

## Warunki naturalne występowania i metody eksploatacji metanu pokładów węgla w wybranych zagłębiach węglowych USA oraz możliwości rozwoju eksploatacji tego gazu w Polsce — sprawozdanie z wyjazdu szkoleniowego do USA

Sławomir Kędzior<sup>1</sup>, Jerzy Hadro<sup>2</sup>, Jan Kwarciniński<sup>3</sup>, Stanisław Nagy<sup>4</sup>,  
Maciej Młynarczyk<sup>5</sup>, Robert Rostkowski<sup>5</sup>, Ewa Zalewska<sup>5</sup>



S. Kędzior

J. Hadro

J. Kwarciniński

S. Nagy

M. Młynarczyk

R. Rostkowski

E. Zalewska

Towarzyszący złożom węgla kamiennego metan stwarza zagrożenia wybuchowe i pożarowe w trakcie eksploatacji górniczej węgla. Jednak odpowiednio ujęty i zagospodarowany może stanowić cenny surowiec energetyczny oraz chemiczny. Ujmowanie metanu pokładów węgla (MPW), a następnie jego gospodarcze wykorzystanie prowadzi do zmniejszenia niebezpieczeństwa w czasie wydobywania węgla, a także do redukcji emisji tego gazu do atmosfery i w konsekwencji do obniżenia efektu cieplarnianego.

Krajem, który pierwszy wdrożył przemysłową eksploatację metanu ze złóż węgla, są Stany Zjednoczone Ameryki. W USA metan pokładów węgla występuje w licznych zagłębiach węglowych (ryc. 1). Jest on pozyskiwany poprzez odmetanowanie eksploatowanych złóż węgla, starych zrobów, a także poprzez wydobywanie otworowe ze złóż węgla nie objętych eksploatacją górniczą.

W dniach 20–28.04.2004 r. autorzy tego artykułu przebywali na szkoleniu w USA. Gościli wówczas u specjalistów z firm zajmujących się udostępnianiem i eksploatacją złóż metanu pokładów węgla. Odwiedzili dwa zagłębia węglowe USA — Black Warrior oraz Arkomę. Zagłębie węgla kamiennego Black Warrior znajduje się w stanach Alabama i Missisipi. Stanowi ono fragment Zagłębia Appalaskiego. Jest to jedno z głównych zagłębi w USA, o powierzchni 89,5 tys. km<sup>2</sup> (Thompson & Telle, 1987), w którym na skalę przemysłową eksploatuje się metan z pokładów węgla kamiennego. Zagłębie Arkoma leży w środkowej części USA — na granicy stanów Oklahoma i Arkansas. W zagłębiu tym metan jest ujmowany z nieeksploatowanych złóż węgla metodą otworów kierunkowych wierconych z powierzchni ziemi.

Celem pobytu w USA było zapoznanie się z problematyką występowania metanu w formacjach węglonośnych USA oraz metodami badań i technikami przemysłowej eksploatacji metanu. Informacje te mogą być wykorzystane do

projektowania eksploatacji metanu ze złóż węgla w Polsce i stworzenia strategii, której celem byłaby promocja lepszego wykorzystania MPW w naszym kraju.

### Zarys budowy geologicznej oraz warunków gazowych zagłębi Black Warrior i Arkoma

Zagłębie Black Warrior jest zagłębiem przedgórskim Appalachów. Występuje w nim węglonośna formacja Pottsville (pensylwan), wykształcona w postaci kilku cyklotemów. Najistotniejsze znaczenie mają cyklotemy (grupy pokładów): Black Creek, Mary Lee oraz Pratt. Pokłady węgla zalegają wśród piaskowców, ilowców i mułowców, przy czym w profilu przeważają piaskowce, które są odporne na erozję, zwięzłe i mało przepuszczalne. Sedymentacja utworów tej formacji zachodziła w warunkach paralicznych. Miąższość pokładów węgla wynosi 3–5 m. W podłożu pensylwanu zalegają utwory mississipy, wykształcone podobnie jak pensylwanu, z tą tylko różnicą, że zawierają przewarstwienia węglanów. W niższej części profilu występują węglanowe utwory dewonu i starszego paleozoiku. Na znacznym obszarze zagłębia węglonośny pensylwan występuje bezpośrednio pod powierzchnią terenu; jedynie w południowej części zagłębia na zerodowanej powierzchni karbońskiej zalegają kredowe zlepieńce.

Utwory węglonośne są nieznacznie sfałdowane, tworzą one synkliny i antykliny o niewielkim kącie zapadania warstw. Antyklinorium Birmingham dzieli zagłębie na pola Black Warrior i Cahaba (Thompson & Telle, 1987). Osie fałdów przyjmują kierunek SW-NE, który jest zgodny z biegiem pasma Appalachów. Łagodnie zapadające warstwy są przecinane uskokami o różnych zrzutach.

Węgiel pozyskiwany z zagłębia Black Warrior jest średnio uwęglony. Przeważa węgiel odpowiadający polskiemu typowi 34 (węgiel gazowo-kokosowy), jedynie w polu Brookwood występuje węgiel lepiej przeobrażony, odpowiadający polskiemu typowi 38 (węgiel chudy, Ro = 1,5%). Stopień uwęglenia nie zwiększa się wraz z głębokością, co jest prawdopodobnie wynikiem bardzo niskiego gradientu geotermicznego w zagłębiu (ok. 5–12 °C/1000 m). Jest to najniższy gradient geotermiczny w USA.

Gazonośność zagłębia jest wysoka i rośnie wraz z głębokością. Strefy odgazowane, powstałe na skutek erozji kompleksu węglonośnego, mają bardzo ograniczony zasięg

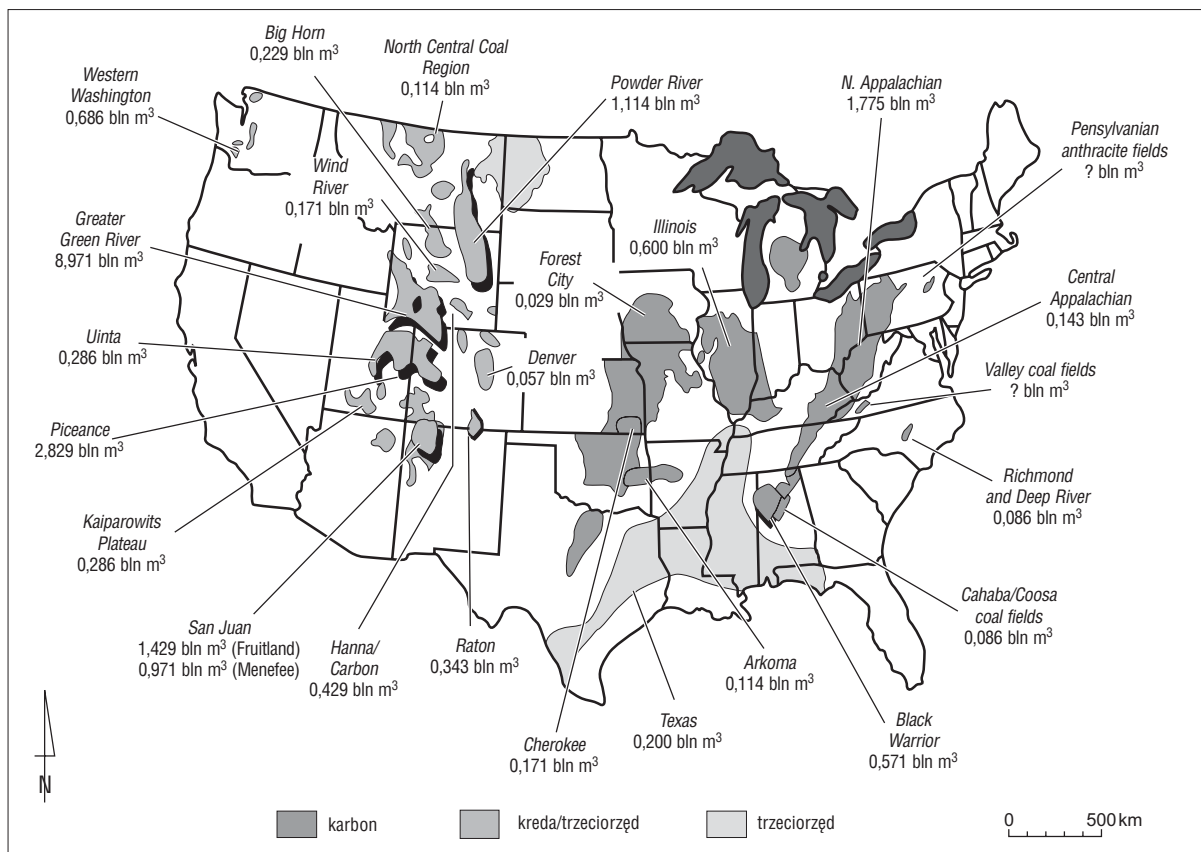
<sup>1</sup>Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

<sup>2</sup>Geokrak sp. z o.o., ul. Mazowiecka 21, 30-019 Kraków

<sup>3</sup>Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Górnośląski, ul. Królowej Jadwigi 1, 41-200 Sosnowiec

<sup>4</sup>Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

<sup>5</sup>Ministerstwo Środowiska, ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa



Ryc. 1. Zasoby MPW w zagłębieniach węglowych USA (wg Scotta, 2002)

i obejmują bardzo płytkie pokłady (do 100 m głębokości). Grupa pokładów Pratt, zalegająca na głębokości ok. 130 m, charakteryzuje się metanonośnością 1–3 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/Mg węgla, natomiast w grupie pokładów Black Creek na głębokości ok. 400 m zawartość metanu osiąga 8–9 m<sup>3</sup>/Mg węgla. Na głębokości 600 m notowano znacznie wyższe wartości — nawet ponad 20 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/Mg węgla. Metanonośność zmienia się także i w poziomie.

Nasylenie pokładów metanem jest duże i mieści się w granicach 65–80%, a w niektórych miejscach dochodzi nawet do 100%. Istotną rolę odgrywa gaz resztkowy, stosunek gazu resztkowego do gazu z desorpcji wynosi 1 : 3.

Przyczyną dużej gazonośności zagłębia jest prawdopodobnie dobre uszczelnienie pokładów kompleksem związanych piaskowców i mułowców.

W zagłębiu panują skomplikowane warunki hydrogeologiczne, co nie pozostaje bez wpływu na gazonośność zagłębia i eksploatację gazu. Zwierciadło wody występuje już na głębokości 30 m.

**Zagłębie Arkoma** ma rozciągłość 192 km ze wschodu na zachód i 48 km z północy na południe. Są w nim eksploatowane węglonośne utwory karbonu (pensylwanu), które odsłaniają się na powierzchni terenu (brak nadkładu). Pokłady węgla występują wśród osadowych skał okrucowych — piaskowców, iłowców i mułowców (ryc. 2). Sedymentacja tych osadów zachodziła w warunkach paralicznych w delcie rzeki. Przez zagłębie przechodzi duża strefa uskoku. Jest to granica płyt kontynentalnych, która ciągnie się przez całe USA aż do Meksyku. Pokłady węgla o miąższości 2–3 m zalegają na ogół monoklinalnie. Jedynie lokalnie są one sfaldowane. Kąty upadu pokładów nie prze-



Ryc. 2. Klastyczne utwory pensylwanu w Zagłębiu Arkoma (Oklahoma). Fot. M. Młynarczyk

kraczą 5°. Stopień uwęglenia jest zmienny i rośnie ku wschodowi — od średnio uwęglonych węgla kamiennych (Ro = 1–1,2%) do antracytów. Węgiel jest niskopopiołowy (zawartość popiołu nie przekracza 10%).

Gazonośność zagłębia jest bardzo wysoka. Gaz występuje zarówno w pokładach węgla (gaz sorbowany i wolny), jak i w piaskowcach (gaz wolny). W składzie gazu dominuje metan (ponad 90%). Metanonośność pokładów jest duża (ok. 12–22 m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/Mg węgla surowego), nasycenie pokładów metanem wynosi 100%. Duża gazonośność pokładów węgla jest przede wszystkim wynikiem dobrego uszczelnienia przez związane piaskowce i mułowce.

## Metody eksploatacji metanu pokładów węgla w USA

W USA eksploatacją metanu pokładów węgla oraz jego zagospodarowaniem zajmują się liczne przedsiębiorstwa. Autorzy artykułu zapoznali się z działalnością firm: *El Paso*, *Black Warrior Methane Corp.* oraz *Dominion Exploration and Production Inc.*

Firma *El Paso* ujmuje metan pokładów węgla w zagłębiu Arkoma — z węgla zalegających na głębokości 600–700 m. Eksploatacja jest prowadzona za pomocą otworów pionowych (do eksploatacji MPW) z udostępnieniem złoża metodą szczelinowania, a od połowy lat 1990. również z zastosowaniem otworów kierunkowych — poziomych, wierconych w pokładzie węgla.

Udostępnianie złoża MPW z zastosowaniem kierunkowych otworów poziomych skutkuje kilkukrotnym zwiększeniem efektywności wydobywania metanu. Należy podkreślić, że zastosowanie metody kierunkowych otworów poziomych wymaga wcześniejszej, precyzyjnej lokalizacji głębokości zalegania udostępnianego pokładu węgla (z dokładnością do 1–3 m). Wynika to z technologii wiercenia tego typu otworów, wymagającej stopniowego krzywienia otworu. Krzywienie otworu kierunkowego firma *El Paso* rozpoczyna około 120 m ponad udostępnianym pokładem. Kierunek wiercenia odcinka poziomego otworu jest projektowany prostopadłe do głównego kierunku spękań pokładu węgla. Kontrola wiercenia odcinka poziomego opiera się na kierunkowym profilowaniu gamma, zorientowanym w układzie góra–dół co 1 m, a w strefach uskokowych co 10 cm. Zastosowanie otworów kierunkowych do eksploatacji MPW było możliwe dzięki mało skomplikowanej tektonice obszaru, wyrażonej m.in. małą gęstością sieci uskokowej.

Firma *Black Warrior Methane Corp (BWM)* eksploatuje metan pokładów węgla z obszaru Brookwood Fields, położonego w basenie węglowym Black Warrior w stanie Alabama. Podziemną eksploatację węgla kamiennego prowadzi na tym obszarze firma *Jim Walters Resources Inc.* Eksploatacja węgla jest prowadzona systemem ścianowym z zawałem stropu. Eksploatowany jest jeden (o największej miąższości) pokład węgla Blue Creek Coal, z grupy pokładów Mary Lee Group, zalegający na głębokości około

600 m. Duża metanonośność eksploatowanego pokładu spowodowała konieczność zastosowania odmetanowania.

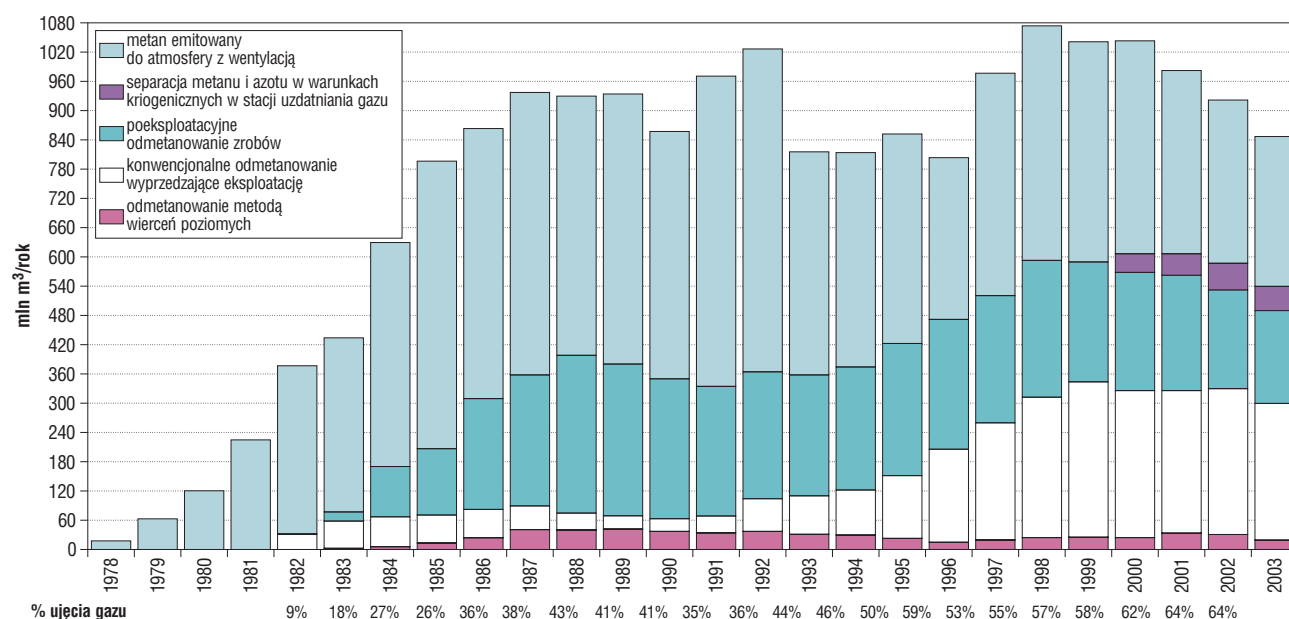
Odmetanowanie pokładu węgla jest prowadzone w trzech etapach:

□ odmetanowanie wyprzedzające eksploatację (*Conventional Wells*) — jest prowadzone ze znacznym, niejednokrotnie kilkuletnim wyprzedzeniem w stosunku do planowanej eksploatacji węgla, za pomocą otworów pionowych, wierconych z powierzchni. Pozyskanie metanu z otworów wiertniczych jest wspomagane przez intensyfikację dopływu gazu metodą szczelinowania hydraulicznego pokładu węgla;

□ odmetanowanie metodą wierceń poziomych (*Horizontal Drilling*) — jest to metoda będąca odpowiednikiem stosowanego w Polsce odmetanowania wyprzedzającego (w stosunku do eksploatacji węgla). Polega ona na wykonaniu poziomych otworów wierconych z podziemnych wyrobisk w eksploatowanym pokładzie węgla;

□ poeksploatacyjne odmetanowanie zrobów (*GOB Wells*) — jest prowadzone za pomocą pionowych otworów wierconych z powierzchni. Otwory te są wiercone z pewnym wyprzedzeniem przed frontem eksploatowanej ściany węgla. Do odmetanowania mogą być również wykorzystane istniejące już otwory konwencjonalne. Metan pozyskiwany przez *BWM* metodą GOB pochodzi ze strefy zawału, w której obok eksploatowanej grupy pokładów Mary Lee (pokłady New Castle Coal i Mary Lee Coal) występują również węgle zalegające ok. 200 m powyżej grupy pokładów Pratt. Otworowa eksploatacja metanu ze zrobów jest prowadzona po przejściu pod otworami ściany eksploatacyjnej i powstaniu strefy zawału, która swym zasięgiem obejmuje zalegające wyżej nieeksploatowane pokłady węgla. Powoduje to zwiększenie wydajności wydobywania gazu i w konsekwencji opłacalność produkcji. Ujmowany gaz jest zazotowany — zawiera 25–30% azotu, który musi być usunięty. Dokonuje się tego w stacji uzdatniania gazu.

Wieloetapowe odmetanowanie złoża skutkuje bardzo wysoką efektywnością ujęcia metanu (ryc. 3). Na różnych etapach eksploatacji złóż węgla firma *BWM* ujmuje obecnie około 64% metanu uwalnianego ze złóż, przy czym największe ilości metanu pochodzą ze zrobów.



Ryc. 3. Zmienność w czasie metanowości całkowitej trzech kopalni węgla kamiennego eksploatowanych przez *BWM* oraz ilości gazu ujmowanego za pomocą różnych metod

Ujęty gaz *BWM* sprzedaje do sieci przesyłowych gazu konwencjonalnego. Stawia to wysokie wymagania pod względem procentowej zawartości metanu oraz składników szkodliwych. Gaz pozyskiwany metodą klasyczną ma parametry jakości zbliżone do gazu złożowego i spełnia parametry tzw. gazu rurociągowego. Gaz ten jest jedynie osuszany (w separatorach wody) oraz sprężany do odpowiedniego ciśnienia. Gaz pozyskiwany metodą otworów poziomych oraz metodą GOB jest zanieczyszczony powietrzem i nie spełnia parametrów jakości gazu rurociągowego. Dlatego należy go poddać procesowi wzbogacania. Proces ten polega na:

- separacji siarkowodoru;
- zamianie tlenu atmosferycznego na dwutlenek węgla;
- separacji dwutlenku węgla;
- separacji azotu atmosferycznego poprzez skroplenie metanu.

Skuteczne funkcjonowanie urządzeń instalacji uszlachetniających gaz (ryc. 4) wymaga na wejściu gazu zawierającego co najmniej 80% metanu. Następnie, podobnie jak gaz pozyskiwany metodą klasyczną, gaz jest suszony i sprężany do wymaganego ciśnienia.



Ryc. 4. Instalacja wzbogacająca gaz w metan — pole Brookwood (Zagłębie Black Warrior, Alabama). Fot. M. Młynarczyk

Firma *Dominion*, zarządzająca największymi w USA magazynami gazu, posiada na obszarze basenu Black Warrior pole eksploatacyjne metanu pokładów węgla. Eksploatacja metanu jest prowadzona wyłącznie z zastosowaniem powierzchniowych otworów konwencjonalnych (dla MPW). Dopływ gazu do otworów jest stymulowany przez szczelinowanie hydrauliczne. Wiercenie prowadzi się z zastosowaniem płuczki powietrznej, a do szczelinowania jest używana piany azotowa z piaskiem. Zasięg szczeliny tworzonej w pokładzie węgla wynosi przeciętnie 85–125 m.

Obecnie firma *Dominion* ujmuje gaz z 960 otworów. Eksploatacja gazu jest prowadzona z kilku pokładów o średniej miąższości około 4,5 m, zalegających na głębokości około 550 m. Przeciętna wielkość eksploatacji wynosi 1,85 mln m<sup>3</sup> gazu/dobę. Gaz ujmowany w instalacji eksploatacyjnej ma jakość gazu rurociągowego i wymaga wyłącznie osuszenia i sprężenia.

Eksploatację metanu za pomocą otworów powierzchniowych utrudniają wody złożowe, które muszą być wypompowane na powierzchnię. Stosuje się do tego celu



Ryc. 5. Pompa żerdziowa odpompowująca wody złożowe w celu osuszenia pokładów węgla i stworzenia warunków do eksploatacji metanu — pole Brookwood (Zagłębie Black Warrior, Alabama). Fot. M. Młynarczyk

pompy żerdziowe, czyli popularne kiwony (ryc. 5), lub pompy śrubowe. Wypompowana woda jest zrzucana do zbiornika, w którym podlega napowietrzaniu, a następnie jest odprowadzana do rzeki Black Warrior. Wody złożowe nie są zasolone; zawierają jedynie podwyższoną ilość żelaza. Dziennie wypompowywanych jest 16–24 tys. l wody.

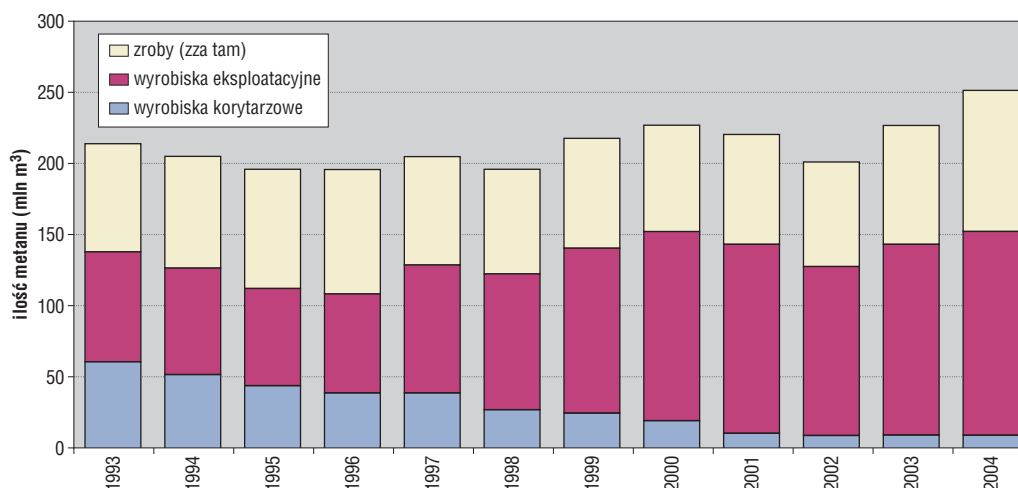
W porównaniu do polskich doświadczeń imponujący jest postęp prac wiertniczych (100 otworów na rok) oraz niski koszt wiercenia i oddania do produkcji otworu (ok. 230 tys. USD).

#### Możliwości eksploatacji metanu z pokładów węgla w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym

Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW) charakteryzuje się zróżnicowanymi i skomplikowanymi warunkami naturalnymi występowania metanu. Problematyce metanowości złóż węgla kamiennego GZW poświęcono wiele publikacji (m.in. Borowski, 1968; Tarnowski, 1989; Kwarciński & Niemczyk, 1989; Kotas, 1994; Kotarba i in., 1995; Grzybek & Kędzior, 2005; Kędzior, 2005).

Na obszarze GZW eksploatacja metanu jest prowadzona od 1951 r. Ilość metanu ujętego z utworów karbonu GZW w latach 1951–2005 można szacować na około 10 mld m<sup>3</sup>. Obecnie prawie cała produkcja metanu w GZW, czyli ok. 270 mln m<sup>3</sup> gazu rocznie (Bilans zasobów, 2004), pochodzi z odmetanowania eksploatowanych złóż węgla, przy czym ujmowanie metanu w czynnych kopalniach węgla kamiennego należy traktować przede wszystkim jako jeden ze sposobów aktywnego zwalczania zagrożeń metanowych. Metan ujęty stanowi około 30% ilości metanu uwalnianego ze złóż węgla kamiennego w trakcie eksploatacji. Ujmowany gaz kopalniany jest mieszaniną gazów złożowych i powietrza wentylacyjnego — przeciętnie zawiera 45–65% metanu. Gaz ten jest pozyskiwany na różnych etapach udostępniania i eksploatacji pokładów węgla. W polskim górnictwie węglowym stosuje się trzy metody pozyskiwania metanu:

- odmetanowanie przed podjęciem eksploatacji — odmetanowanie w wyrobiskach korytarzowych;
- odmetanowanie w trakcie eksploatacji — odmetanowanie w wyrobiskach eksploatacyjnych;



Ryc. 6. Ujmowanie metanu pokładów węgla w Polsce w latach 1993–2004

- odmetanowanie zrobów (zza tam) — odmetanowanie poeksploatacyjne.

Strukturę ujęcia metanu w Polsce w latach 1993–2004 przedstawiono na ryc. 6.

Na początku lat 1990. polskie i zagraniczne firmy zajmujące się pozyskiwaniem metanu ze złóż węgla (*Amoco, Texaco, Pol-Tex Methane, Metanel*) podjęły próbę eksploatacji MPW ze złóż GZW z zastosowaniem technologii stosowanych z powodzeniem w USA, czyli za pomocą otworów wierconych z powierzchni terenu do pokładów węgla. Niestety, próby te nie przyniosły jak dotąd zadowalających rezultatów i zostały przerwane. Jednak zagadnienie eksploatacji metanu tą metodą wciąż pozostaje otwarte.

Wizyta w obiektach eksploatacji metanu w USA skłoniła do ponownego przeanalizowania możliwości zastosowania otworowych technik pozyskiwania metanu w Polsce. W tym celu dokonano porównania warunków występowania tego gazu w USA i Polsce (tab. 1).

Porównanie warunków metanowych zagłębi węglowych ujawnia zasadnicze różnice, które najprawdopodobniej są przyczyną dotychczasowych niepowodzeń polskich prób eksploatacji metanu za pomocą otworów wierconych z powierzchni ziemi. Za przyczyny dotychczasowych niepowodzeń można uznać:

- głębokie odgazowanie górotworu;
- małą przepuszczalność naturalną węgla;
- niepełne nasycenie pokładów węgla metanem.

Na dodatek skomplikowana budowa geologiczna, czyli zmienne kąty upadu warstw oraz stosunkowo gęsta sieć tektoniczna, stwarza duże problemy z udostępnieniem pokładów węgla metodami szczelinowania bądź z zastosowaniem metody otworów kierunkowych (poziomych). Na podstawie pomiarów prowadzonych w czynnych kopalniach wskaźnik zuskokowania złóż zlokalizowanych w środkowej części niecki głównej (obszar najbardziej perspektywiczny dla pozyskiwania MPW) można ocenić na 20–100 m/ha. Skutkuje to stosunkowo niewielkimi rozmiarami bloków tektonicznych, w części zachodniej niecki głównej rzędu 5–10 ha, natomiast w części środkowej i wschodniej — 25–60 ha. Biorąc pod uwagę stosunkowo słabe rozpoznanie geologiczne, należy stwierdzić, że wykonywanie otworów poziomych w takich warunkach nie jest możliwe, a proces szczelinowania hydraulicznego mocno utrudniony. O wiele bardziej opłacalna wydaje się być możliwość zastosowania metody GOB, czyli pozyskiwania metanu za pomocą powierzchniowych otworów wierconych na obszarach górniczych kopalń czynnych do strefy zawałowej górotworu karbonu, zlokalizowanej nad projektowanymi ścianami eksploatacyjnymi. Jednak zastosowanie na obszarze GZW technologii amerykańskiej — w warunkach złóż wielopokładowych i eksploatacji prowadzonej na różnych głębokościach (poziomach) — będzie wymagać wielu prac studialnych i testów.

Tab. 1. Różnice w warunkach występowania metanu pokładów węgla w USA (Zagłębie Black Warrior) i w Polsce (GZW)

| USA (Zagłębie Black Warrior)  | Polska (GZW)  |
|---|---|
| w przeważającej części zagłębia brak nadkładu; jedynie na południu w nadkładzie występują kredowe zlepnie   | w części środkowej i południowej nadkład mioceński, ilasty; na północy triasowy nadkład węglanowy; tylko w części środkowej brak nadkładu   |
| fałdy połogie; uskoki o różnych zrzutach; nasunięcia  | fałdy połogie; uskoki o zróżnicowanych zrzutach — nawet do kilkuset metrów; strefy zaburzeń tektonicznych   |
| ograniczony zasięg stref odgazowanych (do 100 m głębokości)   | strefy odgazowane do głębokości 600 m i większej, w środkowej i południowej części zagłębia bezpośrednio pod mioceńskim nadkładem występują nagromadzenia allochtonicznego metanu |
| gazoność węgla wzrasta wraz z głębokością; duże różnice gazoności w poziomie                                | w profilach znacznej części zagłębia obserwuje się kilka maksimów zawartości metanu   |
| nasycenie pokładów węgla metanem wynosi 80%, a w niektórych strefach nawet 100%                             | pokłady są przeważnie niedosyczone metanem, stuprocentowe nasycenie występuje w płytkiej strefie pod nadkładem mioceńskim   |
| przepuszczalność węgla jest duża (powyżej 10 mD); szczeliny w węglu nie są wypełnione materiałem mineralnym | mała przepuszczalność węgla (do 10 mD); szczeliny w węglu są wypełnione substancją mineralną  |
| wody złożowe nie są zasolone  | wody złożowe zawierają sól (chlorki)  |

Poważnym problemem, który pogarsza warunki ekonomiczne eksploatacji metanu na obszarze GZW, jest obecność w strefach pokładów metanowych silnie zasolonych wód złożowych. Uniemożliwia to bezpośrednio zrzućanie wydobytych podczas eksploatacji metanu wód złożowych do akwenów powierzchniowych. W świetle dotychczasowych doświadczeń najkorzystniejszą technologią utylizacji tych wód jest głębokie zatłaczanie ich do górotworu.

Kolejnym problemem ograniczającym rozwój eksploatacji metanu ze złóż węgla kamiennego na obszarze GZW jest sprawa zbytu pozyskiwanego gazu. Co prawda nie dotyczy to gazu eksploatowanego metodą otworów konwencjonalnych, o zawartości metanu powyżej 90%, jednak kwestia zbytu gazu kopalnianego ujmowanego metodą GOB, o mniejszej zawartości metanu, może być barierą dla rozwoju tej metody pozyskiwania gazu. W 2004 r. w Polsce ujęto 250,9 mln m<sup>3</sup> metanu, z czego wykorzystano jedynie 144,8 mln m<sup>3</sup>, a ponad 40%, to jest 106,1 mln m<sup>3</sup> ujętego gazu kopalnianego, wyemitowano do atmosfery (Krauze & Sebastian, 2005).

Mając świadomość, iż metan stanowi istotne zagrożenie dla eksploatacji złóż węgla kamiennego w Polsce oraz dostrzegając przeszkody związane z jego zagospodarowaniem, przy założeniu, że bez wsparcia ze strony państwa nie będzie możliwe zachęcenie potencjalnych koncesjodawców do inwestowania w Polsce, Minister Środowiska zmienił stawkę opłaty eksploatacyjnej za metan pochodzący ze złóż węgla kamiennego. Od 2002 r. jest to stawka zerowa (Zalewska & Młynarczyk, 2003).

Istnieje duże prawdopodobieństwo, że wzrost nakładów na zagospodarowanie metanu i jego zastosowanie w energetyce znajdzie przełożenie w redukcji emisji gazów do atmosfery, przynosząc wymierne korzyści dla środowiska. Takie działanie jest zgodne z polityką państwa w zakresie ochrony powietrza przed zanieczyszczeniami, która zakłada zmniejszanie emisji i niekorzystnego ich oddziaływania na środowisko.

Obowiązujące koncesje na metan wydobywany jako kopalina główna przedstawiają się następująco:

- 1 koncesja na wydobywanie metanu ze złoża Silesia Głęboka, udzielona firmie *Metanel S.A.* (południowa część GZW, złożo eksploatowane czasowo);
- 2 tzw. koncesje łączne (na poszukiwanie, rozpoznawanie i wydobywanie metanu), w tym:
  - 1 koncesja dla firmy *Poltex Methane* (południowo-zachodnią część GZW, etap rozpoznawania złoża) oraz
  - 1 koncesja dla spółki *Karbonia PL* (obszar zlikwidowanej kopalni *Morcinek*, GZW, etap eksploatacji — w 2005 r. wydobyte gazu wyniosło 3,96 mln m<sup>3</sup>).

Ponadto kilkanaście kopalń węgla kamiennego w GZW posiada koncesje na wydobywanie złóż węgla kamiennego jako kopaliny głównej oraz metanu jako kopaliny towarzyszącej.

Wynikiem wzrostu zainteresowania polskimi zasobami metanu pokładów węgla kamiennego, do którego przyczyniła się z pewnością aktywna polityka promocyjna Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych MS, jest m.in. nowa koncesja udzielona przez Ministra Środowiska w dniu 18.10.2006 r. firmie *EurEnergy Resources Poland Sp.z o.o.* (z kapitałem amerykańskim) na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż metanu z pokładów węgla kamiennego w obszarze niecki głównej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (obszar o powierzchni ok. 500 km<sup>2</sup>). Ten sam przed-

siębiorca uzyskał również drugą koncesję (marzec 2007 r.) na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż metanu z pokładów węgla kamiennego w obszarze południowo-wschodniej części synkliny Stoczek–Dorohucza w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Dodatkowo można zauważyć zainteresowanie przedsiębiorców obszarami Lubelskiego Zagłębia Węglowego oraz kolejnymi niezagospodarowanymi złożami węgla kamiennego na Górnym Śląsku.

Należy tylko mieć nadzieję, że rosnący stale trend aktywności znajdzie odzwierciedlenie w następnych koncesjach udzielonych przez Ministra Środowiska, a coraz lepsze zagospodarowanie tego cennego źródła energii, jakim jest metan, znacząco wpłynie na bezpieczeństwo pracy, ochronę środowiska i bilans energetyczny Polski.

## Literatura

- BOROWSKI J. 1968 — Problem uwęglenia pokładów i pochodzenia metanu na tle wulkanizmu w południowej części Zagłębia Górnośląskiego. *Prz. Gór.*, 4: 165–172.
- GRZYBEK I. & KĘDZIOR S. 2005 — Zróżnicowanie warunków gazowych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, a możliwość migracji metanu ze zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego. *Zesz. Nauk. PŚL, Gór.*, 268: 55–66.
- KĘDZIOR S. 2005 — Próba usystematyzowania zjawisk wywierających wpływ na zmienność metanonośności serii węglonośnych na przykładzie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. [W:] *Przewodnik LXXVI Zjazdu PTG Geologia i zagadnienia ochrony środowiska w rejonie górnośląskim*, J. Jureczka, Z. Buła & J. Żaba (red.). Państw. Inst. Geol.
- KĘDZIOR S. & KULAWIK M. 2005 — Aspekty geologiczne, ekonomiczne i prawne występowania i utylizacji metanu jako kopaliny towarzyszącej w złożu węgla KWK "Wieczorek" (Górnośląskie Zagłębie Węglowe). *Gór. Odkryw.*, 2: 53–57.
- KOTARBA M., PEKAŁA Z., DANIEL J., WIĘCŁAW D. & SMOLARSKI L. 1995 — Rozkład głębokościowy zawartości metanu i węglowodorów wyższych w utworach węglonośnych górnego karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. [W:] *Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*, R. Ney & M. Kotarba (red.), Centrum PPGSMiE PAN.
- KOTAS A. (red.) 1994 — Coal-bed Methane Potential of the Upper Silesian Coal Basin, Poland. *Pr. PIG, CXLII*.
- KRAUZE E. & SEBASTIAN Z. 2005 — Zagrożenia gazowe. [W:] *Raport roczny (2004) o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego*, W. Konopko (red.), Wyd. GIG.
- KWARCINIŃSKI J., KWARCINIŃSKI M. & TWARDOWSKI K. 2003 — Metanowość kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w procesie restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego — aspekt środowiskowy i prawny. *Wiertnictwo, Nafta, Gaz*, 20/2: 383–398.
- KWARCINIŃSKI J. & NIEMCZYK B. 1989 — Opracowanie warunków gazonośności pokładów węgla głębokich poziomów karbonu GZW. *Arch. Państw. Inst. Geol. OG Sosnowiec*.
- PRZENIOSŁO S. (red.) 2004 — Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce — wg stanu na 31 XII 2003 r. Państw. Inst. Geol.
- Rezolucja** Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 lipca 1999 r. w sprawie wzrostu wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. *Monitor Polski*, Nr 25, poz. 365, Warszawa 1999.
- Rozporządzenie** Ministra Gospodarki z dnia 15 grudnia 2000 r. w sprawie obowiązku zakupu energii elektrycznej ze źródeł niekonwencjonalnych i odnawialnych oraz wytwarzanej w skojarzeniu z wytwarzaniem ciepła, a także ciepła ze źródeł niekonwencjonalnych i odnawialnych oraz zakresu tego obowiązku. *Dz. U. Nr 122, poz. 1336, Warszawa 2000*.
- SCOTT A.R. 2002 — Hydrogeologic factors affecting gas content distribution in coal beds. *Intern. J. Coal Geology*, 50: 363–387.
- TARNOWSKI J. 1989 — Geologiczne warunki występowania metanu w Górnośląskiej Niece Węglowej. *Zesz. Nauk. PŚL, nr 924 Gór.*, 166: 126.
- THOMPSON D. & TELLE W. 1987 — Coalbed methane in the Black Warrior Basin, in Alabama-geology, resources and development, *Methane From Coal Seams Technology*.
- ZALEWSKA E. & MŁYNARCZYK M. 2003 — Metan pokładów węgla — cenny surowiec energetyczny czy zagrożenie dla środowiska naturalnego i ludzi w Polsce. *Prz. Geol.*, 51: 465–467.

Praca wpłynęła do redakcji 14.03.2007 r.  
Akceptowano do druku 15.05.2007 r.