

Zasoby gazu w Karpatach

Paweł Buczyński

Celem artykułu jest ocena efektywności poszukiwań gazu ziemnego w Karpatach i zapadlisku przedkarpackim w latach 1992-2003.

Aby określić efektywność poszukiwań należy najpierw wyjaśnić samo pojęcie efektywności. W znaczeniu potocznym opłacalność (efektywność) rozumiana jest jako pozytywny wynik, wydajność, sprawność. Rozpatrując zagadnienie opłacalności, powinno się odróżniać opłacalność:

- techniczną (wydajność);
- gospodarczą (wydajność oraz dodatkowo ocena uzyskanego efektu);
- ekonomiczną (porównanie efektów – celów do nakładów – zasoby siły roboczej, zasoby majątkowe, bogactwa naturalne).

Analizując okres poszukiwań w Karpatach i zapadlisku przedkarpackim skoncentrowano się najpierw na 150 letniej bogatej historii poszukiwań węglowodorów. Bazując na historii sięgnięto po wyniki analizy penetracji wiertniczej tych dwóch regionów sporządzonej przez PGNiG za lata 1945-1996.

Ważnym elementem procesu poszukiwawczego, mającym wpływ na opłacalność poszukiwań, okazały się zmiany metodyki, których efekty zostały ujęte przyrostem nowo odkrytych i perspektywicznych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego.

Uwzględniono każdy etap poszukiwań, tj. badań geofizycznych, głównie sejsmicznych, wiercenia odwiertów poszukiwawczych i rozpoznawczych oraz etap zagospodarowania od przygotowania otworów do eksploatacji, do momentu przekazania gazu do sieci gazowniczej. Mając powyższe na uwadze zanalizowano wskaźniki techniczne wierceń w Karpatach i Przedgórzu.

* * *

Poszukiwania gazu ziemnego w Karpatach i zapadlisku przedkarpackim ma swoją bardzo bogatą historię.

Naturalne wycieki ropy naftowej, a także ekshalacje gazu ziemnego, sygnalizujące perspektywę szeregu fałdów karpackich, stały u podstaw najwcześniejszych odkryć wielopoziomowych akumulacji ropy naftowej oraz gazu ziemnego. Sukcesywne badania budowy i produktywności antyklinalnych elementów fałdowych doprowadziły do odkrycia wielu złóż ropy naftowej i gazu ziemnego we wszystkich głównych jednostkach tektonicznych Karpat [3].

Odkrycie w latach 1930 złóż gazu ziemnego (Daszawa, Roztoki, Jaszczew, Strachocina) dało impuls do budowy sieci dalekosiężnych gazociągów i do coraz szerszego wykorzystania gazu w gospodarce komunalnej i przemyśle. W Polsce w okresie międzywojennym na obszarze

Karpat działało około 100 różnych przedsiębiorstw prywatnych i spółek, w tym 8 większych, poszukujących i eksploatujących ropę naftową i gaz ziemny. Ze względu jednak na brak odkryć nowych złóż o większym znaczeniu, wydobywanie ropy w Polsce szybko zaczęło się zmniejszać. W okresie okupacji złoża były nadmiernie eksploatowane i ulegały dewastacji [8].

Skomplikowane warunki geologiczne przypowierzchniowych, rzadko zalegających głębiej niż 1000 m obiektów złożowych, decydowały przeważnie o ich niewielkiej zasobności. Do największych złóż ropy naftowej zaliczyć należy: Dominikowie-Kryg-Lipinki (1,7 mln ton), Bóbrka-Rogi i Grabownica w jednostce śląskiej, złożo Węglówka w jednostce podśląskiej oraz Wańkowa w jednostce skolskiej. Największe wydobywanie gazu ziemnego uzyskano z fałdów Potoka (4,7 mld Nm³) i Strachociny (4,4 mld Nm³) [3].

Ze względu na brak znaczących odkryć nowych złóż w Karpatach nastąpił stopniowy regres w wydobywaniu ropy naftowej i gazu ziemnego (rys. 1).

W latach 1980-1990 prace poszukiwawcze w obrębie Karpat fliszowych koncentrowały się na głębokościach 2500-5000 m. Przystąpiono do zbadania znanych z Karpat Wschodnich (Ukraina) głębokich fałdów typu Borysław-Dolina. Wykonano w tym celu m. in. 2 najgłębsze w Polsce otwory wiertnicze: Paszowa 1 do głębokości 7210 m i Kuźmina 1 do 7541 m. Wiercenia te nie potwierdziły istnienia fałdów wgłębnych, jednak problem ich poszukiwań pozostaje nadal otwarty. W 1990 r. ze złóż karpackich wydobyto 55 tys. t ropy i 40 mln Nm³ gazu [8].

Odkrycia złóż ropy i gazu w polskiej części Przedgórza Karpat rozpoczęły się po II wojnie światowej, a mianowicie w 1946 roku odkryto gaz w Dębowcu Śląskim, w 1955 r. w Wojstawiu koło Mielca i Niwiskich, a w 1957 r. liczące się złożo gazu w Lubaczowie [4].

Pierwsza faza poszukiwań złóż gazu ziemnego w utworach autochtonicznych miocenu (1952 do ok. 1970) prowadzona była w okresie zdobywania podstawowej wiedzy geologicznej dotyczącej budowy basenu. W taki właśnie sposób odkryto i rozpoczęto rozpoznawanie największego obszarowo i zasobowo nagromadzenia gazu ziemnego w rejonie Przemysła oraz odkryto złoża Lubaczów, Jarosław, Mirocin, Żołynia-Leżajsk i Czarna Sędziszowska. W tym samym czasie, w zachodniej części zapadliska w utworach podłoża miocenu odkryto złożo ropy naftowej Grobla-Pawłowice (cenoman), Partynia-Podborze (jura) oraz wielohoryzontowe złożo gazu ziemnego Tarnów (miocen + jura) [3].

W drugiej połowie lat siedemdziesiątych i pierwszej połowie lat osiemdziesiątych w wyniku wdrażania nowych



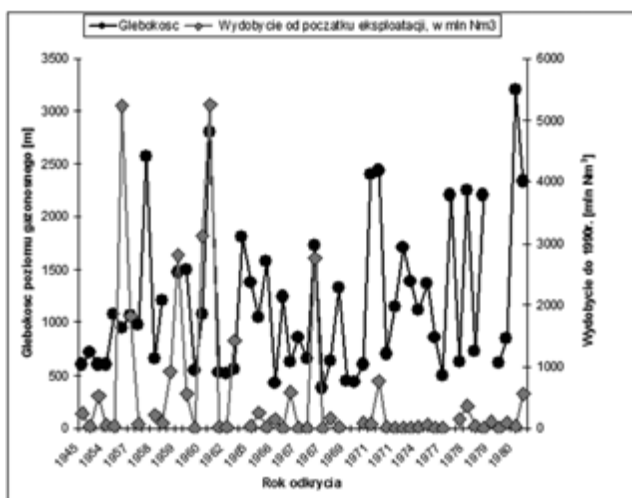
Rys. 1 Regres wydobywania gazu ziemnego w porównaniu do wzrastającej głębokości poziomów gazonośnych (opracowanie własne, źródło [8]).

technologii prac na bazie techniki cyfrowej odkryto kolejne istotne złoża gazu ziemnego na Podkarpaciu (Jurówce-Srogów koło Sanoka w Karpatach fliszowych oraz Husów, Rzeszów, Przeworsk, Tarnów, Dąbrówka koło Bochni w zapadlisku przedkarpackim) [7].

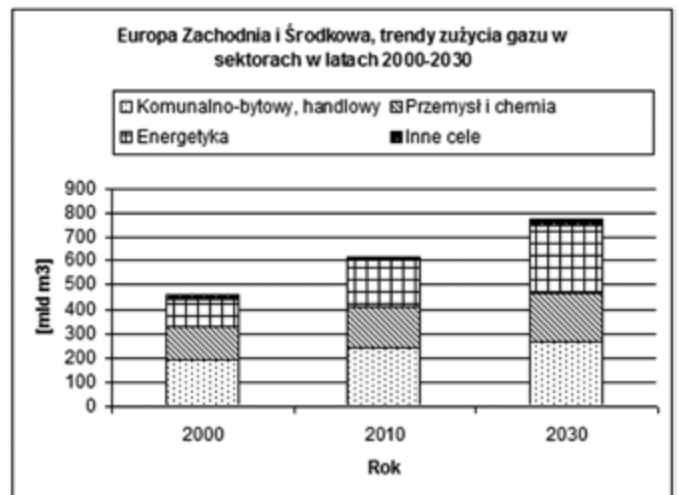
* * *

Gaz ziemny staje się najwygodniejszym nośnikiem energii dla ludzkości. Potwierdzają to raporty Międzynarodowej Unii Gazowniczej (IGU) wykonywane w odstępach 3-letnich, z okazji kolejnych Światowych Kongresów Gazowniczych. Pomimo systematycznego wzrostu wydobywania i zużycia gazu ziemnego na świecie w ostatnich trzech latach potwierdzone zasoby gazu ziemnego zwiększyły się tylko o 4% [13].

Wraz ze wzrostem poziomu i komfortu życia, rośnie rola gazu ziemnego jako wygodnego i ekologicznego paliwa. Zwiększać się będzie zatem jego udział w bilansie paliw całej



Rys. 2 Wydobywanie gazu ziemnego w Przedgórzu Karpat w porównaniu do maksymalnej głębokości horyzontu gazonośnego (opracowanie własne, źródło [8]).



Rys. 3 Europa Zachodnia i Środkowa. Trendy zużycia gazu w sektorach w latach 2000-2030 (opracowanie własne, źródło: [13]).

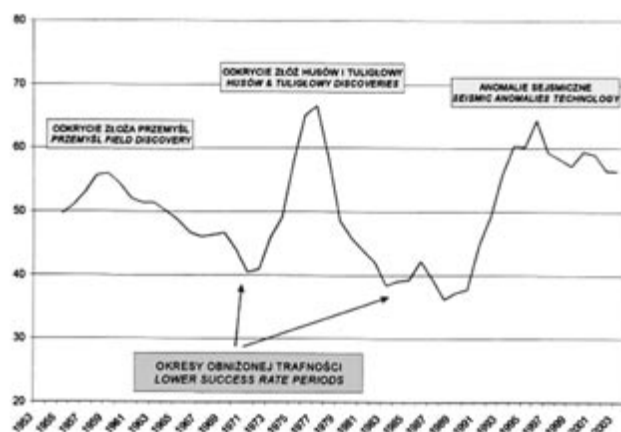
Europy, również Europy Środkowej, a w szczególności w sektorach komunalno-bytowym i energetycznym (rys. 3) [6].

Oceniając lata 1945-1996 Dział Oceny Ekonomicznej Górnictwa Naftowego wyznaczył podstawowe założenia rzutujące na późniejszy okres poszukiwań i poprawę efektywności. Nakłady na poszukiwania należy w pierwszym rzędzie przeznaczać tam, gdzie spodziewamy się największych przyrostów zasobów i produkcji w stosunku do planowanego metrażu wierceń. Zasada powyższa powinna generalnie obowiązywać zawsze, zarówno w odniesieniu do jednostek geologicznych, poziomów stratygraficznych, jak i w odniesieniu do pojedynczych złóż i struktur. Ważne jest, aby lokalizować wiercenia poszukiwawczo-rozpoznawcze na obiektach rokujących ekonomiczną opłacalność. Większość złóż węglowodorów w Polsce to złoża nierentowne, gdyby je traktować każde z osobna. Jedno duże złożo (w warunkach polskich — powyżej 3 mld m³ gazu lub powyżej 1 mln ton ropy) jest w stanie „zarobić” na utrzymanie kilku lub kilkunastu złóż małych o zasobach poniżej granicy rentowności i cały ten układ będzie rentowny (liczony łącznie), mimo że traktowane osobno małe złoża byłyby nierentowne. Na ekonomiczną efektywność poszukiwań rzutują stale rosnące koszty wierceń, co jest wynikiem braku konkurencji ze strony firm wiertniczych spoza PGNiG. W celu podniesienia efektywności prac poszukiwawczych, celowe byłoby zwiększenie nakładów na geofizykę, a szczególnie na sejsmikę 3D, która powinna być wykonywana na wydzielonych wcześniej częściach potencjalnych obszarów złożowych [1].

Postęp w odkrywaniu nowych złóż gazu ziemnego w zapadlisku przedkarpackim zawsze był ściśle uwarunkowany postępowaniem technicznym i unowocześnianiem technik poszukiwawczych. Dwukrotnie w historii poszukiwań zaznaczyło się obniżenie ich efektywności, po raz pierwszy na początku lat siedemdziesiątych, po raz drugi w latach osiemdziesiątych, w obu przypadkach przewyżc-

zone znaczącym postępem technologicznym (rys. 4). Podobnie jak w większości basenów naftowych na świecie, także i w osadach miocenu zapadliska przedkarpackiego około 50% zasobów gazu ziemnego udokumentowano w pierwszej wstępnej fazie poszukiwań. Obejmowała ona lata od 1952 do końca lat sześćdziesiątych i prowadzona była w okresie określania zasadniczych cech budowy geologicznej regionu. Dzięki istnieniu bardzo dobrego reflektora sejsmicznego jakim jest poziom anhydritowy, już wtedy za pomocą najprostszych analogowych aparatów geofizycznych możliwe było lokalizowanie wyniesień strukturalnych w podłożu miocenu. W ten sposób odkryto największe zarówno pod względem powierzchni, jak i pod względem zasobów pole gazu ziemnego Przemysł, a później złoża: Lubaczów, Jarosław, Mirocin, Żółtyń-Leżajsk i Czarna Sędziszowska. Wtedy odkryto również złoża ropy naftowej i gazu ziemnego w osadach mezozoicznych podłoża miocenu w zachodniej części zapadliska (Grobla-Pławowice, Partynia-Podborze, Tarnów). W okresie pomiędzy rokiem 1970 a 1987 znaczny postęp zanotowano zarówno w technologii i interpretacji badań sejsmicznych, jak i interpretacji pomiarów geofizyki wiertniczej. Poligonem doświadczalnym stało się między innymi odkrywanie i rozpoznawanie wielohoryzontowego złoża gazu ziemnego Husów-Albigowa-Krasne, w którym prócz obrazu strukturalnego szczegółowo rozpoznano zmiany facjalne.

Znaczący postęp w badaniach sejsmicznych przyniosło wprowadzenie do użytku aparatów z zapisem magnetycznym. Efektem stało się odkrycie kolejnych akumulacji gazu ziemnego w rejonie Przemysła (złoża Tuligłowy), Mirocina, Jarosławia oraz w rejonie Rzeszowa – złoża Kielanówka i Zalesię. Po raz drugi spadek efektywności poszukiwań miał miejsce na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych (rys. 4). We wschodniej części



Rys. 4 Wykres trafności odwiertów w zapadlisku przedkarpackim za lata 1953-2003 (źródło [5])

zapadliska odwiercono wówczas szereg otworów nie uzyskując znaczących wyników przemysłowych.

Wobec coraz gorszych wyników uzyskiwanych na podstawie stosowanej wówczas klasycznej strukturalnej metody poszukiwań, koniecznym stało się wypracowanie metodyki poszukiwawczej, która pozwoliłaby na poprawniejsze lokalizowanie odwiertów w obrębie obiektów poszukiwawczych o niewielkich powierzchniach i amplitudach. Szczególną uwagę zwrócono na anomalie zapisu sejsmicznego polegające na wzroście amplitudy oraz „ugięciu” czasowych refleksów sejsmicznych. Rozpoczęto stosowanie metody interpretacji na sekcjach sejsmicznych bezpośrednich wskaźników węglowodorów [5].

W zakresie badań sejsmicznych wykonywanych na potrzeby poszukiwania i rozpoznawania złóż węglowodorów coraz częściej dominującą rolę odgrywało zastosowanie sejsmiki 3D. Metodę sejsmiczną 3D zastosowano w zapadlisku do szczegółowego rozpoznania budowy strukturalnej, zdefiniowania rozmiaru nieciągłości, zwłaszcza uskoków, badania cech sedymentacyjnych osadów oraz do prawidłowego odwzorowania budowy geologicznej poprzez właściwe przeliczenie czasu na głębokość [15].

Wyniki zdjęć 3D prowadzą do ograniczenia ilości struktur nieprodukcyjnych i nieposiadających optymalnych parametrów produkcyjnych. Zmniejsza to koszty związane z otworami nietrafionymi („suchymi”) i słabo produktywnymi. Koszty związane z wierceniem otworu szacowane są w milionach dolarów i wszelkie „nie trafienia” takim otworem w strukturę gazonośną lub roponośną, jest stratą firmy poszukiwawczej. Optymalizacja lokalizacji miejsc pod wiercenia, zapewnia większe szanse odkrycia i w ślad za tym sukces ekonomiczny inwestorów [14].

Metodyka interpretacji anomalii sejsmicznych okazała się niezwykle efektywna w zapadlisku przedkarpackim. Jej wprowadzenie, w ciągu ostatnich 10 lat przyniosło odkrycie we wschodniej części zapadliska szeregu nowych złóż gazu ziemnego [5].

Piaszczysto-ilaste osady miocenu zapadliska są ośrodkiem skalnym, w którym wywołane przez nasycone gazem skały zbiornikowe anomalie sejsmiczne wyraźnie zaznaczają się na przekrojach sejsmicznych. Jednakże znaczna część przebadanych anomalii była związana z akumulacjami nieprzemysłowymi, tzn. takimi w których prócz gazu znaczny jest udział wody złożowej lub uzyskiwane wydajności gazu są niskie. W związku z tym dla poszukiwań w zapadlisku przedkarpackim podstawowym zadaniem jest obecnie poszukiwanie metod pozwalających na weryfikację wartości anomalii. Wypracowanie takiej metodyki możliwe jest na podstawie wyników szczegółowych badań pełnego obrazu falowego uzyskanego zarówno z pomiarów w odwiertach (pomiar akustyczny, PPS), jak i sejsmiki powierzchniowej, które muszą być wpierane wierniejszym odtwarzaniem geometrycznego układu warstw skalnych i głębokościowego odwzorowania struktur [11].

Udział odwiertów wykonywanych we wschodniej części zapadliska przedkarpackiego w oparciu o interpretację bezpośrednich wskaźników węglowodorów na sekcjach sejsmicznych (anomalie amplitudowe, anomalie typu time sag) systematycznie rósł od kilku lat w pierwszych latach, do 100% obecnie. W większości są to odwierty, których głębokość nie przekracza 2000 metrów, co w korzystny sposób wpływa na koszty poszukiwań. Na 108 odwiertów wykonanych w oparciu o tą metodykę w latach 1994-2003, 73 były produktywne (gaz), a 35 negatywnych. Daje to wysoką 68% trafność metody poszukiwawczej.

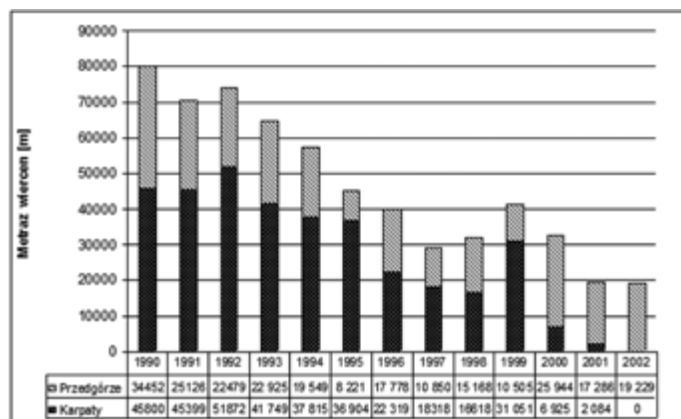
Z perspektywy ponad 10 lat należy stwierdzić, że odkrywanie i rozpoznawanie w zapadlisku przedkarpackim kolejnych złóż gazu ziemnego było możliwe jedynie dzięki zmianie metodyki poszukiwań [5].

Analizując okres poszukiwawczy od roku 1990 do 2002 można zaobserwować spadek metrażu wierceń w Karpatach i na Przedgórzu. Obrazuje to rysunek 6. Zauważyć należy spadek zainteresowania obszarem Karpat na rzecz Przedgórza, wynikać to może z wykonania planu wierceń pogłębiających horyzonty złożowe odkryte we wcześniejszym okresie poszukiwań w Karpatach.

Wiercenia w Karpatach i na Przedgórzu to głównie wiercenia poszukiwawcze. Lata 1990-1994 charakteryzują się dużym metrażem wierceń w porównaniu z okresem 1995-2002. Rysunek 6 potwierdza jedną z przyczyn które skłoniły do zmiany metodyki poszukiwawczej, a mianowicie wzmożone nakłady na wiercenia geologiczno-poszukiwawcze w Karpatach i jednocześnie niska efektywność przy wzroście głębokości wierceń za węglowodorami (rys. 8). Analizując efektywność otworów poszukiwawczych (rys. 7) można zauważyć, iż przy wzroście doświadczenia wiertniczego wynikającego z lepszego rozpoznania rejonu poszukiwawczego wzrasta efektywność wierceń.

Dodatkowa analiza rysunku 8 ilustrującego głębokość wierceń nasuwa stwierdzenie, iż okresy 1997-1998 oraz 2001-2002 charakteryzujące się spadkiem efektywności poniżej 50% mogły być spowodowane wzrostem głębokości wierceń geologiczno-poszukiwawczych (rys. 8) dotyczących głównie nowo rozpoznawanego geologicznie rejonu Przedgórza (rys. 5). Odwracając tę zależność należy stwierdzić, że poprawa efektywności w 1996 r. wyniknęła z wykonania dużego metrażu odwiertów eksploatacyjnych (rys. 6) na głębokości poniżej 3200m (rys. 8) w rejonie Przedgórza i Karpat, a w latach 1999-2000 wiercono głównie do głębokości 2000 m pogłębiając otwory w rejonie Karpat (rys. 6) oraz znajdując poziomy gazonę w Przedgórzu (rys. 5 oraz rys. 9).

Podsumowując należy zaznaczyć stopniowy spadek wierceń w rejonie Karpat na rzecz wzrastającego poziomu wierceń na Przedgórzu. Nastąpił wzrost postępu ogólnego wierceń, na który wpływ miał postęp przemysłowy. Postęp przyczynił się do polepszenia czasu zużytego na wiercenia,

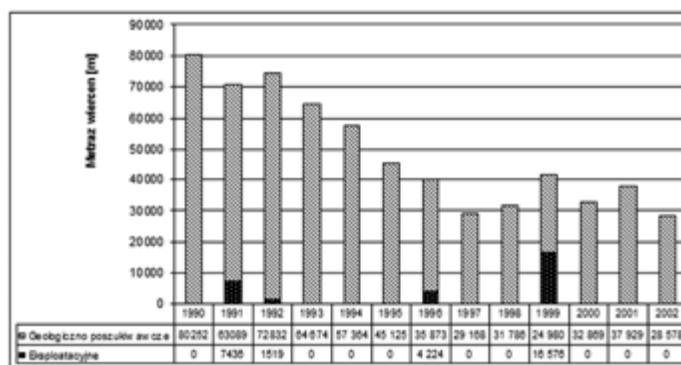


Rys. 5 Metraż ogólnych wierceń z podziałem na Karpaty i Przedgórze w latach 1990-2002 (opracowanie własne, źródło [2])

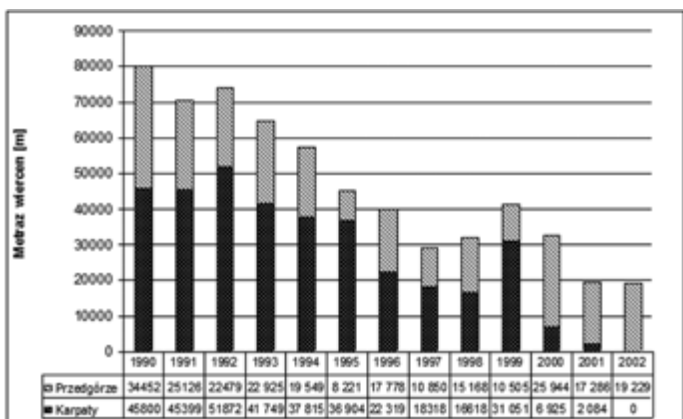
lecz odbił się na wydłużeniu czasu montażu i demontażu urządzeń wiertniczych. Ze względu na spadek metrażu wierceń zmniejszyła się ilość urządzeń w ruchu.

Rozpoznanie karpackiej budowy geologicznej i perspektywności głębszego piętra strukturalnego fliszu jest słabe, ponieważ występuje tutaj znikome rozpoznanie sejsmiczne obszaru oraz fragmentaryczność informacji wynikających z niewielkiej ilości zrealizowanych głębokich otworów badawczych typu Paszowa 1, Kuźmina 1, Lachowice 2, czy Zawoja 1.

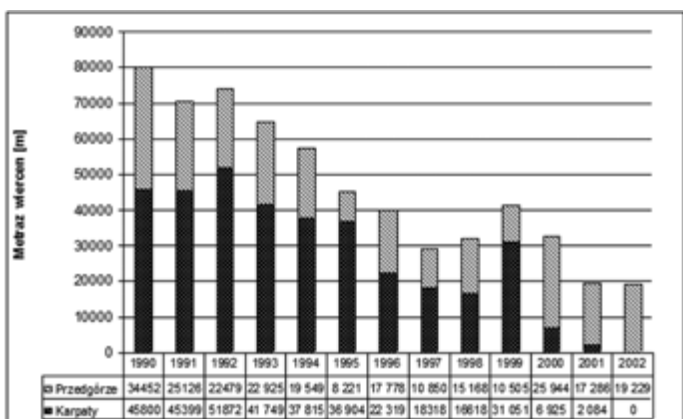
Wysokie koszty wiercenia otworów w skomplikowanych warunkach geotechnicznych w połączeniu z coraz rzadziej uzyskiwanymi, znaczącymi efektami zasobowymi były powodem sukcesywnego zmniejszenia nakładów na rozpoznanie produktywności karpackiego fliszu. Z tego względu większość prac poszukiwawczo-rozpoznawczych prowadzonych w ostatnim 30-leciu koncentrowano w obszarach zagospodarowanych, głównie na fałdach Potoka i Osobnicy. Gwarancją prawidłowego przestrzennego odwzorowania obiektów upatrywać należy w stałym po-



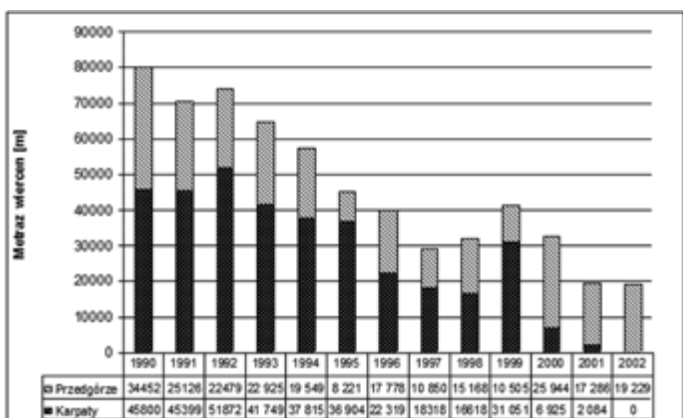
Rys. 6 Metraż wierceń z podziałem na wiercenia geologiczno-poszukiwawcze i eksploatacyjne zsumowane dla Karpat i Przedgórza w latach 1990-2002 (opracowanie własne, źródło [2]).



Rys. 7. Efektywność otworów poszukiwawczych dla Karpat i Przedgórze w latach 1990-2002 (opracowanie własne, źródło [2]).



Rys. 8. Ilustracja głębokości metrażu wiercen dla Karpat i Przedgórze w latach 1990-2002 (opracowanie własne, źródło [2]).



Rys. 9. Porównanie prac wiertniczych odnośnie opróbowania horyzontów i trafienia w horyzont węglowodorów w okresie 1990-2002 dla Karpat i Przedgórze (opracowanie własne, źródło [2]).

stępie metodyczno-interpretacyjnym badań geofizycznych szczególnie w coraz lepiej rozwiązanych właściwych relacjach czasowo-głębokościowych. Mimo występowania potencjalnych skał macierzystych oraz korzystnych właściwości zbiornikowych w całej formacji polskiej części Karpat fliszowych, dotychczasowe odkrycia złożowe zlokalizowane są głównie w ich wschodniej części. Osobnym, bardzo słabo dotychczas rozpoznany zagadnieniem jest perspektywność zachodniej części polskich Karpat fliszowych, zarówno nasuniętych utworów fliszowych, jak i ich podłoża. Dla strefy tej, podobnie jak uczyniono to dla wschodniej części, niezbędne jest wykonanie pełnego zakresu badań podstawowych, celem zidentyfikowania najperspektywniejszych rejonów.

Na Przedgórzu współczesny okres poszukiwań charakteryzujący się koniecznością identyfikacji pułapek o niewielkich powierzchniach i amplitudach staje się procesem coraz bardziej skomplikowanym. Przełomowym okresem poszukiwań stało się odkrycie wielohoryzontowego złoża gazu ziemnego Biszczka (1995). Odkrycie złoża poprzedzone zostało kilkuletnią kompleksową analizą NE części zapadliska. Odkrycie złoża Biszczka, a także kolejnych wielohoryzontowych akumulacji w rejonach Księżpola, Woli Obszańskiej, Dzikowa i Kuryłówki stało się ważnym krokiem w kierunku zdobywania wiedzy i doświadczeń warunkujących pomyślne rezultaty poszukiwań gazu ziemnego w utworach pochodzenia deltowego [3].

Odkryto lub poszerzono zasięg 20 złóż gazu ziemnego (Biszczka, Wola Obszańska, Księżpol, Kuryłówka, Palikówka, Rudka, Bratkowice, Dzików, Chałupki Dębnińskie, Żołynia, Grodzisko Dolne, Dąbrowica, Łukowa, Terliczka, Stobierna, Jasionka, Luchów-Wola Różaniecka, Sarzyna, Kupno) (tab.1). Udokumentowano już w nich zasoby w ilości ponad 11 mld m³, a szacunkowe zasoby złóż będących w trakcie dokumentowania wynoszą blisko 6 mld m³ [5].

Złoża odkryte w ostatnich latach we wschodniej części zapadliska przedkarpaccyckiego w obrębie osadów miocenu mają szereg cech wspólnych. Kształtem przypominają wydłużoną elipsę, której dłuższa oś zachowuje ten sam główny kierunek – rozmieszczone są zgodnie z laramijskim kierunkiem NW-SE. Zasoby złóż wielohoryzontowych, traktowanych jako całość, rozmieszczone są w poszczególnych horyzontach bardzo nierównomiernie. Mimo, że złoża liczą czasami nawet po kilkanaście horyzontów, zazwyczaj większość zasobów zgromadzona jest w kilku najbardziej zasobnych poziomach piaszczystych. To właśnie te 4-5 horyzontów ma decydujące znaczenie dla przemysłowej wartości całego złoża [12].

Za szczególnie cenne uznać należy odkrycie 17 horyzontowego złoża Palikówka, w strefie pomiędzy dwoma negatywnymi otworami, odległymi od siebie około 1400 m, tym bardziej, że zapoczątkowało ono penetrację głównego ciągu obiektów gazonośnych rejonu Rzeszowa

(Stobierna-Perliczka-Jasionka). Pozytywne rezultaty poszukiwań we wschodniej części zapadliska uzasadniają stosowanie podobnej strategii w części zachodniej. Odkrycie złóż gazu w rejonie: Łękwicy, Grądów Bocheńskich czy Krzeczowa świadczą o perspektywności tej części obszaru mimo pozornie gorszych uwarunkowań dla formowania się uszczelniania podobnych akumulacji. Uzyskane w ostatnim okresie pozytywne wyniki poszukiwań złóż gazu ziemnego w autochtonicznym miocenie oraz szereg przesłanek sygnalizujących perspektywność mezopaleozoicznego podłoża, wskazują na konieczność zweryfikowania dotychczasowych poglądów na prognozowanie rozmieszczenia potencjału naftowego. W świetle kompleksowej analizy wyników różnorodnych badań geofizycznych (magnetotelluryka, grawimetria i sejsmika) wkomponowanych w rezultaty dociekań sedimentacyjnych, w dalszym ciągu wysoka perspektywność prognozowana jest w S i SE części zapadliska. Akumulacja gazu ziemnego i ropy naftowej odkryte w mezopaleozoicznych utworach podłoża miocenu (Zalesie, Nosówka, Brzezówka, Tarnów i Łąka), a także sukcesywny postęp metodyczno-interpretacyjny realizowanych ostatnio badań sejsmicznych, w znacznie korzystniejszym świetle niż dotychczas stawiają problem perspektywności tych utworów. Wznowienie działalności poszukiwań w rejonie otoczenia „płytkiego” złoża gazu ziemnego Żołynia jest bardzo dobrym przykładem ścisłego związku wzrostu efektywności poszukiwań z rozwojem wiedzy o budowie centralnej części zapadliska. Wysunięta najbardziej na N strefa wielohoryzontowych nagromadzeń gazu ziemnego

ciągnąca się od Biszczycy po Dzików zaliczona jest do najefektywniejszych rejonów poszukiwań. Wynika to nie tylko z walorów wysokowydajnego 17 horyzontowanego złoża gazu ziemnego Dzików, o zasobach rzędu 2 mld m³, lecz także z całego szeregu odkryć dodatkowych akumulacji (Wola Obszańska, Księżpol, Łukowa, Luchów), umożliwiających ich wspólne zagospodarowanie. Największy postęp metodyczno-interpretacyjny, umożliwiający poprawę efektywności poszukiwań złóż gazu w utworach miocenicznych, osiągnięty został w centralnej i SE części zapadliska. Od szeregu lat, najtrudniejszym w ocenie perspektywności jest obszar wschodniej części zapadliska, zlokalizowany w strefie między złożami Przemyśla i Lubaczowa. Dla osiągnięcia efektów zasobowych w generalnie zasilonym profilu, 2000-3000 m miąższości liczących utworach miocenu, niezbędna staje się konieczność wypracowania innej, nowej strategii poszukiwań.

Generalnie rzecz biorąc, współczesny okres poszukiwań w zapadlisku przedkarpackim jest procesem skomplikowanym, wymagającym wszechstronnego przygotowania metodyczno-interpretacyjnego, warunkującego odkrywanie wąskich i przeważnie niskoamplitudowych akumulacji [3].

Wydobywalne prognostyczne zasoby gazu ziemnego pozostałe do odkrycia w zapadlisku przedkarpackim określono w przedziale od 52 do 65 mld m³. Dla porównania zasoby pozostałe do odkrycia w zapadlisku przedkarpackim oszacowano dynamiczną metodą z zastosowaniem funkcji poszukiwań Arpsa-Robertsza wynoszą 51 695.00 +/- 14 700 mln Nm³ wysokometanowego gazu ziemnego (S.Sas-Korczyński, 2000) [12].

Tab.1 Ważniejsze złoża gazu ziemnego odkryte w latach 1994-2004 w zapadlisku przedkarpackim; stan na 2004r. (opracowanie własne; źródło[10] oraz [9])

| Lp. | Złoże gazu ziemnego | Rok odkrycia* | Ilość horyzontów przemysłowych | Głębokość zalegania horyzontów od_do_[m] | Miąższość horyzontów od_do_[m] | Porowatość od_do_[%] | Przepuszczalność [mD] | Zasoby** [mln Nm ³] |
|--|----------------------|-----------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1. Złoża gazu ziemnego w osadach miocenu północno-wschodniej części zapadliska przedkarpackiego | | | | | | | | |
| 1 | Biszczycza | 1994 | 9 | 508-890 | 4-8 | 26-39 | 2000 | 410 |
| 2 | Dzików | 1997 | 15 | 421-949 | 3-16 | 15-35 | 200 | 2037 |
| 3 | Wola Obszańska | 1997 | 13 | 492-856 | 4-33 | 13-31 | 600 | 1010 |
| 4 | Księżpol | 1996 | 6 | - | - | - | - | 390 |
| 5 | Łukowa | Obecnie dokumentowane | - | - | - | - | - | 700 |
| 6 | Luchów | Obecnie dokumentowane | - | - | - | - | - | 250 |
| 7 | Kuryłówka | 1996 | 11 | - | - | - | - | 713 |
| 8 | Rudka | 1995 | 8 | 1245-1110 650-450 | 1,2-5,5 | - | - | 290 |
| 2. Złoża gazu ziemnego w osadach miocenu rejonu Rzeszowa (zapadlisko przedkarpackie) | | | | | | | | |
| 1 | Palikówka | 1996 | 17 | 1304-2195 | 10-110 | 7-30 | 10-200 | 1130 |
| 2 | Stobierna | 2000 | 5 | 1180-1338 | 6-54 | 10-15 | 80-150 | 340 |
| 3 | Terliczka | 2000 | 13 | 321-1246 | 3-85 | 8-21 | 150 | 650 |
| 4 | Jasionka | 2000 | 17 | 806-1526 | 3-48 | 5-21 | 270 | 2100 |
| 3. Złoża gazu ziemnego w rejonie Żołyni | | | | | | | | |
| 1 | Chałupki Dębniańskie | 2000 | 7 | 186-728 | - | - | - | 298,5 |
| 2 | Grodzisko Dolne | 2000 | 3 | 477-485 | 11-18 | - | - | 126 |

* rok rozpoczęcia poszukiwań i wierceń, na podstawie wyników nowoczesnej kompleksowej interpretacji danych sejsmicznych,

** udokumentowane w roku 2004.

PODSUMOWANIE

Karpaty:

1. Do roku 2001 odkryto 67 złóż ropy i 17 obiektów gazowych.
2. Do roku 2001 wydobyto 12 mld ton ropy naftowej i 13 mld m³ gazu ziemnego.
3. Od roku 1953 do roku 2002 wywiercono 1 914 207 m w rejonie Karpat, z czego od 1992-2002 nawiercono 265 655 m.

Przedgórze:

1. Do roku 2004 odkryto 123 złóż.
2. Do roku 2001 wydobyto 3,2 mln ton ropy naftowej i 90,5 mld m³ gazu ziemnego.
3. W latach 1994-2004 odkryto 20 złóż o zasobach udokumentowanych 11 mld m³ i nieudokumentowanych 6 mld m³ gazu ziemnego.
4. Od roku 1953 do roku 2002 wywiercono 2 260 166 m w rejonie Przedgórze, z czego od 1992-2002 nawiercono 189 934 m.
5. Wydobycie prognostyczne w zapadlisku w 2002r. od 52-65 mld m³ gazu ziemnego.

Bibliografia

- [1] [Archiwum BG Geonaftha: Mazurek A.: *Ocena wyników prac poszukiwawczych polskiego górnictwa naftowego w latach 1945-1996*. s. 6-12].
- [2] [Archiwum PGNiG *Jasło: praca zbiorowa, 50 Lat Jasielskich Poszukiwań*. Jasło 2003].
- [3] Borys Z., Myśliwiec M.: *Perspektywy poszukiwań węglowodorów w Karpatach i zapadlisku przedkarpacim*. **Nafta-Gaz**, 2002, nr 9, s. 447-455.
- [4] *Geologia i ropogazoność Przedgórze Karpat*, Prace Instytutu Górnictwa Naftowego i Gazownictwa, Kraków 2001, nr 109, s. 23.
- [5] Górka A., Maksym A., Myśliwiec M.: *Poprawa efektywności ekonomicznej poszukiwania i eksploatacji gazu ziemnego w Polsce południowej jako efekt wprowadzania nowych technologii*. [PAN, XIV Konferencja, „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi”, Zakopane 2004, s.153-161].
- [6] http://www.geoland.pl/dodatki/energia_xxii/index.html, z dn.20.10.2004, Rychlicki S., Siemek J.: *Budowa bezpieczeństwa zasilania kraju w gaz*. **Rzeczpospolita**, 11.04.2000, nr 86.
- [7] http://www.geoland.pl/dodatki/energia_xxiv/index.html, z dn. 20.10.2004, Kwiatkowski M.: *Pamiętając o tradycji zdobywać przyszłość*. **Rzeczpospolita**, 12.03.2003, nr 60.
- [8] Karnkowski P.: *Złóża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce*. T.2, Kraków 1993, s. 21-26.
- [9] Myśliwiec M., Madej K., Byś I.: *Złóża gazu ziemnego w osadach miocenu rejonu Rzeszowa (zapadlisko przedkarpacim) odkryte na podstawie wyników nowoczesnej kompleksowej interpretacji danych sejsmicznych*. **Przegląd Geologiczny**, Warszawa 2004, vol. 52, nr 6, s. 501-506.
- [10] Myśliwiec M., Plezia B., Świętnicka B.: *Nowe odkrycia złóż gazu ziemnego w osadach miocenu północno-wschodniej części zapadliska przedkarpacim na podstawie interpretacji bezpośredniego wpływu nasycenia węglowodorami na zapis sejsmiczny*. **Przegląd Geologiczny**, Warszawa 2004, vol. 52, nr 5, s. 395-402.
- [11] Myśliwiec M.: *Poszukiwania złóż gazu ziemnego w osadach miocenu zapadliska przedkarpacim na podstawie interpretacji anomalii sejsmicznych - podstawy fizyczne i dotychczasowe wyniki*. **Przegląd Geologiczny**, Warszawa 2004, vol. 52, nr 4, s. 306.
- [12] Myśliwiec M.: *Wielofunkcyjny model efektywności poszukiwań we wschodniej części zapadliska przedkarpacim*. [Materiały konferencyjne, Uwarunkowania opłacalności poszukiwań w zapadlisku przedkarpacim w świetle nowych technik poszukiwawczych, Jasło 2001, s. 17-46].
- [13] Siemek J.: *Kto zużywa najwięcej?* **Nafta&Gazbiznes**, 2004, nr 5, s. 42-46.
- [14] Trzeźniowski Z.: *Niedoceniana rola modelowania*. **Nafta&Gazbiznes**, 2001, nr 11, s. 68-69.
- [15] Trzeźniowski Z.: *Uwag kilka o planowaniu*. **Nafta&Gazbiznes**, 2000, nr 9, s. 45-46.

Autor pragnie złożyć podziękowanie Panu Michałowi Myśliwcowi (PGNiG S.A) za pomoc udzieloną przy redakcji niniejszego artykułu.



Paweł Buczyński (1981) absolwent wydziału wiertnictwa nafty i gazu AGH w Krakowie, obecnie zatrudniony jako pracownik ds. zaplecza w firmie Gaz-System Sp. z o.o. Oddział w Tarnowie TJO Jasło.