

Ireneusz GRZYBEK\*, Sławomir KĘDZIOR\*\*

\* Wyższy Urząd Górniczy, Katowice; \*\* Uniwersytet Śląski, Katowice

## ZRÓŻNICOWANIE WARUNKÓW GAZOWYCH GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO, A MOŻLIWOŚĆ MIGRACJI METANU ZE ZLIKWIDOWANYCH KOPALŃ WĘGLA KAMIENNEGO

**Streszczenie.** W artykule scharakteryzowano warunki gazowe siedmiu wyróżnionych rejonów GZW oraz zagrożenia metanowe i metanowość kopalń każdego z nich. Na ich podstawie wyciągnięto wniosek, że najwyższe prawdopodobieństwo migracji metanu ze zlikwidowanych kopalń węgla ku powierzchni występuje w tych rejonach Zagłębia, w których występuje mioceński nadkład i położona poniżej niego, allochtoniczna strefa wysokometanowa w warstwach karbońskich.

## DIFFERENTIATION OF GASSY CONDITIONS WITHIN THE UPPER SILESIAN COAL BASIN VERSUS POSSIBILITY OF MIGRATION OF METHANE FROM ABANDONED COAL MINES TO THE SURFACE

**Summary.** There, in the paper, are described gassy conditions of the seven regions the Upper Silesian Coal Basin it has been divided into, as well as characterized gas hazard and specific emission of coal mines within each of the regions. On this basis it has been stated, that the highest possibility of methane migration from abandoned coal mines to the surface is in those of basin regions, where Miocene overburden and positioned below it, allochthonous high methane content zone in Carboniferous strata exist.

### 1. Wprowadzenie

Likwidacja kopalń węgla kamiennego często generuje możliwość pojawienia się specyficznych zagrożeń dla środowiska i bezpieczeństwa powszechnego. Stosunkowo obszerna literatura przedmiotu wśród zagrożeń takich wymienia m.in. migrację toksycznych lub wybuchowych gazów kopalnianych na powierzchnię i do elementów jej infrastruktury (np.: [1, 7, 22]). Jednak, mimo występowania migracji gazów ze zlikwidowanych kopalń rejonu wałbrzyskiego (m.in.: [15, 18, 24]) i ostrawsko-karwińskiego [2, 20] w literaturze nie

znajduje odzwierciedlenia możliwość pojawienia się tego typu zagrożeń w rejonach zlikwidowanych kopalń polskiej części Górnosląskiego Zagłębia Węglowego (dalej: GZW). Co więcej, dotyczące tej części GZW wyniki badań zdają się potwierdzać powyższy pogląd (inf. ustne: J. Kwarciński 2005, J. Kutkowski 2004). Tymczasem, wstępne obserwacje wskazują, że zagrożenia takie już się pojawiły [6, 12], a wkrótce mogą ulec intensyfikacji. Z tego względu, dla ukierunkowania dalszych badań, podjęto próbę oceny zróżnicowania warunków geologiczno-gazowych GZW pod kątem prawdopodobieństwa wystąpienia migracji gazów kopalnianych w różnych jego częściach.

Z osadów węglonośnych GZW znane jest występowanie szeregu gazów. W ich składzie cząsteczkowym dominującą pozycję zajmują jednak metan i azot, których wspólny, wzajemnie odwrotnie proporcjonalny udział kształtuje się zazwyczaj w granicach od około 90 % do nawet 99,8 % (por.: [8, 19]). W niewielkim zakresie (do kilku procent) obserwuje się także obecność ditlenku węgla i węglowodorów szeregu etan–pentan. Inne gazy występują w zanedbywalnie małych ilościach i jedynie lokalnie. Gazem, którego migracja na powierzchnię może spowodować realne zagrożenie wydaje się więc jedynie metan. Pozostałe gazy są bowiem bądź neutralne z punktu widzenia bezpieczeństwa (azot), bądź występują w ilościach wykluczających powstanie zagrożenia w większej skali. Poniżej przedstawiono więc wstępne wyniki podjętej próby, ograniczone do charakterystyki występowania metanu i metanowości kopalń w wyróżnionych wcześniej [16] rejonach gazowych GZW i występowania tych spośród nich, na których należy skupić dalszą uwagę.

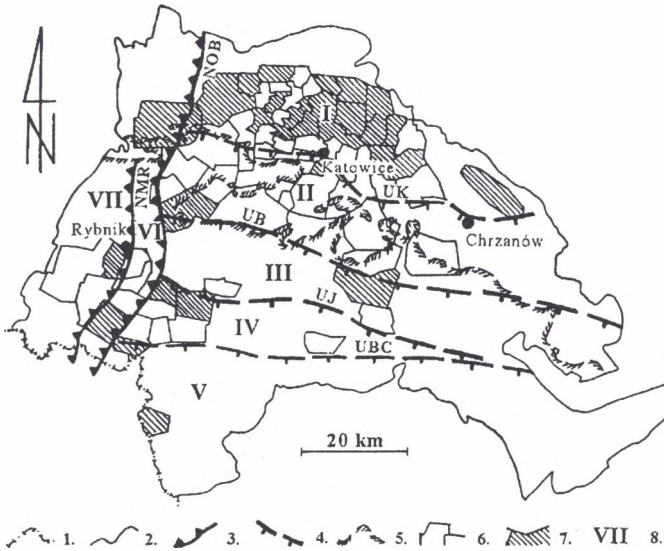
## 2. Występowanie metanu w serii węglonośnej GZW

W serii węglonośnej GZW metan występuje zasadniczo w formie gazu sorbowanego w węglu lub gazu wolnego w porach i spękaniach skał płonnych. Dokładniej rozpoznano jednak tylko jego obecność w formie sorbowanej, w związku z czym charakterystykę zróżnicowania warunków gazowych oparto głównie na tej formie występowania metanu. Jej rozmieszczenie, określane terminem rozkładu przestrzennego metanonośności, charakteryzuje przede wszystkim zróżnicowanie wertykalne, wyrażone określoną sekwencją występowania stref o zróżnicowanej metanonośności. W nieco uproszczonym i zgeneralizowanym ujęciu (por.: [8, 17, 23]) sekwencję tę charakteryzuje występowanie, kolejno od góry, następujących stref gazowych:

– pierwszej, allochtonicznej strefy wysokometanowej, o maksymalnych

metanonościach węgla przekraczających  $4,5 \text{ m}^3/\text{Mg c}^{\text{daf}}$ ,

- strefy odgazowanej, z metanonościami maksymalnymi nie przekraczającymi  $4,5 \text{ m}^3/\text{Mg c}^{\text{daf}}$ ,
- drugiej, autochtonicznej strefy wysokometanowej, z najwyższymi w GZW metanonościami, sięgającymi do około  $22 \text{ m}^3/\text{Mg c}^{\text{daf}}$ .



Rys. 1. Rozmieszczenie czynnych (6) i zlikwidowanych (7) kopalń węgla kamiennego w granicach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (2), na tle zasięgu nadkładu mioceniowego (5) i podziału Zagłębia na rejonów gazowe (8), rozgraniczone głównymi uskokami (4; UK – kłodnicki; UB – bełżec; UJ – jawiszowicki; UBC – Bzie-Czechowice) i nasunięciami (3; NMR – michałkowickie; NOB – orłowsko-boguszowickie); 1 – granica państwa

Fig. 1. Localization of active (6) and abandoned (7) coal mines within boundaries of the Upper Silesian Coal Basin (2) on the background of Miocene overburden range (5) as well as the basin division into gassy regions (8), demarcated by the main faults (4; UK – Kłodnica Fault; UB – Bełżec Fault; UJ – Jawiszowice Fault; UBC – Bzie-Czechowice Fault) and overthrusts (3; NMR – Michałkowice Overthrust; NOB – Orłowa-Boguszowice Overthrust); 1 – state boundary

W nawiązaniu do tak określonej strefowości pionowej, zróżnicowanie lateralne rozkładu przestrzennego metanoności można więc wyrazić poprzez określenie obecności i zmian głębokości występowania powyższych stref. W celu oceny takiej zmienności sporządzono szereg głębokościowych wykresów (profilu) metanoności. Dla wyeliminowania wpływu zróżnicowania metod pomiaru metanoności (vide: [10, 8]), konstruując profile oparto się wyłącznie na jej pomiarach z lat 1965–1997, wykonanych w otworach wiertniczych z zastosowaniem metody dwufazowej degazacji (sensu: [10]). Profile metanoności wykorzystano następnie w analizie związku jej głębokościowego rozkładu z wybranymi

czynnikami geologicznymi (obecność i miąższość nadkładu miocenińskiego oraz struktura i wykształcenie litologiczne karbonu). Jak już wspomniano, analizę przeprowadzono w nawiązaniu do rejonizacji gazowej zaproponowanej przez M. Kotarbę i innych [16], która pozwoliła wyróżnić siedem rejonów gazowych o położeniu pokazanym na rysunku 1.

Tablica 1

Skrócona charakterystyka geologiczno-gazowa rejonów gazowych  
Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

Rejon	Charakterystyka nadkładu		Położenie stref wysokometanowych		Maksymalna metanonośność w strefie: [m <sup>3</sup> /Mg c <sup>daf</sup> ]	
	Stratygrafia*	Miąższość miocenu [m]	allochtonicznej (głębokość spągu) [m]	autochtonicznej (głębokość stropu) [m]	allochtonicznej	autochtonicznej
I	T, J, Q	0	brak	600–800		<8,0
II	T, J, Tr, Q	płaty 0–600	brak	800–1200		~10,0
III	Tr, Q	100–500	brak	~750		~6,0
IV	Tr, Q	200–1000	250–750	600–1000	>10,0	~18,0
V	Tr, Q	500–1400	650–800	1200–1400	~10,0	~22,0
VI	Tr, Q	200–700	>300	400–1200	~5,0	~18,0
VII	Tr, Q	0–1000	brak	<600		~12,0

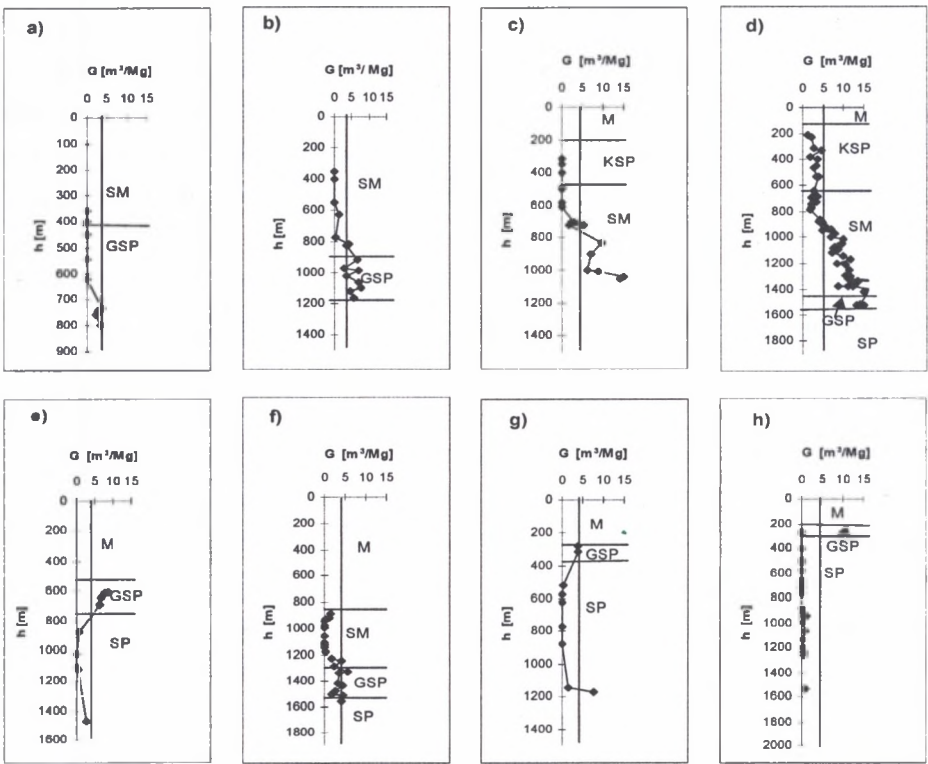
\* T – trias, J – jura, Tr – trzeciorzęd (miocen), Q – czwartorzęd.

W wyniku przeprowadzonej analizy opracowano m.in. skróconą charakterystykę poszczególnych rejonów gazowych, zamieszczoną w tablicy 1, oraz wybrano reprezentatywne dla każdego z nich profile metanonośności, przedstawione na rysunku 2 na tle miąższości nadkładu miocenińskiego i położenia serii litostratygraficznych karbonu. Pozostałe istotne wyniki analizy można natomiast przedstawić następująco:

**Rejon I** charakteryzuje przede wszystkim brak pokrywy miocenińskiej (poza lokalnymi płatami). Nadkład karbonu stanowią tu przepuszczalne utwory triasu, jury i czwartorzędu, a utwory karbońskie, w tym m.in. piaskowce górnośląskiej serii piaskowcowej, w wielu miejscach kontaktują się bezpośrednio z powierzchnią terenu. Umożliwiło to swobodną wymianę gazów pomiędzy górotworem, a atmosferą i – w konsekwencji – odgazowanie znacznych partii karbonu (rys. 2a).

**W rejonie II** nadkład budują w przewadze przepuszczalne utwory triasu, jury i czwartorzędu. Miocen występuje tylko w postaci rozległych płatów na południu i zachodzie rejonu (rys. 1). Nie wpływa więc lub wpływa tylko w niewielkim stopniu na rozkład metanonośności, który wobec tego zdeterminowany jest przez litologię skał karbońskich oraz tektonikę. Strefa odgazowana obejmuje głównie pokłady węgla w obrębie krakowskiej serii piaskowcowej

(warstwy łaziskie), a w mniejszym stopniu w górnych partiach serii mułowcowej. Głębokość położenia stropu autochtonicznej strefy wysokometanowej jest zmienna, a większe jej wartości są charakterystyczne dla sąsiedztwa dużych uskoków tensyjnych, jak np. uskoki kłodnicki i książęcy. Wynika to ze znacznego spękania górotworu w ich sąsiedztwie i jego ułatwionego odgazowania. Maksymalne zawartości metanu w tej strefie występują w obrębie pokładów serii mułowcowej – na jej granicy z górnoląską serią piaskowcową (rys. 2b), a także w pokładach serii paralicznej (warstwy porębskie), co prawdopodobnie wynika ze słabej przepuszczalności iłowców warstw orzeskich, załęskich i porębskich.



Rys. 2. Głębokościowe (h) profile metanoności (G) w wyróżnionych rejonach gazowych Górnoląskiego Zagłębia Węglowego na tle położenia nadkładu mioceniowego (M) i serii litostratygraficznych karbonu (KSP – krakowska seria piaskowcowa, SM – seria mułowcowa; GSP – górnoląska seria piaskowcowa; SP – seria paraliczna); a – rejon I; b – rejon II; c – rejon III; d i e – rejon IV; f – rejon V; g – rejon VI; h – rejon VII

Fig. 2. Depth (h) profiles of methane content (G) within gassy regions of the Upper Silesian Coal Basin on the background of position of Miocene overburden (M) as well as lithostratigraphic series of Carboniferous (KSP – Cracow Sandstone Series, SM – Mudstone Series; GSP – Upper Silesian Sandstone Series; SP – Paralic Series); a – region I; b – region II; c – region III; d & e – region IV; f – region V; g – region VI; h – region VII

**W rejonie III** – oprócz nadkładu miocenińskiego – rozkład metanoności uzależniony jest w dużej mierze od obecności piaskowców warstw łaziskich (krakowska seria piaskowcowa). Piaskowce te, o porowatości 15–20 %, przyczyniły się bowiem do odgazowania tej serii. Autochtoniczna strefa pokładów wysokometanowych występuje tym samym w obrębie serii mułowcowej (rys. 2c), o znacznym udziale słaboprzepuszczalnych iłowców i mułowców.

**W rejonie IV**, mniej lub bardziej wyraźnie, zaznacza się obecność allochtonicznej strefy wysokometanowej w obrębie przystropowych partii karbonu. Metanoność tej strefy zdaje się być uzależniona od litologii skał karbońskich. W obrębie warstw łaziskich, zbudowanych w przewadze z piaskowców o znacznej porowatości, jest ona bowiem niższa (do  $4 \text{ m}^3/\text{Mg c}^{\text{daf}}$  – rys. 2d) niż w obrębie warstw siodłowych ( $>10 \text{ m}^3/\text{Mg c}^{\text{daf}}$  – rys. 2c), gdzie piaskowce są słaboporowate. Niskiej metanoności pokładów węgla, zalegających w obrębie warstw łaziskich towarzyszą jednak nagromadzenia metanu wolnego w piaskowcach, czasem stanowiące nawet przedmiot eksploatacji (vide: [9, 11, 14]). W obrębie autochtonicznej strefy wysokometanowej zawartość metanu w węglu jest zróżnicowana i sięga maksymalnie do  $6 \text{ m}^3/\text{Mg c}^{\text{daf}}$  – na zachodzie, oraz do ponad  $18 \text{ m}^3/\text{Mg c}^{\text{daf}}$  – na wschodzie (rys. 2d). Zauważalny jest też spadek metanoności w głęboko zalegających pokładach węgla – w miarę zbliżania się do uskoku południowego, przy jednoczesnym jej wzroście w tym kierunku w przypadku pokładów zalegających płytko pod stropem karbonu. Przyczyną takiej zmienności jest prawdopodobnie drożny charakter tego uskoku, który stanowi drogę migracji metanu z głębiej położonych pokładów. Depozycja nadkładu miocenińskiego stworzyła natomiast dogodne warunki dla akumulacji gazu migrującego wzdłuż uskoku i nagromadzenia allochtonicznego metanu w stropie karbonu [13].

**Rejon V** charakteryzuje ciągła pokrywa miocenska, o miąższości zależnej od urozmaiconej tutaj rzeźby stropu karbonu. Ponad paleowyniesieniami stropu miąższość utworów miocenu wynosi ok. 500 m, podczas gdy w obrębie erozyjnych paleodolin dochodzi do 1400 m [5, 16]. W profilach metanoności na ogół wyraźnie zaznaczają się obie strefy wysokometanowe. Wielkość nagromadzeń gazu w strefie allochtonicznej zależy w dużej mierze od ukształtowania stropu karbonu. Najwyższą metanonością charakteryzują się pokłady węgla zalegające w obrębie paleowyniesień karbonu, podczas gdy w paleodolinach obserwuje się niższe jej wartości (rys. 2f). W obrębie paleowyniesień występują też nagromadzenia gazu wolnego w piaskowcach karbonu oraz w kontaktujących się z nimi zwietrzelinach miocenu (warstwy dębowieckie – vide: [11]).

**W rejonie VI** obserwuje się zróżnicowanie lateralne metanoności węgla. Większą

metanonością charakteryzuje się bowiem obszar centralny rejonu, a mniejszą obszary peryferyczne – w pobliżu nasunięć orłowsko-boguszowickiego i michałkowicko-rybnickiego. Zdaje się to wskazywać na drożność stref nasunięć jako przyczynę odgazowania węgla. W konsekwencji także pionowy rozkład metanoności w rejonie jest zróżnicowany. Zawartość metanu w allochtonicznej strefie wysokometanowej na ogół jest niewielka (rys. 2g), choć znane są tu także istotne nagromadzenia metanu wolnego [11, 25]. Wyższe metanoności występują natomiast w obrębie wysokometanowej strefy autochtonicznej, na głębokościach od poniżej 400 m – w centrum rejonu, do nawet ponad 1200 m – na jego peryferiach (rys. 2g).

**Rejon VII** jest najdalej na zachód wysuniętym rejonem, ograniczonym zachodnią granicą GZW. Mimo lokalnie dość znacznej miąższości nadkładu mioceńskiego w jego obrębie nie obserwuje się nagromadzeń gazów allochtonicznych w stropie karbonu (rys. 2h), co może świadczyć o ucieczce gazów poprzez wychodnie serii węglonośnej przy zachodniej granicy GZW, lub – jak sugeruje M. Kotarba i inni [16] – o małej szczelności pokrywy mioceńskiej.

### 3. Charakterystyka metanowości kopalń w wyróżnionych rejonach GZW

Rozkład metanoności i czynniki geologiczne, od których zależy, same nie determinują potencjalnego zagrożenia migracją metanu. Zagrożenie to zależy bowiem przede wszystkim od ilości metanu uwalniającego się z górotworu do zlikwidowanych kopalń węgla, zasadniczo wynikającej z wzajemnego usytuowania stref gazowych i miejsc eksploatacji węgla. Parametrem charakteryzującym tę ilość jest metanowość bezwzględna, określająca objętość metanu dopływającego do kopalni w jednostce czasu – mierzona tylko w kopalniach czynnych. W kopalniach takich wartość metanowości absolutnej jest jednak silnie uzależniona od wydobywania węgla. Stąd, przy studiach porównawczych różnych jednostek wydobywczych (kopalń, oddziałów, ścian), korzystniej posługiwać się metanowością względną, czyli objętością uwolnionego metanu w przeliczeniu na jednostkę masy wydobytego węgla.

Mimo szybkiego spadku tempa uwalniania się metanu po zaprzestaniu eksploatacji (por.: model Cybulskiego i in. 1999 – vide: [21]) można jednak przyjąć, że wartości metanowości względnych obliczone dla kilkuletniego okresu poprzedzającego likwidację kopalń obrazują także względne zagrożenie migracją metanu po ich likwidacji. Jej wartości obliczone jako średnie dla kopalń z wyróżnionych rejonów umożliwiają więc porównania między rejonami.

W prezentowanej pracy, porównując różne rejony GZW, wykorzystano więc metanowości względne wyznaczone dla lat 1995–2000 jako wartości średnie dla kopalń w poszczególnych z rejonów. Średnie metanowości względne obliczono w poszczególnych latach dzieląc sumy metanowości absolutnej czynnych w tych latach kopalń danego rejonu przez ich sumaryczne wydobycie. Dane nt. metanowości absolutnej zebrano bezpośrednio z kopalń, a nt. wydobycia zaczerpnięto z publikowanych corocznie bilansów zasobów kopalin (np.: [3]). Grube błędy dostrzeżone w bilansach skorygowano opierając się na danych zawartych w biuletynach informacyjnych byłej Państwowej Agencji Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego S.A. (np.: [4]). Korekta taka dotyczyła kopalń (w nawiasach lata): Anna (1996), Bolesław Śmiały (1995, 1996, 2000), Centrum-Szombierki (1999), Halemba (1997), Makoszowy (1996), l-Maja (1996), Piast (2000), Staszic (1995, 1996) i Wujek (1996).

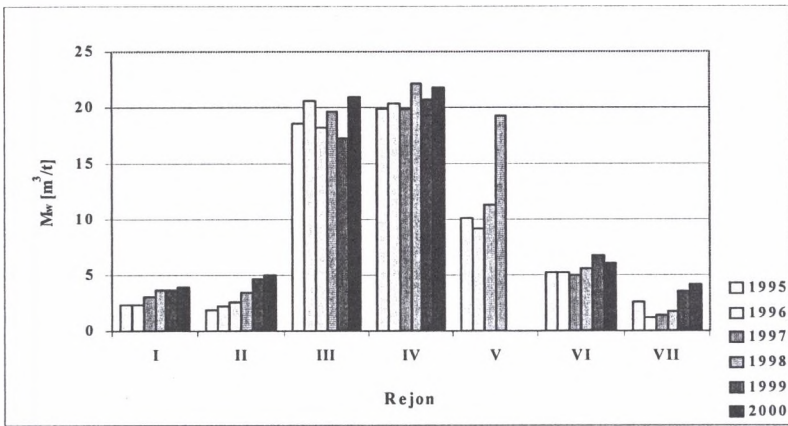
W trakcie obliczeń problem stanowiło graniczne położenie niektórych kopalń, prowadzących wydobycie z dwu spośród analizowanych rejonów gazowych GZW (por. rys. 1). Poza dwoma wyjątkami (KWK Halemba i KWK Chwałowice z byłą KWK Rymer), dostępne dla nich dane miały charakter zbiorczy, zmuszając do arbitralnego podziału metanowości absolutnej i wydobycia węgla pomiędzy rejonami – poprzez ich podzielenie na dwa. Podobnie, problem stanowiło poprzedzające likwidację przyłączenie niektórych kopalń do innych i podawanie tylko danych zbiorczych dla połączonych kopalń. W takich przypadkach dane z okresu przed połączeniem pozwoliły jednak na szacunkowe wydzielenie z analizowanych wielkości ich części odpowiadających wcześniej odrębnym kopalniom.

Średnie metanowości względne czynnych kopalń w poszczególnych rejonach GZW zestawiono na histogramach (rys. 3). Ich analiza wskazuje, że uwalnianie metanu najintensywniej zachodziło w kopalniach rejonów III i IV, gdzie średnie metanowości względne oscylują wokół wartości 20 m<sup>3</sup>/t wydobycia. W rejonie V ich wartości są dwukrotnie, a w pozostałych rejonach cztero- do niemal ośmiokrotnie niższe (rys. 3).

Porównaniu zagrożenia migracją metanu w kopalniach poszczególnych rejonów służyło dodatkowo zestawienie danych nt. wydobycia węgla z pokładów, zaliczonych do III i IV kategorii zagrożenia metanowego (nominalnie wysokometanowych), obliczonego w procentach całkowitego wydobycia. W obliczeniach, opartych na danych z lat 1995–1997, wydobycie kopalń rozbito na rejony według powyżej opisanych zasad. Zestawienie ich wyników (rys. 4) pozwala na nieco inną ocenę poszczególnych rejonów GZW. Pokazuje bowiem, że nominalnie najtrudniejsze warunki gazowe produkcji węgla występowały w kopalniach rejonów IV i V, a następnie VI i III, gdzie z pokładów wysokometanowych

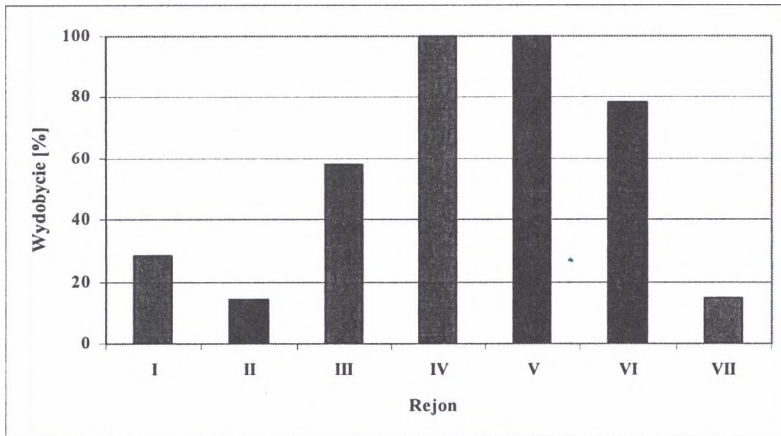


pochodziło od 100 do blisko 58 % wydobycia. W pozostałych rejonach wydobyte z takich pokładów stanowiło mniej lub bardziej znaczący margines.



Rys. 3. Średnia metanowość względna ( $M_w$ ) kopalń węgla kamiennego w wyróżnionych rejonach GZW w latach 1995–2000

Fig. 3. Average specific emission ( $M_w$ ) of coal mines within particular gassy regions of the Upper Silesian Coal Basin for 1995–2000



Rys. 4. Wydobyte węgla z pokładów III i IV kategorii zagrożenia metanowego w kopalniach wyróżnionych rejonów GZW w latach 1995–1997

Fig. 3. Coal output from the seams of III and IV category of methane hazard from mines of particular gassy regions of the Upper Silesian Coal Basin for 1995–1997

#### 4. Dyskusja wyników i wnioski

Omawiając wyniki analiz przedstawionych w rozdziałach 2 i 3, przede wszystkim należy zauważyć, że w obrębie GZW pozwalają one wyróżnić następujące struktury rozkładu przestrzennego metanonośności:

- zamkniętą (rejonu IV i V), charakteryzującą się ciągłym i mięszym nadkładem mioceniśkim, który uniemożliwił ucieczkę gazów do atmosfery i przyczynił się do powstania płytko położonej, allochtonicznej strefy wysokometanowej w stropie karbonu,
- przejściową (rejonu III i VI), gdzie występuje nieciągły i niezbyt mięszy nadkład mioceniśki, charakteryzującą się mniejszymi ilościami metanu w stropie karbonu w porównaniu ze strukturą zamkniętą,
- otwartą (rejonu I, II i VII), o braku ciągłej i zwartej pokrywy mioceniśkiej, dzięki czemu możliwa stała się swobodna migracja gazów do atmosfery i odgazowanie górnych partii karbonu.

Dla wszystkich z wyróżnionych struktur typowe jest głębokie położenie autochtonicznej strefy wysokometanowej (tabl. 1, rys. 2).

Konsekwencją występowania odmiennych struktur w różnych rejonach gazowych GZW jest zróżnicowanie zagrożeń gazowych (rys. 4) i wartości metanowości względnych (rys. 3) w kopalniach położonych w granicach tych rejonów. Generalnie, w rejonach o strukturze zamkniętej, kopalnie charakteryzują wysokie zagrożenia metanowe i wysokie lub bardzo wysokie metanowości względne, wynikające z prowadzenia eksploatacji w obrębie allochtonicznej strefy wysokometanowej. Z kolei dla kopalń w rejonach o strukturze otwartej typowe są w przewadze niewielkie zagrożenia metanowe i niskie metanowości względne. Kopalnie o strukturze przejściowej charakteryzują natomiast zmienne zagrożenia i metanowości: W młodszych i płytszych kopalniach rejonu III, częściowo prowadzących eksploatację w allochtonicznej strefie wysokometanowej, mimo tylko częściowo wysokiego zagrożenia metanowego, metanowości względne są bardzo wysokie. W starszych i głębszych kopalniach rejonu VI – na odwrót – nominalnie większemu zagrożeniu metanowemu odpowiadają metanowości niewysokie, prawdopodobnie wskutek długotrwałego, eksploatacyjnego odgazowania stref wysokometanowych, w tym głównie strefy allochtonicznej.

Reasumując, w kontekście sformułowanego we wprowadzeniu celu tej pracy, można założyć, że migracji znaczących ilości metanu na powierzchnię należy oczekiwać głównie w rejonach GZW o zamkniętej strukturze rozkładu przestrzennego metanonośności, a

w mniejszym stopniu także w rejonach o strukturze przejściowej. Jednak, z uwagi na izolujący charakter nadkładu mioceńskiego, może ona wystąpić jedynie w sąsiedztwie miejsc przerwania jego ciągłości (szyby, otwory wiertnicze, spękania poeksploatacyjne, uskoki itp.). W rejonach gazowych GZW o strukturze otwartej, migracja taka praktycznie powinna pozostać niezauważalna, tym bardziej, że ewentualny dopływ metanu na powierzchnię będzie miał miejsce na większej powierzchni odkrytego lub przykrytego przepuszczalnym nadkładem karbonu. Dalsze badania zagrożeń wynikających z migracji gazów kopalnianych można więc ograniczyć do obszarów zlikwidowanych kopalń położonych w III, IV, V i VI spośród wyróżnionych rejonów gazowych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Artykuł przygotowano w części w ramach pracy naukowej finansowanej ze środków MNiL (KBN), jako projekt badawczy własny nr 5T12B03724, realizowany w latach 2003–2005.

#### LITERATURA:

1. Backhaus C., Mróz A., Willenbrink B.: Gaz kopalniany w zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego. Materiały konferencji Doświadczenia z likwidacji zakładów górniczych, wyd. SITG, Mysłowice 2001, s. 155-158.
2. Beránek C., Strakoš T.: Ochrana obyvatelstva před účinky starých důlních děl s výstupy důlních plynů na povrch. Uhlí–rudy–geologický průzkum 12, Praha 2001, s. 15-18.
3. Bilans zasobów kopalnin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 1999 r., wyd. PIG, Warszawa 2000.
4. Biuletyn informacyjny o działalności gospodarczej spółek węglowych i kopalń węgla kamiennego w likwidacji. Sprawozdanie miesięczne – grudzień 1999 r., wyd. PARG S.A., Katowice 2000.
5. Bogacz W., Kotarba M., Krach J.: Cechy strukturalne serii węglonośnej południowej części Rybnickiego Okręgu Węglowego. Rocznik PTG, z. 3/4, Kraków 1984, s. 361-377.
6. Bukowski P., Grzybek I.: Coal mine flooding as a cause of methane hazard – the case study of Morcinek mine, Upper Silesian Coal Basin, Poland. Proceedings of The 9<sup>th</sup> IMWA Congress, Oviedo 2005 (w druku).
7. Creedy D. P.: Gas in abandoned mines: a hazard and a resource? Proceedings of International Conference on Coal-Bed Methane – Technologies of Recovery and Utilisation, wyd. GIG, Ustroń 1998, s. 507-524.
8. Gawlik L., Grzybek I.: Szacowanie emisji metanu w polskich zagłębiach (system węgla kamiennego). Studia, Rozprawy, Monografie vol. 106, Kraków 2002.
9. Grudnik J., Wątor L.: Ocena możliwości eksploatacji metanu wolnego nagromadzonego przy stropie utworów karbonu w złożu KWK Silesia. Prace Naukowe GIG vol. 35, Katowice 2000, s. 121-127.
10. Grzybek I.: Residual gas content in the light of observations from the Upper Silesian Coal Basin, Poland. Mastalerz M., Glikson M., Golding S.D. (red.): Coalbed Methane:

- Scientific, Environmental and Economic Evaluation. Wyd. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London 1999, s. 139-153.
11. Grzybek I.: Grubengasnutzung in Polen Geschichte und Gegenwart. UMSICHT-Schriftenreihe Band 37, Stuttgart 2002, s. 75-92.
  12. Grzybek I., Bukowski P., Brzozon K.: Zagrożenia związane z likwidacją szybów na przykładzie szybów pola Czyżowice (SW GZW). Miesięcznik WUG Nr 6, Katowice 2005, s. 43-45.
  13. Kędzior S.: Modele metanonośności złoża węgla kamiennego "Silesia". Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskie, Górnictwo z. 246, Gliwice 2000, s. 213-221.
  14. Kędzior S., Wątor L.: Odnowialność zasobów gazu ziemnego na przykładzie złoża metanu wolnego KWK "Silesia". Górnictwo Odkrywkowe Nr 2-3, Wrocław 2002, s. 73-78.
  15. Kotarba M.J. (red.): Gas Hazard in the Near-Surface Zone of the Wałbrzych Coal District Caused by Coal Mine Closure: Geological and Geochemical Controls. Wyd. GEOSFERA, Kraków 2002.
  16. Kotarba M., Pekała Z., Daniel J. i in.: Rozkład głębokościowy zawartości metanu i węglowodorów wyższych w utworach węglonośnych górnego karbonu Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. Ney R., Kotarba M. (red.): Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków 1995, s. 61-74.
  17. Kotas A.: Coal-Bed Methane Potential of the Upper Silesian Coal Basin, Poland. Prace PIG CXLII, Warszawa 1994.
  18. Kowalski A. (red.): Eksploatacja górnicza a ochrona powierzchni. Doświadczenia z wałbrzyskich kopalń. Wyd. GIG, Katowice 2000.
  19. Kozłowski B.: Prognozowanie zagrożenia metanowego w kopalniach węgla kamiennego. Wyd. Śląsk, Katowice 1972.
  20. Král V., Pláteník M., Nowotný R.: Methane from closed-down mines in the soil air endangers civil engineering structures. Proceedings of International Conference on Coal-Bed Methane – Technologies of Recovery and Utilisation, wyd. GIG, Ustroń 1998, s. 493-506.
  21. Krause E.: Aspekty bezpieczeństwa i ochrony środowiska na terenach pogórnicznych związane z zagrożeniem gazowym. Człowiek i środowisko wobec procesu restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego. Wyd. PAN CPPGSMiE, Kraków 2001, s. 417-430.
  22. Kulczycki Z., Grzybek I.: Gazy kopalniane jako zagrożenie dla bezpieczeństwa powszechnego. Miesięcznik WUG Nr 1, Katowice 1999, s. 16-25.
  23. Nieć M.: Złoża metanu w formacjach węglonośnych. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej '93 t. 2, wyd. PAN CPPGSMiE, Kraków 1993, s. 281-301.
  24. Szlązak N., Obracaj D., Borowski M.: Stan zagrożenia gazowego na terenach likwidowanych kopalń rejonu wałbrzyskiego. Materiały 2 Szkoły Aerologii Górniczej, Zakopane 2002, s. 323-338.
  25. Wiśniowski A., Mędrygał Z.: Doświadczenia w zakresie ujęcia metanu z górotworu otworami powierzchniowymi w polu Marklowice-Świerklany. Materiały seminarium Zwalczanie Zagrożenia Metanowego w Kopalniach. Teoria i Praktyka, wyd. PAN – GIG – SITG, Rybnik 1991, s. 1-13.