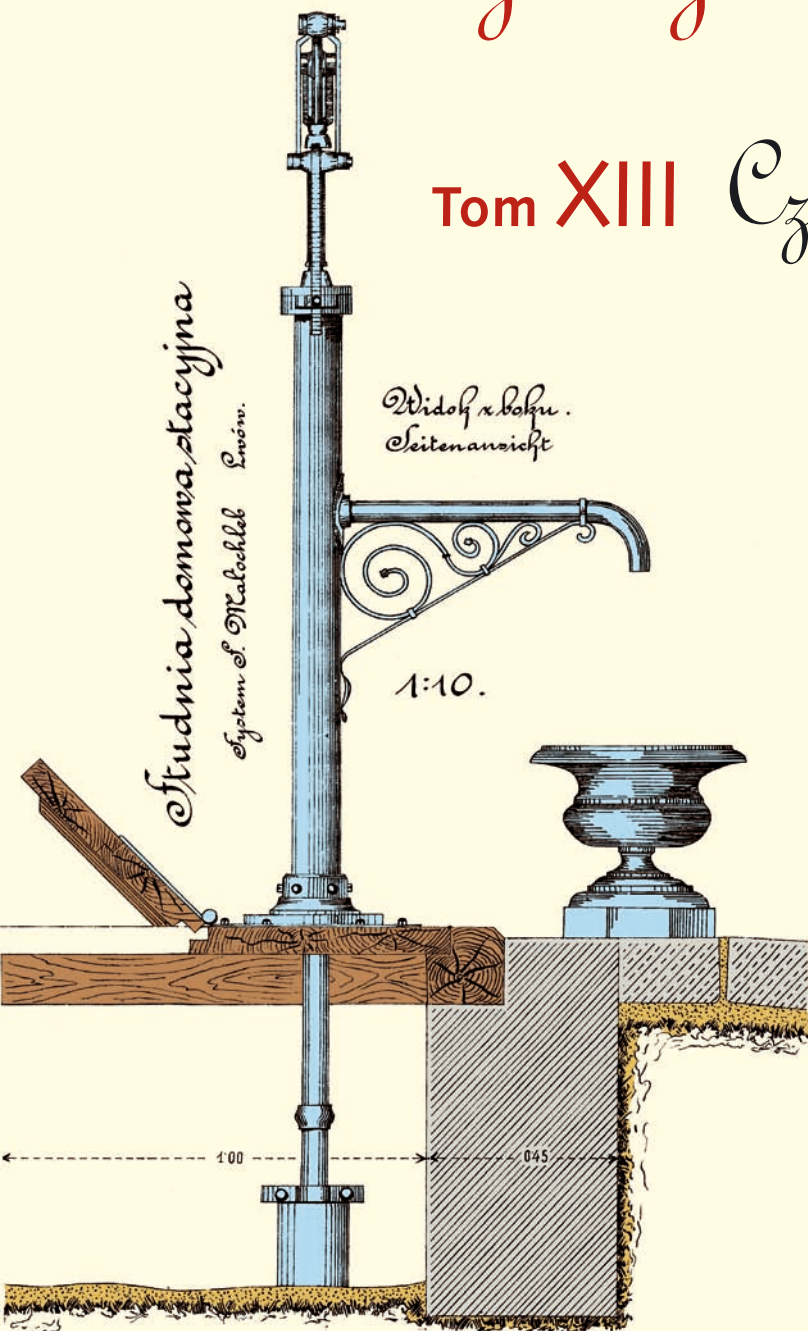


Współczesne problemy hydrogeologii

Tom XIII Część 2.





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

**Strefowość hydrogeochemiczna
południowo-zachodniej części Górnośląskiego
Zagłębia Węglowego w obszarach górniczych
kopalń „Borynia” i „Jankowice”**

**Hydrogeochemical Zoning in the South-Western Part
of the Upper Silesian Coal Basin in the “Borynia”
and “Jankowice” mining areas**

Słowa kluczowe strefowość hydrogeochemiczna, wody kopalniane, wskaźniki zanieczyszczenia

Key words hydrogeochemical zoning, mine waters, contamination indicators

Abstract In mining areas of the Borynia and Jankowice coal mines changes in geological, hydrogeological conditions and the origin of waters are observed. There are consequences of different hydrogeochemical zoning of the contamination indicators.

1. Wprowadzenie

W Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW) stwierdzono strefowość hydrogeochemiczną spotykaną generalnie w basenach sedymentacyjnych. Strefowość ta po raz pierwszy została przedstawiona na mapach hydrochemicznych zróżnicowania obszarowego mineralizacji na wyróżnionych głębokościach (Rózkowski i in., 1989; Rózkowski red., 1995).

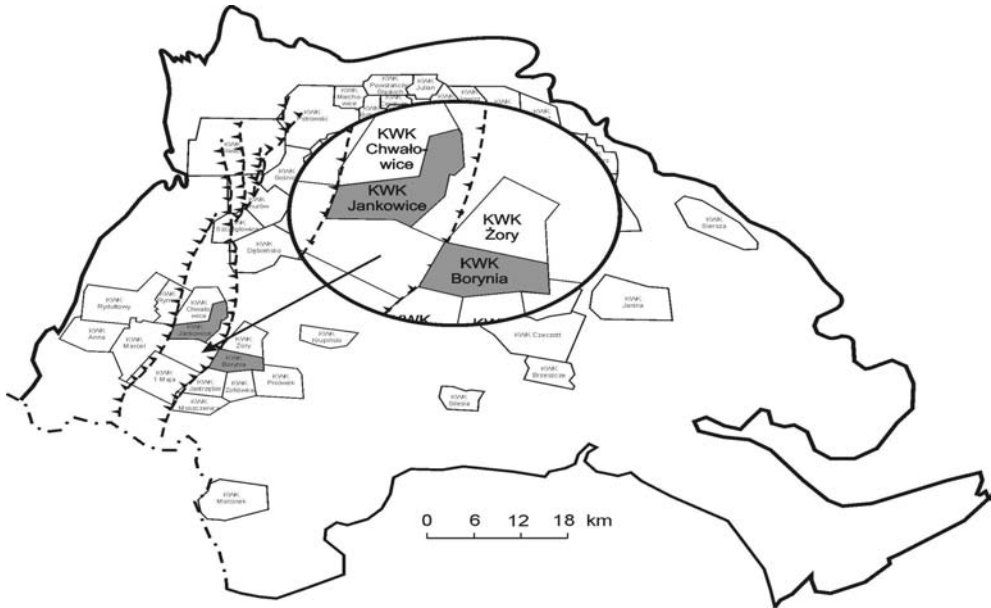
Część wód GZW, która dopływa do wyrobisk górniczych kopalń jest odprowadzana do wód powierzchniowych. Z uwagi na ochronę środowiska wodnego Górnego Śląska określenie strefowości hydrogeochemicznej w obszarach górniczych jest więc bardzo istotne. Rozpoznanie zmienności chemizmu wód z kopalń rejonu Rybnika pierwszy dokonał Witczak (1964), a zróżnicowania wskaźników hydrochemicznych w wodach wschodniej części GZW Kleczkowski i Vu Ngoc-Ky (1969). Strefowość hydrogeochemiczną całego GZW w odniesieniu do głównych składników wód w profilu pionowym, na różnych głębokościach w kopalniach opracował Rózkowski (2004). Pluta (2005) mając na uwadze wpływ substancji zanieczyszczających zawartych w wodach odprowadzanych z kopalń na jakość wód powierzchniowych, uznała za konieczne odniesienie strefowości hydrogeochemicznej GZW w obszarach górniczych do wskaźników zanieczyszczenia występujących w naturalnych wodach kopalnianych.

W niniejszej publikacji została przedstawiona strefowość hydrogeochemiczna południowo-zachodniej części GZW w obszarach górniczych kopalń „Borynia” i „Jankowice” o odmiennej budowie geologicznej i strukturalnej. Zmienność hydrochemiczną odnotowano w stosunku do wskaźników zanieczyszczenia z uwzględnieniem genezy wód określonej na podstawie analizy składu chemicznego oraz izotopowego.

2. Zarys budowy geologicznej i strukturalnej w rejonach kopalń „Borynia” i „Jankowice”

Kopalnie „Borynia” i „Jankowice” są położone w południowo-zachodniej części GZW (rys. 1). Złoże węgla obejmują dwie główne serie litostratygraficzne: mułowcową i górnośląską serię piaskowcową (warstwy orzeskie, rudzkie i siodłowe). Nadkład utworów karbonu stanowią utwory miocenu i czwartorzędu. Pomimo bliskiego położenia w obszarach górniczych kopalń występują różnice w budowie geologicznej. W kopalni „Jankowice” grubość utworów nadkładu jest zmienna i waha się od ok. 30 m na południowym wschodzie do ok. 300 m w północnej części, natomiast w rejonie kopalni „Borynia” ich miąższość jest znacznie większa i w całym obszarze górniczym wynosi od ok. 250 do ok. 530 m.

Złoże węgla kopalni „Borynia” znajduje się na zachodnim skrzydle niecki głównej GZW i przylega od zachodu do nasunięcia orłowsko-boguszowickiego, natomiast w kopalni „Jankowice” leży w południowej i wschodniej części niecki chwałowickiej między dwoma nasunięciami: michałkowicko-rybnickim od zachodu i orłowsko-boguszowickim od wschodu (rys. 1). W efekcie w kopalni „Jankowice” utwory karbonu zapadają się od strony nasunięć ku osi niecki, to jest od zachodu na wschód, a także z południa na północ. Nachylenie utworów karbonu waha się od 8° do ok. 50°.



Rysunek 1. Obszary górnicze kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego z kopalniami „Borynia” i „Jankowice” oraz zasunięciami: michałkowicko-rybnickim (zachód) i orłowsko-boguszowickim (wschód)

Figure 1. Mining areas in the Upper Silesian Coal Basin with the Borynia and Jankowice coal mining areas and the thrusts: michałkowicko-rybnicki (west) and orłowsko-boguszowicki (east) marked

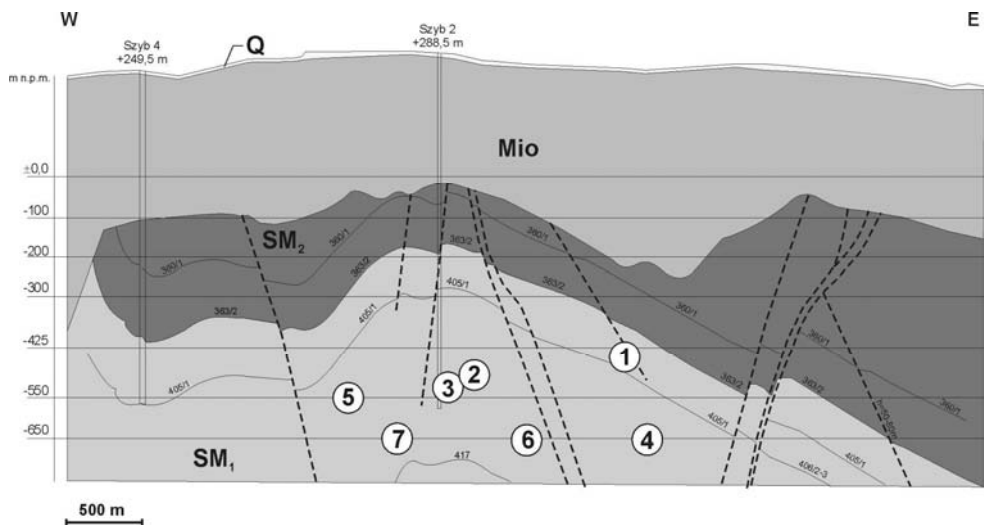
3. Metodyka badań

Wody dopływające do kopalni „Borynia” i „Jankowice” pobierano z wykropleń, wycieków, z kopalnianych otworów odwadniających wykonywanych w czasie udostępniania złoża. W kopalni „Borynia” próbki wód pobrano w latach 1996-2005 na poziomach wydobywczych: 713, 838 i 950 m. W okresie tym nie stwierdzono już dopływów naturalnych na wcześniej eksploatowanych poziomach: 488 i 588 m. W kopalni „Jankowice” wody pobierano przez dłuższy czas, w latach 1986-2005. W okresie tym prace górnicze były prowadzone na poziomach 400, 565 i 700 m. Dopływów wód nie zaobserwowano na poziomie 200 m.

W wodach oznaczano zawartości jonów: sodowego, potasowego, chlorkowego, siarczanowego, amonowego, barowego oraz żelaza (ogólnego) i boru, zgodnie z procedurami opracowanymi w Głównym Instytucie Górnictwa dla wód słonych i solanek (Bebek i in. 2003; Pluta, 2005). Składniki te to również istotne wskaźniki zanieczyszczenia wód kopalnianych GZW (Pluta 2005). W wodach nie różniących się w dłuższym czasie składem chemicznym, wykonano badania składu izotopowego wodoru ($\delta^2\text{H}$) i tlenu ($\delta^{18}\text{O}$). Oznaczenia wykonano na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

4. Chemizm i geneza wód doptywających do kopalni „Borynia”

W dopływach do kopalni „Borynia” (miejsca poboru przedstawiono na rys. 2) stwierdzono solanki o zmiennym zasoleniu, ale zbliżonych składach izotopowych od -18‰ do -22‰ dla $\delta^2\text{H}$ i od -2,1‰ do -2,9‰ dla $\delta^{18}\text{O}$. Wodę o składzie izotopowym: $\delta^2\text{H} = -22$ ‰ i $\delta^{18}\text{O} = -2,4$ ‰, mieszczącym się w tym zakresie zaobserwował również w kopalni „Borynia” Labus (2003). Wartości te wskazują, że są to wody spotykane generalnie w utworach karbonu GZW, a pochodzące z opadów w bardzo gorącym klimacie, które zgodnie z analizą paleohydrogeologiczną GZW przebiegały najprawdopodobniej w etapie infiltracyjnym trzeciego (III) cyklu hydrogeologicznego, głównie w okresie dolnego permu (czerwonego spągowca) (Pałys 1966; Pluta, Zuber 1995). Są to solanki o stężeniu jonu chlorkowego od ok. 43 do 73 g/dm³, jonu sodowego od ok. 19 do 32 g/dm³ i potasowego w zakresie od 180 do 515 g/dm³. Charakteryzują je znaczne zawartości jonu barowego dochodzące do 1970 mg/dm³ oraz żelaza (ogólnego) do 117 mg/dm³ i jonu amonowego do 44 mg/dm³. W wodach stężenie boru sięga 1,6 mg/dm³.

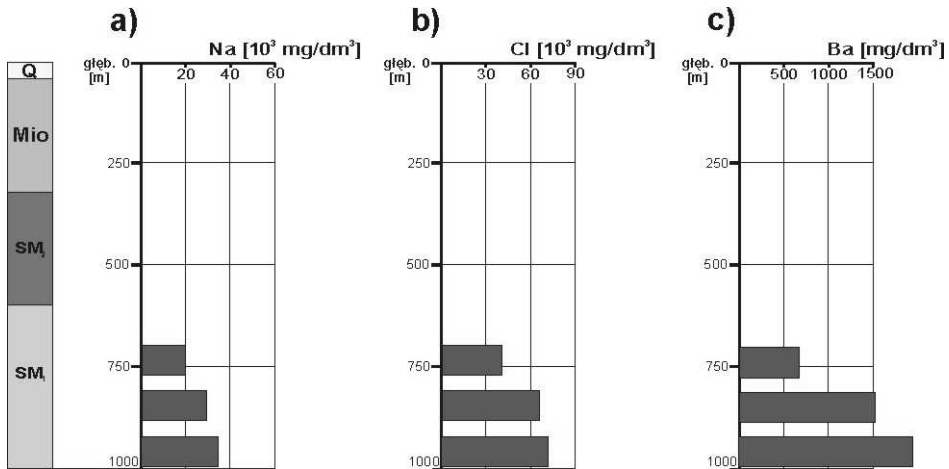


Rysunek 2. Miejsca poboru wód doptywających do kopalni „Borynia” na tle uproszczonego przekroju geologicznego w kierunku W-E. Objaśnienia: Q — czwartorzęd; Mio — miocen; SM₁ — seria mułowcowa warstwy rudzkie; SM₂ — seria mułowcowa warstwy orzeskie; uskoki (- - -)

Figure 2. Sampling sites of mining waters on the simplified cross-section in the direction W-E of the Borynia Coal Mine. Explanation: Q — Quaternary; Mio — Miocene; SM_{1,2} — Mundstone Series; faults (- - -)

5. Strefowość hydrogeochemiczna w obszarze kopalni „Borynia”

Strefowość hydrogeochemiczną w obszarze kopalni „Borynia” odniesiono do wskaźników zanieczyszczenia zawartych w naturalnych wodach kopalnianych. Z przedstawionych wyżej (rozdz. 4) zawartości: sodu, potasu, amonu, żelaza, chlorków, baru oraz boru wynika, że najistotniejszymi, wskaźnikami zanieczyszczenia są: sól, chlorki i bar. Ich ilości przekraczają od kilkudziesięciu do blisko tysiąc razy najwyższe wartości dopuszczalne, określone dla wód pochodzących z odwadniania zakładów górniczych, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku (Dz.U. Nr 137, poz. 984). Strefowość hydrogeochemiczną w profilu pionowym zobrazowano na rysunku 3, przedstawiając maksymalne stężenia sodu, chlorków i baru i odniesiono do poszczególnych poziomów wydobywczych. Stwierdzono, że w obszarze kopalni „Borynia” występuje naturalna zmienność zawartości sodu, chlorków i baru polegająca na jej wzroście z głębokością dopływu wód do wyrobisk górniczych.



Rysunek 3. Maksymalne zawartości wskaźników zanieczyszczenia:

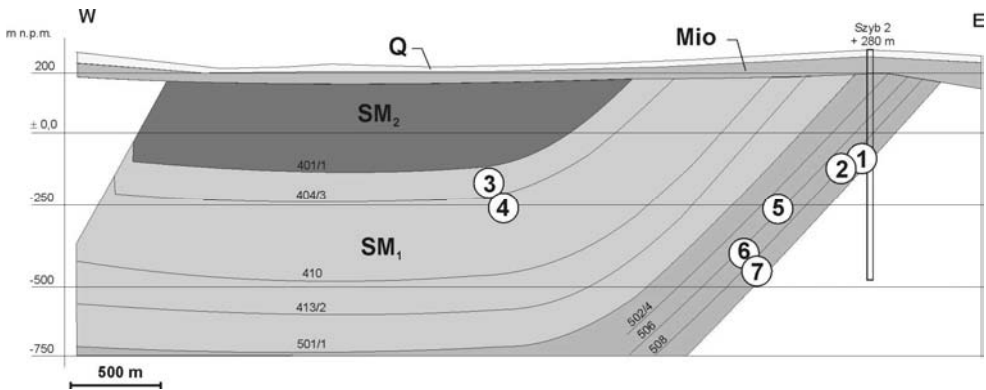
a) sodu; b) chlorków i baru (c) w naturalnych wodach dopływających na poziomy wydobywcze kopalni „Borynia” (stratygrafia zgodnie z rys. 2)

Figure 3. Maximum values of contamination indicators:

a) sodium; b) chlorides and barium (c) in natural mining waters at different levels of the Borynia Coal Mine (stratigraphic according to Fig. 2)

6. Chemizm i geneza wód dopływających do kopalni „Jankowice”

W naturalnych dopływach do kopalni „Jankowice”, których miejsca przedstawiono na rysunku 4, występują dwie grupy wód o zbliżonych składach izotopowych i zmiennym zasoleniu.



Rysunek 4. Miejsca poboru naturalnych wód doływających do kopalni „Jankowice” na tle uproszczonego przekroju geologicznego w kierunku W-E. Objasnienia: SM₁ — seria mułowcowa warstwy rudzkie; SM₂ — seria mułowcowa warstwy orzeskie; GSP — górnśląska seria piaskowcowa warstwy siodłowe

Figure 4. Sampling sites of mining waters on the simplified cross-section in the direction W-E of the Jankowice Coal Mine. Explanation: SM_{1,2} — Mudstone Series; GSP — Upper Silesian Sandstone Series

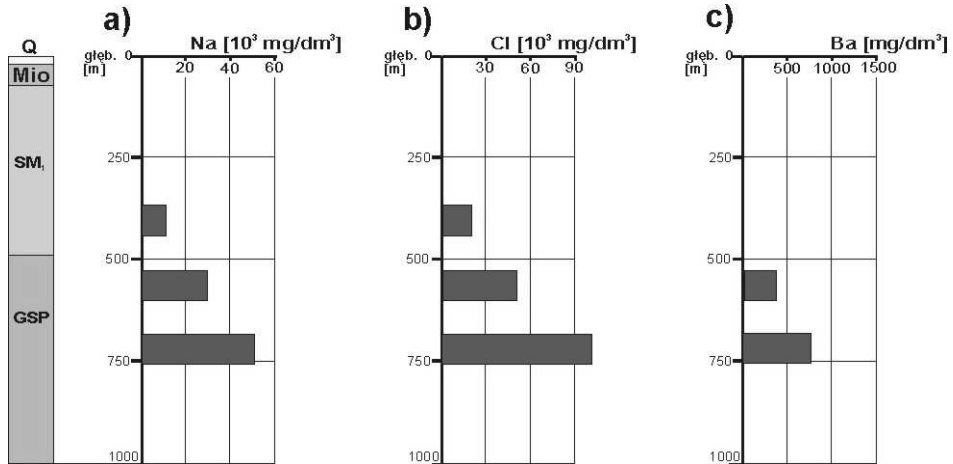
Pierwszą grupę wód charakteryzują wartości od -50‰ do -54‰ dla $\delta^2\text{H}$ i od -7,3‰ do -8,1‰ dla $\delta^{18}\text{O}$ (rys. 4, próbki 1–5). Wody o takim składzie izotopowym zgodnie z rozwojem paleohydrogeologicznym GZW odtworzonym na podstawie zróżnicowania morfologicznego powierzchni stropu karbonu, uszczegółowionego na podstawie ewolucji różnowiekowej niezgodności w stropie utworów karbonu oraz warunków klimatycznych, powstały z opadów w ciepłym klimacie przed transgresją morską w badenie, najprawdopodobniej w etapie infiltracyjnym szóstego (VI) cyklu hydrogeologicznego, trwającym w okresie paleogenu lub wczesnego miocenu (Pluta, 2005). W wodach tych stężenie jonu chlorkowego wynosi od ok. 17 do ponad 23 g/dm³, jonu sodowego od ok. 10 do 14 g/dm³, jonu potasowego od 110 do 145 mg/dm³, a jonu amonowego sięga do 7 mg/dm³ i boru do 2,1 mg/dm³. Wody o podobnym składzie izotopowym stwierdzili również inni Autorzy. Solanki o zawartości jonu chlorkowego od ok. 29 do 37 g/dm³ i składzie izotopowym od -48‰ do -52‰ dla $\delta^2\text{H}$ i od -7,0‰ do -7,1‰ $\delta^{18}\text{O}$ pobrano na poziomie 565 m (Labus, 2003), a wodę o składzie izotopowym $\delta^2\text{H} = -54‰$ i $\delta^{18}\text{O} = -7,8‰$ na poziomie 200 m (Różkowski, 2004). Na podstawie powyższych danych można przypuszczać, że wody te występowały także w utworach karbonu przy stropie, podobnie jak w sąsiedniej kopalni „Chwałowice” (Pluta i in. 1995).

Druga grupa wód opróbowana z głębiej zalegających utworów karbonu charakteryzuje się składem izotopowym od -36‰ do -28‰ dla $\delta^2\text{H}$ i od -5,8‰ do -3,2‰ dla $\delta^{18}\text{O}$ (rys. 4, próbki 4-7). Na podstawie dotychczasowego rozpoznania izotopowego i chemicznego wód karbonu GZW z uwzględnieniem rozwoju paleohydrogeologicznego GZW i warunków klimatycznych przypuszcza się, że wody te powstały z opadów w etapie infiltracyjnym czwartego (IV) cyklu hydrogeologicznego przebiegającym w dolnej jurze – w lasie (Pluta, 2005). W wodach tych w kopalni „Jankowice” stężenie jonu chlorkowego zmienia się od

ok. 54 do ponad 102 g/dm³, jonu sodowego od ok. 27 do 50 g/dm³, jonu potasowego od 320 do 610 mg/dm³, a jonu amonowego mieści się w zakresie od 63 do 110 mg/dm³ i boru od 3,8 do 5,2 mg/dm³. Wody o podobnych składach izotopowych od -30‰ do -38‰ dla δ²H i od -5,2‰ do -6,0‰ dla δ¹⁸O stwierdził również w dopływach do kopalni „Jankowice” Rózkowski (2004). W czasie badań prowadzonych przez tego Autora dopływały one na poziomy 400 i 565 m.

7. Strefowość hydrochemiczna w obszarze kopalni „Jankowice”

Z przedstawionych wyżej (rozdz. 6) zawartości wskaźników zanieczyszczenia wynika, że w naturalnych dopływach wód do kopalni „Jankowice” stężenia sodu, chlorków i baru przekraczają od kilkunastu do kilkaset razy największe dopuszczalne ich zawartości określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku. Strefowość hydrochemiczną odniesioną do tych najistotniejszych wskaźników przedstawiono na rysunku 5.



Rysunek 5. Maksymalne zawartości wskaźników zanieczyszczenia: sodu (a), chlorków (b) i baru (c) w wodach dopływających na poziomy wydobywczy kopalni „Jankowice” (stratygrafia zgodnie z rys. 4)

Figure 5. Maximum values of contamination indicators: sodium (a), chlorides (b) and barium (c) in mining waters on different levels of the Jankowice Coal Mine (stratigraphic according to Fig. 4).

8. Podsumowanie

W południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w obszarach górniczych kopalni „Borynia” i „Jankowice” występuje zróżnicowana budowa geologiczna i strukturalna, a także strefowość hydrogeochemiczna.

W kopalni „Borynia” położonej na wschód od nasunięcia orłowsko-boguszowickiego, na poziomy wydobywcze od 713 do 950 m dopływają solanki jednolite genetycznie pochodzące, jak się przypuszcza, z etapu infiltracyjnego trzeciego (III) cyklu hydrogeologicznego, głównie z opadów w dolnym permie (czerwonym spągowcu). W wodach tych występuje naturalna zmienność zawartości najistotniejszych wskaźników zanieczyszczenia: sodu, chlorków i baru, polegająca na jej wzroście wraz ze zwiększającą się głębokością wypływu wód.

W kopalni Jankowice”, której złożę węgla jest położone w strefie między nasunięciami mi chałkowicko-rybnickim i orłowsko-boguszowickim oraz w obrębie niecki chwałowickiej, w utworach karbonu na poziomach wydobywczych 200, 400 i 565 m występują wody, które jak się przypuszcza pochodzą z etapów infiltracyjnych szóstego (VI) oraz czwartego (IV) cyklu hydrogeologicznego, przebiegających najprawdopodobniej odpowiednio, w okresie dolnej jury – w liasie oraz w paleogenie lub wczesnym miocenie. W wodach tych odnotowano naturalną zmienność zawartości sodu, chlorków i baru polegającą na jej wzroście z głębokością dopływu wód na poszczególne poziomy wydobywcze, ale o odmiennym charakterze, aniżeli w kopalni „Borynia”.

Przedstawiona strefowość hydrogeochemiczna w obszarze kopalń „Borynia” i „Jankowice” odniesiona do wskaźników zanieczyszczenia wód umożliwia jej wykorzystanie do oceny wpływu wód kopalnianych na jakość wód rzeki Odry.

Literatura

- Bebek M., Pluta I., Mitko K., 2003: *Fizykochemiczna analiza wód słonych i solanek*. Przegląd Górniczy, Nr 12, s. 39-45.
- Kleczkowski A.S., Vu Ngoc-Ky, 1969: *Vertical succesion of hydrochemical zones in the Carboniferous and its overburden in the eastern part of the Upper Silesia*. Bull. Acad. Pol. Sc., Ser. Sc.geol. geogr. Vol. 17, No 1, p. 57-63.
- Labus K., 2003: *Chemizm i pochodzenie wód kopalnianych w południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. Prace Geologiczne PAN Nr 151, Wyd. IGSMiE PAN, p. 95.
- Pałys J., 1966: *O genezie solanek w karbonie na Górnym Śląsku*. Roczniki PTG, T. 36, s.121-154.
- Pluta I., 2005: *Wody kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego – geneza, zanieczyszczenia i metody oczyszczania*. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa, 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., Wiśniewski J., Filipek K., 1995: *Geneza solanek kopalni „Chwałowice” a ich oczyszczanie z baru i radu*. in: współczesne problemy hydrogeologii, T. VII. Kraków, Wyd. AGH, 1995, s. 151-157.
- Rózkowski A., 1995: *Factors controlling the groundwater conditions of the Carboniferous strata In the Upper Silesian Coal Basin, Poland*. Annales Societatis Geologorum Poloniae, Vol. 64, p. 53-66.
- Rózkowski A., (red.) 2004: *Środowisko hydrogeochemiczne karbonu produktywnego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*. Prace Naukowe UŚI. Nr 2244, Wyd. UŚI, s. 175.

Rózkowski A., Gajowiec B., Wagner J., 1989: *Strefowość mineralizacji wód w Zapadlisku Górnos Śląskim*. Prace Naukowe Instytutu Geotechniki Politechniki Wrocławskiej, Nr 58, Konferencje Nr 29, s.131-137.

Witczak S., 1964: *Uwagi o chemizmie wód rejonu Rybnika*. Przegląd Geologiczny Nr 6, s.83-86.

Prace wykonano w ramach projektu badawczego 4T12A03529.