

SKŁAD CHEMICZNY WÓD POWIERZCHNIOWYCH NIECKI WAŁBRZYSKIEJ W 20 LAT PO LIKWIDACJI KOPALŃ WĘGLA KAMIENNEGO

THE CHEMICAL COMPOSITION OF SURFACE WATERS IN THE WAŁBRZYCH BASIN TWENTY YEARS AFTER LIQUIDATION OF COAL MINES

KRZYSZTOF CHUDY¹, MAGDALENA BAJOR²

Abstrakt. W niniejszym artykule zaprezentowano wyniki prac, których celem była ocena parametrów jakości wód na obszarze poddanym silnej antropopresji górnictwa węgla kamiennego w rejonie niecki wałbrzyskiej, gdzie przeobrażenia środowiska trwały kilkaset lat. Skutkami tak długotrwałej działalności górniczej są trwałe zmiany w środowisku przyrodniczym. Negatywne oddziaływanie eksploatacji górniczej w byłym Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym nie zakończyło się z chwilą zaprzestania wydobycia węgla kamiennego. Dziś, 20 lat od zamknięcia ostatniej kopalni, negatywny wpływ hałd, osadników wód kopalnianych oraz wypływów z zalanych wyrobisk jest nadal widoczny, co potwierdzają przeprowadzone i przedstawione badania.

Słowa kluczowe: wody powierzchniowe, skład jonowy, DZW.

Abstract. Negative influence of mining activities in the former Lower Silesia Coal Basin remained even after the end of mining. This article presents results of research whose main aim was to evaluate the quality parameters of water in the area exposed to strong anthropopressure as a result of coal mining in the Wałbrzych Basin. This region was undergoing environmental transformation for hundreds of years. The results of this long-lasting mining activity are permanent and can be easily seen. Today, twenty years after liquidation of the last coal mine, negative influence of mining facilities (mine waste disposal, sediment ponds of mining waters, outflows from inundated pits) can be still noticeable, which is confirmed by the research.

Key words: surface water, ion composition, LSCB.

WSTĘP

Zapoczątkowana w 1990 r. restrukturyzacja polskiego górnictwa węgla kamiennego oraz towarzyszące temu zmiany w regulacjach zawartych w prawie geologiczno-górnicyzm wpłynęły na decyzję o zamknięciu całego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego. Obecnie w DZW wszystkie

kopalnie są zamknięte i zlikwidowane, a zasoby całego zagłębia w ilości 369 mln t są zasobami pozabilansowymi (Przeniosło, 2007). Likwidację przeprowadzono poprzez samozatopienie wyrobisk górniczych, co wywołało szereg zmian w środowisku wód podziemnych i powierzchniowych.

¹ Uniwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Geologicznych, pl. Maxa Borna 9, 50-204 Wrocław;
e-mail: krzysztof.chudy@ing.uni.wroc.pl

² Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski we Wrocławiu, al. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław;
e-mail: magdalena.bajor@pgi.gov.pl

W celu zapobieżenia podtopieniom (szczególnie w wałbrzyskiej części DZW), przeprowadzono prace mające na celu drenaż wód z zalanych wyrobisk poprzez sztolnie w miejsca najniżej położone.

Celem niniejszej pracy jest ocena składu chemicznego wód powierzchniowych na obszarze niecki wałbrzyskiej, który poddany był silnej antropopresji górniczej do końca lat 90. XX w.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Obszar badań znajduje się w południowo-zachodniej części Polski, w Sudetach Środkowych (fig. 1). Pod względem administracyjnym położony jest w województwie dolnośląskim, w powiecie wałbrzyskim.

Obszar rozciąga się między miejscowościami: Boguszów-Gorce na zachodzie, Jedlina-Zdrój na wschodzie, Szczawno-Zdrój na północy i Unisław Śląski na południu. Przeważająca jego część leży w granicach administracyjnych miasta Wałbrzych. Granice obszaru badań stanowią wododziały potoków: Pełcznicy, Poniatówki i Szczawnika. Według podziału fizycznogeograficznego Polski obejmuje on: Pogórze Wałbrzyskie (Bolkowsko-Wałbrzyskie), Góry Wałbrzyskie i Góry Kamienne (Kondracki, 2009).

Głównym ciekim odwadniającym obszar Wałbrzycha jest Pełcznica, która jest prawym dopływem Strzegomki i uchodzi do niej na 43. km biegu. Strzegomka wpada do Bystrzycy, a ta z kolei jest ważnym lewym dopływem Odry.

Obszarem źródłowym rzeki Pełcznicy są północne stoki Masywu Borowej, które stanowią główny grzbiet Gór Wałbrzyskich. Dalej Pełcznica przepływa przez Kotlinę Wałbrzyską w kierunku Pogórza Wałbrzyskiego i tworząc przełom, wypływa na obszar Równiny Świdnickiej. Źródło Pełcznicy znajduje się w okolicach wałbrzyskich dzielnic Nowy i Stary Glinik na wysokości około 650 m n.p.m. Na odcinku zabudowy miejskiej o długości około 5,4 km rzeka jest skanalizowana i płynie w betonowym tunelu przez tereny silnie zurbanizowane i zdegradowane niewłaściwą gospodarką, związaną głównie z dawną eksploatacją węgla kamiennego na obszarze górnej części zlewni. Wskutek usypiania hałd w dolinie rzeki zanotowano także przesunięcie koryta w śródmieściu Wałbrzycha oraz na wschód od dworca kolejowego Wałbrzych-Miasto w Starym Zdroju (Wójcik, 1993).

Układ sieci hydrograficznej jest skomplikowany ze względu na złożoną budowę geologiczną, a także wielowiekową działalność górniczą, która doprowadziła do zaniku wielu źródeł i drenażu wód podziemnych.

Rzekę Pełcznicę przy pomocy krytego kanału zrzutowego połączono ze sztolnią „Friedrich Wilhelm”, w wyniku czego od 2002 r. jest odbiornikiem wód podziemnych wypływających sztolnią po rekonstrukcji zwierciadła w ilości od około 18,4 m³/min (Fiszer i in., 1994) do około 22,2 m³/min (Fiszer, 2001). W celu poprawy wydajności sztolnia ta została dodatkowo połączona z siecią głębokich wyrobisk górniczych szybem „Chrobry” za pomocą wyro-

biska poziomego o długości 562 m. Wylot sztolni „Friedrich Wilhelm” znajduje się na terenie filii Politechniki Wrocławskiej, około 1 m poniżej poziomu wody w Pełcznicy (Fiszer i in., 1994). Pełcznica i jej dopływy są również odbiornikiem ścieków z wałbrzyskich i świebodzickich dzielnic niepodłączonych do oczyszczalni oraz kanalizacji deszczowej.

Największym prawym dopływem Pełcznicy jest Poniatówka, płynąca przez Poniatów – dzielnicę Wałbrzycha. Do lewych dopływów Pełcznicy należą: Potok Południowy, Sobiecinka i Szczawnik.

Dolnośląskie Zagłębie Węglowe leży w północnej części niecki śródsudeckiej (fig. 1). Obszar wschodni utworów karbonu produktywnego, w obrębie którego prowadzona była eksploatacja górnicza w północno-wschodniej części niecki określany jest jako niecka wałbrzyska, natomiast obszar wschodni karbonu południowo-wschodniej części niecki – jako niecka Nowej Rudy (Paczyński, Sadurski, 2007).

Podłożem DZW w przeważającej części są utwory karbonu dolnego, których miąższość dochodzi do kilku tysięcy metrów (Bossowski, Ihnatowicz, 2006). Na odcinku między Lubawką, Kamienną Górą a Wałbrzychem są to zlepieńce, szarogłazy, mułowce i ilowce z cienkimi wkładkami wapieni, które tworzą na znacznej części obszaru górnowizeńską formację ze Szczawna (Zdanowski, Żakowa, 1995). Na podstawie wykonanych otworów wiadomo, że osady tej formacji występują między Wałbrzychem a Głuszycą. Nie stwierdzono ich obecności między Głuszycą a Słupcem.

W rejonie Wałbrzycha występują wszystkie ogniwa karbonu produktywnego (Grocholski, 1963). Stanowią one lądowe osady zapadliska śródgórskiego.

Perm reprezentowany jest przez osady czerwonego spągowca, wykształcone w postaci zlepieńców, piaskowców i łupków o rdzawoczerwonym zabarwieniu. Przypuszczalnie tego wieku są także intruzje skał wulkanicznych (ryolity, ryolity alkaliczne, tufy i melafiry). Mają one formę pokładową lub też przecinają osady karbonu (Wilk, 2003).

Osady czwartorzędowe odgrywają podrzędną rolę w budowie omawianego obszaru. Na obszarze niecki wałbrzyskiej osady te występują miejscami, nie tworzą ciągłej pokrywy. Pod względem litologicznym są to osady zwietrzelinowe i rzeczne o niewielkiej miąższości. Jedynie w okolicach Kuźnik miąższość dochodzi do kilkudziesięciu metrów (Wilk, 2003).

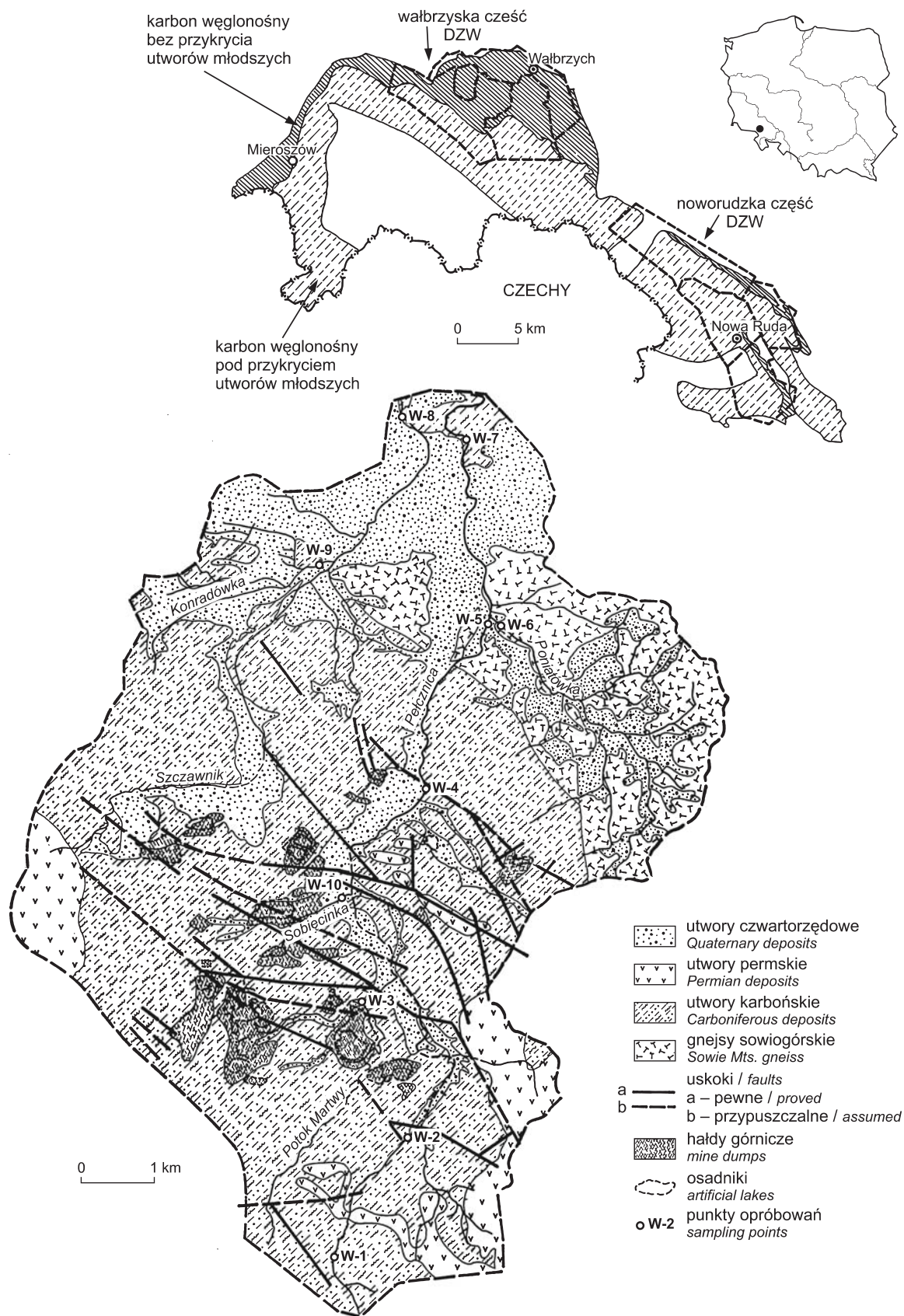


Fig. 1. Położenie punktów badawczych na tle budowy geologicznej (wydzielenia geologiczne wg Bossowski, Ihnatowicz, 2006, zmodyfikowane)

Sampling points and the geology of the area (geology according to Bossowski, Ihnatowicz, 2006, modified)

METODYKA BADAŃ

Prace terenowe przeprowadzono w okresie od maja do października 2008 r. Ich zakres objął wizję terenową, pomiary podstawowych parametrów fizykochemicznych wód oraz pobór wód do analiz chemicznych (fig. 1).

Aby rozróżnić czynniki naturalne i antropogeniczne podczas określania składu chemicznego wód Pełcznicy, próbki pobrano w źródłowej części zlewni (punkt W-1), w górnej części zlewni powyżej ujścia Sobięcinki (punkt W-2), poniżej ujścia Sobięcinki (punkt W-4), poniżej ujścia wód ze sztolni „Friedrich Wilhelm” (punkt W-5) i poniżej ujścia Poniatówki (punkt W-7). W celu pełnej charakterystyki składu chemicznego wód powierzchniowych rzeki Pełcznicy niezbędne było również scharakteryzowanie składu chemicznego wód potoków do niej dopływających: Sobięcinki (punkt W-10), która bierze swój początek z dwóch stawów zlokalizowanych przy nieistniejącym już szybie „Victoria” (dopiero w rejonie hałd przy ul. Wschodniej zaczyna się otwarte koryto potoku) oraz Poniatówki (punkt W-6), która jest pra-

wym dopływem Pełcznicy i odwadnia dzielnicę Wałbrzycha – Poniatów, znajdującą się pomiędzy Nowym Julianowem a Kozicami. Do badań pobrano także próbkę wody wypływającej spod jednej z największych hałd w centrum Wałbrzycha przy ul. Moniuszki (punkt W-3).

Właściwości fizykochemiczne wód powierzchniowych, tj.: temperatura, pH, Eh, przewodnictwo właściwe oraz zawartość rozpuszczonego tlenu wykonano przy pomocy wieloparametrowego miernika elektronicznego WTW Multi 340i, który posiada kompensację temperaturową, oraz elektrod SenTix 81, SenTix ORP i czujnika TertaCon 325.

W pobranych próbkach zostały oznaczone: sucha pozostałość, zasadowość, barwa, stężenia: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Mn , Fe_{og} , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3 i SiO_2 , Al , Pb , Zn , Cr , Ni . Oznaczenia wykonane zostały w Pracowni Gruntoznawczej Zakładu Geografii Fizycznej Uniwersytetu Wrocławskiego metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej (AAS) przy użyciu urządzenia Avant Σ firmy GBC.

WYNIKI BADAŃ

Sobięcinka (punkt W-10) u ujścia prowadzi wody 4-jonowe typu $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na-Ca}$ (tab. 1, fig. 2), o mineralizacji 1064 mg/dm^3 . Wśród anionów dominują wodorowęglany (787 mg/dm^3), siarczany (218 mg/dm^3) i chlorki (105 mg/dm^3), a wśród kationów: sód (237 mg/dm^3), wapń (141 mg/dm^3) i potas (89 mg/dm^3). Spośród wszystkich punktów pomiarowych w Sobięcince zanotowano najwyższe wartości wodorowęglanów, azotanów (304 mg/dm^3), sodu, chlorków (104 mg/dm^3), potasu, żelaza ($0,18 \text{ mg/dm}^3$), ołowiu ($0,0008 \text{ mg/dm}^3$) i niklu ($0,0095 \text{ mg/dm}^3$). W miejscu pomiaru w rzece widoczny jest biały osad i wyraźnie wyczuwalny nieprzyjemny zapach.

Wody potoku Poniatówka u ujścia do Pełcznicy (punkt W-6) są wodami 5-jonowymi typu $\text{Ca-Na-HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Cl}$, a ich mineralizacja wynosi 408 mg/dm^3 . Wartości przewodnictwa elektrolitycznego wody (PEW) wynoszą od $292 \text{ }\mu\text{S/cm}$ w maju 2008 r. do $562 \text{ }\mu\text{S/cm}$ w październiku 2008 r. Wśród anionów dominują wodorowęglany (160 mg/dm^3), siarczany (93 mg/dm^3), chlorki (62 mg/dm^3), a wśród kationów – wapń (69 mg/dm^3), sód (34 mg/dm^3) i potas (24 mg/dm^3).

Mineralizacja wód potoku Szczawnik w dolnym jego biegu (punkt W-8) wynosi 444 mg/dm^3 , przewodnictwo właściwe – od $491 \text{ }\mu\text{S/cm}$ w maju do $688 \text{ }\mu\text{S/cm}$ w październiku 2008 r. Są to wody 5-jonowe typu $\text{Ca-Na-HCO}_3\text{-Cl-SO}_4$ (tab. 1, fig. 2). Przeważającymi jonami są: wodorowęglany, których zawartość dochodzi do 187 mg/dm^3 , chlorki – do 76 mg/dm^3 , siarczany – do 75 mg/dm^3 , wapń – 74 mg/dm^3 i sód – 60 mg/dm^3 .

Badania wód Konradówki (punkt W-9) wykazały mineralizację 344 mg/dm^3 , a wartości przewodnictwa elektrolitycznego (PEW) od $376 \text{ }\mu\text{S/cm}$ w maju do $538 \text{ }\mu\text{S/cm}$ w październiku

Tabela 1

Skład chemiczny wód powierzchniowych rejonu Wałbrzycha wyrażony za pomocą wzoru Kurlowa

Surface water chemical composition show as Kurlow formula

Miejsce poboru próbek (z numerem punktu)	Wzór Kurlowa
Pełcznica (W-1)	$M^{0,23} \frac{\text{Cl}^{42}\text{HCO}_3^{30}\text{SO}_4^{28}}{\text{Ca}^{41}\text{Na}^{41}}$
Pełcznica (W-2)	$M^{0,24} \frac{\text{HCO}_3^{50}\text{Cl}^{25}\text{SO}_4^{24}}{\text{Ca}^{52}\text{Na}^{23}\text{Mg}^{22}}$
Pełcznica (W-4)	$M^{0,69} \frac{\text{SO}_4^{50}\text{Cl}^{30}\text{HCO}_3^{20}}{\text{Ca}^{40}\text{Na}^{29}}$
Pełcznica (W-5)	$M^{2,31} \frac{\text{SO}_4^{69}\text{HCO}_3^{28}}{\text{Ca}^{40}\text{Na}^{32}\text{Mg}^{26}}$
Pełcznica (W-7)	$M^{2,05} \frac{\text{SO}_4^{68}\text{HCO}_3^{29}}{\text{Ca}^{41}\text{Na}^{32}\text{Mg}^{24}}$
Sobięcinka (W-10)	$M^{1,06} \frac{\text{HCO}_3^{63}\text{SO}_4^{22}}{\text{Na}^{44}\text{Ca}^{30}}$
Poniatówka (W-6)	$M^{0,4} \frac{\text{HCO}_3^{42}\text{SO}_4^{30}\text{Cl}^{28}}{\text{Ca}^{51}\text{Na}^{22}}$
Szczawnik (W-8)	$M^{0,44} \frac{\text{SO}_4^{45}\text{Cl}^{32}\text{HCO}_3^{23}}{\text{Ca}^{48}\text{Na}^{34}}$
Konradówka (W-9)	$M^{0,34} \frac{\text{HCO}_3^{54}\text{SO}_4^{26}\text{Cl}^{21}}{\text{Ca}^{51}\text{Na}^{25}}$
Hałda ul. Głowackiego (W-3)	$M^{0,45} \frac{\text{SO}_4^{54}\text{Cl}^{30}\text{HCO}_3^{36}}{\text{Ca}^{56}\text{Na}^{26}}$

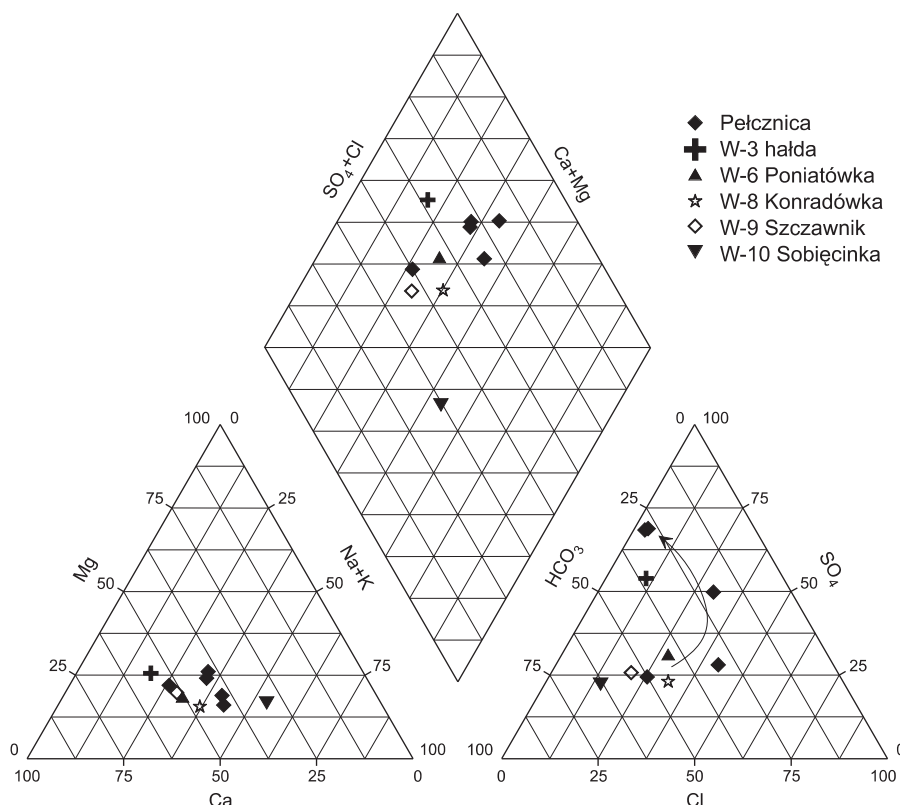


Fig. 2. Zmienność składu chemicznego wód powierzchniowych rejonu Wałbrzycha (strzałka – zmienność składu chemicznego wzdłuż biegu rzeki Pelcznica)

Variability of chemical composition of surface water (arrow – changes along the Piekienica River)

2008 r. Są to wody 5-jonowe typu $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Cl-Ca-Na}$, w których przeważają wodorowęglany w stężeniu 192 mg/dm^3 , siarczany – 73 mg/dm^3 , wapń – 69 mg/dm^3 , chlorki – 43 mg/dm^3 i sód – 39 mg/dm^3 .

W części źródłowej wody Pelcznicy są 5-jonowe typu $\text{Cl-HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Na}$ (tab. 1, fig. 2), o mineralizacji 232 mg/dm^3 . Wśród anionów dominują wodorowęglany (66 mg/dm^3) i chlorki (54 mg/dm^3), a wśród kationów – sód (37 mg/dm^3) i wapń (33 mg/dm^3). Spośród wszystkich pomierzonych zanotowano tu najniższe stężenia wodorowęglanów, azotanów, magnezu, wapnia, ołowiu, a także wartość mineralizacji.

W górnej części zlewni (punkt W-2) Pelcznica prowadzi wody 6-jonowe typu $\text{Ca-Na-Mg-HCO}_3\text{-Cl-SO}_4$ o mineralizacji 240 mg/dm^3 . Wśród anionów dominują wodorowęglany (111 mg/dm^3) i siarczany (43 mg/dm^3), a wśród kationów – wapń (40 mg/dm^3) i sód (20 mg/dm^3).

Poniżej ujścia Sobiećinki Pelcznica (punkt W-4) prowadzi wody 5-jonowe typu $\text{SO}_4\text{-Cl-HCO}_3\text{-Ca-Na}$ o mineralizacji 688 mg/dm^3 . Anionami dominującymi są siarczany (218 mg/dm^3), wodorowęglany (112 mg/dm^3) i chlorki (91 mg/dm^3), a wśród kationów przeważają wapń (86 mg/dm^3), sód (70 mg/dm^3) i potas (50 mg/dm^3).

W punkcie W-5, powyżej ujścia Poniatówki, Pelcznica prowadzi wody 5-jonowe typu $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Na-Mg}$. Mineralizacja wynosi 2312 mg/dm^3 . Siarczany (985 mg/dm^3) i wodorowęglany (503 mg/dm^3) są anionami występującymi

w przewodzie w tych wodach, a wśród kationów dominują wapń (238 mg/dm^3) i sód (213 mg/dm^3).

Poniżej ujścia Poniatówki (W-7) wody Pelcznicy są 5-jonowe typu $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Na-Mg}$, o mineralizacji 2048 mg/dm^3 . Dominują tu siarczany (stężenie wynosi 887 mg/dm^3) i wodorowęglany (435 mg/dm^3) oraz wapń (228 mg/dm^3), sód (197 mg/dm^3) i magnez (79 mg/dm^3).

Wieloletnia eksploatacja węgla kamiennego w rejonie Wałbrzycha przyczyniła się do powstania specyficznego krajobrazu górniczo-przemysłowego, którego głównymi elementami są hałdy i osadniki kopalniane oraz niecki z osiadania. Hałdy kopalniane zajmują około 306 ha , a ich objętość wynosi $82\,894 \text{ tys. m}^3$, natomiast powierzchnia osadników kopalnianych wynosi 74 ha , a łączna objętość – 9007 tys. m^3 (Wójcik, 2008).

Jedna z większych hałd w centrum Wałbrzycha znajduje się przy ul. Moniuszki. U jej podnóża pobrano do analizy chemicznej próbkę wody (punkt W-3). Wyływające spod hałdy wody są 4-jonowe typu $\text{Ca-Mg-SO}_4\text{-HCO}_3$ (tab. 1, fig. 2), a mineralizacja wynosi 448 mg/dm^3 . Anionami dominującymi są siarczany (183 mg/dm^3) i wodorowęglany (153 mg/dm^3), a wśród kationów przeważają wapń (82 mg/dm^3) i magnez (23 mg/dm^3). Wartości przewodnictwa elektrolitycznego (PEW) wynoszą odpowiednio $428 \text{ }\mu\text{S/cm}$ (analizy wykonane w maju) i $630 \text{ }\mu\text{S/cm}$ (analizy z października).

DYSKUSJA WYNIKÓW

Na chemizm wód powierzchniowych w obrębie niecki wałbrzyskiej, oprócz czynników naturalnych, mają wpływ również czynniki antropogeniczne. Czynniki naturalnymi są m.in. wietrzenie skał i minerałów oraz spoiwa skał osadowych (Dobrzyński, 2005, 2007, Chudy i in., 2010). Wśród czynników antropogenicznych najistotniejsze są dwa: zrzuty ścieków bytowych i innych zanieczyszczeń płynnych do cieków oraz dopływy wód z wyrobisk górniczych oraz wód przesiąkowych z hałd górniczych.

Informacji o zrzutach ścieków dostarczają pomiary przewodnictwa elektrolitycznego wód (PEW) wraz z określeniem stężenia jonów NO_3^- . W źródłowej części wody Pełcznicy (punkty W-1, W-2) wykazują niskie koncentracje azotanów w wodach, dochodzące do 8 mg/dm^3 (fig. 3). W dalszym biegu rzeka wpływa na obszar Pogórza i Śródmieścia (dzielnice Wałbrzycha o zwartej zabudowie), a zawartość azotanów znacząco rośnie i w punkcie W-4 osiąga maksymalną zanotowaną w wodach rzeki wartość – $117,8 \text{ mg/dm}^3$. Rzeka przepływa następnie wąskim korytem przez dzielnicę Stary Zdrój, a wody podziemne dopływające do rzeki powodują rozcieńczenie zanieczyszczeń. Badania laboratoryjne potwierdziły obserwacje terenowe, które wskazywały, że najczęściej zanieczyszczeń organicznych występuje w wodach potoku Sobiećinka. Wody te mają szarobrunatną barwę (65 mg Pt/dm^3) i wykazują właściwości silnie redukcyjne ($E_h = 193 \text{ mV}$), o czym świadczy również gnilny zapach.

Drugim czynnikiem wpływającym na zmiany naturalnego chemizmu wód powierzchniowych są dopływy wód górniczych z zatopionych, starych wyrobisk górniczych oraz dopływy wód infiltrujących poprzez hałdy.

Wyniki analizy wody na wypływie z hałdy przy ul. Głowackiego w Wałbrzychu wskazują, że na obszarze tym w hałdach zachodzi utlenianie siarczków. Jednoczesna obec-

ność znacznych ilości minerałów węglanowych buforuje środowisko, nie dopuszczając do jego nadmiernego zakwaszenia. Znacznie większe negatywne oddziaływanie hałd i osadników górniczych występuje w rejonie potoku Sobiećinka, którego wody są silnie zmineralizowane i wykazują wysoką zawartość większości analizowanych jonów (fig. 4). Stwierdzono

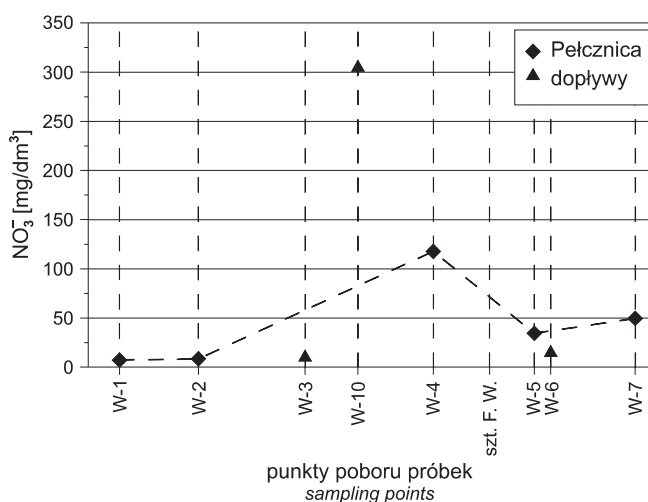


Fig. 3. Zmienność stężenia NO_3^- w wodach Pełcznicy i jej dopływów

Variability of NO_3^- concentration in the Pełcznica River and its tributaries

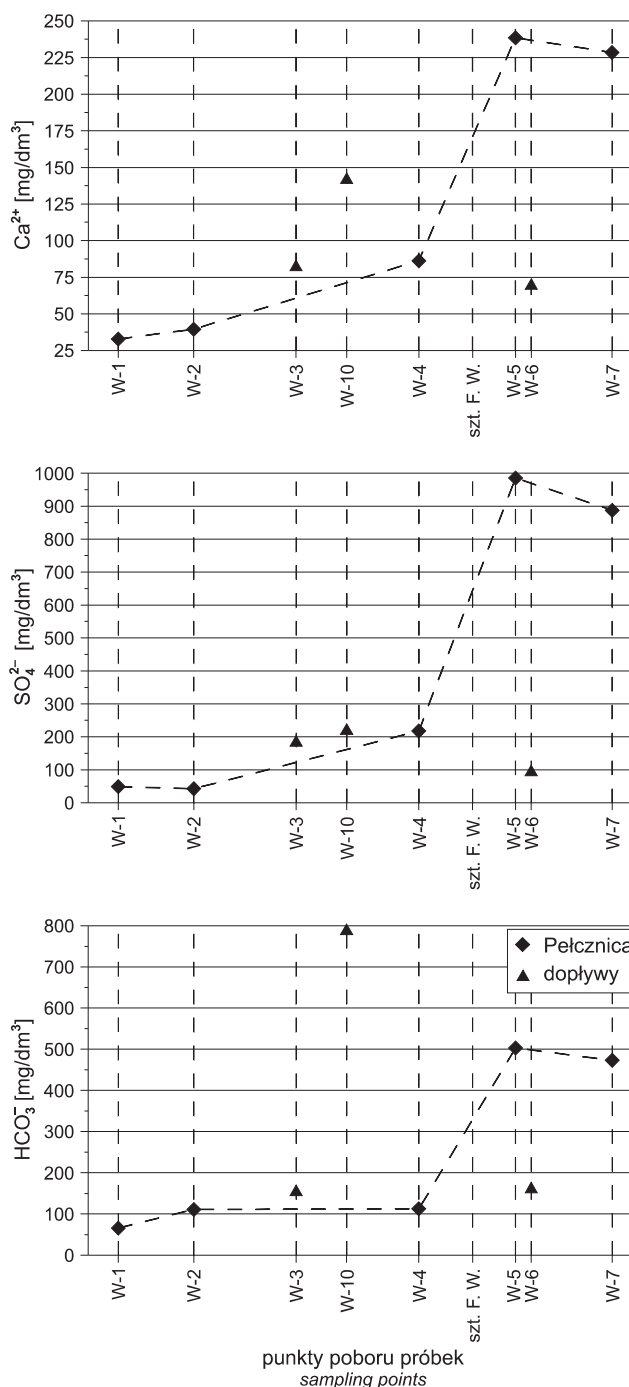


Fig. 4. Zmienność stężeń Ca^{2+} , SO_4^{2-} i HCO_3^- w wodach Pełcznicy i jej dopływów

Variability of Ca^{2+} , SO_4^{2-} and HCO_3^- concentrations in the Pełcznica River and its tributaries

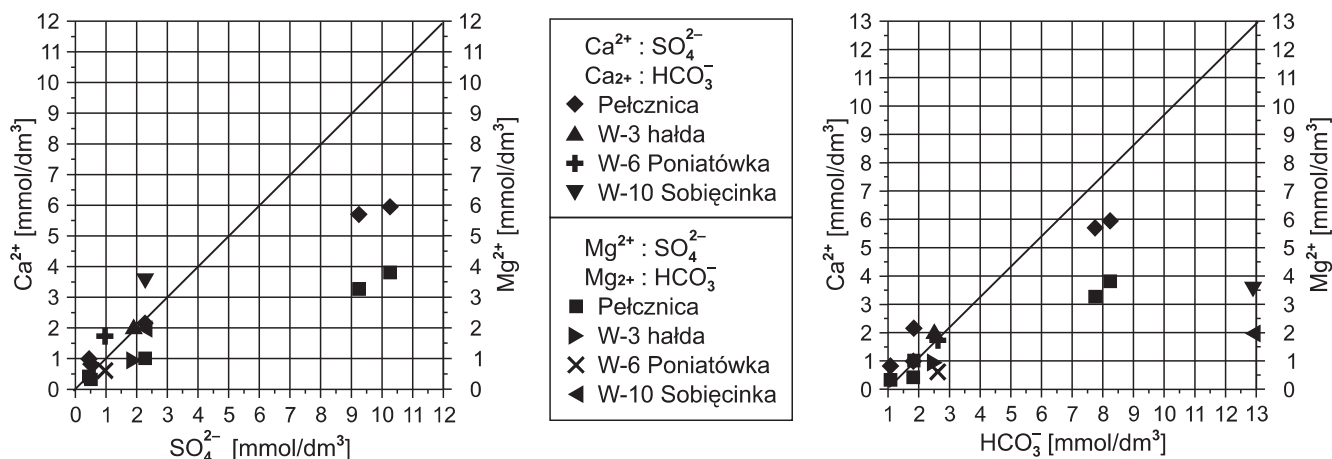


Fig. 5. Stosunek molowy jonów wapniowych do jonów siarczanowych i wodorowęglanowych w wybranych punktach badawczych

Molar ratio between calcium ions and sulphate and hydrocarbonate ions in selected sampling points

tu najwyższe koncentracje żelaza i manganu oraz sodu i chlorków, a także metali ciężkich.

Największy wpływ na chemizm wód Pełcznicy mają wody dopływające sztolnią „Friedrich Wilhelm”. Wody infiltrujące do wyrobisk górniczych węgla kamiennego odprowadzane są tą sztolnią w celu zabezpieczenia (m.in. Wałbrzycha) przed podtopieniami.

Analizy wód Pełcznicy wykazały wyraźne podwyższenie zawartości większości jonów pomiędzy punktami W-4 i W-5, gdzie następuje dopływ wód górniczych ze sztolni „Friedrich Wilhelm”. Stężenie Fe jest podwyższone 2-krotnie, mineralizacja, PEW i stężenia Na i Al – 3-krotnie, Mg i HCO_3^- – 4-krotnie, a SO_4^{2-} – 5-krotnie. W punkcie W-5 widoczny jest czerwono-pomarańczowy osad.

Ładunek jonów niesiony przez dopływające wody górnicze wpływa nie tylko na skład chemiczny wód powierzchniowych, ale również na równowagę hydrogeochemiczną. Przejawia się to podwyższeniem zawartości: znacznym – jonów siarczanowych oraz mniejszym – jonów wodorowęglanowych względem jonów wapnia (fig. 5). Natomiast, jak wskazują wyniki modelowania hydrogeochemicznego, po opuszczeniu sztolni wody stają się przesycone w stosunku do kalcytu i dolomitu, co stwarza możliwość wytrącania się tych minerałów (fig. 6).

Pomarańczowy osad znajdujący się w wodach rzeki świadczy o obecności jonów żelaza. Warunki środowiskowe (zależność pH od Eh; fig. 6, 7) wskazują, że są to głównie wodorotlenki żelaza (III). Badania prowadzone przez autorów w rejonie Nowej Rudy (Chudy, 2008; Chudy i in., 2010) wskazują na występowanie żelaza w postaci jonu Fe^{3+} . Związki te mają postać bardzo słabo krystaliczną i są reprezentowane przez ferrihydrit lub proto-ferrihydrit. Nie należy spodziewać się wytrącania tych związków w formie bardziej krystalicznej np. jako getyt. Wskazują na to wyniki modelowania hydrogeochemicznego – odległość od wypływu wód ze sztolni jest zbyt mała, by te przemiany mogły nastąpić.

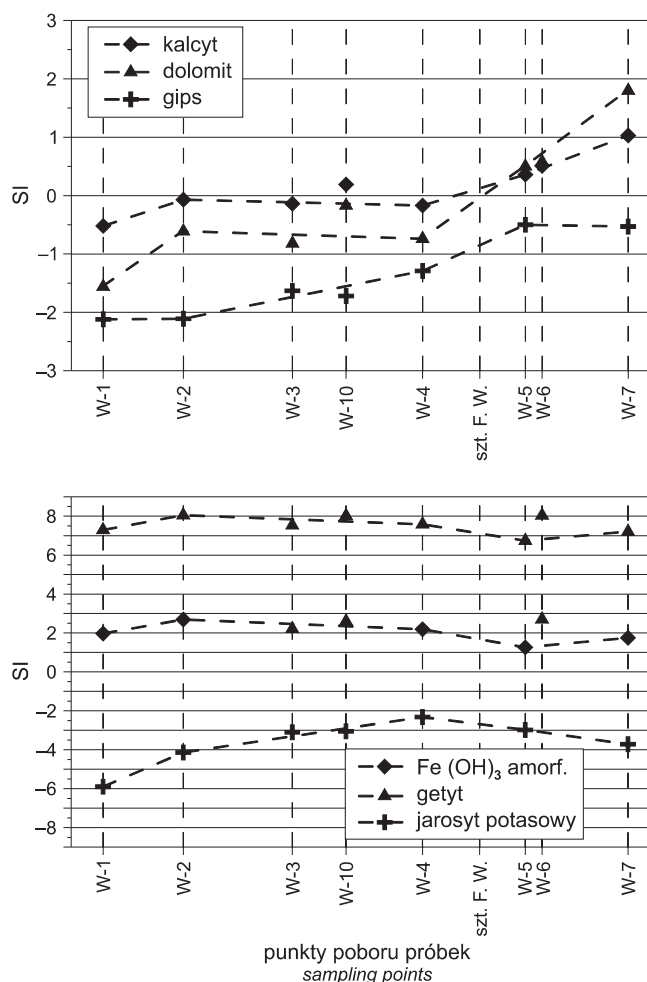


Fig. 6. Wskaźnik nasycenia wód podziemnych w stosunku do kalcytu, dolomitu i gipsu oraz $\text{Fe}(\text{OH})_3$, getytu i jarosytu potasowego

The saturation index of groundwater with respect to calcite, dolomite, gypsum and $\text{Fe}(\text{OH})_3$, goethite, K-jarosite

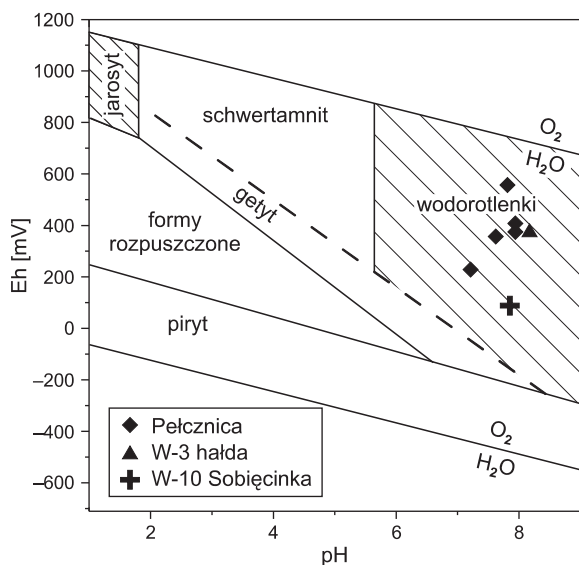


Fig. 7. Diagram Eh-pH dla układu Fe-S-K-O-H w temperaturze 25°C (obszar zakreskowany – formy metastabilne)

Eh-pH diagram showing stability fields for the Fe-S-K-O-H system at 25°C (pattern area – metastable forms)

Przeprowadzone badania parametrów jakości wód na obszarze poddanym silnej antropopresji w formie długotrwałej działalności górniczej w rejonie niecki wałbrzyskiej wskazują na ciągłe oddziaływanie wód kopalnianych na wody powierzchniowe. Skutki tej działalności są trwałe i bardzo wyraźne.

LITERATURA

- BOSSOWSKI A., IHNATOWICZ A., 2006 — Atlas geologiczny Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego 1:100 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CHUDY K., 2008 — Zmiany warunków hydrogeologicznych w rejonie Niecki Nowej Rudy w związku z likwidacją kopalni węgla kamiennego. *Acta Univ. Wratisl.*, **3053**.
- CHUDY K., KIERCZAK J., CHUDY A., 2010 — Charakterystyka osadów wytrącających się z wód pochodzących z zatopionych wyrobisk górniczych w części noworudzkiej byłego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **440**.
- DOBRZYŃSKI D., 2005 — Silica origin and solubility in groundwater from the weathered zone of sedimentary rocks of the Intra-Sudetic Basin, SW Poland. *Acta Geol. Pol.*, **55**, 4: 445–462.
- DOBRZYŃSKI D., 2007 — Chemical diversity of groundwater in the Carboniferous-Permian aquifer in the Unisław Śląski-Sokołowsko area (the Sudetes, Poland); a geochemical modelling approach. *Acta Geol. Pol.*, **57**, 1: 97–112.
- FISZER J., 2001 — Zabezpieczenie miasta Wałbrzycha przed konsekwencjami hydrogeologicznymi zatapiania kopalni węgla kamiennego. *W: Współczesne problemy hydrogeologii*, t. 10, cz. 2. Ofic. Wyd. Sudety, Wrocław.
- FISZER J., WINNICKI A., SAWICKI J., 1994 — Prognoza rekonstrukcji zwierciadła wód podziemnych i jej wpływ na powierzchnię terenu w obszarach górniczych kopalni wałbrzyskich w następstwie ich likwidacji. Politech. Wrocław, filia w Wałbrzychu, Wałbrzych.
- GROCHOLSKI A., 1963 — Wyniki badań geologicznych Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Prz. Geol.*, **11**, 2.
- KONDRACKI J., 2009 — Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI., red., 2007 — Hydrogeologia regionalna Polski, t. 2. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PRZENIOSŁO S. red., 2007 — Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2006. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WILK Z. red., 2003 — Hydrogeologia polskich złóż kopalni i problemy wodne górnictwa, t. 1. Uczel. Wyd. Nauk.-Dydakt. AGH, Kraków.
- WÓJCIK J., 1993 — Przeobrażenia ukształtowania powierzchni ziemi pod wpływem górnictwa w rejonie Wałbrzycha. *Acta Univ. Wratisl.*, 1557 *Stud. Geogr.*, **59**.
- WÓJCIK J., 2008 — Górnicze zmiany rzeźby terenu rejonu wałbrzyskiego. *Landform Analysis*, **9**.
- ZDANOWSKI A., ŻAKOWA H., red., 1995 — The Carboniferous system of Poland. *Pr. Państw. Inst. Geol.*, **148**.

SUMMARY

The chemical composition of surface waters in the Wałbrzych Basin is an effect of natural and anthropogenic factors. Main natural agent is a rock and minerals weathering. Inflow sewage, liquid pollutants as well as main water inflow and infiltration water from mine disposal are the most significant

between anthropogenic factors. The most important one is a water inflow from Friedrich Wilhelm excavation. Today, twenty years after liquidation of the last coal mine, negative influence of mining facilities of surface waters can be still noticeable, which is confirmed by the research.