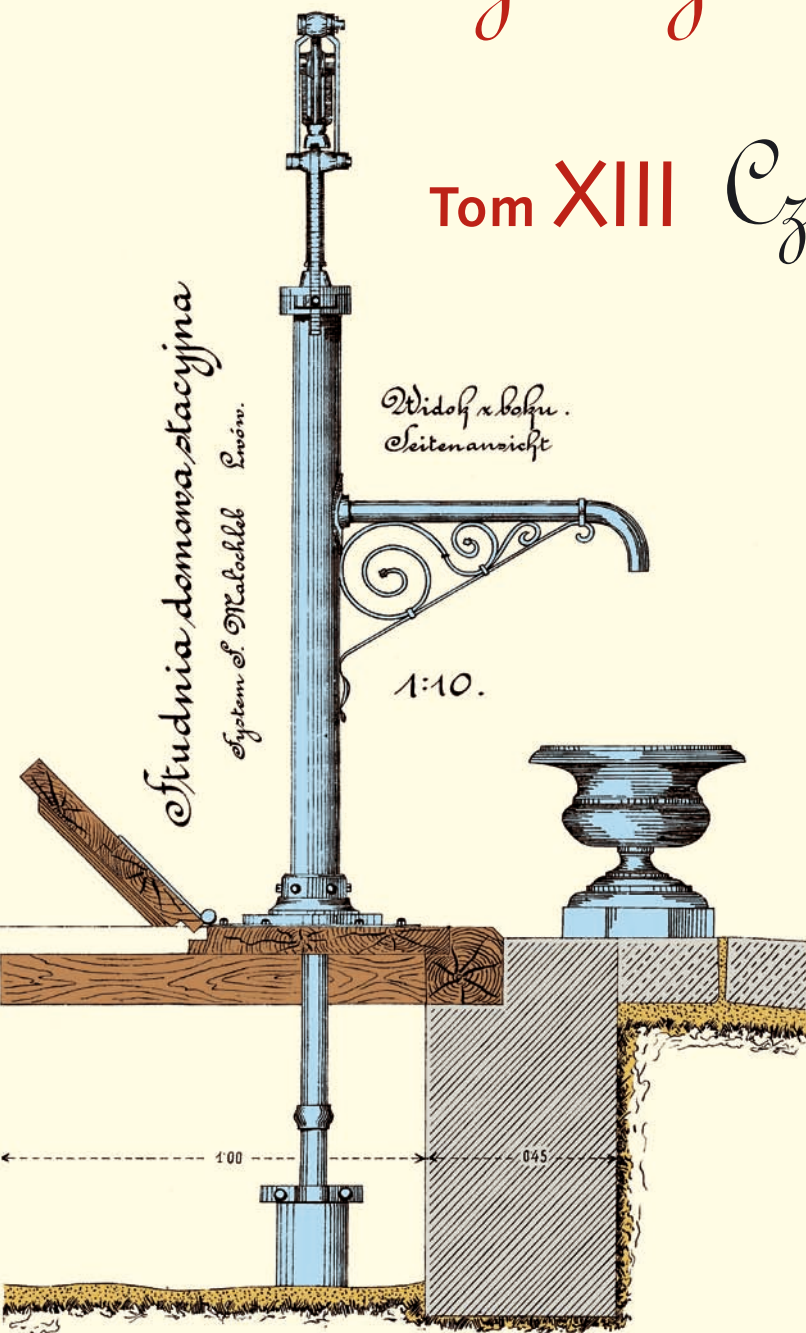


Współczesne problemy hydrogeologii

Tom XIII Część 3.



Copyright © Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, Kraków 2007



Wydanie publikacji zostało sfinansowane przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Recenzenci:

Jadwiga Szczepańska
Wojciech Ciężkowski
Józef Górski
Andrzej Kowalczyk
Ewa Krogulec
Grzegorz Malina
Jerzy Małecki
Marek Marciniak
Jacek Motyka
Marek Nawalany
Jan Przybyłek
Andrzej Rózkowski
Andrzej Sadurski
Andrzej Szczepański
Stanisław Staško
Stanisław Witczak
Andrzej Zuber

Redakcja: Andrzej Szczepański, Ewa Kmiecik, Anna Żurek

Teksty artykułów w częściach 2. i 3. zostały wydrukowane z wersji elektronicznej dostarczonej przez Autorów, metodą bezpośredniej reprodukcji (*camera ready*)

Projekt okładki i stron tytułowych: Andrzej Tomaszewski

Na okładce: fragment projektu studni miejskiej we Lwowie z 1906 roku
— ze zbiorów prof. **Antoniego S. Kleczkowskiego** (1922–2006)

Korekta: Zespół

Skład komputerowy systemem $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$: pre $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ t, www.pretext.com.pl

Druk: ROMA-POL, www.romapol.pl

ISBN-13 978-83-88927-16-4

Irena Pluta

Uwarunkowania zagrożeń geogenicznych i gazowych w kopalniach południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w aspekcie badań genetycznych wód doptywających do kopalń „Pniówek” i „Zofiówka”

Conditions of the Geogenic and Gas-Hazardous Inferred from the Genetic Studies of Mine Waters in the “Pniówek” and the “Zofiówka” Coal Mines

Słowa kluczowe wody kopalniane, geneza wód, skład izotopowy wód, zagrożenia gazowe

Key words mine waters, origin of waters, isotopic composition of waters, gas-hazardous

Abstract The mine waters in the Pniówek and Zofiówka coal mines are known to result from meteoric waters of a very warm climate, most probably in the Lower Permian (Rotliengendes). These waters in the near-roof zone of the Carboniferous formation resulting are mixed with the marine waters from the Miocene and in the deeper of the Carboniferous formation, close the Pawłowice Rigde, are influenced by the high temperature. The differences in origin of waters indicate possibility changes in endangering geogenic factors and the gas-hazardous.

1. Wprowadzenie

Pracy górniczej pod ziemią towarzyszą różne zagrożenia naturalne, których szczególne nasilenie obserwuje się w południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) w dwóch sąsiadujących ze sobą kopalniach „Pniówek” i „Zofiówka”. Do wyrobisk górniczych tych kopalń dopływają wody zawierające znaczne stężenia substancji, powodujących zanieczyszczenie środowiska wodnego, oraz duże ilości metanu. W kopalniach tych wystąpiły dwa najsilniejsze wyrzuty skał (węgla) i metanu, a także zarejestrowano wiele zjawisk ocenianych jako „objawy gazogeodynamiczne” czy „nagły wpływ metanu” (Jakubów i in., 2003).

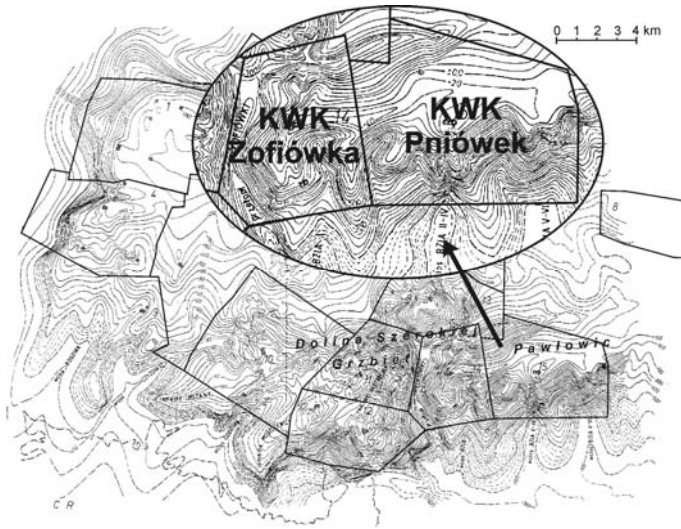
W związku z powyższym, a jednocześnie z planowanym w rejonie kopalń „Pniówek” i „Zofiówka” zwiększeniem wydobywania węgla, wykonano badania chemiczne i izotopowe naturalnych wód kopalnianych, w celu oceny występującego w nich zagrożenia geogenicznego oraz określenia uwarunkowań występowania zagrożenia metanowego i zagrożeń wyrzutami gazów oraz skał na podstawie rozpoznania pochodzenia wód.

2. Zarys budowy geologicznej i strukturalnej w obszarach kopalń „Pniówek” i „Zofiówka”

Powierzchnia utworów węglonośnych karbonu GZW ma wyjątkowo złożoną strukturę i rzeźbę i jest przykryta różnowiekowymi osadami. Szczególnie urozmaicona rzeźba powierzchni została stwierdzona w obszarach górniczych kopalń „Pniówek” i „Zofiówka” (rys. 1).

W rejonie tym, gdzie zróżnicowanie morfologiczne powierzchni stropu karbonu waha się od zera do ponad 500 m, wyróżnia się pasmo grzbietowe Pawłowic otoczone od północy doliną Szerokiej a od południa doliną Strumienia. Grzbiet Pawłowic o płaskich wierzchołkach i stromych stokach rozdzielony jest doliną Zofiówki i dolinami wciosowymi Bzia (I-V). Południowe granice obszarów górniczych kopalń „Pniówek” i „Zofiówka” są zlokalizowane w obrębie dużej strefy uskokowej Bzie-Czechowice-Marcyporęba, wzdłuż której osady karbonu są zrzucane w kierunku południowym ok. 600 m.

W obszarach górniczych kopalń „Pniówek” i „Zofiówka” złożę węgla kamiennego serii mułowcowej i górnośląskiej serii piaskowcowej (warstwy orzeskie, rudzkie i siodłowe) przykryte jest utworami miocenu i czwartorzędu o miąższości sięgającej do ok. 950 m. W strefie od kilku do ok. 200 m od powierzchni stropu utworów karbonu są często spękane, zeszczelinowane, o zmienionej barwie, pod wpływem procesów wietrzeniowych lub/i termicznych (Lipiarski, 2001).



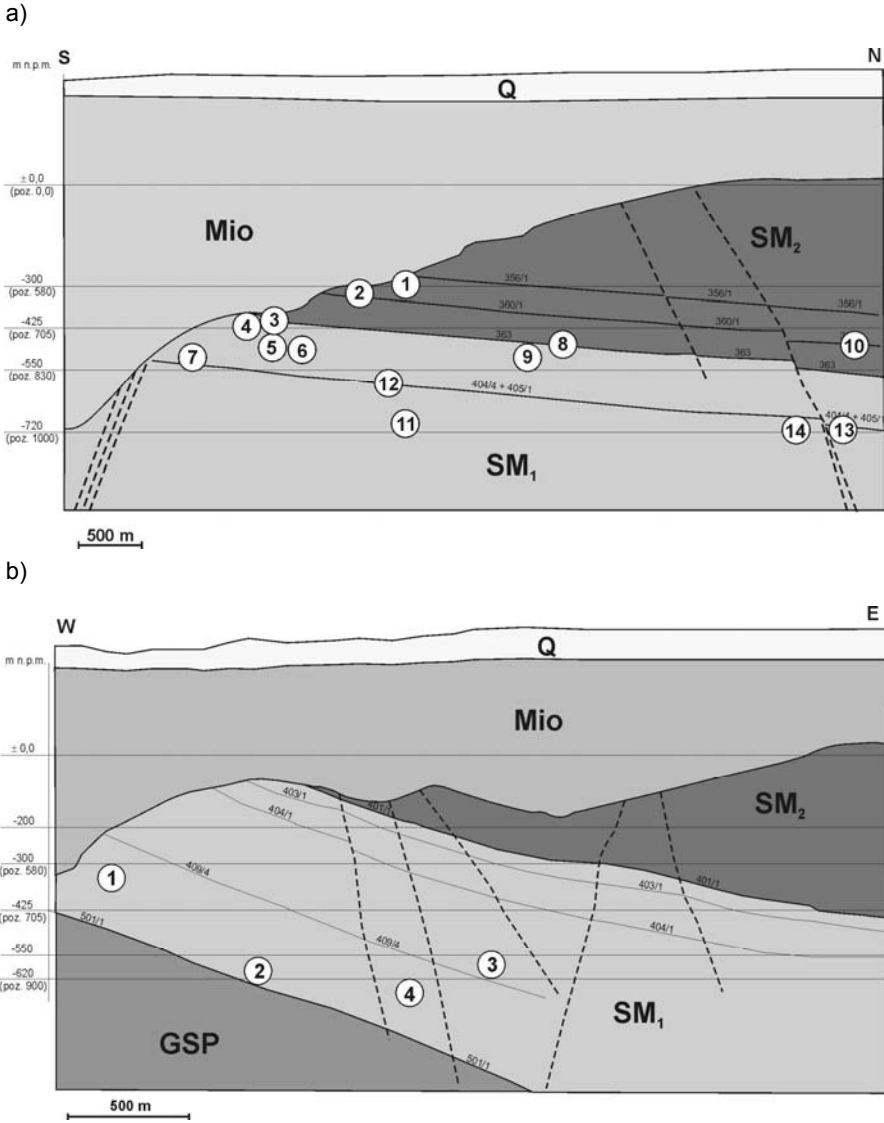
Rysunek 1. Mapa hipsometryczna powierzchni podmiocenińskiej południowo-zachodniej części GZW z wyróżnionymi obszarami górniczymi kopalń „Pniówek” i „Zofiówka” oraz elementami strukturalnymi (z pracy Pluta, Jura, 2003)

Figure 1. Hypsometric map of the sub-Miocene surface in the south-western part of the Upper Silesian Coal Basin with the mining areas the Pniówek and Zofiówka coal mines and structural elements marked (according to Pluta, Jura, 2003)

3. Metodyka badań wód

Wykonano badania chemiczne i izotopowe naturalnych wód dopływających do kopalń „Pniówek” i „Zofiówka”, które pobrano z wykropleń, wycieków i kopalnianych otworów odwadniających. Miejsca poboru wód zobrazowano na uproszczonych przekrojach geologicznych (rys. 2a, b).

W wodach oznaczono zawartości jonów: sodowego, potasowego, chlorkowego, siarczanowego, amonowego, barowego oraz żelaza (ogólnego) i boru, które są jednocześnie istotnymi wskaźnikami zanieczyszczenia wód kopalnianych GZW (Pluta, 2005), zgodnie z procedurami opracowanymi w Głównym Instytucie Górnictwa dla wód słonych i solanek (Bebek i in., 2003; Pluta, 2005). Poza analizami składu chemicznego wykonano badania składu izotopowego wodoru ($\delta^2\text{H}$) i tlenu ($\delta^{18}\text{O}$) wód oraz siarki ($\delta^{34}\text{S}$) i tlenu ($\delta^{18}\text{O}$) siarczanów stwierdzonych w jednej z wód. Oznaczenia składów izotopowych wód wykonano na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, a siarczanów w Pracowni Spektroskopii Mas Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie.



Rysunek 2. Lokalizacja miejsc poboru wód na uproszczonych przekrojach geologicznych w kierunku S-N kopalni „Pniówek” (a) i W-S kopalni „Zofiówka” (b). Objasnienia: Q — czwartorzęd; Mio — miocen; SM₁ — seria mułowcowa warstwy rudzkie; SM₂ — seria mułowcowa warstwy orzeskie; GSP — górnośląska seria piaskowcowa warstwy siodłowe; uskoki (---)

Figure 2. Sampling sites of mining waters on the simplified cross-section in the S-N direction of the Pniówek (a) and in the W-S direction of the Zofiówka coal mine. Explanation: Q — Quaternary; Mio — Miocene; SM_{1,2} — Munstone Series; GSP — Upper Silesian Sandstone Series, faults (---)

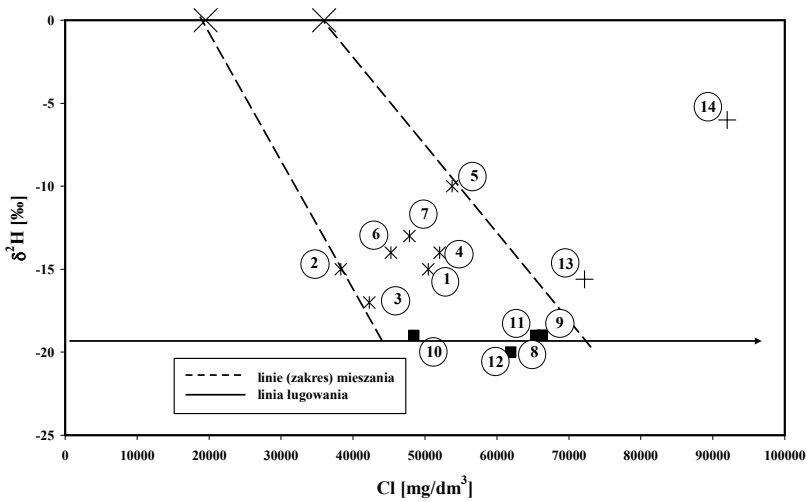
4. Geneza wód dopływających do kopalni „Pniówek”

W dopływach do kopalni „Pniówek” występują dwie grupy wód o zbliżonych składach izotopowych. Pierwszą charakteryzują wartości od -19‰ do -20‰ dla $\delta^2\text{H}$ i od $-2,1\text{‰}$ do $-2,5\text{‰}$ dla $\delta^{18}\text{O}$ (rys. 2a, próbki nr 8–12). Są to solanki o stężeniu jonu chlorkowego od ok. 48 do ponad 66 g/dm^3 i znacznych zawartościach jonu barowego dochodzących do 1090 mg/dm^3 . W wodach tych stężenie boru sięga do $2,4\text{ mg/dm}^3$, jonu amonowego do 35 mg/dm^3 , a żelaza (ogólnego) do 36 mg/dm^3 . Wartości te wskazują, że są to wody spotykane generalnie w utworach karbonu, a pochodzące z opadów w bardzo gorącym klimacie, które zgodnie z analizą paleohydrogeologiczną GZW przebiegały w etapie infiltracyjnym trzeciego (III) cyklu hydrogeologicznego, głównie w okresie dolnego permu (czerwonego spągowca) (Pałys, 1966; Pluta, Zuber, 1995). Ich obecność stwierdzono w utworach karbonu na głębokości ok. 250 m poniżej stropu (rys. 2a).

Druga grupa wód dopływająca do wyrobisk górniczych kopalni „Pniówek” z utworów karbonu przy stropie (do 75 m od powierzchni stropu) (rys. 2b) charakteryzuje się składem izotopowym od -10‰ do -17‰ dla $\delta^2\text{H}$ i od $-1,3\text{‰}$ do $-1,9\text{‰}$ dla $\delta^{18}\text{O}$. W wodach tych stężenie jonu chlorkowego wynosi od ok. 38 do 54 g/dm^3 , zaś jonu amonowego mieści się w zakresie od 63 do 110 mg/dm^3 , a boru od 3,8 do $5,2\text{ mg/dm}^3$. Zawartości jonu amonowego i boru są znacznie większe, aniżeli w opisanych wyżej wodach infiltracyjnych trzeciego (III) cyklu hydrogeologicznego. Z danych tych wynika, że wody dopływające do wyrobisk górniczych z partii karbonu przy stropie kontaktowały się z utworami morskimi lub zawierają w swoim składzie wodę morską, która w utworach miocenu południowo-zachodniej części GZW jest wzbogacona w jon amonowy i bor (Jarocka, 1986). Wniosek ten potwierdziły badania składu izotopowego siarczanów wody wypływającej z otworu w przekopie B-2. Wartości $\delta^{34}\text{S} = +21,4\text{‰}$ oraz $\delta^{18}\text{O} = +14,6\text{‰}$ są charakterystyczne dla siarczanów z ewaporatów miocenu (badenu) występujących w obszarze GZW, a także w innych rejonach zapadliska przedkarpackiego (Pluta, 1998; Peryt i in., 2002).

W utworach miocenu południowo-zachodniej części GZW, występują solanki morskie o składzie izotopowym $\delta^2\text{H} \approx 0\text{‰}$ i $\delta^{18}\text{O} \approx 0\text{‰}$ (Rózkowski, 1971; Dowgiałło, 1973). Stężenie jonu chlorkowego w tych wodach, na różnych głębokościach, waha się od $18\ 750\text{ mg/dm}^3$ w otworze w Dębowcu (Pluta, Zuber, 1995) do $36\ 523\text{ mg/dm}^3$ w otworze Bzie-Dębina 16 (Dane PG Katowice w pracy Pluta 2005).

Z powyższych danych wynika, że w utworach przy stropie karbonu nastąpiło wymieszanie solanki morskiej miocenu z wodami infiltracyjnymi występującymi w karbonie, a powstałymi z opadów, które jak się przypuszcza, przebiegały głównie w okresie dolnego permu (czerwonego spągowca). Mieszanie wód ilustrują zależności Cl- $\delta^2\text{H}$ oraz wynikające z nich linie mieszania, biorące pod uwagę możliwe składniki mieszania (rys. 3).



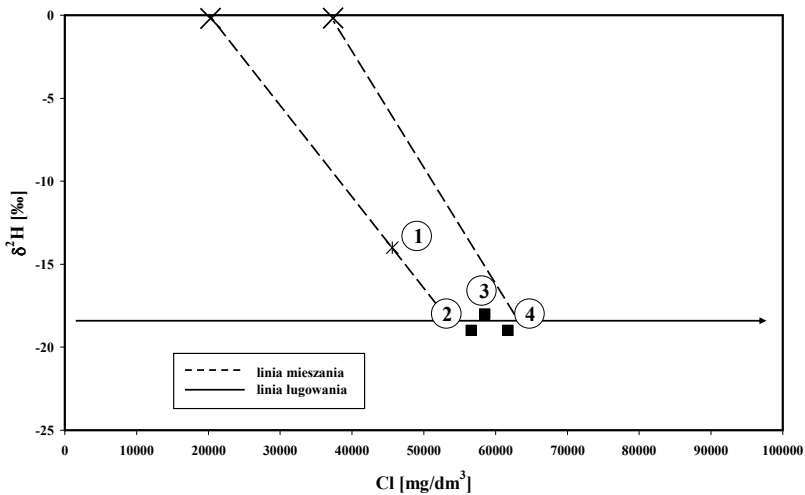
Rysunek 3. Zależności $Cl-\delta^2H$ w wodach kopalni „Pniówek” (* — wody wypływające z utworów karbonu przy stropie; ■, + — wody występujące w głębszym karbonie) oraz w wodach morskich (×) miocenu południowej części GZW (Dowgiało, 1973; Jarocka, 1976; Pluta, 2005)

Figure 3. $Cl-\delta^2H$ relationships in waters from the Pniówek Coal Mine (* — waters from the near-roof zone and ■, + from the deeper of the Carboniferous formation) and in sedimentation waters from the Miocene (×) south part of the USC B (Dowgiało, 1973; Jarocka, 1976; Pluta, 2005)

Na poziomie wydobywczym 1000 m, w rejonie szybu II, stwierdzono dwie wody o niespotkanych dotąd w GZW wartościach składu izotopowego (rys. 2a, próbki 13,14). Są to solanki, które jednocześnie przy wzroście zasolenia są wzbogacone w ciężkie izotopy wodoru i tlenu. Zależności $Cl-\delta^2H$ (rys. 3) wskazują, że mogą to być wody infiltracyjne, występujące w utworach karbonu kopalni, a pochodzące jak się przypuszcza z etapu infiltracyjnego trzeciego (III) cyklu hydrogeologicznego, których skład izotopowy i chemiczny został przekształcony wskutek procesu parowania.

5. Geneza wód dopływających do kopalni „Zofiówka”

Wody dopływające do kopalni „Zofiówka” podobnie jak wody utworów karbonu kopalni „Pniówek”, w zależności od miejsca wypływu charakteryzują dwa odmienne składy izotopowe i różnice w zawartości składników chemicznych. W utworach karbonu występują wody, których genezę wiąże się z opadami, w gorącym klimacie panującym w okresie dolnego permu (czerwonego spagowca) (Pałys, 1966; Pluta, Zuber, 1995; Pluta, 2005) (rys. 2a, próbki 2–4). Przy stropie karbonu natomiast zaobserwowano dopływ wody (rys. 2b, próbka 1), która jak należy przypuszczać jest wodą mieszaną zawierającą sedymentacyjną solankę morską miocenu oraz opisaną wyżej wodę infiltracyjną. Możliwe składniki mieszania przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 4. Zależności Cl - δ^2H w wodach kopalni „Zofiówka” (*— woda wypływająca przy stropie karbonu, ■ — wody występujące w głębszym karbonie) oraz w wodach morskich (×) miocenu południowej części GZW (Dowgiałło, 1973; Jarocka, 1976; Pluta, 2005)

Figure 4. Cl - δ^2H relationships in waters from the Zofiówka Coal Mine (* — water from the near-roof zone and ■ from the deeper of the Carboniferous formation) and in sedimentation waters from the Miocene (×) south part of the USCB (Dowgiałło, 1973; Jarocka, 1976; Pluta, 2005)

6. Zagrożenia geogeniczne wód dopływających do kopalń „Pniówek” i „Zofiówka”

Naturalne wody kopalniane dopływające do kopalń charakteryzuje zagrożenie geogeniczne wynikające z naturalnych procesów hydrogeochemicznych zachodzących w wodach podziemnych, a jednocześnie z procesów będących wynikiem antropopresji spowodowanej działalnością górnictwem. Wypompowywane z zakładów górniczych traktowane są jako ścieki, stąd zagrożenie geogeniczne odniesiono do wskaźników zanieczyszczenia charakterystycznych dla ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych (Pluta, 2005). Analiza tych wskaźników w naturalnych wodach dopływających do kopalń „Pniówek” i „Zofiówka” wykazała, że zawierają one sód, potas, żelazo, amon, chlorki oraz bar i bor w ilościach przekraczających od kilku do kilkuset razy najwyższe wartości dopuszczalne określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku (Dz.U. Nr 137, poz. 984). Zawartości tych wskaźników są zróżnicowane w wodach o odmiennym pochodzeniu, występujących przy stropie karbonu, oraz w utworach głębszego karbonu.

7. Występowanie zagrożeń gazowych w kopalniach „Pniówek” i „Zofiówka” w aspekcie badań genetycznych wód

Z badań izotopowych i chemicznych naturalnych wód dopływających do wyrobisk górniczych kopalń „Pniówek” i „Zofiówka”, przy stropie utworów karbonu wynika, że są to najprawdopodobniej wody będące efektem wymieszania solanki morskiej miocenu oraz wody pochodzącej z opadów w bardzo gorącym klimacie, w etapie infiltracyjnym trzeciego (III) cyklu hydrogeologicznego, przypuszczalnie głównie w okresie dolnego permu (czerwonego spągowca). Ich obecność wskazuje, że w czasie sedymentacji osadów miocenu, do utworów karbonu przy stropie, na stromych stokach dolin weiosowych Bzia III i IV, które są często zwietrzałe, spękane i zeszczelinowane, przedostawały się wody morskie.

Z badań solanek miocenu wynika, że zawierają one często znaczne ilości gazów, głównie metanu (Rózkowski, 1971; Derdzińska, Rózkowski, 1968). W otworach, w których były umieszczone separatory gazowe, stwierdzono nasycenie gazami od 23,3 do 57,3%.

Z powyższych danych wynika, że stropowe ogniwa karbonu w rejonie obszarów górniczych kopalń „Pniówek” i „Zofiówka” zostały wypełnione częściowo solankami morskimi miocenu. W czasie tego procesu do utworów karbonu mogły się przedostać razem z wodami także gazy. Mając na uwadze ten proces można przypuszczać, że występujące w tych utworach zjawiska oceniane jako „objawy gazogeodynamiczne”, czy „nagle wypływy metanu” mogą być związane z gazami pochodzącymi z miocenu.

W pobliżu szybu II kopalni „Pniówek”, na poziomie 1000 m, stwierdzono solanki, których skład izotopowy i chemiczny został przekształcony najprawdopodobniej wskutek procesu parowania. Ich obecność wskazuje, że w rejonie grzbietu Pawłowic występowały wysokie temperatury. W warunkach tych możliwe było nagromadzenie dużych ilości gazów. W sierpniu 2002 roku w czasie drażenia lunety rurowej do poziomu 1000 m, w rejonie grzbietu Pawłowic na głębokości ok. 720 m od stropu karbonu, nastąpił bardzo silny wyrzut metanu i skał (Jakubów i in. 2003). Drugi silny wyrzut węgla i skał zaistniał również w obszarze grzbietu Pawłowic na podobnej głębokości ok. 720 m, w czasie drażenia chodnika transportowego na poziomie 900 m w obszarze kopalni „Zofiówka”. Z powyższych zbieżności wynika, że przekształcone izotopowo i chemicznie wody oraz silne wyrzuty, które stwierdzono w rejonie grzbietu Pawłowic można wiązać z procesami termicznymi.

Literatura

- Bebek M., Pluta I., Mitko K., 2003: *Fizykochemiczna analiza wód słonych i solanek*. Przegląd Górniczy, Nr 12, s. 39-45.
- Derdzińska X., Rózkowski A., 1968: *Warunki hydrogeologiczno-gazowe obszaru Brzezówka-Kaczyce*. Biuletyn Instytutu Geologicznego, T. 5: Z badań hydrogeologicznych w Polsce, Warszawa, Wyd. PIG, s. 211-255.

- Dowgiałło J., 1973: *Wyniki badań składu izotopowego tlenu i wodoru w wodach podziemnych Polski południowej*. Biuletyn Instytutu Geologicznego, Nr 277, s. 319-334.
- Jakubów A., Tor A., Tobiczek S., 2003: *Wyrzut metanu i skał w drążonej lunecie rurowej do szybu II na poziomie 1000 m w KWK Pniówek okoliczności, przyczyny i skutki*. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Nr 25.
- Jarocka A., 1976: *Analizy fizykochemiczne wód leczniczych stołowych, borowin*. Wyd. COIU.
- Lipiarski I., 2001: *Pstre utwory jako wynik fosylnego wietrzenia i termicznego przeobrażenia utworów górnego karbonu w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym*. [W:] Materiały XXIV Sympozjum „Geologia formacji węglonośnych Polski”, Kraków, AGH, s. 39-46.
- Pałys J., 1966: *O genezie solanek w karbonie na Górnym Śląsku*. Roczniki PTG, T. 36, s. 121-154.
- Peryt T.M., Szaran J., Jasionowski M., Hałas S., Peryt D., Poberezhskyy K.S., Wójtowicz A., 2002: *$\delta^{34}\text{S}$ and $\delta^{18}\text{O}$ composition of Badenian (Middle Miocene) sulphates In the Carpathian Foredeep*. Geologica Carpathica, Vol. 53, p. 391-398.
- Pluta I., 1998: *Wykorzystanie badań izotopowych siarki i tlenu siarczanów do identyfikacji ich pochodzenia w wodach kopalni „Chwałowice”*. [W:] Materiały Konferencji „Ochrona środowiska w aspekcie gospodarki wodnej oraz gospodarczego wykorzystania odpadów i metanu w Rybnickim Okręgu Przemysłowym, Wyd. Wiadomości Górnicze, 1998, s. 55-60.
- Pluta I., 2005: *Wody kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego – geneza, zanieczyszczenia i metody oczyszczania*. Prace Naukowe GIG, Nr 865, s. 169.
- Pluta I., Zuber A., 1995: *Origin of brines in the Upper Silesian Coal Basin (Poland) inferred from the isotope and chemical data*. Applied Geochemistry, Vol. 10, p. 447-460.
- Pluta I., Jura D., 2003: *Uwarunkowania geologiczno-strukturalne lokalizacji zjawisk gazogodynamicznych w kopalniach „Pniówek” i „Zofiówka”*. [W:] Materiały XX Seminarium „Metan i inne zagrożenia współwystępujące – teoria i praktyka”, Rybnik 2003, s. 147-152.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku w sprawie warunków, jakie należy spełniać przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, Dziennik Ustaw Nr 137, poz. 984.
- Różkowski A., 1971: *Badania środowiska hydrochemicznego utworów dolnotorwońskich w południowo-zachodniej części Zagłębia Górnośląskiego*. Biuletyn Instytutu Geologicznego, Nr 249, s. 137-177.