich jest wyraźnie odmienny. Osady są znacznie słabiej wysortowane, powszechnie występują tu grube pakiety piaszczystych mułowców, uławicenie jest natomiast na wielu odcinkach trudno wykrywalne. Charakterystyczne są tu przewarstwienia iłowców, prawdopodobnie o znacznym rozprzestrzenieniu. Grubsze pakiety piaskowcowe zdarzają się rzadko i brak jest na ogół wyraźnych oznak pionowej organizacji sekwencji. Wśród składników osadu powszechne stają się drobne elementy szkieletowe oraz roślinne. Prawdopodob-



Ryc. 3. Mapa stropu podłoża z rejonu Palikówka–Jasionka. Widoczny wyraźny garb w podłożu prekambryjskim

Fig. 3. The depth contour map of the top of the basement in the Palikówka–Jasionka area. Note the prominent high eroded in the Precambrian rocks

nie sedymentacja tej części serii odbywała się w strefie równi deltowej, stąd osady te określono jako kompleks osadów równi deltowej (Aleksandrowski i in., 1999).

Opisane osady miocenu są na ogół niezaburzone i leżą stosunkowo płasko. Upady warstw wahają się w granicach 0–15°. Warstwy łupkowo-piaszczyste dostosowują swój kształt do ukształtowania stropu podłoża. Dzięki temu nad jego wyniesieniami tworzą wiele struktur kompacyjnych, których warstwy piaszczyste i piaszczysto-ilaste są pułapkami dla gazu ziemnego. Takie właśnie brachyantykliny są najczęściej spotykanym typem pułapek dla gazu ziemnego w osadach miocenu zapadliska przedkarpackiego.

Większość najbardziej zasobnych horyzontów gazowych złoża Palikówka występuje w stropowych częściach grubych pakietów piaszczystych, które powstawały przez stopniowe zapełnianie kanałów doprowadzających materiał na skłon delty lub gromadziły się w formie nasypów przyujściowych.

Skałami zbiornikowymi są ławice piaskowcowe, które w zależności od umiejscowienia w profilu pionowym parasekwencji deltowych charakteryzują się większą lub mniejszą miąższością i jednorodnością (zawartością drobnytmicznych wkładek ilasto-mułowcowych).

Wydzielone kompleksy litologiczne i facjalne mają swoje odzwierciedlenie w charakterystyce horyzontów złożowych. Większość horyzontów gazowych znajduje się w dolnym kompleksie skłonu delty oraz kompleksie deltowym górnym. Są one bogate w wiele jednorodnych pakietów piaskowcowych, osiągających miąższości rzędu 10–20 m. Te skały zbiornikowe charakteryzują się dobrymi właściwościami petrofizycznymi. Cechuje je wysokie zapieszczenie, duża porowatość, ok. 7–30%, dobra przepuszczalność, w granicach 10–200 mD. Węglowodory zakumulowane są w porach piaskowców, niekiedy nieco zailonych i między laminami słabo zbitych mułowców i piaskowców. Uszczelnieniem dla gazu uwięzionego w takich pakietach piaszczysto-mułowcowych są serie iłów i łupków.

Występujący pomiędzy osadami deltowymi kompleks międzydeltowy, złożony wyłącznie z cienko uławiconych skał drobnoziarnistych, stanowi dobry horyzont izolujący dla dolnego kompleksu skłonu deltowego. Niestety, większość grubych deltowych pakietów piaskowcowych jest zawodnionych, a poziomy gazowe ograniczają się do przystropowych części ich ławic. W tych przypadkach zazwyczaj mamy do czynienia z gazem ograniczonym od spągu wodą podścielającą i na podstawie pomiarów geofizyki wiertniczej możliwe jest wyznaczenie konturów gaz/woda.

Horyzonty gazowe występujące w obrębie niższych cienkowarstwianych kompleksów, tj. turbidytowym i wyżej leżącym kompleksie osadów przejściowych są również warstwowane, ale nie jest tutaj możliwe wyznaczenie konturów gaz/woda, a jedynie umownych zasięgów stref nasyconych gazem ziemnym. Osady turbidytowe oraz przejściowe złożone z mułowców oraz lamin twardych piaskowców i łupków zawierają horyzonty charakteryzujące się niskim zapieszczeniem, niską porowatością i przepuszczalnością oraz niskim nasyceniem gazem.

Po odkryciu złoża Palikówka wykonano na jego obszarze oraz w kierunku zachodnim zdjęcie sejsmiczne 3D. Na podstawie jego wyników ponad wybitnym garbem w podłożu odkryto w podobnych warunkach trzy kolejne złoża — Stobierna, Terliczka i największe Jasionka (ryc. 3).

Złoże gazu ziemnego Stobierna

Złoże gazu ziemnego Stobierna znajduje się na NW od złoża Palikówka. Prace geologiczno-wiertnicze rozpoczęto

tu w 2000 r. Wcześniejsze badania sejsmiczne oraz wyniki odwiertów wykazały, że w podłożu osadów miocenu znajduje się znaczące wyniesienie o kształcie elipsy z dłuższą osią o kierunku NW–SE o amplitudzie ok. 250–300 m. Już pierwszy otwór poszukiwawczy przyniósł odkrycie akumulacji (ryc. 4, 5). Wyniki opróbowania otworu były bardzo obiecujące — z głębokości od 1335 do 1180 m otrzymano przyływy gazu od 66 do 450 Nm³/min. Wyniki te pozwoliły na selektywne udostępnienie do eksploatacji 3 horyzontów.

W drugim odwiercie uzyskano przyływy gazu od 160 do 210 Nm³/min. ze śladami gazoliny. Otwór został przekazany do selektywnej eksploatacji z dwóch horyzontów. W trzecim odwiercie nie uzyskano przemysłowego przyływu gazu.

Odkryte złożo od strony wschodniej zamknięte jest dyslokacją o przebiegu N–S, która widoczna jest na profilach sejsmicznych i została potwierdzona pomiarami upadomierza. Dodatkowo zasięg poziomy akumulacji ograniczony jest zmianami litofacjalnymi.

Horyzonty gazonośne występują w przedziale głębokościowym od 1180 do 1338 m. Ich miąższość waha się od 6 do 54 m. Piaszczyste i mułowcowe skały zbiornikowe wykazują porowatości do 10 do 15% i przepuszczalności 80–150 mD. Skałami uszczelniającymi są łupki ilaste i skały ilasto-mułowcowe występujące w postaci cienkich przewarstwień.

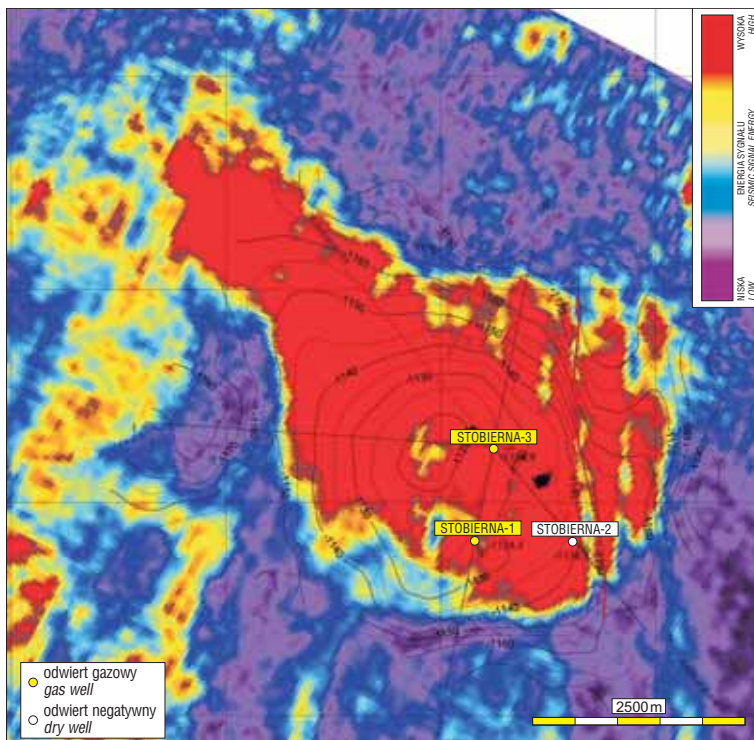
Gaz ziemny zawiera od 95,4 do 96,3% objętościowych metanu. W otworze Stobierna 3 uzyskano również przyływy gazu ze śladami ropy. Udokumentowane zasoby gazu ziemnego wynoszą 340 mln Nm³.

Otwory na złożu Stobierna zostały przygotowane technicznie do eksploatacji selektywnej. Stosowanie tej metody rozpoczęto w końcu lat 90. ze względów ekonomicznych. Dzięki specjalnemu wyposażeniu odwiertów możliwe jest jednoczesne wydobywanie gazu z dwóch lub nawet trzech horyzontów. Możliwe jest uzyskiwanie większych wydajności odwiertów oraz szybsze szczypanie złoża. Ponieważ zmniejsza się zakres prac związanych z przygotowaniem do eksploatacji kolejnych horyzontów, stosowanie metody selektywnej wpływa również na obniżenie kosztów. Obecnie jest ona już powszechnie stosowana w wielohoryzontowych złożach gazu w zapadlisku przedkarpackim.

Złoże gazu ziemnego Terliczka

Kolejnym nowym złożem w rejonie Rzeszowa było złożo Terliczka. Jest ono położone na północny-zachód od złoża Palikówka i na południowy-zachód od złoża Stobierna. Prace geologiczno-poszukiwawcze w tym rejonie prowadzono już w latach 1957–1958. Odwiercono wtedy otwór Terliczka 1 do głębokości 800 m. W trakcie wiercenia zaobserwowano zgazowanie płuczki, ale na podstawie wyników profilowań geofizycznych otwór zlikwidowano bez wykonania prób złożowych. W latach 1959–1965 wykonano dwa kolejne odwierty. Mimo stwierdzenia objawów gazu odwierty również zlikwidowano bez prób. W drugiej połowie lat sześćdziesiątych koncentracja wierceń nastąpiła na południe od rejonu Terliczki, gdzie odkryto jedno z większych w zapadlisku wielohoryzontowe złożo gazu ziemnego Husów–Albigowa–Krasne. Do poszukiwań powrócono jeszcze raz w 1976 r. wierząc otwór Terliczka–2, ale ponownie bez pozytywnych rezultatów.

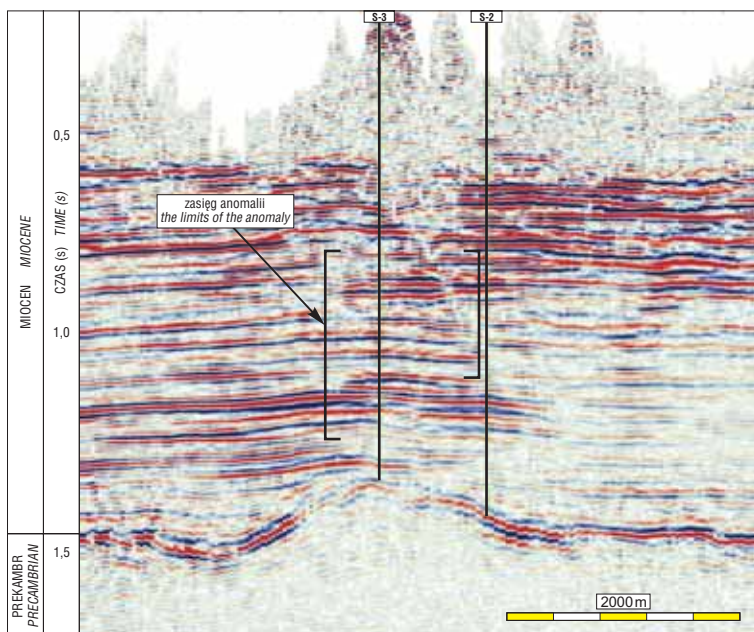
Po odkryciu złoża Palikówka i wykonaniu zdjęcia 3D udokumentowano istnienie kilku wyniesień w podłożu. Jednym z nich było wyniesienie Terliczki (ryc. 6). Pierwszym odwiertem była Terliczka–3 z 2000 r. zlokalizowana we wschodniej części struktury. Już w trakcie wiercenia otworu występowały duże zgazowania płuczki, a próby



Ryc. 4. Mapa rozkładu atrybutu energia sygnału na tle mapy strukturalnej VI horyzontu gazonośnego złoża Stobierna. Podwyższona energia (kolor czerwony) w przybliżeniu wyznacza zasięg akumulacji gazowych

Fig. 4. The depth contour map compiled with the reflection strength for the VI gas horizon of the Stobierna gas field. Higher reflection strength (red color) corresponds to the gas accumulation limits

złożowe potwierdziły występowanie 9 horyzontów gazonośnych o wydajności do 500 Nm^3 na minutę. Otwór został przekazany do eksploatacji selektywnej z 3 horyzontów.



Ryc. 5. Profil sejsmiczny 3D przez anomalię sejsmiczną złoża Stobierna. Klamry oznaczają zasięg akumulacji gazowych. Odwiert Stobierna-3 nawiercił horyzonty gazowe, odwiert Stobierna-2 przyniósł wynik negatywny

Fig. 5. 3D seismic line across the Stobierna anomaly. Brackets indicate the limits of the gas accumulation. Stobierna-3 well encountered gas, Stobierna-2 well was dry

Częstą praktyką stosowaną w kilku ostatnich latach w zapadlisku jest wiercenie dwóch lub więcej odwiertów kierunkowych z tego samego miejsca. Obszar zapadliska jest gęsto zaludniony, a stosunki własnościowe gruntów mocno skomplikowane. Dlatego niejednokrotnie w celu uproszczenia procedur, obniżenia kosztów oraz przyspieszenia eksploatacji złóż wielohoryzontowych stosuje się wiercenia otworów kierunkowych z tej samej lokalizacji. W ten sposób zaprojektowano rozpoznanie złoża Terliczka. Już drugi odwiert Terliczka-3A został wykonany z tego samego miejsca co T-3. Jego celem geologicznym było udostępnienie wyższych poziomów gazonośnych, które nie zostały opróbowane pierwszym odwiertem. Z 14 opróbowanych poziomów, w 8 otrzymano przemysłowy przyływ gazu.

Jako ostatni na złożu Terliczka odwiercono otwór Terliczka-4, w którym przyływ gazu uzyskano już tylko w jednym horyzencie.

Ogółem w złożu wydzielono 14 horyzontów gazonośnych, z czego 13 ma znaczenie przemysłowe. Udokumentowane zasoby gazu wynoszą 650 mln Nm^3 .

Złoże ma nieregularny kształt o rozciągłości NW-SE. W dolnym poziomie gazonośnym podzielone jest na dwa elementy oddzielone od siebie strefą uskokuwą. Uskok ten jest granicą złoża od strony NW. Przebieg uskoku jest znany z danych sejsmicznych 3D i dodatkowo potwierdzony pomiarami upadomierza w dwóch otworach (ryc.7).

Gaz ziemny zakumulowany jest w naprzemianległych, słabozwięzłych piaskowcach i mułowcach w przedziale głębokościowym od 321 do 1246 m, przy miąższości horyzontów gazonośnych od 3 do 85 m. Porowatości serii zbiornikowych wahają się 8 do 21% przy przepuszczalnościach rzędu 150 mD. Skałami uszczelniającymi są łupki ilaste, ilasto-mułowcowe występujące w postaci cienkich przewarstwień.

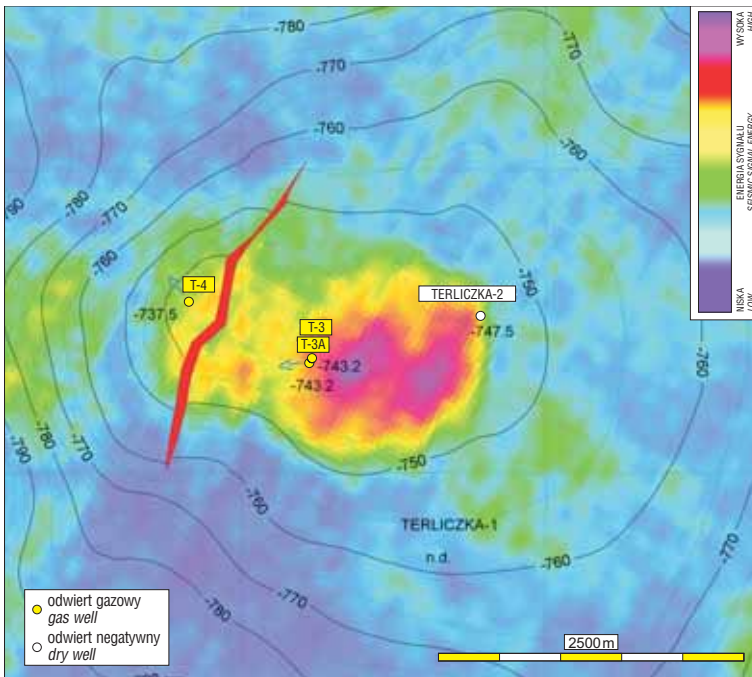
Gaz ziemny złoża Terliczka jest gazem wysokometanowym o zawartości metanu od 93 do 97%. W otworze T-4 uzyskano również przyływ gazu ze śladami ropy.

W przypadku kolejnego złoża w rejonie Rzeszowa, bez wiercenia otworów kierunkowych w ogóle nie byłoby możliwe jego zagospodarowanie. Położone jest ono w dużej części pod lotniskiem międzynarodowym Rzeszów-Jasionka oraz ścisłym rezerwatem przyrody. Już wykonanie zdjęcia sejsmicznego 3D wymagało szczególnej staranności ze strony wykonawcy (Geofizyka Kraków), a wiercenie otworów nakładało na projektanta oraz wykonawcę wymóg szczególnej staranności w czasie prowadzenia prac.

Złoże gazu ziemnego Jasionka

Pierwszy odwiert w rejonie Jasionki wykonano w latach 70. W latach 1983-1984 odwiercono drugi, ale też bez pozytywnych wyników złożowych. Co więcej, wobec uznania obszaru za nieperspektywiczny zaniechano tutaj w ogóle dalszej działalności poszukiwawczej.

Interpretacja zdjęcia sejsmicznego 3D wykonanego po odkryciu złoża Palikówka i wyniki interpretacji anomalii sejsmicznych



Ryc. 6. Rozkład atrybutu energia sygnału na tle mapy strukturalnej VI horyzontu gazonośnego złoża Terliczka. Podwyższona energia (kolor złoty i czerwony) w przybliżeniu wyznacza zasięg akumulacji gazowych

Fig. 6. The depth contour map compiled with the reflection strength for the VI gas horizon of the Terliczka gas field. Higher reflection strength (yellow and red colors) corresponds to the gas accumulation limits

pozwołyły na prawidłowe rozpoznanie ukształtowania stropu podłoża i wyselekcjonowanie tych anomalii, które związane są z nasyceniem gazem.

jako jednoelementowe ma powierzchnię ponad 5 km². Zasięg poziomy poszczególnych horyzontów uwarunkowany jest oprócz pozycji strukturalnej również zmianami litofacjalnymi.

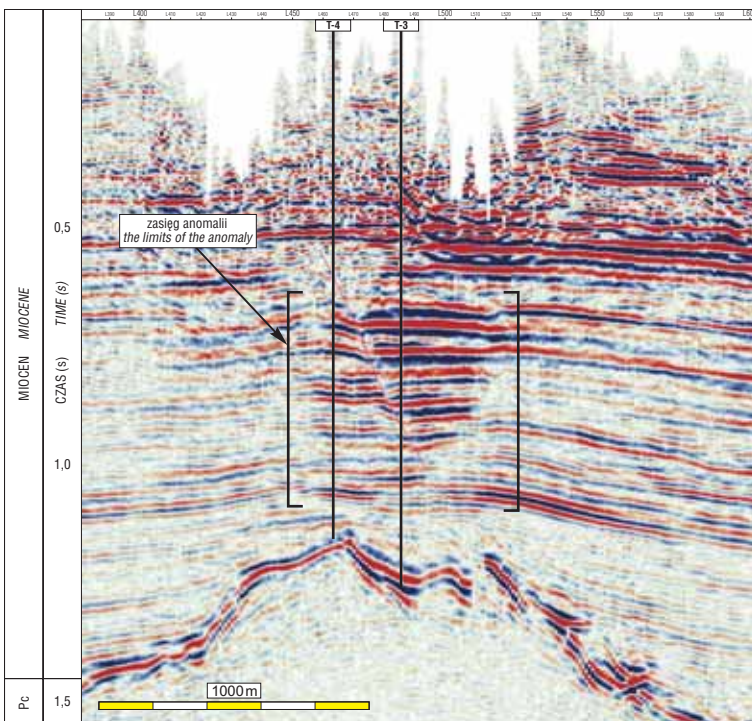
Podobnie jak w złożu Terliczka i Stobierna skałami zbiornikowymi są słabozwięzłe deltowe osady piaszczyste i mułowcowe. Horyzonty położone są na głębokościach od 806 do 1526, przy miąższości od 3 do 48 m. Porowatość waha się od 5 do 21% przy przepuszczalności maksymalnej rzędu 270 mD. Skałami uszczelniającymi są skały ilaste.

Zasobność poszczególnych horyzontów jest zmienna, od kilkuset (np. 530 mln w horyzoncie VI) do kilkudziesięciu mln Nm³.

Gaz ziemny złoża Jasionka jest typowy dla złóż sarmackich i zawiera 94,27 do 98,05% metanu. Nie zawiera żadnych domieszek szkodliwych.

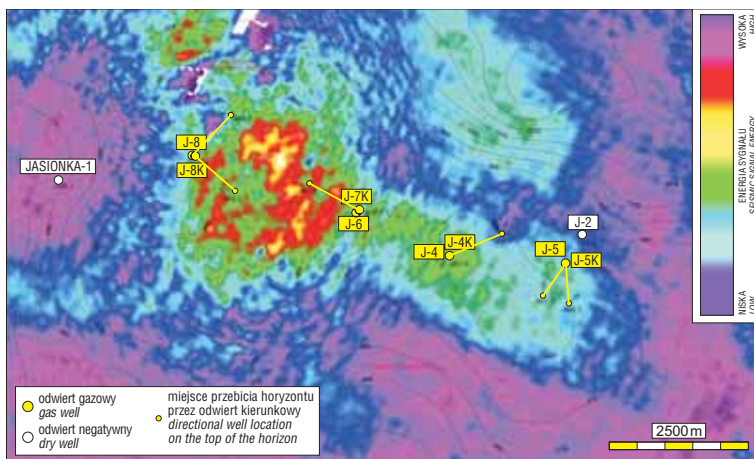
Już w trakcie rozpoznawania złóż Stobierna, Terliczka i Jasionka wykonano kolejny krok w postaci objęcia badaniami 3D obszaru na północ od odkrytych złóż (rejon Smolarzyny–Pogwizdów–Kąty Rakszawskie). Już wstępna analiza zdjęcia wykazała, że strop podłoża jest mocno urozmaicony, co dobrze rokuje dla poszukiwań pułapek kompakcyjnych. Prace w tym rejonie będą prowadzone w najbliższych latach.

Jednocześnie w kierunku zachodnim rozszerzono badania sejsmiczne 2D. Na podstawie wyników ich interpretacji w 2003 r. odwiercono pierwszy otwór poszukiwawczy odkrywając w rejonie Kupna kolejne złożo wielohoryzontowe. Również i tutaj nie są to pierwsze prace i również tutaj metoda strukturalna zawiodła. Dopiero poprawna interpretacja anomalii

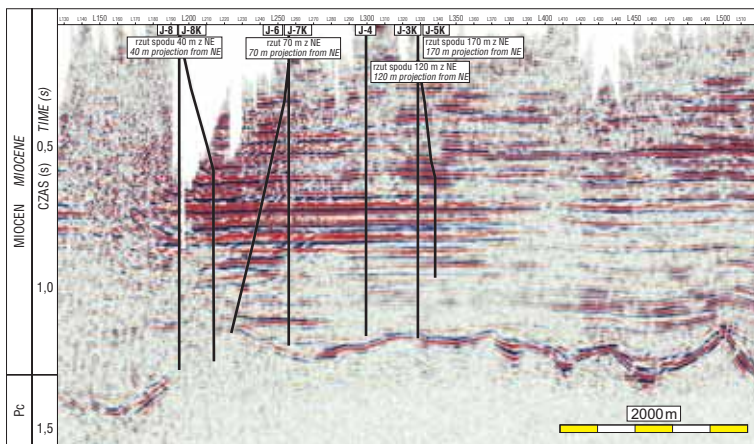


Ryc. 7. Profil sejsmiczny 3D przez anomalię sejsmiczną złoża Terliczka. Zwraca uwagę czytelny uskoki. W odwiercie T-3 udostępniono do eksploatacji 3 horyzonty gazonośne, w odwiercie T-4 jeden. Klamry oznaczają zasięg anomalii.

Fig. 7. 3D seismic line across the Terliczka anomaly. Note the clear fault. T-3 well is completed with 3 gas horizons, T-4 well with only one. Brackets indicate the limits of the anomaly



Ryc. 8. Rozkład atrybutu energia sygnału na tle mapy strukturalnej VI horyzontu gazonośnego złoża Jasionka. Podwyższona energia (kolor zielony i czerwony) w przybliżeniu wyznacza zasięg akumulacji gazowych
Fig. 8. The depth contour map compiled with the reflection strength for the VI gas horizon of the Jasionka gas field. Higher reflection strength (green and red colors) corresponds to the gas accumulation limits



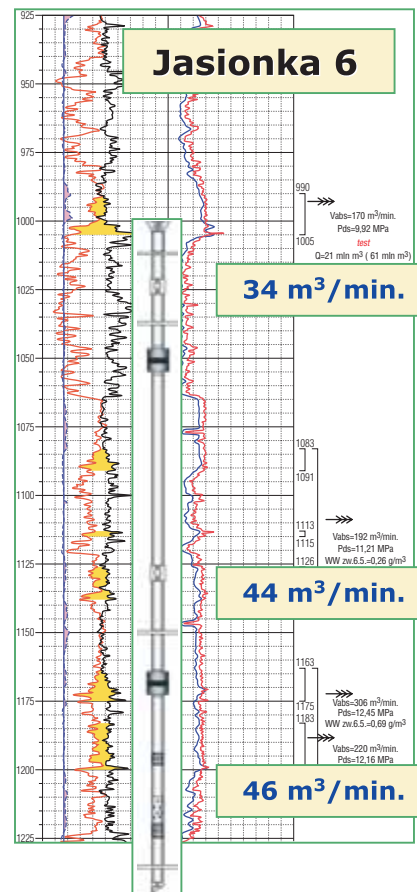
Ryc. 9. Profil sejsmiczny 3D. Rozkład części odwiertów udostępniających złożo Jasionka. Wszystkie odwierty gazowe
Fig. 9. 3D seismic line showing the well pattern of the Jasionka gas field. All wells encountered gas

sejsmicznych pozwoliła na zlokalizowanie miejsca w którym występuje złożo.

W rejonie Rzeszowa w złożach Palikówka, Stobierna, Terliczka i Jasionka udokumentowano łącznie 4,2 mld m³ gazu ziemnego. Kolejne nowe złożo odkryto pierwszym odwiertem w rejonie Kupna, a dalsze prace prowadzone będą w rejonie Kątów Rakszawskich i Pogwizdowa. Już prowadzone są prace mające na celu zagospodarowanie odkrytych złożów.

Literatura

ALEKSANDROWSKI P. & MASTALERZ K. 1999 — Analiza strukturalna i sedimentologiczna osadów miocenu na podstawie danych upadomierza, Palikówka. Niepublikowany raport PGNiG S.A.
 ALEKSANDROWSKI P., MASTALERZ K., MAZUR S., WOJEWODA J. & 1999 — Analiza strukturalna i sedimentologiczna osadów miocenu na podstawie danych upadomierza, Rudka. Niepublikowany raport PGNiG S.A.
 ALEKSANDROWSKI P. & MASTALERZ K. 2001 — Analiza strukturalna i sedimentologiczno-stratygraficzna górnej części sukcesji miocenu zapadliska przedkarpacciego na SE od Leżajska. Niepublikowany raport PGNiG S.A.
 BORYS Z., TRYGAR H. & WÓJCİK J. 1995 — Possibility of Direct Detection of Gas — results of Biszcza Project, Krzeszów-Tarnogród Area, NE Part of the Carpathian Foredeep. Modern Exploration and Improved Oil and Gas Recovery Methods, Cracow, 1995.



Ryc. 10. Schemat selektywnej eksploatacji zastosowanej na jednym z odwiertów złoża Jasionka z podaniem dopuszczalnych poborów gazu z udostępnianych horyzontów
Fig.10. The completion of the one of the well from the Jasionka gas field. Note the gas rate from completed horizons

BORYS Z., MADEJ K. & MYŚLIWIEC M. 1998 — Preliminary results of the New Methodology of Gas Exploration in the North-Eastern part of the Carpathian Foredeep (Poland). Conference and Exhibition Modern Exploration and Improved Oil and Gas Recovery Methods, Kraków.
 BORYS Z., MYŚLIWIEC M. & TRYGAR H. 2000 — New Gas Discoveries in the Carpathian Foredeep, Poland, As the Result of the Seismic Anomalies Interpretation. Oil and Gas News From Poland, 10: 69–80.
 BORYS Z. & MYŚLIWIEC M. 2000 — Kierunki poprawy efektywności poszukiwań w zapadlisku przedkarpaccim. Nafta-Gaz, 9: 457–465.
 IKOKU CHI U. 1984 — Natural Gas Engineering, John Wiley & Sons, New York, pp. 7–10
 KARNKOWSKI P. 1999a — Oil and gas deposits in Poland, Kraków.
 MYŚLIWIEC, M., BORYS Z. & TRYGAR H. 1999 — New Gas Discoveries in the Carpathian Foredeep, Poland, as the Result of the Seismic Anomalies Interpretation. 61st Conference and Technical Exhibition, Extended Abstracts, Vol. 1, Helsinki.
 MYŚLIWIEC M. 2004 — Poszukiwania złóż gazu ziemnego w osadach miocenu zapadliska przedkarpacciego na podstawie interpretacji anomalii sejsmicznych — podstawy fizyczne i dotychczasowe wyniki. Prz. Geol., 52: 299–306.
 MYŚLIWIEC M. 2004 — Poszukiwania złóż gazu ziemnego w osadach miocenu zapadliska przedkarpacciego na podstawie interpretacji anomalii sejsmicznych — weryfikacja anomalii. Prz. Geol., 52: 307–314.
 RACZKOWSKI J. 2002 — Weryfikacja zatwierdzonych zasobów gazu ziemnego w Polsce, arch. Ośrodka BG Geonafta — Południe w Jaśle.
Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Jasionka, Jasło, 2003.
Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Stobierna, Jasło, 2003.
Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego Terliczka, Jasło, 2003.