

METAN WIODĄCYM ZAGROŻENIEM NATURALNYM W KWK „BRZESZCZE”

METHANE AS THE MAIN NATURAL HAZARD IN “BRZESZCZE” HARD COAL DEPOSIT, UPPER SILESIAN COAL BASIN

Angelika Musiał, Zbigniew Kokesz - Katedra Geologii Złóżowej WGGiOŚ,
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Celem artykułu jest przedstawienie stopnia zagrożenia metanowego w Kopalni Węgla Kamiennego „Brzeszcze”. Analizy dokonano na podstawie danych pochodzących z kopalni. Wcześniejsze badania [3, 9] prowadzone w południowo-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, świadczą o występowaniu w tych rejonach pokładów węgla z dużymi zawartościami metanu. Analiza danych pozwala jednoznacznie stwierdzić, że w przypadku złoża „Brzeszcze” sytuacja jest bardzo podobna.

Słowa kluczowe: metan, węgiel kamienny, Brzeszcze, zagrożenia naturalne

The main point of this study is presentation of quantity of methane hazard in Brzeszcze hard coal deposit. Earlier studies showed high contents of methane are common phenomenon in that specific area (southeastern part of Upper Silesian Coal Basin). Analysis based on information from coal mine, confirmed high contents of methane in seams of hard coal in Brzeszcze deposit.

Keywords: methane, hard coal, Brzeszcze, natural hazards

Wprowadzenie

Zjawiskiem towarzyszącym wszystkim kopalniom węgla kamiennego w Polsce jest występowanie zagrożeń naturalnych. Główne czynniki, które kształtują stopień zagrożeń naturalnych to przede wszystkim: zawartość metanu w złożu, możliwość wyrzutów gazów i skał, ilość pyłu węglowego w wyrobiskach, częstotliwość występowania tąpnięć oraz wielkość dopływów wody [10]. Na ogół, zjawiska te współwystępują ze sobą, powodując tym samym większe niebezpieczeństwo dla górników, a także utrudnienia w przypadku prowadzenia eksploatacji.

Metan występuje we wszystkich trzech Zagłębiach Węglowych w Polsce. Powstał on głównie w wyniku procesów uwęglania substancji roślinnej. W Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW) nie stwierdzono korelacji pomiędzy zawartościami metanu, a poszczególnymi poziomami stratygraficznymi, co oznacza, że te same warstwy w różnych złożach mogą charakteryzować inne zawartości metanu.

Metan jest gazem palnym, a zarazem silnie wybuchowym, zawsze stanowił i będzie stanowić poważne zagrożenie w kopalniach węgla kamiennego. Zatem ważne jest, aby określić zawartości metanu podczas nowo rozcinanych partii złoża w celu zaplanowania racjonalnej, a przede wszystkim bezpiecznej eksploatacji [11]. Głównymi parametrami, które obrazują wielkość zagrożenia metanowego w kopalniach podziemnych są: metanonośność – objętościowa ilość metanu pochodzenia naturalnego, zawarta w jednostce wagowej w głębi calizny

węglowej [8] oraz metanowość bezwzględna, która określa ilość wydzielającego się metanu w odniesieniu do jednostki czasu [2].

Zagrożenie metanowe warunkuje przede wszystkim bezpieczeństwo pracy, ale także poziom wydobywania węgla, co w konsekwencji ma znaczący wpływ na wyniki ekonomiczne osiągnięte przez zakład górniczy.

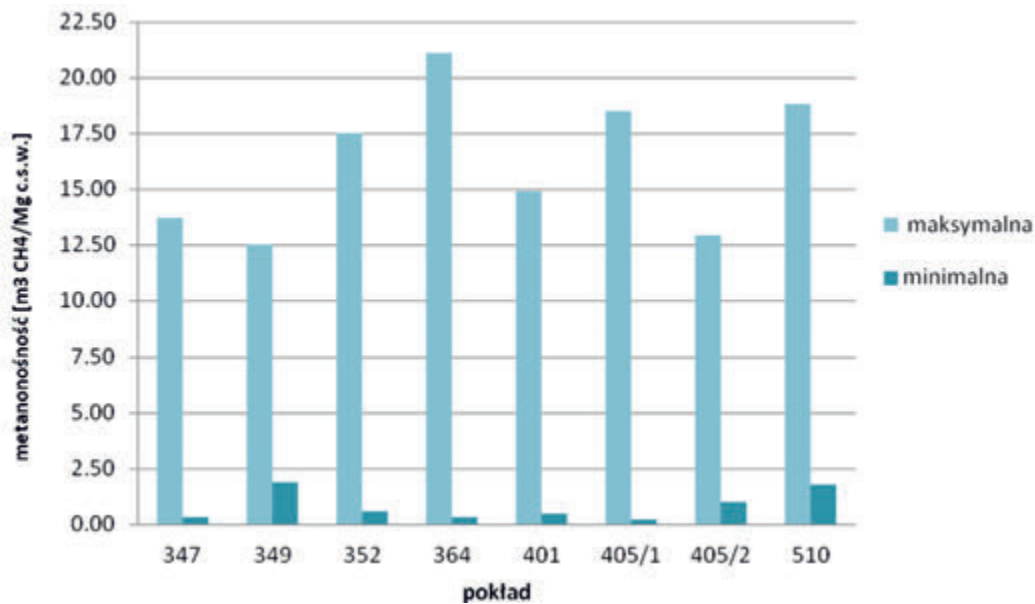
Aktualny stan zagrożenia w kopalni

Z zagrożeniem metanowym są związane głównie kopalnie znajdujące się w południowej części GZW, do których oprócz KWK „Brzeszcze” należą zakłady górnicze (kopalnie): „Krupiński”, „Borynia”, „Pniówek”, „Zofiówka”, „Jas-Mos” oraz wschodnia część kopalni „Marcel” [1]. Złoże „Brzeszcze” leży w południowo – wschodniej części niecki górnośląskiej. Nadkład karbonu produktywnego budują czwartorzędowe gliny i piaski oraz trzeciorzędowe utwory ilaste. Reprezentowany jest on przez następujące ogniwa litostratygraficzne:

- warstwy łaziskie (westfal C),
- warstwy orzeskie (westfal B),
- warstwy załęskie (westfal A),
- warstwy rudzkie (westfal A),
- warstwy siodłowe (namur B-C),
- warstwy porębskie (namur A).

Tektonika złoża została w pełni rozpoznana poprzez roboty górnicze i charakteryzuje się prostą, nieskomplikowaną budową [4].

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia



Rys. 1. Wartości metanonośności w wybranych pokładach KWK „Brzeszcze”[4]

Fig. 1 Value of methane-bearing in particular seams in “Brzeszcze” hard coal deposit [4]

29 stycznia 2013 roku w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych [8] ustalono 4 kategorie zagrożenia metanowego w podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel. Dany pokład lub jego część można zaliczyć do:

- pierwszej kategorii (I) zagrożenia metanowego, jeśli metanonośność wynosi od 0,1 do 2,5 m³/Mg w przeliczeniu na czystą substancję węglową,
- drugiej kategorii (II) zagrożenia metanowego, jeśli metanonośność wynosi od 2,5 do 4,0 m³/Mg w przeliczeniu na czystą substancję węglową,
- trzeciej kategorii (III) zagrożenia metanowego, jeśli metanonośność wynosi od 4,0 do 8,0 m³/Mg w przeliczeniu na czystą substancję węglową,
- zwartej kategorii (IV) zagrożenia metanowego, jeśli metanonośność jest większa niż 8,0 m³/Mg w przeliczeniu na czystą substancję węglową lub zaistniał nagły wypływ metanu albo wyrzut metanu i skał.

Z dwudziestu czterech udokumentowanych pokładów KWK „Brzeszcze”, dwadzieścia jeden zalicza się do czwartej kategorii zagrożenia metanowego [6]. W trzech pozostałych pokładach wartość metanonośności nie przekracza 8,0 m³/Mg w przeliczeniu na czystą substancję węglową – trzecia kategoria zagrożenia metanowego. Pomiar metanonośności prowadzone są przede wszystkim w wyrobiskach korytarzowych wraz z postępem przodka, w strefach zaburzeń geologicznych, a także w przypadku napotkania pokładów węgla wyrobiskiem kamiennym. Do pokładów silnie metanowych zalicza się pokłady: 346, 347, 352, 364, 405/1, 510. Występują one w bezpośrednim sąsiedztwie pokładów pozabilansowych [4]. Porównanie wartości minimalnych i maksymalnych metanonośności dla wybranych pokładów (347, 349, 352, 364, 401, 405/1, 405/2, 510) w kopalni (rys. 1) pokazuje, że znacznie mniejsze różnice są w przypadku wartości minimalnych, niż w przypadku wartości maksymalnych. Wartości minimalne mieszczą się w granicach 0,2-1,9 m³ CH₄/Mgc.s.w.), natomiast wartości maksymalne wahają się od 12,5 do 21 m³ CH₄/Mgc.s.w. Największe zróżnicowanie stwierdzono w pokładzie 364, w którym różnica pomiędzy minimum, a maksimum wynosi 20,8 m³ CH₄/Mgc.s.w (rys. 1). Rozbieżności w wartościach

metanonośności w badanych pokładach zazwyczaj są związane z warunkami geologiczno-górnictwymi takimi jak: głębokość występowania pokładów, zaleganie warstw, występowanie pozabilansowych pokładów towarzyszących oraz budowa i tektonika w poszczególnych pokładach.

Obok metanonośności pokładów równie ważnym parametrem jest metanowość bezwzględna (całkowita), którą określa się jako sumę wydzielania metanu poprzez szyby wentylacyjne i wielkości odmetanowania. Znajomość wielkości opisywanego parametru ma duże znaczenie dla prognozowania zagrożenia metanowego w wyrobiskach korytarzowych i wybierkowych [9]. Prawidłowa ocena wielkości zagrożenia jest kluczowa w przypadku projektowania kolejnych pól wydobywczych. Metanowość określa się w sposób przybliżony (jeden raz na dobę, na podstawie wskazań z czujników metanometrycznych), a także w sposób dokładny (opierając się na wynikach średnich cotygodniowych analiz powietrza oraz średniej, miesięcznej wielkości odmetanowania). Metanowość całkowita w KWK „Brzeszcze” na przestrzeni lat 2000-2014 mieści się w przedziale 170-235 m³/min (rys. 2). Od 2009 do 2013 roku wyraźnie zaznacza się spadek metanowości średnio o około 20 m³/min rocznie, w roku 2014 znów wzrasta – do 190 m³/min. Na podstawie prognozy na lata 2015-2016 metanowość bezwzględna nie powinna przekroczyć 200 m³/min oraz można jednoznacznie stwierdzić, że wartości przewidywane są bardzo zbliżone do wartości pomierzonych i w obu przypadkach są wysokie (tab.1, rys. 2).

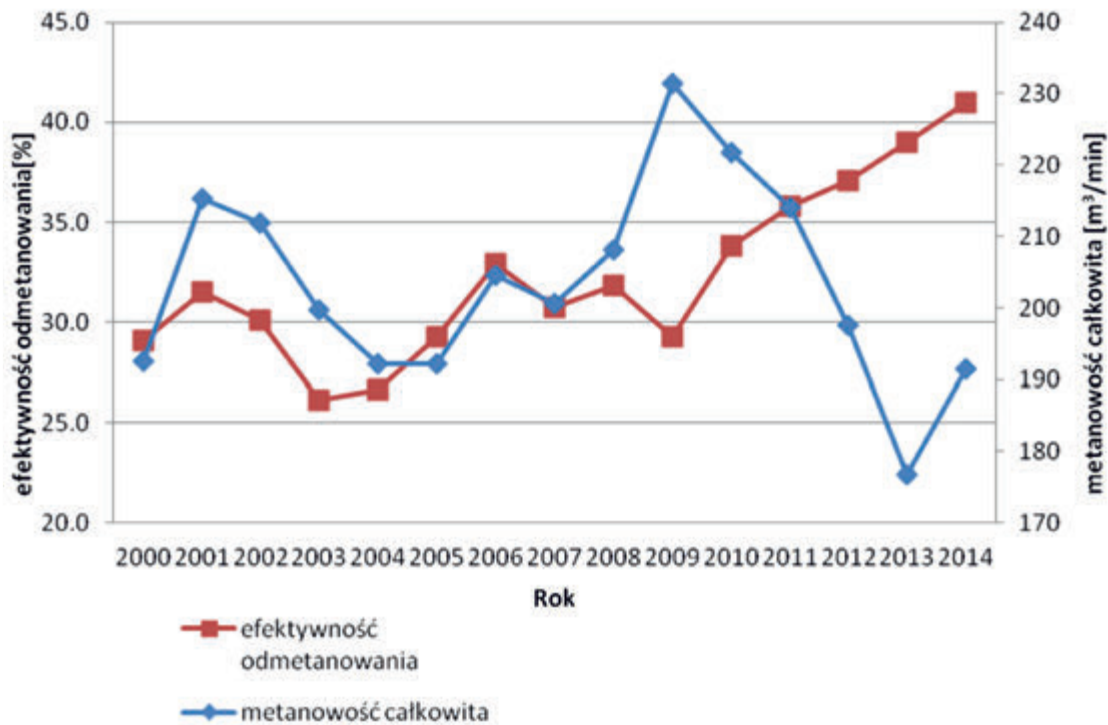
Odmetanowanie wyrobisk górniczych

Działania mające na celu zapobieganie oraz zmniejszanie poziomu zagrożenia metanowego są prowadzone w kopalni na szeroką skalę przede wszystkim ze względu na konieczność zachowania bezpieczeństwa pracy. W większości przypadków intensywna wentylacja nie wystarcza, aby umożliwić bezpieczną eksploatację kolejnych ścian.

Kluczowym środkiem prewencyjnym jest odmetanowanie górotworu, które z jednej strony podnosi koszty wydobycia, ale z drugiej pozwala na uzyskanie gazu o wysokich parametrach jakościowych i w znacznym stopniu poprawia bezpieczeństwo pracy pod ziemią. Oprócz intensywnego przewietrzania wy-

Tab. 1. Prognozowane wartości metanowości bezwzględnej (całkowej) na lata 2015-2016
 Tab. 1. Predicted value of methane in years 2015-2016

Rok	Kwartał	Prognozowana wielkość
2015	I	180 m ³ CH ₄ /min
	II	165 m ³ CH ₄ /min
	III	185 m ³ CH ₄ /min
	IV	190 m ³ CH ₄ /min
2016	I	180 m ³ CH ₄ /min
	II	180 m ³ CH ₄ /min
	III	190 m ³ CH ₄ /min
	IV	200 m ³ CH ₄ /min



Rys. 2. Metanowość całkowita w odniesieniu do efektywności odmetanowania w latach 2000-2014
 Fig. 2. The presence of total methane in reference to efficiency demethanation in years 2000-2014

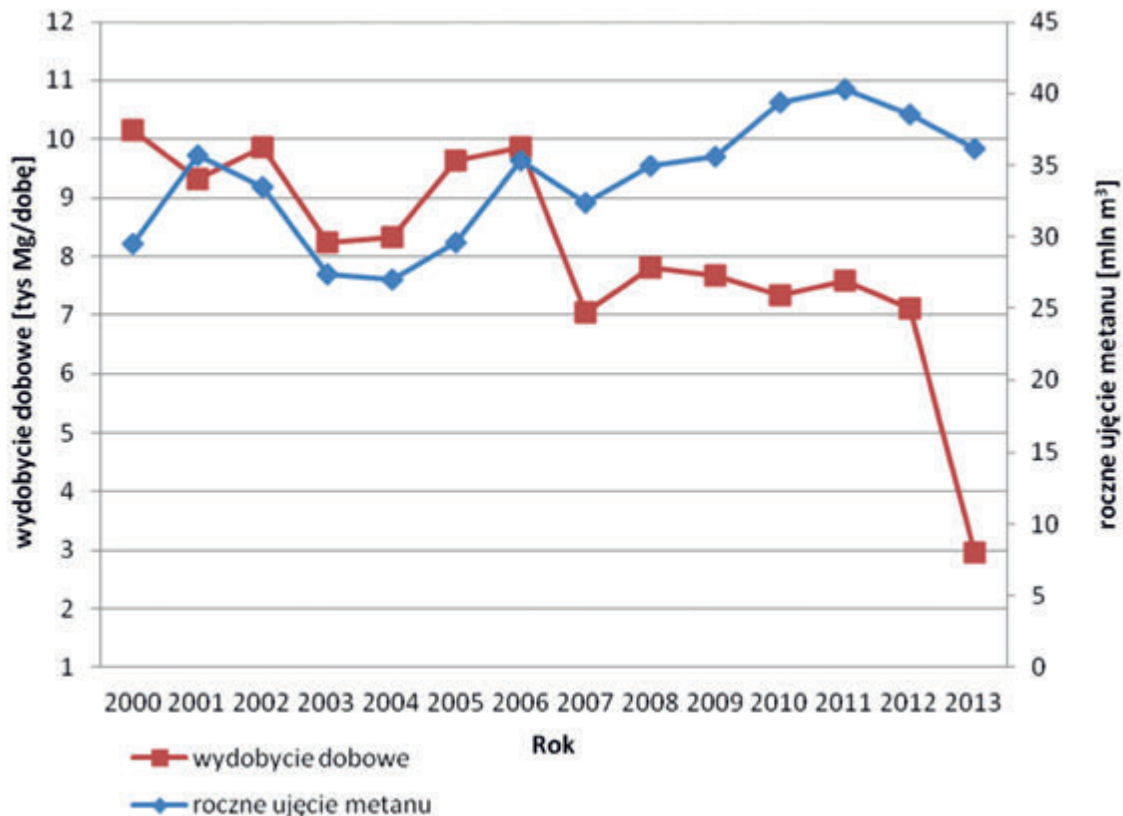
robisk górniczych oraz odmetanowania górotworu prowadzi się dodatkowo kontrolę zagrożenia poprzez wykonywanie pomiarów metanometrycznych oraz stosowanie dodatkowych urządzeń wentylacyjnych [7].

Metan może być odzyskiwany na dwa sposoby: powierzchniowymi otworami eksploatacyjnymi, z pól, które nie są objęte eksploatacją węgla (ang. CBM – coal-bed methane) lub systemami podziemnego odmetanowania w kopalniach wydobywających węgiel kamienny (ang. CMM – coal mine-methane). W Górnośląskim Zagłębiu Węglowym ujmuje się jedynie metan kopalniany, który dokumentowany jest jako kopalina towarzysząca pokładom węgla. Metan pochodzący z podziemnych wyrobisk górniczych nie jest czystym CH₄, odzyskiwany gaz stanowi mieszaninę metanu z powietrzem w różnych proporcjach. W zależności od składu gaz kopalniany może być wykorzystywany w rozmaitych celach. Do najbardziej znanych należą [1]:

- spalanie gazu na potrzeby grzewcze i technologiczne w kopalniach,
- skojarzone systemy wytwarzania: energii elektrycznej i gorącej wody, energii elektrycznej i pary technologicznej, energii elektrycznej, ciepła i zimna,

- wytwarzanie energii elektrycznej w układach kombinowanych.

W KWK „Brzeszcze” metan odzyskiwany jest dzięki stacji odmetanowania już od 1976 roku. Pod koniec 2013 roku została oddana do użytku nowoczesna stacja, zlokalizowana w pobliżu szybu Andrzej VIII. Zastąpiła ona starą, eksploatowaną od lat siedemdziesiątych XX wieku. Główne zadanie stacji odmetanowania to ujęcie gazu z dołowych wyrobisk górniczych, sprężenie go, a następnie przesyłanie rurociągami gazowymi do odbiorców zewnętrznych w celu ekonomicznego, a także (w mniejszym stopniu) ekologicznego wykorzystania. Kopalnia „Brzeszcze” sprzedaje ujęty gaz przede wszystkim Energetyce Dwory w Oświęcimiu przesyłając około 70 m³/min metanu oraz Nadwiślańskiej Spółce Energetycznej przesyłając już znacznie mniej CH₄, bo tylko około 3 m³/min. W razie braku odbiorców gaz ze stacji przesyłany jest na wydmuch atmosferyczny poprzez specjalne kominy. Ciepło pochodzące z chłodzenia odzyskiwanego gazu wykorzystywane jest także do ogrzewania wody użytkowej, pomieszczeń stacji i powietrza wlotowego do wentylacji hali. W przypadku nadmiaru ciepła istnieje możliwość wykorzystania go do celów socjalnych innych obiektów kopalni.



Rys. 3. Porównanie rocznego ujęcia metanu z wydobywaniem dobowym w latach 2000-2013
 Fig. 3. Comparison of methane drainage with daily quantity of extraction in years 2000-2013

Od 2007 roku stacja odmetanowania pozyskuje regularnie ponad 32 mln m³ gazu (rys. 3). Roczne ujęcie metanu na przestrzeni 14 lat wahało się w granicach od 27 do 40 mln t m³. Zestawienie ilości rocznego ujęcia CH₄ ze średnim wydobywaniem dobowym węgla (rys. 3) pozwala zauważyć, że z biegiem lat zmienia się zależność pomiędzy tymi dwoma wielkościami. Jedynie w latach 2001-2006 średnie wydobywanie zawierało się w granicach 8-10 tys. Mg/dobę przy dość równej wielkości odmetanowania mieszczącej się w granicach 27-35 mln m³. Od 2007 roku zaznacza się wyraźny spadek wydobywania węgla, natomiast ujęcie metanu nadal wzrasta. W 2013 roku odnotowano najmniejsze wydobywanie dobowe (2963 Mg/dobę) nie tylko na przestrzeni lat 2000-2013, ale również w całej historii kopalni.

Pojęcie efektywności odmetanowania jest ściśle związane z procesami prowadzonymi w celu ujęcia metanu i ograniczenia stopnia zagrożenia metanowego. Wskaźnik, który obrazuje wielkość efektywności odmetanowania definiuje się jako stosunek wydatku strumienia metanu odprowadzonego w procesie odmetanowania do sumy wydatków strumieni metanu odprowadzonych w procesach odmetanowania i wentylacji [5]:

$$E = \frac{V_o}{V_k}$$

gdzie: E - efektywność odmetanowania kopalni, wyrobisk eksploatacyjnych, korytarzowych lub zrobów poeksploatacyjnych [%],

V_o - wydatek metanu ujętego odmetanowaniem z górotworu obejmującego kopalnię, wyrobiska eksploatacyjne, (m³/min),

V_k - metanowość całkowita kopalni lub jej rejonu (m³/min).

Kształtowanie się efektywności (rys. 2) na przestrzeni ostatnich 14 lat wykazuje, że jest ona na stałym, sięgającym od 26 do 39% poziomie. Największy wzrost efektywności miał miejsce w 2009 roku. Od tego czasu, w przypadku metanowości bezwzględnej notuje się z roku na rok spadek, natomiast efektywność odmetanowania kopalni sukcesywnie wzrasta.

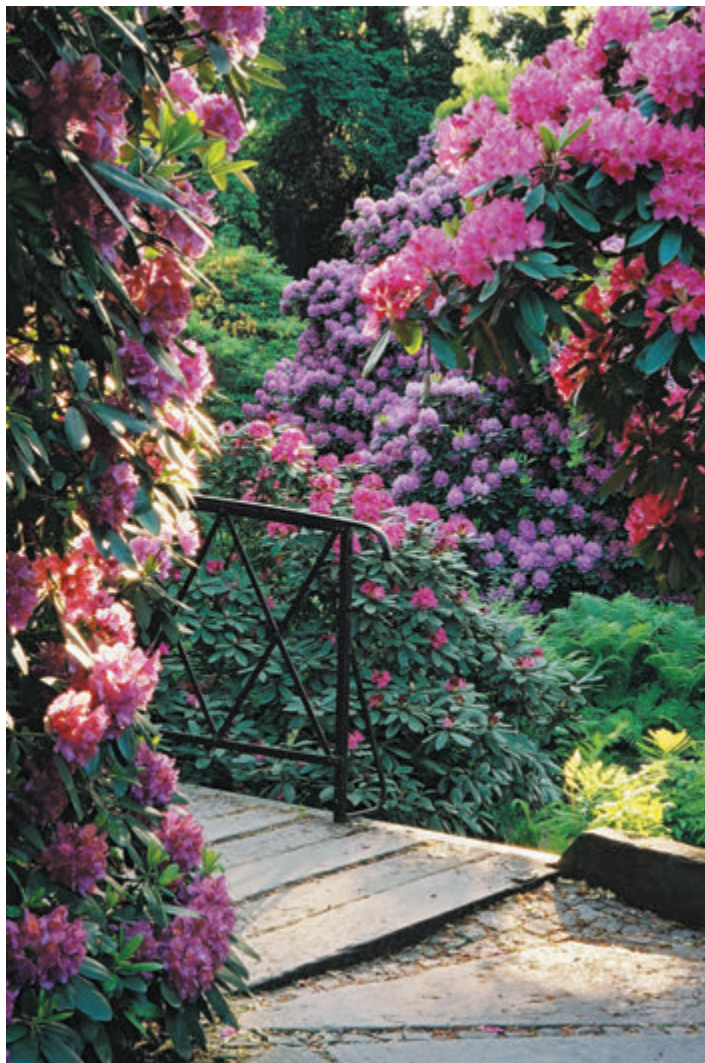
Podsumowanie

Zagrożenie metanowe stanowi istotny problem w wielu podziemnych zakładach górniczych w Polsce. Występowanie wysokich wartości CH₄ związane jest przede wszystkim z południowo-wschodnią częścią Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w której usytuowane jest złożo „Brzeszcze”. Gaz, który odprowadza się na powierzchnię systemami odmetanowania może być wykorzystywany do wytwarzania energii lub sprzedawany zewnętrznym odbiorcom.

Kopalnia węgla kamiennego „Brzeszcze” należy do zakładów górniczych metanowych, znaczna większość pokładów została zaliczona do IV kategorii zagrożenia metanowego. Dzięki stacji odmetanowania górotworu możliwe jest pozyskiwanie gazu o stosunkowo dobrych parametrach jakościowych. Pomimo spadającego corocznie wydobywania węgla, ujęcie CH₄ kształtuje się na bardzo wysokim poziomie (maksymalnie 40 mln m³ w 2011 roku).

Literatura

- [1] Kędzior S., *Problem emisji i ujmowania metanu kopalnianego na przykładzie wybranych czynnych kopalń południowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. *Górnictwo Odkrywkowe* nr 2-3, str. 79-81, 2009
- [2] Kozłowski B., Grębski Z., *Odmetanowanie górotworu w kopalniach*. Wyd. Śląsk, Katowice, 1982
- [3] Kwarciński J., Hadro J., *Metan pokładów węgla na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. *Przegląd Geologiczny* vol. 56 nr 6, 2008
- [4] Musiał A., *Zagrożenia naturalne prowadzenia eksploatacji węgla kamiennego KWK "Brzeszcze"*. Praca dyplomowa, Kraków, 2014
- [5] Nawrat S., Kuczera Z., Łuczak R., Życzkowski P., Napieraj S., Gatnar K., *Utylizacja metanu z pokładów węgla w polskich kopalniach podziemnych*. Uczelnianie Wydaw. Naukowo-Dydaktyczne, 2009
- [6] Plan Ruchu Zakładu Górniczego Brzeszcze na lata 2014-2016
- [7] Roszkowski J., Szlązak N., Szlązak J., *Odmetanowanie jako środek zwalczania zagrożeń oraz sposób pozyskiwania paliwa*. Mat. Konferencyjne Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Szczyrk, 1997
- [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 stycznia 2013 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych. Dz. U. 2013.230
- [9] Sporysz G., *Ocena stanu zagrożenia metanowego w południowo-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. Rozprawa doktorska, Archiwum Biblioteki Głównej AGH, Kraków, 2009
- [10] Szlązak N., Korzec M., *Zagrożenie metanowe oraz jego profilaktyka w aspekcie wykorzystania metanu w polskich kopalniach węgla kamiennego*. *Górnictwo i Geoinżynieria*, Rok 34, Zeszyt 3/1, Kraków 2010
- [11] Szlązak N., Szlązak J., Roszkowski J., *Zagrożenia metanowe w kopalniach węgla i jego zwalczanie*. Mat. 1 Szkoły Aerologii Górniczej, 1999



Arboretum w Wojsławicach

fol. z archiwum Arboretum