

Sławomir KĘDZIOR*

Możliwości zagospodarowania metanu występującego w stropowych partiach złóż węgla Bzie-Dębina 1 oraz Gołkowice (Górnośląskie Zagłębie Węglowe)

STRESZCZENIE. W artykule przeprowadzono analizę występowania przystropowej strefy metanonośnej, obejmującej wtórnie nasycone metanem pokłady węgla występujące w bliskim sąsiedztwie stropu karbonu w obszarach Bzie-Dębina oraz Gołkowice. Z uwagi na wykazany w sąsiednich złożach związek pomiędzy występowaniem metanu w przystropowej strefie i ukształtowaniem stropu węglonośnych utworów karbonu, podobną zależność zbadano w omawianym złożu. Przedyskutowano również możliwe sposoby ujęcia metanu w celu zminimalizowania zagrożenia metanowego na przyszłych poziomach eksploatacyjnych w polu Bzie-Dębina 1 Zachód. Wzięto pod uwagę ujęcie metanu systemami podziemnego odmetanowania, podobnie jak czyni się to w obecnie czynnych kopalniach węgla, ze szczególnym uwzględnieniem odmetanowania wyprzedzającego, a także odprowadzenie metanu powierzchniowymi otworami wierconymi do stropu karbonu metodą poeksploatacyjnego odmetanowania zrobów (GOB Wells), ponieważ sposób ten praktykowany jest np. w amerykańskich zagłębiach węglowych.

Ten drugi sposób ujęcia metanu byłby nowatorski w warunkach polskich i wymagałby przeprowadzenia dodatkowych badań.

Ujęcie i wykorzystanie metanu ze złoża Bzie-Dębina 1 przyczyni się z jednej strony do redukcji zagrożenia gazowego na przyszłych poziomach eksploatacyjnych, a z drugiej pozytywnie wpłynie na bilans energetyczny kopalń Jastrzębskiej Spółki Węglowej.

SŁOWA KLUCZOWE: metan, metanonośność, strop karbonu, ujęcie metanu, Górnośląskie Zagłębie Węglowe

* Dr – Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Sosnowiec; e-mail: slawomir.kedzior@us.edu.pl

Wprowadzenie

Przystropowa strefa metanonośna występuje w południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) i obejmuje wtórne akumulacje metanu w pokładach węgla, występujących w bliskim sąsiedztwie szczelnego nadkładu osadów mioceńskich. Miąższość średnia strefy waha się w granicach 100–200 m. W trakcie prac poszukiwawczych za metanem pokładów węgla (MPW) w latach dziewięćdziesiątych, koncentrowano się głównie na głęboko zalegających pokładach węgla warstw rudzkich i siodłowych, pomijając występujące płycej pokłady wtórnie nasycone metanem, przynależne do serii mułowcowej. Dopiero w połowie ubiegłej dekady (ok. 2005 r.) zainteresowano się tymi pokładami z punktu widzenia możliwości otworowej eksploatacji MPW. Istotnym powodem zainteresowania przystropowymi, metanonośnymi pokładami okazały się korzystniejsze parametry zbiornikowe węgla (np. przepuszczalność) oraz niższy koszt wiercenia płytkich otworów eksploatacyjnych. Szczególnie zainteresowano się metanonośnymi pokładami węgla niezagospodarowanych złóż zlokalizowanych w centralnej i południowej części niecki głównej GZW na północ od uskoku Bzie-Czechowice, takimi jak Warszawice-Pawłowice, czy Pawłowice 1 (Kędzior 2008a; Kwarciński, Hadro 2008). W 2006 r. Ministerstwo Środowiska przydzieliło koncesję na poszukiwanie i rozpoznanie metanu w obrębie centralnej części niecki głównej GZW firmie Euro Energy Resources z kapitałem amerykańskim (Kędzior i in. 2007).

Należy wspomnieć, że metan wolny występujący przy stropie utworów karbońskich, był otworowo eksploatowany z piaskowców łaziskich (złóże KWK Silesia) oraz rudzkich, siodłowych i porębskich (złóża Markłowice oraz Mszana-Jastrzębie; Obuchowicz 1963). Metan z tych złóż, ujęty w ilości około 350 mln m³ (Kędzior 2008c), został prawie całkowicie szcerpany.

Strefa metanonośnych pokładów węgla przy stropie utworów karbońskich występuje także na południe od uskoku Bzie-Czechowice, m.in. w obrębie udokumentowanych i jeszcze nie zagospodarowanych złóż węgla Bzie-Dębina 1 oraz Gołkowice. W złożu Bzie-Dębina 1 planowane jest wszczęcie eksploatacji węgla w bliskiej przyszłości.

Niniejszy artykuł jest rozwinięciem opublikowanego referatu, wygłoszonego na XIX Konferencji z cyklu „Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi” w Rytrze (Kędzior 2009a).

1. Metodyka pracy

Opracowanie bazuje na wynikach badań metanonośności pokładów węgla, czyli objętości metanu i jego gazowych homologów zawartej w jednostce masy czystej substancji węglowej. Wyniki te, uzyskane metodą degazacji próżniowej pojemników hermetycznych

KPG, pochodzą z otworów wiertniczych za węglem i zaczerpnięte zostały z dokumentacji geologicznej złóż „Bzie-Dębina 1” oraz „Gołkowice” wraz z południową częścią obszaru Moszczenica (Bielewicz i in. 1983; Kowalska 1987; Krzanowska 2005). Wykorzystano także informacje na temat objawów metanu wolnego, zaobserwowanych w trakcie wierceń (*op. cit.*).

Uzyskane wyniki posłużyły do zbadania rozprzestrzenienia przystropowej strefy metanonośnej w odniesieniu do ukształtowania stropu węglonośnych utworów karbońskich. W tym celu z grupy 72. otworów, wyselekcjonowano 40 z wykształconą przystropową strefą metanonośną. Selekcji dokonano opierając się na kryteriach częściowo zapożyczonych z przyjętych kryteriów bilansowości metanu jako kopaliny towarzyszącej (Rozporządzenie... 2001):

- ✧ metanonośność brzegowa wyznaczająca spąg strefy – 4,5 m³/t csw, strop strefy stanowi strop utworów karbońskich,
- ✧ metanonośność średnia w obrębie strefy – większa od metanonośności resztkowej,
- ✧ minimalna miąższość pokładu – 0,1 m.

Metanonośność resztkową przyjęto na podstawie badań degazacji próżniowej i zgodnie z dokumentacją geologiczną złoża Bzie-Dębina (Krzanowska 2005) wynosi ona 1,200 m³/t csw.

Podstawowe parametry charakteryzujące omawianą strefę zestawiono w tabeli 1.

Na podstawie profili litologicznych otworów wiertniczych skonstruowano mapę stropu karbonu dla obszaru Bzie-Dębina 1 i zaznaczono na niej przystropową strefę metanonośną (rys. 1). Kolejnym krokiem było zaproponowanie sposobu zagospodarowania występującego metanu przy stropie karbonu korzystając z doświadczeń polskich i zagranicznych.

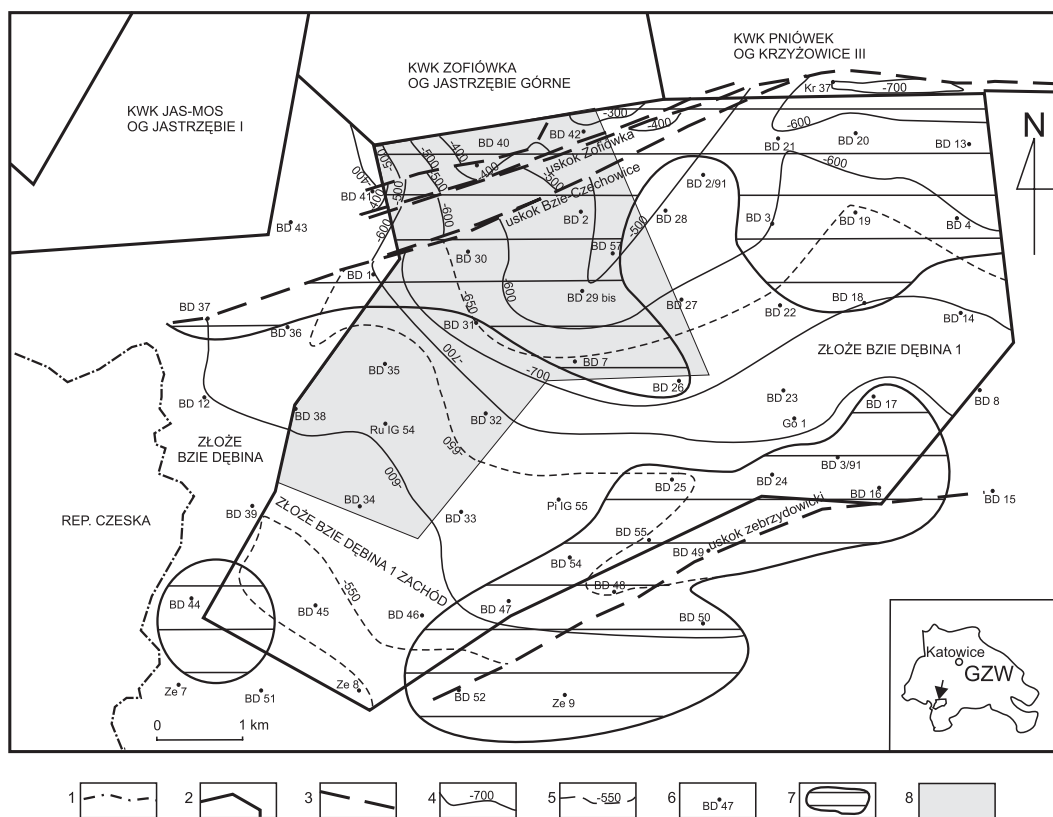
2. Warunki gazowe omawianych obszarów na tle budowy geologicznej

Złoża Bzie Dębina 1 oraz Gołkowice znajdują się w południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) na południowo-zachodnim skłonie niecki głównej, w obrębie zapadliska przedkarpackiego. Dominującym elementem w budowie geologicznej omawianych złóż są utwory węglonośnego karbonu, o miąższości kilkuset metrów, wykształcone w postaci molasy zawierającej liczne pokłady węgla oraz piaskowce, iłowce wraz z mułowcami. W nadkładzie karbonu występuje pakiet iłowcowo-piaskowcowy miocenu o bardzo zmiennej miąższości (od 500 do ponad 1000 m) oraz utwory czwartorzędowe, wykształcone w postaci osadów akumulacji lodowcowej oraz rzecznej.

Szczególną uwagę zwraca bardzo urozmaicona morfologicznie powierzchnia stropu węglonośnych utworów karbońskich, w której deniwelacje mogą dochodzić do 500 m. Powodem takiego zróżnicowania jest usytuowanie złoża w obrębie silnie erodowanych przed mioceniem elementów powierzchni karbońskiej, tj. grzbietu Moszczenica-Jastrzębie-

-Pawłowice na północy oraz strefy wymię bogumińsko-czechowickiego oraz detmarowickiego w centralnej i południowej partii omawianych złóż (por. Bogacz i in. 1984).

Podstawowymi elementami tektonicznymi obszaru są łagodne struktury fałdowe o przebiegu SW-NE, zapadające w kierunku NE i NEE oraz liczne dyslokacje równoleżnikowe i południkowe. Najważniejszą dyslokacją jest równoleżnikowa strefa uskoku Bzie-Czechowice, położona w północnej części (rys. 1 i 2), o kilkusetmetrowym zrzucie. Strefa ta ma znaczenie regionalne dla GZW i ciągnie się z zachodu na wschód na przestrzeni kilkudziesięciu kilometrów. Generalnie warstwy węglonośnego karbonu zapadają

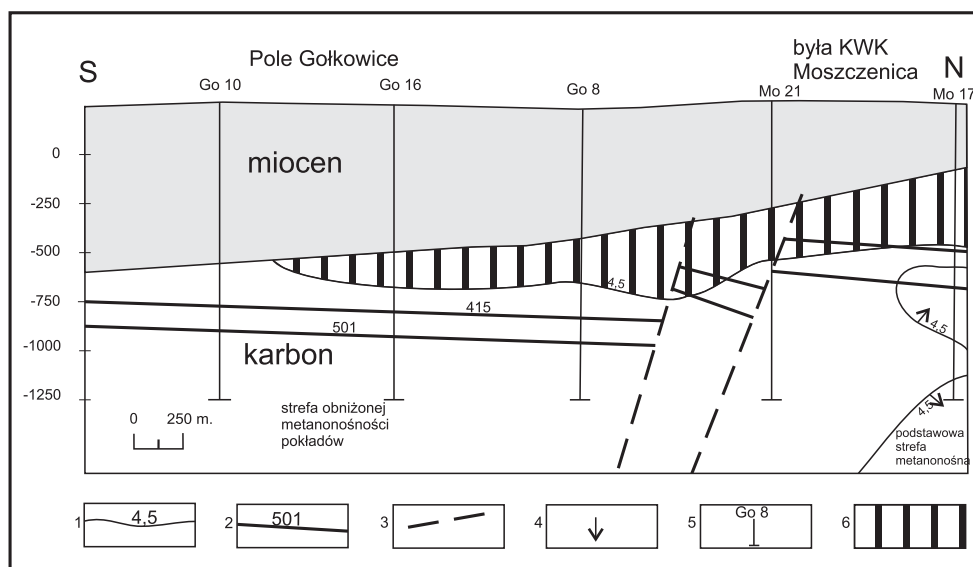


Rys. 1. Ukształtowanie stropu węglonośnych utworów karbońskich wraz z lokalizacją otworów wiertniczych (zmodyfikowane wg Kędzior 2009a; źródło danych: Krzanowska 2005)

- 1 – granica państwowa, 2 – granica obszarów górniczych, 3 – uskok, 4 – izohipsa stropu utworów karbońskich (m n.p.m.), 5 – izohipsa stropu utworów karbońskich o wartości zagęszczonej w stosunku do cięcia (m n.p.m.), 6 – otwór wiertniczy, 7 – występowanie przystropowej strefy metanonośnej, 8 – obszar projektowanej eksploatacji węgla

Fig. 1. Morphology of top surface of coal bearing Carboniferous complex with the location of boreholes (modified after Kędzior 2009a; source: Krzanowska 2005)

- 1 – state border, 2 – the boundaries of mine fields, 3 – fault, 4, 5 – isoheight of the roof of Carboniferous complex altitude (m above sea level), 6 – borehole, 7 – the occurrence of methane zone, 8 – the area of proposed coal mining



Rys. 2. Uproszczony przekrój geologiczno-gazowy przez pole Gołkowice i południową część OG KWK Moszczenica (źródło danych: Bielewicz i in. 1983; Kowalska 1987)

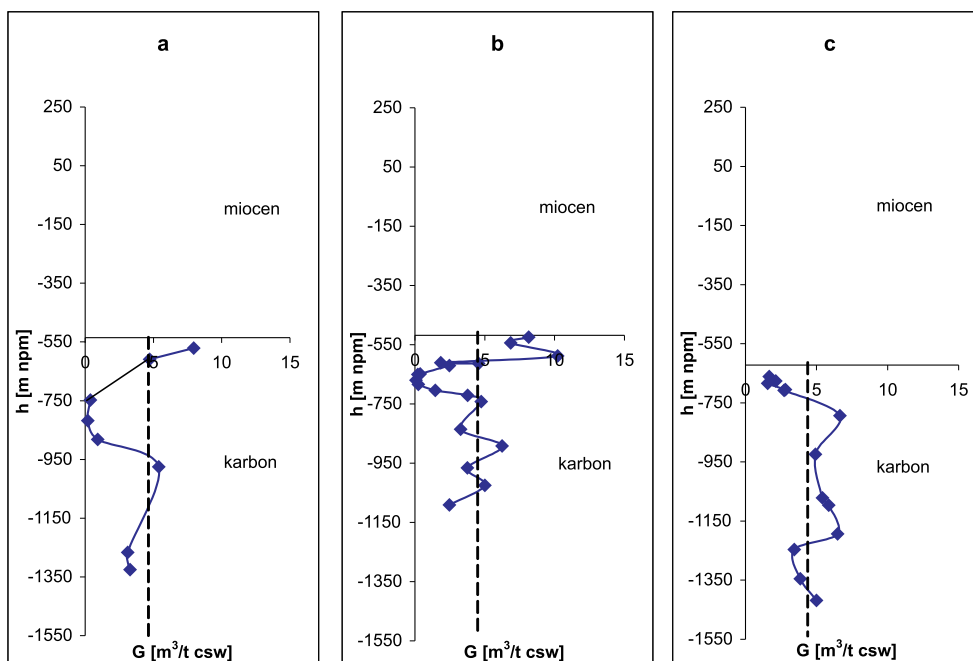
1 – izarytma metanonośności (m^3/t csw), 2 – ważniejsze pokłady węgla, 3 – strefa uskokowa Bzie-Czechowice, 4 – kierunek wzrostu metanonośności, 5 – otwór wiertniczy, 6 – przystropowa strefa metanonośna

Fig. 2. Simplified cross-section through Gołkowice field and the southern part of Moszczenica mine field (source: Bielewicz i in. 1983; Kowalska 1987)

1 – isovalue of methane content (m^3/t coal daf), 2 – important coal seams, 3 – the zone of Bzie-Czechowice fault, 4 – the direction of methane content growth, 5 – bore-hole, 6 – the close-roof methane zone

łagodnie w kierunku północno-wschodnim pod kątem kilkunastu stopni (Kozłowska 1984; Krzanowska 2005).

Omawiane złoża charakteryzują się strefowością pionową występowania gazu (metanu), obecnego zarówno w pokładach węgla (głównie metan sorbowany w strukturze węglowej), jak i w skałach płonnych (piaskowcach, metan w postaci wolnej). Ilościowo zdecydowanie przeważa metan sorbowany. W omawianych złożach bardzo wyraźnie zaznaczona jest wysoko metanonośna strefa, występująca bezpośrednio pod szczelnym nadkładem mioceńskim, o metanonośności przekraczającej $4,5 \text{ m}^3/\text{t}$ czystej substancji węglowej (csw), co odpowiada III i IV kategorii zagrożenia metanowego. Jest to wtórna, przystropowa strefa metanonośna (Kotarba i in. 1995; Kotas 1994; Nieć 1993), której objawy w postaci wypływów wody i wolnego gazu stwierdzone były w trakcie prac udostępniających poziomy wydobywcze w kopalniach w rejonie Jastrzębia i Rybnika oraz podczas wiercenia otworów badawczo-rozpoznawczych za węglem (np. Borowski 1965). Miąższość tej strefy w omawianym obszarze oscyluje wokół 100–200 m. Poniżej ilość metanu raptownie obniża się, tworząc tzw. minimum metanonośne, w obrębie którego metanonośność nie przekracza na ogół $1 \text{ m}^3/\text{t}$ csw, by jeszcze niżej wzrosnąć ponownie do wartości około $4,5 \text{ m}^3/\text{t}$ csw, stanowiąc tzw. podstawową (pierwotną) strefę metanonośną o nierozpoznanym zasięgu głębokościowym (rys. 3).



Rys. 3. Pionowy rozkład metanowości G w wybranych otworach wiertniczych rejonu Bzie-Dębina z wykształconą przystopową strefą metanonośną (wykresy a i b) oraz bez strefy (wykres c) (wg Kędzior 2009a; źródło danych: Krzanowska 2005); rzędną przecięcia się osi X i Y na osi Y oznacza głębokość stropu utworów karbońskich, przerywaną linią oznaczono wartość metanowości $4,5 \text{ m}^3/\text{t csw}$

Fig. 3. The vertical distribution of methane content G in selected bore-holes located within Bzie-Dębina area, with developed methane zone (graphs a and b) and without those zone (graph c) (after Kędzior 2009a, source: Krzanowska 2005); an intersection of X and Y axis denotes the altitude of the Carboniferous roof; dotted line denotes value of methane content $4.5 \text{ m}^3/\text{t daf}$

W obrębie partii przystopowej utworów węglonośnych, metan zaadsorbowany jest w pokładach węgla. Oprócz tego metan w postaci wolnej występuje w zwietrzelinie karbońskiej na granicy karbon–miocen oraz w miocenijskim piaskowcu „reperowym” o kilkumetrowej miąższości i stałym występowaniu, a także w piaskowcowo-zlepieńcowej formacji dębowieckiej (w obszarze Bzie-Dębina). W powyższych przypadkach metan wolny współwystępuje z wodą, głównie pod postacią zgazowanych wód. Zawartość metanu w gazie jest wysoka i przekracza 90% zarówno w miocenie, jak i w metanonośnych partiach karbonu. Na zagrożenia w trakcie wydobywania węgla, wynikające z obecności zawodnionej i gazonośnej formacji dębowieckiej oraz przepuszczalnych dla gazów stropowych partii karbonu, zwracano uwagę już w latach sześćdziesiątych XX w. (np. Poborski 1960). W trakcie prac poszukiwawczych za węglem natrafiano na metan w skałach płonnych, co objawiało się najczęściej wypływami tego gazu wraz z wodą, a nawet erupcjami (Bielewicz i in. 1983; Kędzior 2009b).

3. Analiza przyczyn występowania przystropowej strefy pokładów metanonośnych w badanych obszarach

3.1. Obszar Bzie-Dębina

Pionowy rozkład metanonośności pokładów ukazany jest na rysunku 3. W obszarze badań bardzo wyraźnie jest wyodrębniona przystropowa strefa metanonośnych pokładów węgla. Praktycznie nie łączy się ze strefą głęboką (pierwotną), poza nielicznymi przypadkami. Miąższość strefy nie jest duża, rzadko przekracza 100 m i z reguły liczba pokładów w strefie jest niewielka i wynosi 1–2 pokłady (tab. 1, rys. 2; Kędzior 2009a).

TABELA 1. Wybrane parametry przystropowej strefy metanonośnej w złożach Bzie-Dębina i Gołkowice

TABLE 1. Selected parameters of by the roof zone of methane content in Bzie-Dębina and Gołkowice coal deposits

Otwór	Symbol	Rzędna stropu karbonu [m n.p.m.]	Rzędna spągu strefy [m n.p.m.]	Liczba pokładów w strefie	Miąższość strefy [m]	Metanonośność pokładów [m ³ /t csw]	
						średnia	maksymalna
1	2	3	4	5	6	7	8
Bzie-Dębina 1	BD 1	-705,79	-750,00	1	44,21	5,151	5,151
Bzie-Dębina 2	BD 2	-535,69	-620,00	2	84,31	6,337	7,951
Bzie-Dębina 3	BD 3	-600,66	-690,00	1	89,34	13,582	13,582
Bzie-Dębina 7	BD 7	-666,82	-690,00	1	23,18	6,258	6,258
Bzie-Dębina 13	BD 13	-534,57	-630,00	1	95,43	7,844	7,844
Bzie-Dębina 16	BD 16	-680,84	-760,00	1	79,16	7,404	7,404
Bzie-Dębina 17	BD 17	-678,51	-780,00	1	101,49	6,052	6,052
Bzie-Dębina 18	BD 18	-701,14	-830,00	1	128,86	4,721	4,721
Bzie-Dębina 21	BD 21	-592,05	-620,00	1	27,95	9,409	9,409
Bzie-Dębina 24	BD 24	-671,78	-680,00	2	8,22	3,192	6,063
Bzie-Dębina 25	BD 25	-646,22	-690,00	1	43,78	9,525	9,525
Bzie-Dębina 26	BD 26	-671,30	-740,00	1	68,70	5,851	5,851
Bzie-Dębina 29 bis	BD 29 bis	-517,86	-610,00	5	92,14	6,323	10,219
Bzie-Dębina 30	BD 30	-638,18	-670,00	2	31,82	3,169	5,528

TABELA 1. cd.

TABLE 1. cont.

1	2	3	4	5	6	7	8
Bzie-Dębina 37	BD 37	-601,36	-690,00	3	88,64	3,278	5,890
Bzie-Dębina 40	BD 40	-348,71	-520,00	2	171,29	6,409	8,085
Bzie-Dębina 42*	BD 42	-341,97	-641,97	1	300,00	6,637	6,637
Bzie-Dębina 44	BD 44	-560,37	-590,00	1	29,63	5,370	5,370
Bzie-Dębina 47*	BD 47	-580,73	-900,73	1	320,00	4,419	4,419
Bzie-Dębina 50	BD 50	-569,55	-630,00	2	60,45	6,316	7,451
Bzie-Dębina 52	BD 52	-498,96	-570,00	1	71,04	4,699	4,699
Bzie-Dębina 54*	BD 54	-651,20	-1051,20	1	400,00	4,573	4,573
Gołkowice 7 bis	Goł 7 bis	-389,97	-800,97	3	411,00	6,558	8,571
Gołkowice 8	Goł 8	-455,85	-675,85	5	220,00	3,688	5,525
Gołkowice 11	Goł 11	-433,97	-599,97	2	166,00	7,447	7,671
Gołkowice 12	Goł 12	-540,74	-555,74	2	15,00	5,652	6,643
Gołkowice 13	Goł 13	-334,02	-549,02	6	215,00	6,601	9,776
Gołkowice 15	Goł 14	-398,28	-698,28	1	300,00	11,430	11,430
Gołkowice 16	Goł 16	-497,50	-680,00	4	182,50	5,072	6,644
Krzyżowice 35	Ze35	-222,49	-290,00	3	67,51	8,257	11,012
Krzyżowice 38	Kr 38	-584,82	-650,00	1	65,18	6,985	6,985
Moszczenica 16	Mo 16	77,67	-548,33	7	626,00	8,535**	18,012**
Moszczenica 17	Mo 17	-106,28	-476,56	1	370,28	6,135**	6,135**
Moszczenica 18	Mo 18	2,66	-399,34	4	402,00	5,357**	9,341**
Moszczenica 19	Mo 19	-179,99	-538,39	4	358,40	8,180	10,741
Moszczenica 20	Mo 20	-302,77	-563,77	4	261,00	8,844	10,519
Moszczenica 21	Mo 21	-309,30	-522,30	2	213,00	6,298	7,120
Moszczenica 23*	Mo 23	-202,70	-442,70	10	240,00	10,273**	13,538**
Ruptawa IG-1	Ru IG-1	-141,02	-646,02	6	505,00	5,065	9,668
Zebrzydowice 9	Ze 9	-517,55	-600,00	4	82,45	5,370	7,717

* Przystopowa strefa metanonośna połączona z podstawową (głębką) strefą metanonośną

** Metanonośność pokładów może być zaburzona eksploatacją węgla oraz odmetanowaniem złoża prowadzonym przez kop. Moszczenica.

Większość otworów o wykształconej przystropowej strefie metanonośnej zlokalizowanych jest w obrębie skłonów stropu karbonu (rys. 1). W obrębie bardziej stromej i dodatkowo urozmaiconego systemem dolin skłonu grzbietu Moszczenica-Jastrzębie-Pawłowice występuje 15 otworów z obecną przystropową strefą metanonośną, natomiast w 9. strefy tej nie stwierdzono. Wartość największa średniej metanonośności pokładów w obrębie konturu strefy oraz metanonośności maksymalnej w profilu, odnotowano w otworze Bzie-Dębina 3 ($13,6 \text{ m}^3/\text{t csw}$), zlokalizowanym około 1 km od strefy uskokowej Bzie-Czechowice. W przypadku skłonu usytuowanego na południe od wymycia bogumińsko-czechowickiego, bardziej położej, przewaga otworów (13) pozbawiona jest metanonośnych pokładów w przystropowej strefie, z kolei w 11. pokłady takie są obecne. Wynika stąd, iż zbocze północne grzbietu Moszczenica-Jastrzębie-Pawłowice charakteryzuje się lepszym wykształceniem przystropowej strefy metanonośnej niż zbocze południowe. Jest to prawdopodobnie związane z obecnością regionalnej dyslokacji Bzie-Czechowice w obrębie zbocza północnego, traktowanej jako droga pionowej migracji metanu z głębiej położonych pokładów węgla do stref płytszych (z przystropową włącznie; np. Kędzior 2009d; Poborski 1960; Tarnowski 1989).

Powyższy rozkład ilości metanu w przystropowej strefie jest generalnie podobny jak w pobliskich obszarach, czyli Warszowic-Pawłowic, czy Pawłowic (np. Kędzior 2008b), z tym że w omawianym złożu strefa ta ma mniejszą miąższość, około 100 m, przy około 200-metrowej w pozostałych obszarach i występuje znacznie głębiej oraz jest wyraźniej oddzielona od strefy podstawowej interwałami obniżonych metanonośności (rys. 3). Spąg strefy oscyluje tu wokół rzędnej -700 m n.p.m. Metan gromadzi się przeważnie na całej rozciągłości skłonów stropu utworów karbońskich, ze szczególnym uwzględnieniem takich form morfologicznych jak doliny wciosowe, czy lokalne grzbiety, na co wskazywać może największa metanonośność średnia pokładów w otworach usytuowanych w obrębie wymienionych form. W omawianym obszarze są to m. in. otwory BD – 29 bis, BD – 3 oraz BD – 21 (rys. 1, tab. 1, Kędzior 2009a).

Powyższe obserwacje dowodzą, że ukształtowanie powierzchni stropowej węglonośnych osadów karbońskich wywiera istotny wpływ na ilość nagromadzonego metanu w przystropowej strefie, co może mieć konkretne znaczenie z punktu widzenia zarówno zagrożenia metanowego w obszarach planowanej eksploatacji węgla, jak i zagospodarowania metanu jako kopaliny. Według dokumentacji geologicznej złoża (Krzanowska 2005), zasoby bilansowe metanu zakumulowanego przy stropie karbonu, obliczone do poziomu -790 m n.p.m. w kategorii C wynoszą $445,7 \text{ mln Nm}^3$, natomiast dla całego złoża równe są odpowiednio $2,3 \text{ mld Nm}^3$.

3.2. Obszar Gołkowic i południowej części byłej kopalni Moszczenica

Rozmieszczenie i zasięg przystropowej strefy metanowej ilustruje rysunek 2. Otwory z wykształconą w pełni strefą pokładów metanonośnych zgrupowane są w północnej i środkowej części obszaru, która charakteryzuje się płytszym położeniem stropu karbonu niż część południowa. Za południową granicę występowania metanu w przystropowej strefie,

w zakresie kryteriów przyjętych w niniejszym opracowaniu, można uznać w przybliżeniu izohipsę powierzchni karbońskiej –500 m n.p.m. Dalej na południe strop obniża się do wartości około –650 m n.p.m. i w tej części złoża omawiana strefa nie występuje.

Metanonośność średnia pokładów w obrębie strefy w poszczególnych utworach wynosi od 3 do ponad 11 m³/t csw, przeciętnie około 6,5 m³/t csw (tab.1), z kolei średnia miąższość strefy szacowana jest na około 150 m, najwyższe wartości (ponad 300 m) osiągając na północ od uskoku Bzie-Czechowice w obszarze byłej kopalni Moszczenica (Kędzior 2009b).

Z powyższych zależności wynika, że w przypadku złóż Bzie-Dębina oraz Gołkowice, decydującą rolę w ukształtowaniu przystropowej strefy metanonośnej odgrywa morfologia stropu utworów karbońskich. Strefa ta występuje w obrębie stromego skłonu grzbietu Moszczenica-Jastrzębie-Pawłowice i zanika w obszarze obniżonego występowania stropu, w rejonie głębiej położonego zbocza wymycia bogumińsko-czechowickiego oraz rejonu wymycia detmarowickiego.

Jak wykazały badania izotopowe wód złożowych i gazów (Kotarba, Pluta 2009), znaczna ilość metanu zakumulowanego w przystropowej partii węglonośnych utworów karbońskich jest pochodzenia bakteryjnego i została wytworzona wskutek przedmiocenińskiej infiltracji wód opadowych, zawierających bakterie metanowe, w odsłoniętą i morfologicznie urozmaiconą powierzchnię karbońską. W wyniku procesów redukcyjnych doszło do wytworzenia metanu. Po osadzeniu się nieprzepuszczalnego nadkładu miocenińskiego zaistniały dogodne warunki akumulacji metanu bakteryjnego. Równocześnie odbywała się migracja metanu termogenicznego za pośrednictwem uskoków z głębiej położonych pokładów węgla (por. Kędzior 2009d; Staniek 1986). Doprowadziło to prawdopodobnie do zmieszania się dwóch sygnalizowanych typów genetycznych gazów – bakteryjnego w stropie oraz dopływającego uskokami metanu termogenicznego (Kędzior 2009b). Prawdopodobnym wynikiem tych procesów jest obserwowana obecnie zarówno większa metanonośność pokładów, jak i miąższość przystropowej strefy w pobliżu uskoków, a zwłaszcza dyslokacji Bzie-Czechowice.

4. Perspektywy zagospodarowania metanu

4.1. Odmetanowanie złoża w polu Bzie Dębina Zachód

W grudniu 2008 r. Jastrzębska Spółka Węglowa (JSW) otrzymała koncesję na eksploatację węgla w polu rezerwowym Bzie Dębina 1 Zachód i planuje jego udostępnienie oraz wszczęcie wydobywania. W złożu dominuje węgiel ortokoksowy typów 35.1 oraz 35.2A i 35.2B, którego udział w zasobach bilansowych złoża wynosi prawie 92%. Właśnie ze względu na znaczne zapotrzebowanie tych typów węgla na rynku, JSW zdecydowała się na zagospodarowanie tego pola, w którym przewidywane są dwa poziomy wydobywcze, tj. poziom 1100 m oraz 1300 m. Z poziomu 1100 m planuje się eksploatację 12 pokładów, w których zaprojektowano łącznie 95 ścian wydobywczych (Chroszcz 2009).

Z uwagi na to, że poziom wydobywczy 1100 m zlokalizowany będzie kilkadziesiąt metrów poniżej spągu przystropowej strefy pokładów metanonośnych, nie jest wykluczone oddziaływanie tej strefy na obszar prowadzonego wydobywania węgla, a zatem wydobywanie to przebiegać będzie w warunkach zagrożenia metanowego III i IV kategorii. Z tego powodu metan występujący w przystropowej strefie metanonośnej w złożu „Bzie-Dębina 1” powinien być przedmiotem zagospodarowania, choćby z uwagi na konieczność jego odprowadzenia z rejonu przyszłej eksploatacji węgla, w celu zredukowania zagrożenia metanowego.

4.1.1. Odmetanowanie wyprzedzające

W przypadku omawianego złoża, na którym ma być założona praktycznie nowa kopalnia, warto zastanowić się nad wprowadzeniem odmetanowania wyprzedzającego, gdyż ma tę zaletę, że powoduje odprowadzenie metanu przed rozpoczęciem wydobywania węgla, a zatem przyszłe wydobywanie przebiegać będzie w złożu o zmniejszonej metanonośności węgla, co skutkuje mniejszymi dopływami metanu do wyrobisk i w konsekwencji niższymi nakładami finansowymi na zwalczanie zagrożeń gazowych, a ujęty metan będzie można wykorzystać gospodarczo. Jest zatem wymierna korzyść finansowa takiego przedsięwzięcia. Znane są przykłady odmetanowania wyprzedzającego, prowadzonego w Rybnickim Okręgu Węglowym, w którym metan ujmowano otworami powierzchniowymi z silnie gazonośnych piaskowców karbońskich kopalni Marcel oraz 1 Maja (np. Kozłowski, Grębski 1982; Obuchowicz 1963; Poborski 1960), po czym wykorzystywano na potrzeby lokalne. Ujmowanie tym sposobem metanu przyczyniło się do znacznego obniżenia metanonośności pokładów w rejonach późniejszej eksploatacji węgla.

Od pewnego czasu, w polskim górnictwie, odmetanowanie wyprzedzające eksploatację jest ograniczane jako mało efektywne, głównie z powodu stale rosnącej głębokości eksploatacji i – co się z tym wiąże – spadku przepuszczalności pokładów, co w przypadku górotworu nieodprężonego może prowadzić do zahamowania filtracji metanu i zmniejszenia skuteczności odmetanowania. Jednak z uwagi na znaczną metanonośność omawianego złoża warto zastanowić się nad możliwością wdrożenia tego rodzaju odmetanowania przy zastosowaniu metody otworów drenażowych, wierconych z wyrobisk podziemnych. Pozwoli to w pewnym stopniu obniżyć naturalną metanonośność górotworu i ciśnienie metanu, przez co uzyska się zmniejszenie dynamiki wpływów metanu podczas późniejszej eksploatacji (Kozłowski, Grębski 1982).

Pozostałe rodzaje odmetanowania – czyli odmetanowanie wyrobisk eksploatacyjnych oraz starych zrobów, prowadzone w trakcie eksploatacji węgla i po jej zakończeniu, w warunkach zmieniających się naprężeń, a zatem skuteczniejsze – są powszechnie stosowane w wielu metanowych kopalniach GZW i sprawdzą się także w przypadku dyskusowanego złoża.

4.1.2. Metoda poeksploatacyjnego odmetanowania zrobów (GOB Wells)

Metoda ta z powodzeniem jest stosowana w amerykańskich zagłębiach węglowych, np. w zagłębiu Black Warrior w stanie Alabama. W ogólnym zarysie polega na wierceniu

otworów powierzchniowych, ujmujących metan, z pewnym wyprzedzeniem przed frontem eksploatowanej ściany węgla (Kędzior i in. 2007). Po przejściu ściany pod otworami, obserwowany jest raptowny wzrost wydajności dopływającego do otworów metanu. Strefa zawału charakteryzuje się bowiem znacznym odprężeniem górotworu, co z kolei powoduje znaczne polepszenie się warunków migracji metanu w górotworze i zwiększony dopływ do otworu. Produkcja metanu staje się opłacalna, zwłaszcza że strefa zawału obejmuje zarówno eksploatowany pokład węgla, jak i pokłady wyżej leżące oraz skały płonne. W przypadku złoża Bzie-Dębina 1, strefa odgazowania może objąć obszar złoża od aktualnie wydobywanego pokładu węgla do stropu karbonu, a nawet przepuszczalne utwory mioceńskie.

W Zagłębiu Black Warrior w USA powyższym sposobem ujmuje się rocznie około 200–300 mln m³ metanu. Z uwagi na to, iż eksploatowany jest tam jeden pokład węgla, a w GZW mamy do czynienia ze złożami wielopokładowymi i eksploatacją prowadzoną na różnych poziomach, zastosowanie tej metody w warunkach polskich wymagać będzie wielu prac studialnych i testów (Kędzior i in. 2007). Kolejnym problemem okazać się może utylizacja wód słonych, ujmowanych otworami wraz z metanem. W naszych warunkach, najracjonalniejsze wydaje się ich powrotne zatłaczanie do górotworu. W ostatnich latach prowadzone były badania hydrogeologiczne warstw dębowieckich w obszarze złoża Bzie-Dębina, pod kątem możliwości zatłaczania wód słonych (Niemczyk 1998).

4.3. Wykorzystanie metanu z pola Bzie-Dębina Zachód

Ujmowany metodą GOB gaz stanowi mieszanę metanowo-powietrzną o zawartości azotu rzędu 25–30%. W związku z powyższym, powinien być odprowadzany do stacji odmetanowania kopalni Zofiówka, po czym wykorzystywany na potrzeby lokalne przez elektrownie należące do Spółki Energetycznej Jastrzębie (SEJ), które przystosowane są do produkcji energii elektrycznej na bazie mieszanek gazowych o obniżonej zawartości metanu (40–60%) i podwyższonej azotu (np. Gatnar 2008).

Metan pochodzący z odmetanowania złoża Bzie-Dębina 1 stanowić może dodatkowe źródło surowca energetycznego do produkcji energii elektrycznej i ciepłej dla SEJ, bowiem energia wyprodukowana na bazie metanu kopalnianego jest tańsza od energii dostarczanej systemami sieciowymi z podmiotów zewnętrznych, co oznacza wielomilionowe oszczędności dla kopalń JSW. W przyszłości projektowane jest poszerzenie grona odbiorców energii pochodzącej z metanu kopalnianego o liczne obiekty użyteczności publicznej w Jastrzębiu-Zdroju i okolicy (Kędzior 2009c). Dlatego zagospodarowanie i gospodarcze wykorzystanie metanu z omawianego złoża powinno pozytywnie wpłynąć zarówno na ekonomikę procesu wydobywczego węgla, jak i na bilans energetyczny JSW.

4.4. Możliwości otworowego pozyskania metanu z pola Gołkowice

Wydobycie metanu z niezagospodarowanego (dziewiczego) pola Gołkowice na dzień dzisiejszy wydaje się być przedsięwzięciem trudnym do zrealizowania, głównie z po-

wodu konieczności zastosowania otworów powierzchniowych do odgazowania pokładów, z których wydobycie metanu, testowane w latach dziewięćdziesiątych w wielu dziewięcypolach GZW, nie powiodło się. W dodatku złoża Gołkowice oraz Bzie Dębina są zbyt głębokie, by móc rozważać ujmowanie metanu tym sposobem. Jak już wspomniano, duża głębokość występowania pokładów powoduje zmniejszenie przepuszczalności węgla, która według obecnego stanu wiedzy jest parametrem decydującym o powodzeniu otworowej eksploatacji metanu (np. Nieć 1993; Scott 2002). Z powodu znacznego urozmaicenia powierzchni stropowej utworów karbońskich oraz obecności uskoków, wątpliwe wydaje się także powodzenie ujęcia metanu za pomocą otworów kierunkowych.

Rozważając ten problem przyszłościowo, należy się skupić przede wszystkim na wyniesionych partiach stropu karbonu oraz górnych partiach skłonów stropu, w obrębie których metanonośność pokładów w przystropowej strefie jest najwyższa. W przypadku pola Gołkowice jest to północna część, będąca w zasięgu strefy uskokowej Bzie-Czechowice. Właściwości zbiornikowe węgla, tj. przepuszczalność, nasycenie pokładów metanem oraz dyfuzyjność mogą przedstawiać się korzystnie w obrębie tej strefy, zwłaszcza ze względu na obecność uskoku Bzie-Czechowice, a zatem na możliwość naturalnego odprężenia złoża w jego sąsiedztwie i w konsekwencji wzrostu przepuszczalności pokładów. Potwierdzeniem tego mogą być wyrzuty metanu i węgla w najbliższej okolicy stref uskokowych, do jakich dochodziło w pobliskich kopalniach Pniówek i Zofiówka (Kędzior 2009b) oraz fukacze w kopalni Krupiński (Nieć 1993).

Podsumowanie

Złoża Bzie-Dębina¹ oraz Gołkowice cechują się występowaniem wysoko metanonośnych pokładów węgla w strefie zlokalizowanej bezpośrednio pod stropem węglonośnych utworów karbońskich. Przebieg oraz zasięg przystropowej strefy metanonośnych pokładów jest mocno determinowany ukształtowaniem powierzchni stropowej osadów karbońskich. Do największych akumulacji metanu dochodzi w obszarach skłonów stropu ograniczających wymycia bogumińsko-czechowickie oraz detmarowickie, przy czym bardziej metanonośne jest północne zbocze wymycia bogumińsko-czechowickiego. Prawdopodobnie związane jest to z obecnością regionalnego uskoku Bzie-Czechowice, który wraz ze spękaniami towarzyszącymi stanowić może pionową drogę migracji metanu.

Z uwagi na trudne warunki metanowe przyszłej eksploatacji węgla w polu Bzie-Dębina konieczne będzie odmetanowanie wyrobisk oraz wskazane byłoby zagospodarowanie uzyskanego metanu. Ujęty gaz, stanowiący mieszkankę metanowo-powietrzną, powinien być wykorzystany na potrzeby lokalne przez elektrociepłownie należące do SEJ, które wdrożyły technologię spalania i produkcji energii elektrycznej oraz ciepłej z tego rodzaju mieszanek gazowych.

Eksploatacja metanu z niezagospodarowanego złoża węgla Gołkowice jest na dzień dzisiejszy przedsięwzięciem trudnym, z powodu wcześniejszych niepowodzeń ujmowania

metanu otworami powierzchniowymi oraz znacznej głębokości złoże. Obszarami najbardziej predysponowanymi do lokalizacji otworów eksploatacyjnych mogą być wyniesienia oraz górne partie skłonów stropu karbonu, ze względu na spodziewane korzystniejsze parametry zbiornikowe pokładów węgla w ich obrębie.

Kopalnie JSW sporo zaoszczędziły na produkcji energii z własnego źródła, jakim jest metan, dlatego też gospodarcze wykorzystanie metanu ze złoże Bzie-Dębina 1 i ewentualnie z niezagospodarowanego pola Gołkowice w przyszłości, powinno pozytywnie wpłynąć na bilans ekonomiczny spółki.

Literatura

- BIELEWICZ R., ZOŃ L., SPOREK C., ORZECZOWSKI T., 1983 – Dokumentacja geologiczna złoże węgla kamiennego Gołkowice, cz. V: Warunki hydrogeologiczne i gazowe złoże. CAG PIG, Warszawa (nie publ.).
- BOGACZ W., KOTARBA M., KRACH J., 1984 – Cechy strukturalne serii węglonośnej południowej części Rybnickiego Okręgu Węglowego. Rocznik PTG v. 54–3/4, s. 361–377.
- BOROWSKI J., 1965 – Zagrożenia gazowe w Rybnickim Okręgu Węglowym w świetle badań geologicznych. Przegląd Geologiczny, 5, s. 192–196.
- CHROSZCZ H., 2009 – Możliwości zwiększenia bazy zasobowej w Jastrzębskiej Spółce Węglowej S.A. Mat. XIX Konf. Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Kraków, s. 71–78.
- GATNAR K., 2008 – Gospodarcze wykorzystanie metanu z pokładów węgla na przykładzie rozwiązań Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. Mat. XXII Konferencji z cyklu Zagadnienie surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Sympozja i konferencje 73, Ustroń, 19–22.10.2008 r.
- KĘDZIOR S., 2008a – Potencjał zasobowy metanu pokładów węgla w Polsce w kontekście uwarunkowań geologicznych. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, t. 24, z. 4/4, s. 155–173.
- KĘDZIOR S., 2008b – Występowanie płytkiej strefy wysokometanowych pokładów węgla w rejonie Pawłowic. Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 429, s. 69–74.
- KĘDZIOR S., 2008c – Charakterystyka geologiczno-zasobowa złóż gazu ziemnego (metanu wolnego) w regionie górnośląskim z punktu widzenia eksploatacji na potrzeby lokalne. Górnictwo Odkrywkowe nr 2–3, s. 77–80.
- KĘDZIOR S., 2009a – Występowanie przystropowej strefy metanonośnej w złoże węgla Bzie-Dębina 1 (Górnośląskie Zagłębie Węglowe) w świetle ujmowania i wykorzystania metanu. Mat. XIX Konf. Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Kraków, s. 157–166.
- KĘDZIOR S., 2009b – Warunki metanowe złoże węgla kamiennego Gołkowice z punktu widzenia możliwości zagospodarowania metanu: GZW. Mat. XXXII Symp. Geol. form. węglonośnych Polski. Wyd. AGH, Kraków, s. 31–36.
- KĘDZIOR S., 2009c – Problem emisji i ujmowania metanu kopalnianego na przykładzie wybranych czynnych kopalń południowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Górnictwo Odkrywkowe, 2–3, s. 79–83.
- KĘDZIOR S., 2009d – Accumulation of coal-bed methane in the south-west part of the Upper Silesian Coal Basin (southern Poland). International Journal of Coal Geology 80, s. 20–34.

- KĘDZIOR S., HADRO J., KWARCIŃSKI J., NAGY S., MŁYNARCZYK M., ROSTKOWSKI R., ZALEWSKA E., 2007 – Warunki naturalne występowania i metody eksploatacji metanu pokładów węgla w wybranych zagłębiach USA oraz możliwości rozwoju eksploatacji tego gazu w Polsce – sprawozdanie z wyjazdu szkoleniowego do USA. *Przegląd Geologiczny*, 57, s. 565–570.
- 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.), CPPGSMiE PAN, Kraków, s. 61–74.
- KOTARBA M.J., PLUTA I., 2009 – Origin of natural waters and gases within the Upper Carboniferous coal-bearing and autochthonous Miocene strata in South-Western part of the Upper Silesian Coal Basin, Poland. *Applied Geochemistry* 24, 876–889.
- KOTAS A. (red.), 1994 – Coalbed methane potential of the Upper Silesian Coal Basin, Poland. *Prace PIG CXLII*. Warszawa.
- KOWALSKA Z., 1987 – Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego KWK „Moszczenica” w kategorii A, B, C1, C2. *Arch. PIG. Sosnowiec* (niepubl.).
- KOZŁOWSKI B., GRĘBSKI Z., 1982 – Odmetanowanie górotworu w kopalniach. *Wyd. Śląsk, Katowice*.
- KOZŁOWSKA B., 1984 – Budowa geologiczna złoża węgla kamiennego rejonu „Gołkowice” w świetle rozpoznania do kategorii C₂. *Przegląd Geologiczny*, 8–9, s. 436–440.
- KRZANOWSKA A., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża Bzie-Dębina 1 w kategorii C1+C2. *CAG PIG* (niepubl.).
- KWARCIŃSKI J., HADRO J., 2008 – Metan pokładów węgla na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Przegląd Geologiczny* t. 56, s. 485–489.
- NIEĆ M., 1993 – Złoża metanu w formacjach węglonośnych. *Mat. Szkoły Eksploatacji Podziemnej* t. 2, Ustroń, s. 281–301.
- NIEMCZYK B., 1998 – Zarys badań hydrogeologicznych dla rozpoznania warstw dębowieckich w rejonie Bzie-Dębina. *CAG PIG* (niepubl.).
- OBUCHOWICZ Z., 1963 – Złoża ropy naftowej i gazu ziemnego w Zapadlisku Przedkarpackim. *Rocznik PTG* t. 33, z. 1, s. 397–411.
- POBORSKI C., 1960 – W sprawie pochodzenia metanu w karbonie południowej części Rybnickiego Okręgu Węglowego. *Przegląd Górniczy* 7–8, s. 360–369.
- Rozporządzenie, 2001 – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 grudnia 2001 w sprawie kryteriów bilansowości złóż kopalni, *Dz.U.* nr 153, poz. 1774.
- SCOTT A.R., 2002 – Hydrogeologic factors affecting gas content distribution in coal beds. *International Journal of Coal Geology* 50, s. 363–387.
- STANIEK L., 1986 – Migracja metanu dyslokacjami dysjunktywnymi. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej*, s. *Górnictwo* z. 140, s. 80–86.
- TARNOWSKI J., 1989 – Geologiczne warunki występowania metanu w Górnośląskiej Niece Węglowej. *Zesz. Nauk. Polit. Śląskiej, Górnictwo* 166, Gliwice.

Sławomir KĘDZIOR

The possibilities of methane extraction from the uppermost part of Carboniferous in coal deposits Bzie-Dębina 1 and Gołkowice (the Upper Silesian Coal Basin)

Abstract

The occurrence of methane zone located close to Miocene cover was presented. The dependence between methane occurrence in the investigated zone and the configuration of the roof of Carboniferous complex was analyzed, according to indicated dependence in the neighboring areas. The other issues discussed here are the possibly ways of methane collection in order to reduce the methane hazard in the area of the future coal mining. The possibly ways of methane collecting are the underground drainage system, because this way is applied in many working coal mines, methane drainage applying before the coal exploitation was particularly discussed, and also methane collecting using the GOB method, which is applied elsewhere, especially in the USA.

The latter way mentioned above would be an inventive in Polish coal mines and it would need many additional studies.

Taking and collecting of the coal mine methane from Bzie-Dębina 1 coal deposit will, from the one hand, reduce methane hazard in future coal mine and from the other, positively influence the energetic balance of Jastrzębie Coal Company mines.

KEY WORDS: coal-bed methane, methane content, Carboniferous roof, methane collecting, Upper Silesian Coal Basin