

Ludwik Zawisza*, Jan Macuda*, Jarosław Chećko**

**OCENA ZAGROŻENIA GAZAMI KOPALNIANYMI
NA TERENIE LIKWIDOWANEJ KOPALNI
KWK „NIWKA-MODRZEJÓW”*****

1. WSTĘP

Likwidacja kopalń węgla kamiennego, a szczególnie zaprzestanie pompowania wód kopalnianych, powoduje rekonstrukcję karbońskiego piętra wodonośnego, co z kolei wiąże się z intensyfikacją dopływu gazów do strefy przypowierzchniowej (tzw. „efekt tłoka”). Zjawisko przemieszczania się gazów kopalnianych ku powierzchni w zlikwidowanych kopalniach ulega również znacznej intensyfikacji w związku z zatrzymaniem pracy wentylatorów.

Metoda powierzchniowego zdjęcia geochemicznego jest szczególnie przydatna do wykrywania migracji metanu oraz gazów toksycznych z kopalń węgla kamiennego będących w trakcie likwidacji [1, 3, 4, 5, 6].

Badania geochemiczne na terenie KWK „Niwka-Modrzejów” były prowadzone w okresie lipiec – sierpień 2003 r. [7]. Celem badań była ocena skali występowania gazów złożowych w strefie przypowierzchniowej w badanych obszarach.

2. METODYKA BADAŃ GEOCHEMICZNYCH

Na powierzchni terenu niektórych kopalń, szczególnie likwidowanych, obserwuje się zjawisko zwiększonej zawartości w gruncie gazów kopalnianych, głównie metanu i dwutlenku węgla.

* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

** Główny Instytut Górnictwa, Katowice

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

Emisja tych gazów z górotworu zależy m.in. takich od takich czynników, jak:

- budowa geologiczna obszaru,
- metanonośność pokładów i zawartość metanu w wyrobiskach i zrobach,
- występowanie zaburzeń tektonicznych sięgających do stropu karbonu,
- miąższość skał nadkładu oraz ich własności filtracyjne,
- połączenie wyrobisk z powierzchnią terenu szybami i otworami wiertniczymi,
- zatapianie zrobów i wyrobisk.

Wymienione czynniki decydują o przepuszczalności górotworu i możliwych drogach przepływu gazów kopalnianych.

Zjawisko przemieszczania się gazów kopalnianych ku powierzchni w zlikwidowanych kopalniach ulega znacznej intensyfikacji w związku z zatrzymaniem pracy wentylatorów. Zatrzymanie pracy wentylatorów przyczynia się to do akumulacji gazów w wyrobiskach i zrobach poeksploatacyjnych. Brak przepływu powietrza w wyrobiskach górniczych powoduje laminarne przemieszczanie się gazów pod wpływem gradientu ciśnienia, temperatury i depresji naturalnej. Zjawisko to przebiega w procesie dwufazowym. W pierwszej fazie następuje desorpcyjne wydzielanie się gazu z węgla, w drugiej fazie następuje przepływ gazu wolnego do wyrobisk i zrobów. Dalsza migracja ku powierzchni terenu zależy od miąższości i przepuszczalności skał.

Proces wypływu gazów może być zintensyfikowany także zatapianiem kopalni w przypadku, kiedy woda będzie powodować wypieranie atmosfery kopalnianej do góry. Z drugiej strony zatapianie poszczególnych poziomów powodować będzie odcinanie pokładów i uniemożliwiać dalszą desorpcję metanu.

Zagrożenie gazowe terenów pogórnich dotyczy szczególnie tych kopalń, gdzie w nadkładzie występują utwory przepuszczalne. Ponadto może ono występować w rejonie szybów i otworów wiertniczych. Zjawisko to będzie prawdopodobnie ograniczone czasowo do okresu związanego z likwidacją kopalni [2, 7].

Dla wyznaczenia potencjalnych stref wydzielania się metanu oraz innych gazów toksycznych na powierzchni wykorzystano mapę uwzględniającą metanonośność pozostawionych pokładów węgla, dokonaną eksploatację oraz grubość nadkładu skał czwartorzędowych i występujące strefy tektoniczne (rys. 1). Jedną ze stref potencjalnej migracji metanu i innych gazów toksycznych zlokalizowana jest w południowo-wschodniej części kopalni, gdzie nadkład ma najmniejszą miąższość, sięgającą od 0 do 5 m, oraz gdzie przebiegają dyslokacje tektoniczne. Drugą strefą występuje w rejonie szybu Brzęczkowice, gdzie również występuje bardzo cienki nadkład o miąższości od 0 do 5 m, a ponadto nakładają się na siebie linie tektoniczne i krawędzie eksploatacyjne.

3. REALIZACJA BADAŃ GEOCHEMICZNYCH

Zlikwidowana kopalnia „Niwka-Modrzejów” znajduje się w północno-wschodniej części GZW. Obszar górniczy obejmuje powierzchnię 19,8 km². Powierzchnia terenu jest niemal płaska, rzędne wysokościowe wahają się od +240 m n.p.m. do +260 m n.p.m. [2].

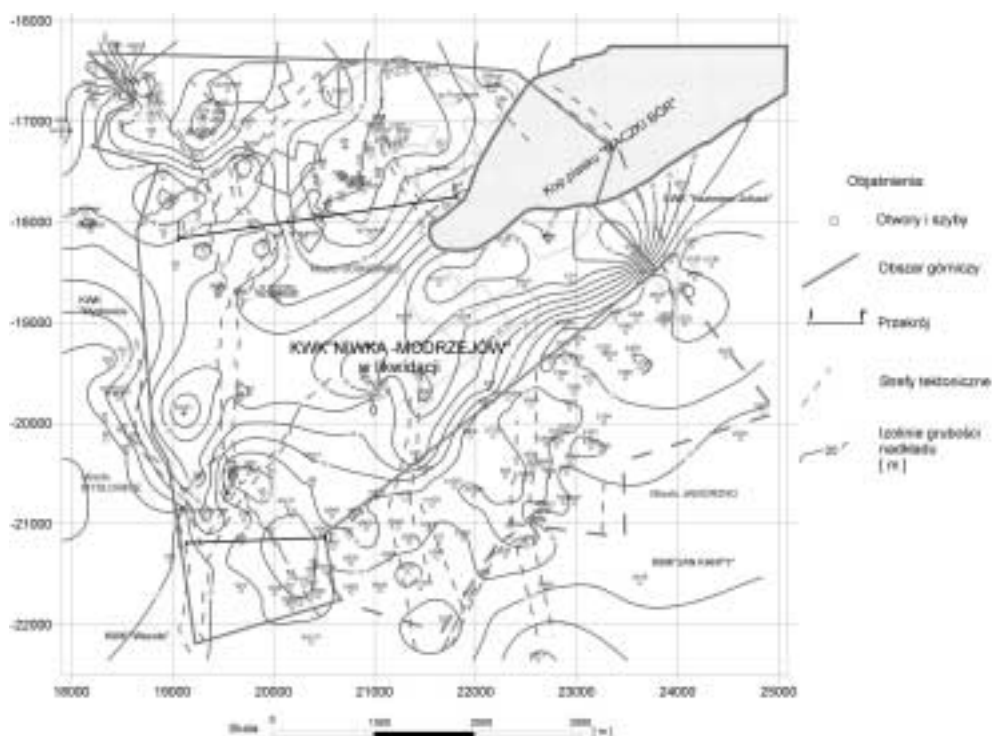
W rejonie byłej kopalni „Niwka-Modrzejów” utwory karbonu przykryte są cienką pokrywą osadów czwartorzędowych. Miąższość utworów czwartorzędowych waha się w gra-

nicach od 1 m do około 52 m. Utwory czwartorzędowe wykształcone są w postaci piasków i żwirów, przewarstwionych lokalnie glinami i iłami.

Metanonośność pokładów w KWK „Niwka-Modrzejów” charakteryzuje się zawartościami od $0,0 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg}$ csw do $5,5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg}$ csw. Słabo metanowa jest część północna, natomiast południowo-wschodnia i południowa część obszaru górniczego cechuje się podwyższoną metanonośnością od $2,0 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg}$ csw do $5,5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg}$ csw (w rejonie szybu Brzęczkowice).

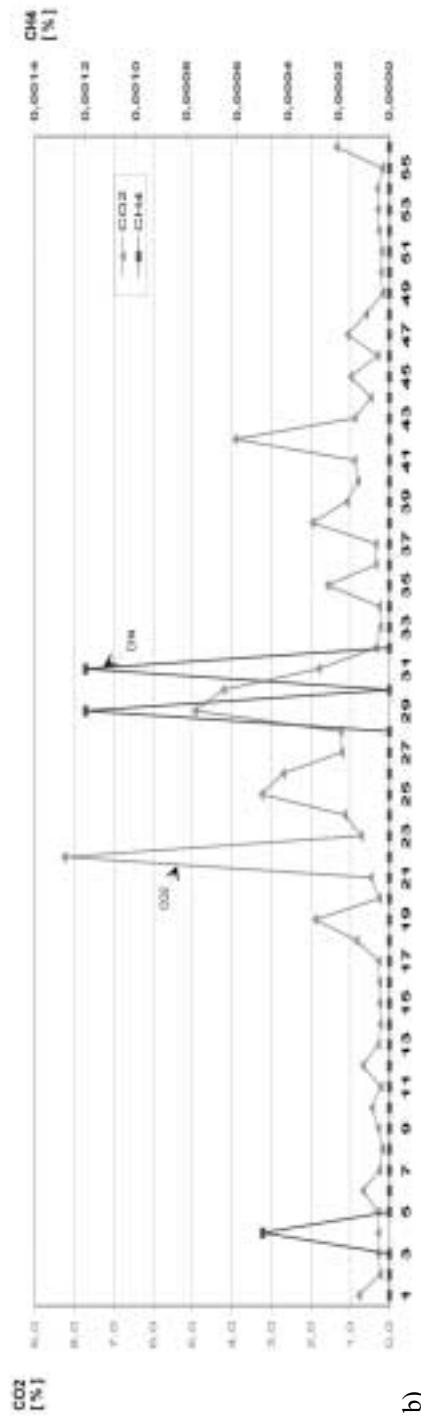
Na głębokościach od -50 m do $+150 \text{ m}$ n.p.m. eksploatowane były pokłady 405, 407 i 501, które charakteryzowały się metanonośnością do $2,5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg}$ csw. W rejonie szybu Brzęczkowice prowadzona była eksploatacja pokładu 510 o metanonośności od $1,169 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg}$ csw do $3,0 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{Mg}$ csw. Eksploatacja pokładów 400 i 500 prowadzona była na całym obszarze KWK „Niwka-Modrzejów”. Największy zasięg prowadzonej eksploatacji był w północnej i centralnej części kopalni, na terenie miasta Sosnowca. Długoletnia eksploatacja spowodowała odgazowanie pokładów węgla [2].

Powierzchniowe badania geochemiczne dla KWK „Niwka-Modrzejów” zostały wykonane wzdłuż dwóch wytypowanych profili I-I' i I-II' o sumarycznej długości 3450 m oraz w bezpośrednim sąsiedztwie szybów kopalnianych (rys. 1, 2, 3). Badania geochemiczne wykonane w rejonie szybów miały na celu określenie ich roli degazacyjnej.

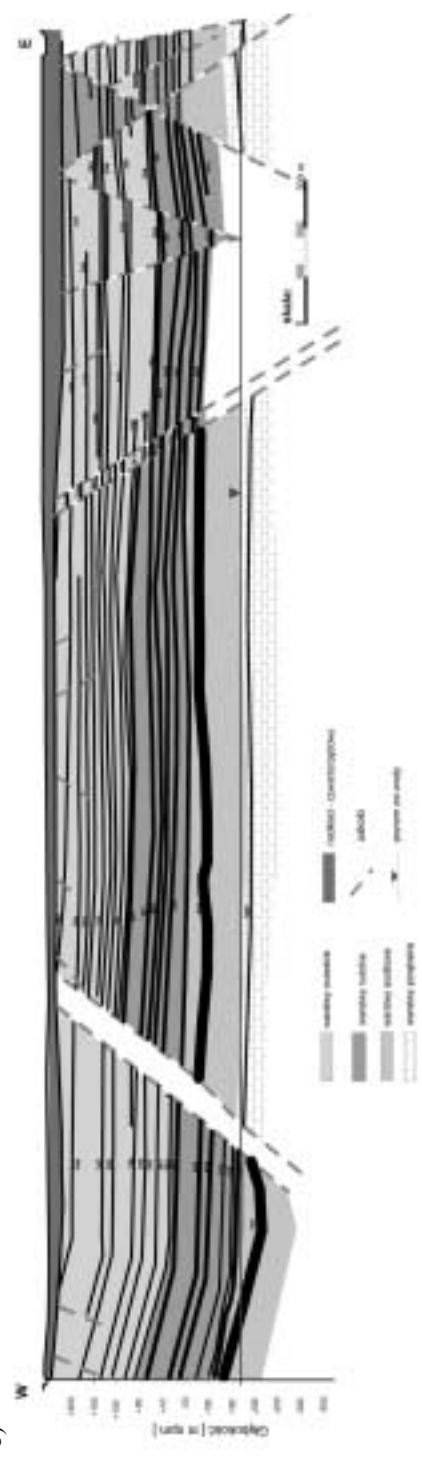


Rys. 1. Plan rozmieszczenia profili badań geochemicznych na obszarze KWK „Niwka-Modrzejów” na tle mapy tektonicznej oraz mapy miąższości nadkładu czwartorzędowego

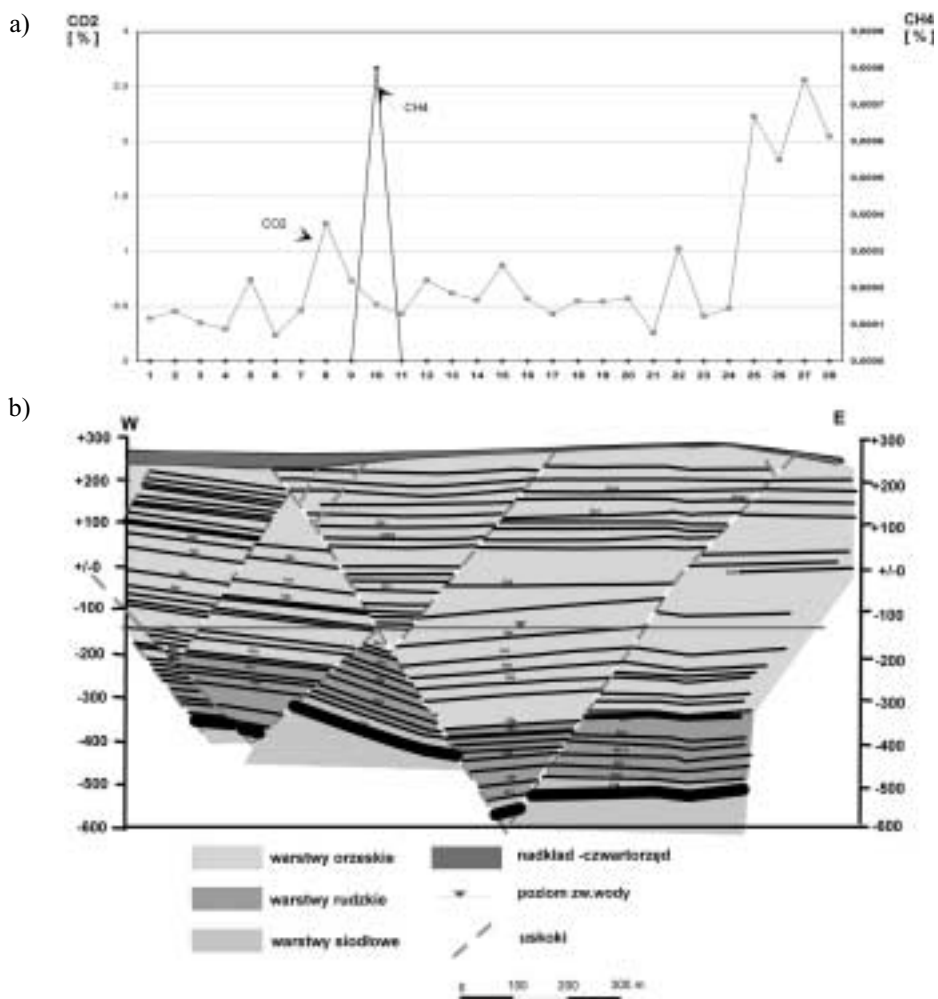
a)



b)



Rys. 2. Zawartości metanu i dwutlenku węgla wzdłuż badanego profilu I-I' (a) oraz przekrój geologiczny wzdłuż profilu I-I' na obszarze zlikwidowanej kopalni „Niwka-Modrzejów” (b)



Rys. 3. Zawartości metanu i dwutlenku węgla wzdłuż badanego profilu II-II' (a) oraz przekrój geologiczny wzdłuż profilu II-II' na obszarze zlikwidowanej kopalni „Niwka-Modrzejów” (b)

Profil I-I' zlokalizowany jest w południowej, zawadnionej już części kopalni, natomiast profil II-II' znajduje się w północnej, jeszcze całkowicie niezawadnionej części KWK „Niwka-Modrzejów” (rys. 1, 2, 3).

Przy wyznaczaniu przebiegu profili do badań geochemicznych wykorzystano wszystkie istniejące dane geologiczne i hydrogeologiczne, dane dotyczące zawartości metanu i dwutlenku węgla w pokładach węgla, dane górnictwo-łożowe, topograficzne i urbanistyczne (rys. 1).

Profile geochemiczne zostały poprowadzone wzdłuż linii prostopadłych do wychodni serii węglonośnej oraz do wychodni dużych dyslokacji tektonicznych, a ponadto zostały usytuowane w rejonach dużej zmienności miąższości skał nadkładu i dużej zmienności metanonośności pokładów węgla.

W badaniach geochemicznych wykorzystana została metoda gazu wolnego. Zastosowany krok pomiarowy wynosił 25 m. Głębokość posadowienia sond wynosiła około 2 m od powierzchni terenu. Łącznie wykonano 355 sond.

We wszystkich pobranych próbkach gazów glebowych oznaczano zawartość następujących gazów: CH₄, C₂H₆, C₃H₈, C_nH_{2n+2}, O₂, N₂, H₂, He, Ar, CO, CO₂, H₂S.

4. INTERPRETACJA WYNIKÓW BADAŃ GEOCHEMICZNYCH

Uzyskane wyniki badań geochemicznych wykonanych wzdłuż wybranych profili geochemicznych I-I' i II-II' i ich relacje w stosunku do istniejącego modelu geologiczno-złożowego potwierdzają, że intensyfikacja przepływu gazów złożowych ku powierzchni odbywa się przez strefy nieciągłości tektonicznych oraz spękań i rozluźnień w górnokarbońskich skałach osadowych (rys. 2, 3).

Zasięg i natężenie powierzchniowych ekshalacji gazowych zależne są od struktury, spistości i miąższości warstw przypowierzchniowych.

We wszystkich pobranych próbkach gazów glebowych oznaczano zawartość następujących gazów: CH₄, C₂H₆, C₃H₈, C_nH_{2n+2}, O₂, N₂, H₂, He, Ar, CO, CO₂, H₂S.

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono powierzchniowe zmiany stężenia metanu i dwutlenku węgla zarejestrowane wzdłuż profili I-I' i II-II' na tle przekrojów geologicznych.

Na profilu I-I' maksymalne stężenie metanu wynosiło około 0,0008%, a dwutlenku węgla około 2,68%. Wyraźne, anomalne stężenia analizowanych gazów w strefie przypowierzchniowej związane są z uskokami. Największe wzrosty stężenia dwutlenku węgla w strefie przypowierzchniowej zaznaczają się we wschodniej części profilu (rys. 2).

Na profilu II-II' maksymalne stężenie metanu wynosiło około 0,0012%, a dwutlenku węgla około 8,3%. Wyraźne, anomalne stężenia analizowanych gazów w strefie przypowierzchniowej związane są z uskokami. Największe wzrosty stężenia metanu i dwutlenku węgla zaznaczają się w środkowej części profilu, w rejonie występowania utworów czwartorzędowych o małej miąższości oraz intensywnej tektonice obejmującej utwory karbonu (rys. 3).

5. WNIOSKI

Likwidacja kopalń węgla kamiennego, a szczególnie zaprzestanie pompowania wód kopalnianych, powoduje rekonstrukcję karbońskiego piętra wodonośnego, co z kolei wiąże się z intensyfikacją dopływu gazów do strefy przypowierzchniowej (tzw. „efekt tłoka”).

Zjawisko przemieszczania się gazów kopalnianych ku powierzchni w zlikwidowanych kopalniach ulega także znacznej intensyfikacji w związku z zatrzymaniem pracy wentylatorów.

Metoda powierzchniowego zdjęcia geochemicznego jest szczególnie przydatna do wykrywania migracji metanu oraz gazów toksycznych z kopalń węgla kamiennego będących w trakcie likwidacji.

Powierzchniowe badania geochemiczne dla KWK „Niwka-Modrzejów” zostały wykonane wzdłuż dwóch wytypowanych profili I-I' i I-II' o sumarycznej długości 3450 m oraz w bezpośrednim sąsiedztwie szybów kopalnianych (rys. 1, 2, 3). Przy wyznaczaniu przebiegu profili do badań geochemicznych wykorzystano wszystkie istniejące dane geologiczne i hydrogeologiczne, dane dotyczące zawartości metanu i dwutlenku węgla w pokładach węgla, dane górniczo-złożowe, topograficzne i urbanistyczne. Badania geochemiczne wykonane w rejonach szybów miały na celu określenie ich roli degazacyjnej.

Uzyskane wyniki badań geochemicznych i ich relacje w stosunku do istniejącego modelu geologiczno-złożowego potwierdzają, że intensyfikacja przepływu gazów złożowych ku powierzchni odbywa się przez strefy nieciągłości tektonicznych oraz spękań i rozluźnień w górnokarbońskich skałach osadowych. Zasadniczą rolę w ograniczaniu migracji gazów kopalnianych odgrywa nadkład utworów karbonu, tzn. jego miąższość i litologia. Zasięg i natężenie powierzchniowych ekshalacji gazowych zależne są od struktury, spistości i miąższości warstw przypowierzchniowych.

Zagrożenie gazowe terenów pogórnicznych dotyczy szczególnie tych kopalń, gdzie w nadkładzie występują utwory przepuszczalne, o małej miąższości, co ma miejsce w przypadku KWK „Niwka-Modrzejów”. Ponadto może ono występować w rejonie szybów i otworów wiertniczych. Zjawisko to będzie prawdopodobnie ograniczone czasowo do okresu związanego z likwidacją kopalni.

LITERATURA

- [1] Barker C.: *Thermal modeling of petroleum generation: theory and applications. Developments in Petroleum Science*. 45 Advisory Editor G.V. Chilingarian, Amsterdam, Elsevier 1996
- [2] Chećko J.: *Określenie potencjalnych stref wydzielania się metanu na powierzchnię zlikwidowanych kopalń GZW*. Katowice, Główny Instytut Górnictwa 2001 (badania statutowe)
- [3] Dräger – Dräger Soil Air Probe Professional – Instructions for Use
- [4] Grocholski P., Szwagrzyk A.: *Nowa możliwość wykorzystania powierzchniowego zdjęcia gazowego*. Nafta-Gaz, nr 11, 1996
- [5] Klusman R.W.: *Soil Gas and Related Methods for Natural Resource Exploration*. Wiley, 1993
- [6] Schmitz R.A. i in.: *A Risk Based Management Approach to Problem of Gas Migration*. SPE paper 35849, 1996
- [7] Zawisza L., Macuda J.: *Opracowanie założeń do wykonania powierzchniowego zdjęcia geochemicznego w wybranych rejonach oraz wytypowanie profili do badań geochemicznych*. Sanok, PGNiG S.A. OSZGNiG 2003