

**Jan Macuda\*, Ludwik Zawisza\***

**WYSTĘPOWANIE METANU  
W ZŁOŻU WĘGLA BRUNATNEGO KWB „BEŁCHATÓW” S.A.\*\***

**1. WSTĘP**

W początkowym etapie biochemicznego stadium procesu uwęglania zachodzące reakcje przebiegały przy dużym dostępie powietrza i dlatego produktami rozkładu substancji organicznej były gazy tlenowe: ditlenek węgla, tlenki siarki i azotu. W dalszych etapach przebiegających jednak przy ograniczonym dostępie powietrza zachodzące procesy biochemiczne generowały powstawanie gazów beztlenowych, tj. metanu i innych węglowodorów, siarkowodoru oraz amoniaku. Ze wzrostem miąższości nadkładu nad pokładami węgla ich temperatura wzrastała, co prowadziło do ograniczenia działalności mikroorganizmów.

Gazy występujące w formacjach węglonośnych są akumulowane zarówno w strukturze węgla, jak i w porowatych skałach towarzyszących. Mogą one występować jako gazy wolne, zawarte w szczelinach i przestrzeniach porowych oraz jako gazy adsorbowane w węglu. Gaz wolny zajmuje tylko od 1 do 5% objętości całego nagromadzonego gazu [1, 2, 7, 8].

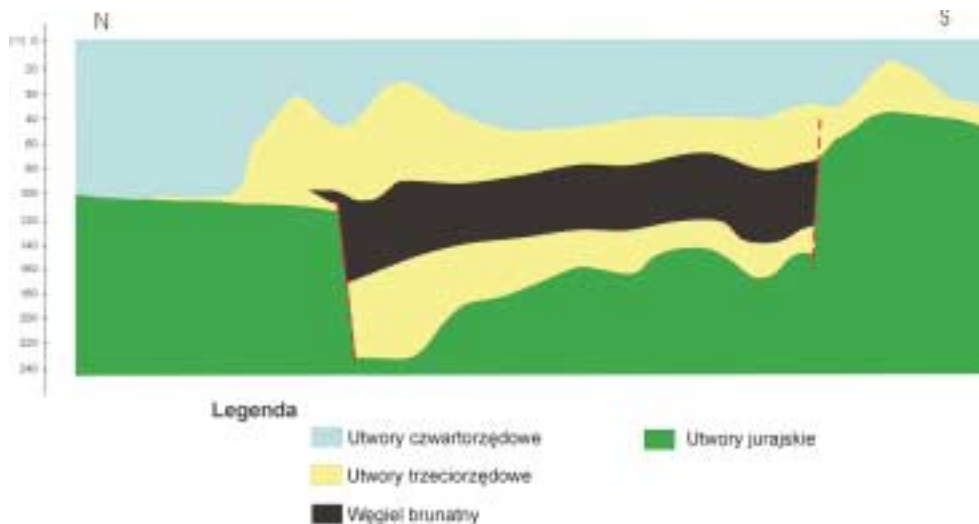
**2. CHARAKTERYSTYKA  
WARUNKÓW GEOLOGICZNYCH I HYDROGEOLOGICZNYCH  
ZŁOŻA WĘGLA BRUNATNEGO „BEŁCHATÓW”**

Złoże węgla brunatnego „Bełchatów” zalega w rowie tektonicznym Kleszczowa, który został utworzony w obrębie utworów mezozoicznych Niecki Łódzkiej przez system uskoku o przebiegu równoleżnikowym i południkowym. Rów ten rozciąga się równoleżnikowo na długości 40 km i szerokości 1÷2,5 km. Zalegające w nim złoże węgla brunatnego jest typu tektonicznego i charakteryzuje się skomplikowaną budową geologiczną. Krawędzie uskoku podłoża mezozoicznego wyznaczają północne i południowe granice rowu (rys. 1).

---

\* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

\*\* Praca wykonana w ramach badań własnych w roku 2005



Rys. 1. Przekrój geologiczny przez złożę węgla brunatnego „Bełchatów” na kierunku N-S [4, 5]

Osady mezozoiczne górnej jury i kredy stanowią podłoże dla występujących wyżej, młodszych utworów trzeciorzędowych i czwartorzędowych. Osady te charakteryzują się silnie rozwiniętą tektoniką, a ich powierzchnia stropowa cechuje się znacznymi deniwelacjami.

Występowanie osadów trzeciorzędowych ogranicza się praktycznie do rowu tektonicznego. Trzeciorząd poza rowem uległ częściowemu lub całkowitemu rozmyciu erozyjnemu.

W obrębie tych osadów wydzielono trzy serie:

- 1) podwęglową wykształconą w postaci drobnoziarnistych piasków, ilów i mułków;
- 2) serię węglową reprezentowaną przez pokład węgla brunatnego wraz z przerostami mułków, ilów, a niekiedy piasków;
- 3) serię nadwęglową składającą się z mułków, ilów i piasków.

Czwartorzęd występuje na całym obszarze i zalega na utworach trzeciorzędu. Reprezentowany jest on głównie przez utwory wykształcone w postaci piasków, żwirów, glin oraz otoczków i rumoszy skalnych.

W rejonie złoża węgla brunatnego „Bełchatów” wyodrębniono trzy kompleksy wodonośne:

- 1) czwartorzędowy,
- 2) trzeciorzędowy,
- 3) kredowo-jurajski.

Różnią się one między sobą wykształceniem litologicznym, parametrami hydrogeologicznymi, sposobem zalegania, miąższością i rozprzestrzenieniem. W rejonie złoża istnieje łączność hydrauliczna pomiędzy kompleksami wodonośnymi. W obrębie odkrywki rzedne dynamicznego zwierciadła wody stabilizują się poniżej rzednej dna wyrobiska, co zapewnia bezpieczne prowadzenie prac górniczych.

### **3. SYSTEM ODWADNIANIA ZŁOŻA WĘGLA BRUNATNEGO „BEŁCHATÓW”**

Odkrywka węgla brunatnego „Bełchatów” odwadniana jest za pomocą wielkośrednicowych studni odwadniających usytuowanych w postaci barier zewnętrznych i wewnętrznych. Bariery zewnętrzne zlokalizowane są poza obrębem eksploatacji, a bariery wewnętrzne – w obrębie odkrywki. W zależności od lokalizacji, wykonuje się studnie o różnych konstrukcjach i instaluje się w nich jedną lub dwie kolumny filtrowe.

W obrębie odkrywki wykonywane są także otwory piezometryczne oraz otwory geologiczno-rozpoznawcze i techniczne. Wiercone są one jako otwory normalnośrednicowe i służą odpowiednio do śledzenia zmian dynamicznego zwierciadła wody w obrębie wyrobiska eksploatacyjnego, uściślenia profilu geologicznego w osi studni odwadniających i oceny stabilności ścian oraz skarp odkrywki.

### **4. WYSTĘPOWANIE METANU W REJONIE ODKRYWKI**

W KWB „Bełchatów” S.A. od wielu lat prowadzony jest monitoring zawartości metanu w gazach wypływających z różnego rodzaju odwiertów zarówno hydrogeologicznych, jak i technicznych. Pomiary wykonuje się jednak metanomierzami, które nie mają technicznych możliwości wykonania pomiaru stężenia  $\text{CH}_4$  powyżej 15%. Zatem dla oceny skali zagrożenia wybuchem podczas prowadzenia różnego rodzaju prac w studniach odwadniających oraz w otworach obserwacyjnych i technicznych wykonano pomiary stężenia metanu przy użyciu analizatora gazów typu Multiwarn II firmy Dräger. Analizator ten, wyposażony w sensor IR, czujnik (CAT) Ex i dwa czujniki elektrochemiczne do pomiaru  $\text{O}_2$  i  $\text{H}_2\text{S}$ , pozwala na dokładny pomiar stężenia metanu w zakresie od 0 do 100% vol. oraz przy niewielkich stężeniach od 0 do 50 000 ppm, z rozdzielczością 1 ppm. Dla oszacowania stopnia zagrożenia wybuchem niezbędne było także określenie wielkości strumienia objętości wypływającego  $\text{CH}_4$ . Pomiar prędkości wypływu mieszaniny gazów z badanych odwiertów prowadzono przy wykorzystaniu wirowego miernika prędkości gazu typu WMPG-10, który umożliwia bezpieczne prowadzenie pomiarów w atmosferze gazów wybuchowych. W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiarów koncentracji czterech gazów w mieszaninie wypływającej z otworów zlokalizowanych w obrębie eksploatowanego złoża węgla brunatnego Bełchatów oraz wielkość strumienia objętości metanu.

Analizując wyniki pomiarów stężeń metanu przy uwzględnieniu budowy geologicznej podłoża rowu tektonicznego Kleszczowa, można stwierdzić, że nie istnieje żadna korelacja pomiędzy litologią i tektoniką zalegających w podłożu utworów jurajskich i kredowych a intensywnością emisji metanu do atmosfery. Można zatem stwierdzić, że metan związany jest genetycznie z serią złożową.

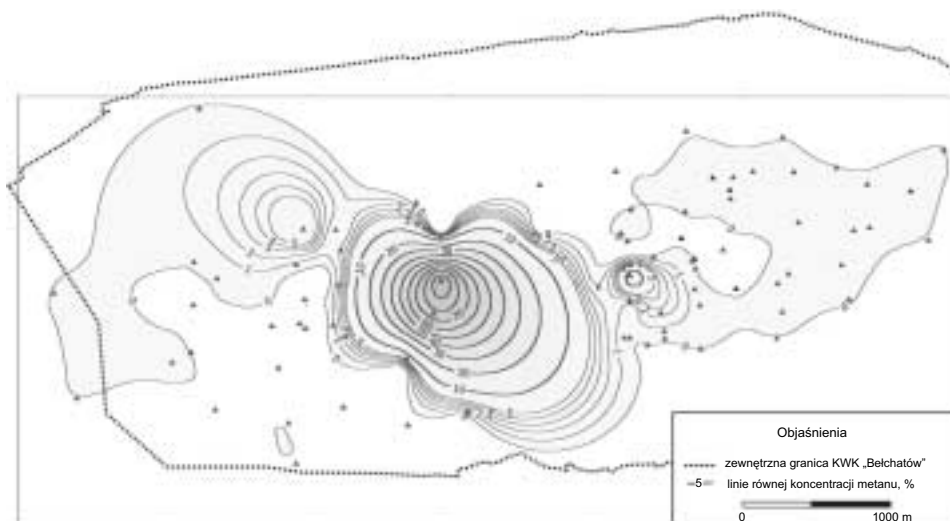
Na podstawie wyników monitoringu  $\text{CH}_4$  prowadzonego od wielu lat w KWB „Bełchatów” S.A. można stwierdzić, że emisja metanu w istotnym stopniu uzależniona jest od odwodnienia złoża, jak i postępu frontu eksploatacji. Odwodnienie górotworu jest niezbędnym warunkiem migracji metanu systemami szczelin, porów z rozwiniętymi kontaktami hydraulicznymi oraz stref uskokowych. Potwierdzeniem tej tezy jest brak podwyższonych emisji metanu z zawodnionej serii złożowej pola Szczerców.

**Tabela 1**

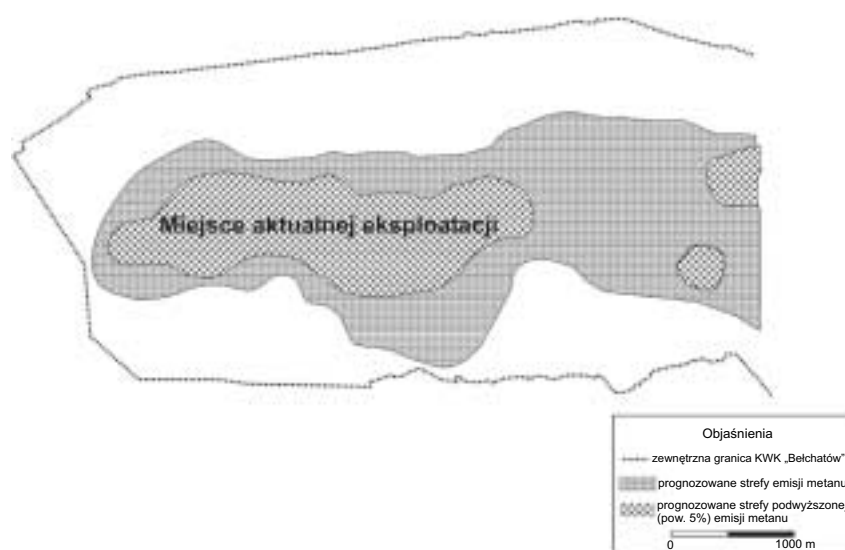
Zestawienie wyników badań koncentracji gazów wypływających ze studni, otworów obserwacyjnych i technicznych znajdujących się na złożu węgla brunatnego „Bełchatów” oraz strumienia objętości metanu

Nr otworu	Rodzaj mierzonego gazu					Wydatek CH <sub>4</sub> m <sup>3</sup> /s
	CO ppm	O <sub>2</sub> %	CH <sub>4</sub> %	H <sub>2</sub> S ppm	CO <sub>2</sub> %	
1	3	20,12	1,15	2	0,12	0,0021
2	1	20,10	0,47	01	0,16	0,0039
3	1	20,05	1,14	0	0,21	0,0146
4	2	20,11	0,38	1	0,12	0,0051
5	4	20,53	0,18	0	0,15	0,0067
6	2	20,71	0,24	2	0,19	0,0154
7	0	20,64	0,13	2	0,11	0,0108
8	1	19,96	0,86	1	0,67	0,0034
9	3	19,57	0,17	2	0,18	0,0052
10	7	17,99	7,73	2	1,33	0,1061
11	2	19,88	1,64	0	0,22	0,0352
12	6	3,87	94,35	0	2,83	0,0909
13	3	19,57	17,46	2	1,05	0,0053
14	1	13,67	84,15	1	0,89	0,0543
15	5	19,73	14,62	1	0,36	0,0061
16	5	20,11	7,38	0	0,14	0,0032
17	3	19,42	5,34	1	0,21	0,0018
18	3	18,79	8,19	0	0,42	0,0086
19	0	20,14	2,39	0	0,37	0,038
20	1	20,08	1,84	0	0,16	0,0055

Drugim, niezwykle istotnym czynnikiem podwyższonej emisji metanu jest również odprężenie serii złożowej w wyniku zdejmowania nadkładu. Na rysunku 2 przedstawiono rozkład koncentracji metanu w rejonie aktualnie prowadzonej eksploatacji węgla brunatnego. Natomiast na rysunku 3 przedstawiono mapę zagrożenia metanowego.



Rys. 2. Mapa maksymalnej koncentracji metanu KWB „Bełchatów”



Rys. 3. Mapa zagrożenia metanowego KWB „Bełchatów”

## 5. WNIOSKI

- Na podstawie analizy wyników pomiarów stężeń metanu w obrębie odkrywki „Bełchatów” i budowy geologicznej złoża można stwierdzić, że nie istnieje żadna korelacja pomiędzy litologią i tektoniką zalegających w podłożu utworów jurajskich i kredowych a intensywnością emisji metanu do atmosfery.

- Występowanie metanu związane jest genetycznie z serią złożową. Świadczy o tym brak korelacji między emisją metanu a głębokością zakończenia wiercenia otworów w serii złożowej czy też w podłożu.
- Na podstawie wyników monitoringu metanu prowadzonego w KWB „Bełchatów” S.A. można stwierdzić, że emisja metanu w istotnym stopniu uzależniona jest od odwodnienia złoża, jak i postępu frontu eksploatacji.
- Pomiar stężenia metanu w gazie wypływającym z otworów powinny być prowadzone przy wykorzystaniu analizatorów umożliwiającymi pomiary zawartości CH<sub>4</sub> w zakresie od 0 do 100% obj.
- Ze względu na niewielkie stężenia siarkowodoru, stwierdzone w trakcie pomiarów, należy zaniechać prowadzenia jego ciągłego monitoringu.

## LITERATURA

- [1] Barns D.W., Edmonds J.A.: *An evaluation of the relationship between and production and use of energy and atmospheric methane emissions*. U.S. Department of Energy Report TR047, DE-AC06-76RLO-1830, 143, 1990
- [2] Clayton J.L., Rice D., Leventhal J.S., Kotarba M., Korus A., Buzek F., Holub V.: *Atmospheric methane flux from coals related to mining and natural geologic processes*. Geological Society of America Annual Meeting, Toronto, Canada, October 25 1998
- [3] Kotarba M.J., Clayton J.L., Leventhal J.S., Korus A., Rice D.D.: *Near-surface and atmospheric methane concentration in Polish coal mining districts*. [In:] Report from Research Cooperation within the U.S.-Polish Maria Skłodowska-Curie Joint Fund II, M.J. Kotarba and J.L. Clayton (Eds), Krakow-Denver, 1997, 3–22
- [4] Macuda J.: *Wpływ wybranych czynników techniczno-technologicznych na wskaźniki wiercenia otworów odwadniających na złożu Szczerców*. Kraków, AGH 1990 (praca doktorska)
- [5] *Monitoring gazów wybuchowych w KWB Bełchatów S.A. 1999–2003*. KWB „Bełchatów” S.A. (praca niepublikowana)
- [6] Ney R., Kotarba M. (red.): *Opracowanie modeli oraz bilansu generowania i akumulacji gazów w serii węglonośnej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. Kraków, Wyd. Centrum PPGSMiE PAN 1995
- [7] Smith J.W., Pallaser R.J.: *Microbial origin of Australian coalbed methane*. AAPG Bull., 80, 8, 1996, 91–897
- [8] Zawisza L. Macuda J. i in.: *Uwarunkowania i zagrożenia w trakcie wykonywania robót wiertniczych i eksploatacji przy występowaniu gazów*. Kraków, Stowarzyszenie Naukowe im. Stanisława Staszica 2002
- [9] Zawisza L. Macuda J. i in.: *Monitoring gazów wybuchowych i toksycznych w KWB Bełchatów S.A.* Kraków, PNB EKO-KONCEPT 2003