

SKŁAD CHEMICZNY WÓD POWIERZCHNIOWYCH W ŹRÓDŁOWEJ CZĘŚCI POTOKU LESK

Krzysztof Chudy, Magdalena Bajor, Aneta Chudy

Chudy K., Bajor M., Chudy A., 2012: Skład chemiczny wód powierzchniowych w źródłowej części potoku Lesk (*Chemical composition of surface water in upper part of Lesk Stream*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 13, s. 23–30.

Zarys treści: Zapoczątkowana w 1990 r. restrukturyzacja polskiego górnictwa węgla kamiennego oraz towarzyszące temu zmiany w regulacjach w prawie geologiczno-górnictwem wpłynęły na powstanie decyzji o zamknięciu całego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (DZW). Likwidację przeprowadzono poprzez samozatopienie wyrobisk górniczych, co wywołało szereg zmian w środowisku wód podziemnych i powierzchniowych. Celem niniejszej pracy jest ocena parametrów jakości wód powierzchniowych w górnej części zlewni potoku Lesk i jego dopływu Czerwonego Strumienia (część wałbrzyska dawnego DZW), które poddane były silnej antropopresji górniczej do końca lat 90. XX w.

Słowa kluczowe: wody powierzchniowe, chemizm wód, obszary górnicze, Dolnośląskie Zagłębie Węglowe, zlewnia potoku Lesk.

Key words: *surface waters, chemical composition, mining area, Lower Silesia Coal Region, Lesk Stream catchments area.*

Chudy Krzysztof^{1,4}, Bajor Magdalena², Chudy Aneta³

¹ KGHM CUPRUM sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe, ul. Gen. W. Sikorskiego 2-8, 53-659 Wrocław, kchudy@cuprum.wroc.pl

² ul. Turkusowa 5/17; 97-400 Bełchatów, bajor_m@wp.pl

³ „Terra”, pl. Solny 14/3, 50-062 Wrocław, niutell@gmail.com

⁴ Zakład Hydrogeologii Stosowanej, Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, pl. M. Borna 9, 50-204 Wrocław

1. Wprowadzenie

Początki górnictwa węglowego w Zagłębiu Dolnośląskim są niejasne. Pierwsze wzmianki pochodzą z XIV w. i mówią o kopalnictwie rud, lecz nie podają ich nazwy. Prawa do dziedzicznej sztolni w Starym Źroju nadał rodzinie Sachenkirchenów książę Bolko II 18 grudnia 1366 r. Uważa się, że była to pierwsza kopalnia węgla kamiennego na obszarze Zagłębia Wałbrzyskiego (Michalkiewicz, 1956). Od tamtego czasu rozwój górnictwa węglowego na obszarze Wałbrzyskiego był intensywny, szczególnie po wprowadzeniu w XIX w. maszyn parowych do odwadniania i transportu urobku.

Zapoczątkowana w 1990 r. restrukturyzacja polskiego górnictwa węgla kamiennego oraz towarzyszące temu zmiany w regulacjach zawartych w prawie geologiczno-górnictwem wpłynęły na powstanie decyzji o zamknięciu całego Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego (DZW). Obecnie w DZW wszystkie kopalnie są zamknięte i zlikwidowane, a jego zasoby w ilości 369 mln ton są zasobami pozabilansowymi (Przeniosło (red.), 2007). Likwidację przeprowadzono poprzez samozatopienie wyrobisk górniczych, co wywołało szereg zmian w środowisku wód podziemnych i powierzchniowych. W celu zapobieżenia wystąpieniu podtopień (szczególnie w wałbrzyskiej części DZW) przeprowadzono prace mające na celu drenaż wód z zalanych

wyrobisk poprzez sztolnie w miejsca najniższej położone.

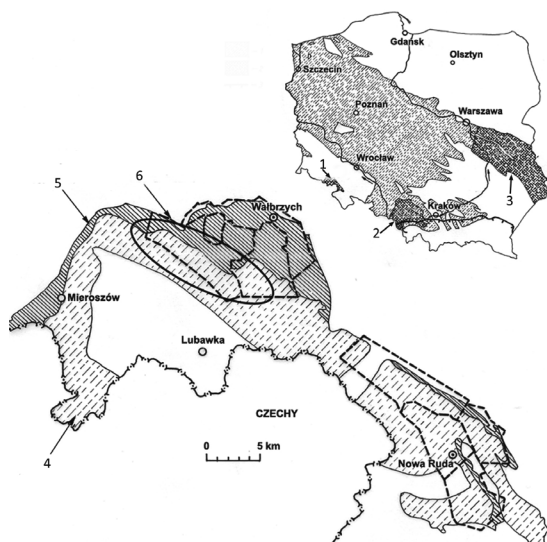
Celem pracy jest ocena parametrów jakości wód powierzchniowych na obszarze źródłowej części potoku Lesk i jego dopływu Czerwonego Strumienia, który poddany był silnej antropopresji górniczej do końca lat 90. XX w.

2. Ogólna charakterystyka obszaru badań

2.1. Położenie geograficzne

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

Teren badań rozciąga się w otoczeniu miejscowości Boguszów-Gorce na zachodzie, Jedlina-Zdrój na wschodzie, Szczawno-Zdrój na północy, Unisław Śląski na południu. Przeważająca część obszaru badań leży w granicach administracyjnych miasta Wałbrzycha. Granicę obszaru badań stanowią wododziały potoków: Pelcznicy, Poniatówki i Szczawnika, obejmując swym zasięgiem według podziału mezoregionalnego Polski: Pogórze Bolkowsko-Wałbrzyskie, Góry Wałbrzyskie, Góry Kamiennie (Kondracki, 2000).

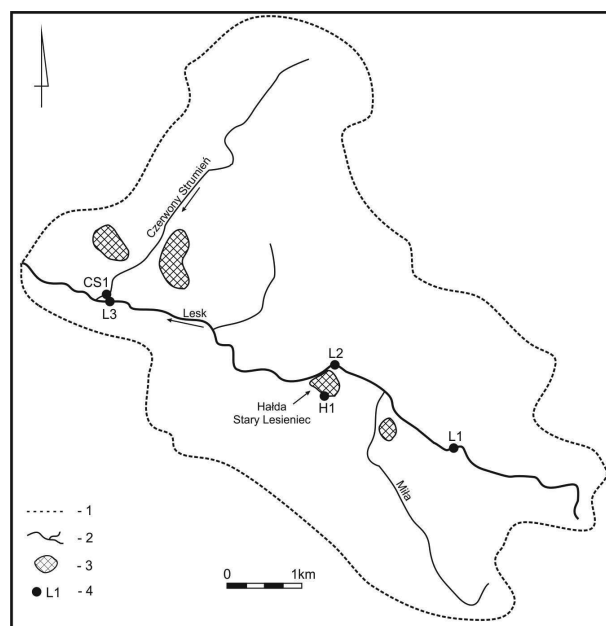


Rys. 1. Położenie obszaru badań na tle występowania utworów karbońskich. 1 – Dolnośląskie Zagłębie Węglowe (DZW), 2 – Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW), 3 – Lubelskie Zagłębie Węglowe (LZW), 4 – karbon węglonośny pod przykryciem utworów młodszych, 5 – karbon węglonośny bez przykrycia utworów młodszych, 6 – obszar badań.

Fig. 1. Localization of the study area on Carboniferous rocks background. 1 – Lower Silesia Coal Basin (DZW), 2 – Upper Silesia Coal Basin (GZW), 3 – Lublin Coal Basin (LZW), 4 – Carboniferous rocks with youngest deposit cover, 5 – Carboniferous rocks without youngest deposits cover, 6 – research area

2.2. Hydrografia

Obszar objęty badaniami odwadniany jest przez potok Lesk z jego prawobrzeżnym dopływem Czerwoną Strugą (ryc. 2). Potok Lesk jest prawym dopływem Bobru. Wypływa w obrębie śródgórskiego obniżenia między Górami Kamiennymi a Wałbrzyskimi na wysokości ok. 610 m n.p.m. i płynie osią obniżenia zbudowanego ze zlepieńców, piaskowców i łupków karbońskich. Deniwelacje w zlewni potoku Lesk wynoszą ok. 150–200 metrów. W czasach działalności DZW w zlewni potoku Lesk zlokalizowane były dwa pola górnicze: „Barbara” i „Victoria”, a do Czerwonego Strumienia była zrzucana część wód kopalnianych.



Rys. 2. Sieć hydrograficzna obszaru badań z naniesionymi punktami poboru prób wody. 1 – granica obszaru badań, 2 – cieki powierzchniowe, 3 – hałdy skał płonych, 4 – punkty badawcze

Fig. 2. Hydrographic map of the study area with sampling points. 1 – research area, 2 – streams, 3 – mine waste disposal, 4 – sampling points

2.3. Budowa geologiczna

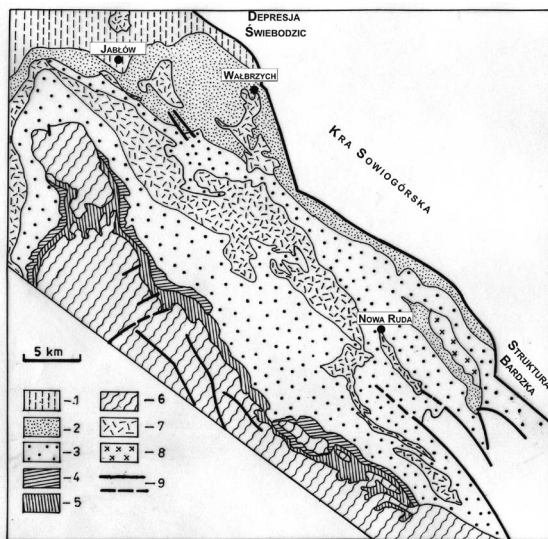
Dolnośląskie Zagłębie Węglowe (DZW) leży w północnej części niecki śródsudeckiej (ryc. 3). Obszar wychodni utworów karbonu produktywnego, w ramach którego prowadzona była eksploatacja górnicza w północno-wschodniej części niecki, określany jest jako niecka wałbrzyska, natomiast obszar wychodni karbonu południowo-wschodniej części niecki jako niecka Nowej Rudy (Paczyński, Sadurski, 2008).

Podłożem DZW w jego większej części są utwory **dolnego karbonu**, których miąższość dochodzi do kilku tysięcy metrów. Na odcinku między Lubawką,

Kamienną Górą a Wałbrzychem są to zlepieńce, szarogłazy, mułowce i ilowce z cienkimi wkładkami wapienia, które tworzą na znacznej części obszaru formację ze Szczawna wieku górnowężeńskiego. Na podstawie wierceń wiadomo, że osady tej formacji występują między Wałbrzychem a Głuszycą oraz że nie stwierdzono ich obecności między Głuszycą a Słupcem. W rejonie Wałbrzycha występują wszystkie ogniwa karbonu produktywnego (Grocholski, 1963). Stanowią one łądowe osady zapadliska śródgórskiego.

Utwory permskie reprezentowane są przez osady czerwonego spągowca wykształcone w postaci zlepieńców, piaskowców i łupków o rdzawoczerwonym zabarwieniu. Przypuszczalnie z tego wieku pochodzą także intruzje skał wulkanicznych (ryolity, ryolity alkaliczne, tufy i melafiry). Mają one formę pokładową lub też przecinają osady karbonu przyczyniając się do ich zaburzenia (Wilk, 2003).

Osady czwartorzędowe odgrywają podrzędną rolę w budowie omawianego obszaru. Na obszarze niecki wałbrzyskiej osady te nie występują lub zalegają niezgodnie i nie tworzą ciągłej pokrywy. Pod względem litologicznym reprezentowane są przez osady zwietrzelinowe i aluwialne o niewielkiej miąższości. Jedyne w okolicach Kuźnik dochodzą do kilkudziesięciu metrów (Wilk, 2003).



Rys. 3. Budowa geologiczna północnej części niecki śródsudeckiej (na podstawie: Stupnicka, 2007, zmodyfikowany): 1 – karbon dolny, 2 – karbon górny, 3 – perm dolny, 4 – perm górny, 5 – trias, 6 – kreda, 7 – wulkanity, 8 – gabra, 9 – uskoki

Fig. 3. Geological map of the north part of the Intrasudetic Basin (according to: Stupnicka 2007, modified). 1 – Lower Carboniferous, 2 – Upper Carboniferous, 3 – Lower Permian, 4 – Upper Permian, 5 – Triassic, 6 – Cretaceous, 7 – volcanic rocks, 8 – gabbros, 9 – faults

2.4. Hydrogeologia

Według podziału regionalnego zwykłych wód podziemnych (Paczyński, 1995) wody podziemne obszaru Wałbrzycha należą do regionu sudeckiego i występują w utworach krystalicznych, utworach osadowych karbonu i permu oraz wulkanitach karbonu i permu. Na obszarze niecki wałbrzyskiej wyróżnić można trzy piętra wodonośne (Wilk, 2003).

Długotrwała działalność górnicza Wałbrzyskich Kopalni Węgla Kamiennego spowodowała zaburzenie naturalnych warunków hydrogeologicznych (powstanie osłabionych stref górotworu, pustek, rozluźnień i przemieszczeń warstw skalnych). W związku z wieloletnią eksploatacją zasoby statyczne tego poziomu zostały niemal całkowicie zdrenowane, miejscami do głębokości ok. 1000 m w południowej części niecki sobięcińskiej (Fischer i in., 2000).

3. Metodyka badań

Prace terenowe objęły swym trwaniem okres od maja do października 2008 r. Zakres prac objął wizję terenową, pomiary podstawowych parametrów fizykochemicznych wód oraz pobór wód do analiz chemicznych.

Właściwości fizykochemiczne wód powierzchniowych, tj.: temperatura wody, odczyn pH, Eh, przewodność właściwa wody oraz zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie wykonano za pomocą wieloparametrowego miernika elektronicznego WTW Multi 340i, który posiada kompensację temperaturową oraz elektrod SenTix 81, SenTix ORP i czujnika TertaCon 325.

Aby w sposób szczegółowy scharakteryzować jakość wód powierzchniowych w rzekach i na wypływach, wykonane zostały analizy chemiczne wody. W pobranych próbach oznaczone zostały: sucha pozostałość, zasadowość, barwa, jony wapnia, magnezu, sodu, potasu, manganu, żelaza, siarczanowe, chlorkowe, azot w formie azotanów i krzemionka.

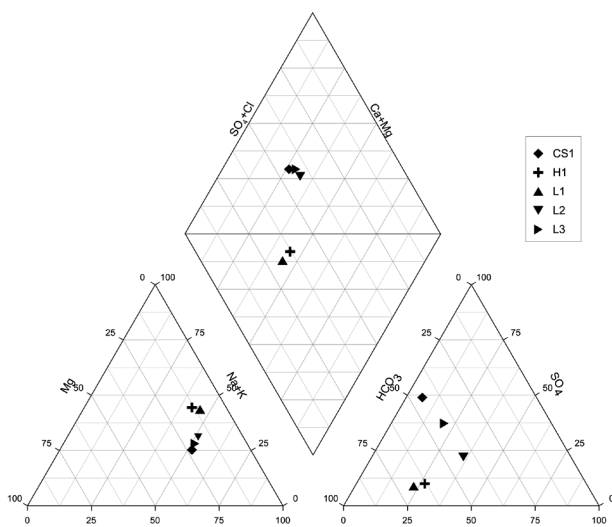
Oznaczenia wykonane zostały w Pracowni Gruntoznawczej Zakładu Geografii Fizycznej Uniwersytetu Wrocławskiego metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej (AAS) przy użyciu urządzenia „Avanta Σ” firmy GBC.

4. Skład chemiczny wód powierzchniowych

Wieloletnia eksploatacja węgla kamiennego w rejonie Wałbrzycha przyczyniła się do powstania spe-

cyficznego krajobrazu górniczo-przemysłowego, o charakterystycznej zabudowie kopalnianej i antropogenicznych formach rzeźby, którymi na badanym terenie są hałdy i osadniki kopalniane. W źródłowej części potoku Lesk, po ujście Grzędzkiego Potoku, występują 4 duże hałdy pozostałe po dawnej eksploatacji węgla kamiennego. Dwie z nich zlokalizowane są pomiędzy miejscowościami Kuźnice Świdnickie a Starym Lesieńcem (dzielnica Boguszowa Gorców), a dwie następne w miejscowości Gorce (ryc. 2). Dodatkowo niedaleko Starego Lesieńca wybudowano osadniki wód kopalnianych.

W celu dokonania analizy potencjalnego negatywnego wpływu tych obiektów na wody powierzchniowe przeprowadzono wizję lokalną, w trakcie której pobrano wody z rowu opaskowego wokół hałdy w Starym Lesieńcu. Wody opadowe infiltrują poprzez bryłę składowiska, a następnie poprzez najpłytszy poziom wodonośny przepływają do cieków powierzchniowych. Wokół pozostałych obiektów nie stwierdzono przejawów występowania wód powierzchniowych infiltrujących przez hałdy.



Rys. 4. Diagram Pintera przedstawiający skład chemiczny wód powierzchniowych w źródłowej części zlewni potoku Lesk

Fig. 4. The Piper diagram showing chemical composition of surface waters in upper part of Lesk Stream

Hałda w Starym Lesieńcu (dzielnica Boguszowa-Gorców). Wody pobrane z rowu otaczającego hałdę są wodami 4-jonowymi wodorowęglanowo-chlorkowo-wapniowo-sodowymi (tab. 1, ryc. 4), lekko zasadowymi, redukcyjnymi, o wysokich wartościach przewodnictwa elektrolitycznego wody (PEW) w zakresie 1130–1183 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Znotowano tutaj wysoką barwę wody dochodzącą 85 $\text{mg Pt}\cdot\text{dm}^{-3}$, potwierdzającą obserwacje terenowe, w trakcie których stwierdzono, że

woda ma kolor ciemnoszary. Woda ta dodatkowo miała nieprzyjemny ziemisto-gnilny zapach. Wśród anionów dominują wodorowęglany ($373 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) i chlorki ($92 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), a spośród kationów wapń ($167,6 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) i sód ($167,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Na uwagę zasługuje fakt, że w wodach tych zanotowano jedne z najmniejszych koncentracji siarczanów w rejonie badań ($46,9 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) oraz najwyższe wartości azotanów ($689 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) oraz glinu ($0,24 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$).

Potok Lesk. Zlewnia rzeki Lesk wraz dopływami Miłą i Czerwonym Strumieniem odwadnia południową i zachodnią część niecki wałbrzyskiej w obrębie nieistniejącego obszaru górniczego „Barbara” i „Witold” kopalni Victoria.

Dla omawianego obszaru w archiwalnych materiałach, do których dotarli autorzy, istnieje tylko jedna analiza chemiczna z lat 80. XX w. (Przybyłowicz, 1981), na podstawie której można scharakteryzować stan wód powierzchniowych potoku Lesk w czasie działalności kopalń węgla kamiennego.

Wody potoku Lesk w latach 80. XX w. były wodami 5-jonowymi wapniowo-magnezowo-sodowo-siarczanowo-wodorowęglanowymi (tab. 1), o mineralizacji dochodzącej do $119 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ i pH neutralnym (7,0). W składzie jonowym dominowały jony siarczanowe, których wartości dochodziły do $34,15 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ oraz jony wodorowęglanowe – do $36,61 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Występowały również wapń, chlorki, sód i magnez o wartościach granicznych sięgających odpowiednio $15,19 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$,

Tab. 1. Skład chemiczny wód powierzchniowych przedstawiony za pomocą wzoru Kurlowa

Tab. 1. Chemical composition of surface waters – Kurlow formula

Lokalizacja <i>Localization</i>	Data <i>Date</i>	Wzór Kurlowa <i>Kurlov Formula</i>
Potok Lesk	lata 80. XX w.	$M^{0,12} \frac{\text{SO}_4^{44} \text{HCO}_3^{38}}{\text{Ca}^{45} \text{Mg}^{28} \text{Na}^{23}}$
Potok Lesk L1	2008	$M^{0,32} \frac{\text{HCO}_3^{68} \text{Cl}^{23}}{\text{Ca}^{46} \text{Na}^{39}}$
Potok Lesk L2	2008	$M^{0,46} \frac{\text{HCO}_3^{42} \text{Cl}^{36} \text{SO}_4^{22}}{\text{Ca}^{51} \text{Na}^{27}}$
Potok Lesk L3	2008	$M^{0,59} \frac{\text{HCO}_3^{42} \text{SO}_4^{37} \text{Cl}^{21}}{\text{Ca}^{51} \text{Na}^{24} \text{Mg}^{20}}$
Hałda Stary Lesieniec H1	2008	$M^{0,6} \frac{\text{HCO}_3^{63} \text{Cl}^{27}}{\text{Ca}^{42} \text{Na}^{37}}$
Czerwony Strumień CS1	2008	$M^{0,99} \frac{\text{SO}_4^{49} \text{HCO}_3^{45}}{\text{Ca}^{51} \text{Mg}^{23} \text{Na}^{20}}$

9,98 mg*dm⁻³, 8,75 mg*dm⁻³ i 5,73 mg*dm⁻³. Żelazo (Fe³⁺) występowało w niewielkich koncentracjach dochodzących do 0,18 mg*dm⁻³.

W roku 2008 potok Lesk powyżej Kuźnicy Świdnickiej prowadzi wody 4-jonowe wodorowęglanowo-chlorkowo-wapniowo-sodowe, o przewodnictwie elektrolitycznym wody w zakresie od 197 do 631 μS*cm⁻¹ i odczynie od lekko kwaśnego do lekko zasadowego. W składzie jonowym dominują wodorowęglany (274,6 mg*dm⁻³), wapń (64,1 mg*dm⁻³), sód (61,4 mg*dm⁻³), chlorki (53,65 mg*dm⁻³) i siarczany (28,32 mg*dm⁻³).

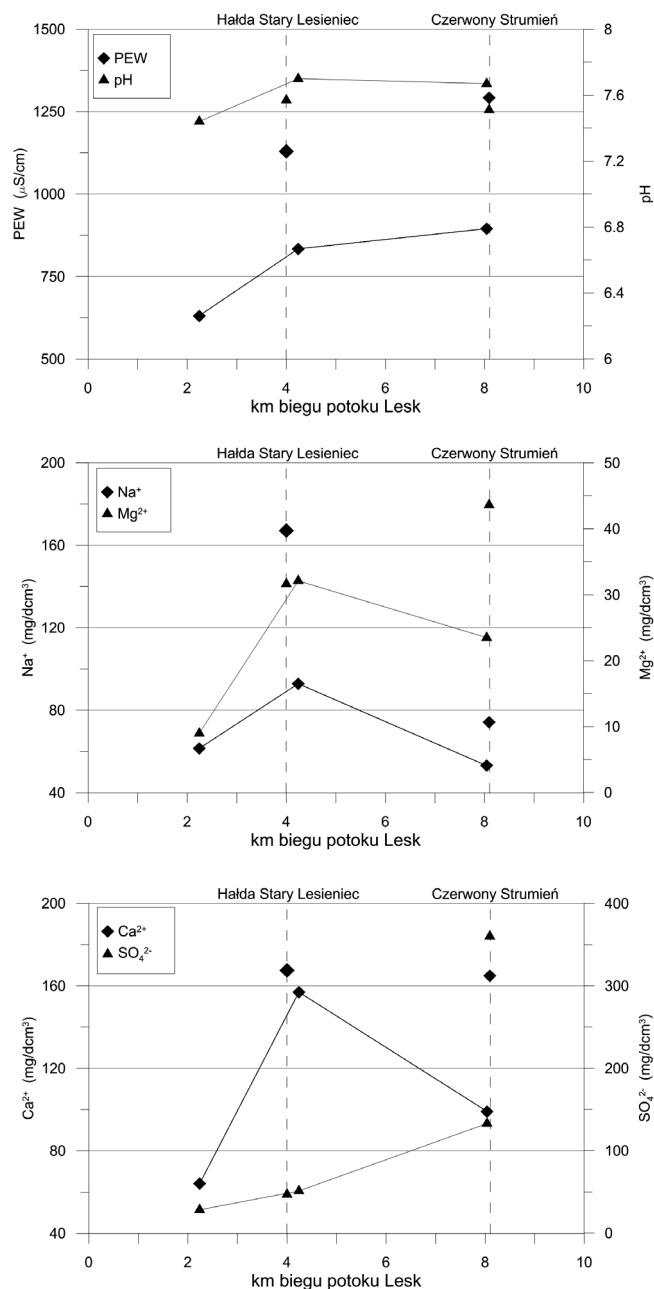
Optywając hałdę w Starym Lesieńcu, skład wód powierzchniowych potoku Lesk ulega zmianie. Wody przechodzą z 4-jonowych w 5-jonowe typu wapniowo-sodowo-wodorowęglanowo-chlorkowo-siarczanowego (ryc. 4), o pH wahającym się od 7,41 do 7,7 i PEW dochodzącym w okresie jesiennym do 834 μS/cm. Wśród anionów dominują azotany (630 mg*dm⁻³), wodorowęglany (123 mg*dm⁻³), chlorki (61 mg*dm⁻³) i siarczany (51,2 mg*dm⁻³), natomiast wśród kationów wapń (156,9 mg*dm⁻³), sód (92,9 mg*dm⁻³), magnez (32,1 mg*dm⁻³) i potas (25,4 mg*dm⁻³). Notowane są tu najwyższe koncentracje manganu dochodzące do 0,6 mg*dm⁻³.

Przy ujściu Czerwonego Strumienia potok Lesk prowadzi wody 6-jonowe wapniowo-sodowo-magnezowo-wodorowęglanowo-siarczanowo-chlorkowe, lekko zasadowe i przewodnictwie elektrolitycznym wody od 442 μS*cm⁻¹ w okresie wiosennym do 895 μS*cm⁻¹ w okresie jesiennym 2008 r. Wśród anionów dominują wodorowęglany (190 mg*dm⁻³), siarczany (133 mg*dm⁻³ – najwyższe notowane ilości w potoku Lesk), azotany (133 mg*dm⁻³) i chlorki (54,7 mg*dm⁻³), natomiast wśród kationów wapń (99 mg*dm⁻³), sód (53,2 mg*dm⁻³), magnez (23,5 mg*dm⁻³) i potas (13,1 mg*dm⁻³).

Czerwony Strumień. Wody Czerwonego Strumienia były badane w rejonie Boguszowa-Gorców przy ujściu do rzeki Lesk (punkt CS1). Potok ten prowadzi w tym miejscu wody 5-jonowe typu wapniowo-magnezowo-sodowo-siarczanowo-wodorowęglanowe, lekko zasadowe (pH 7,56–7,67), o najwyższym przewodnictwie elektrolitycznym wody notowanym na całym obszarze badań dochodzącym w okresie jesiennym do 1292 μS*cm⁻¹. Wśród anionów dominują wodorowęglany w wysokości 417 mg*dm⁻³ i siarczany w wysokości 360 mg*dm⁻³ (najwyższa wartość spośród obserwowanych), a wśród kationów wapń w wysokości 165 v, sód w wysokości 74 mg*dm⁻³ i magnez w wysokości 44 mg*dm⁻³.

5. Dyskusja

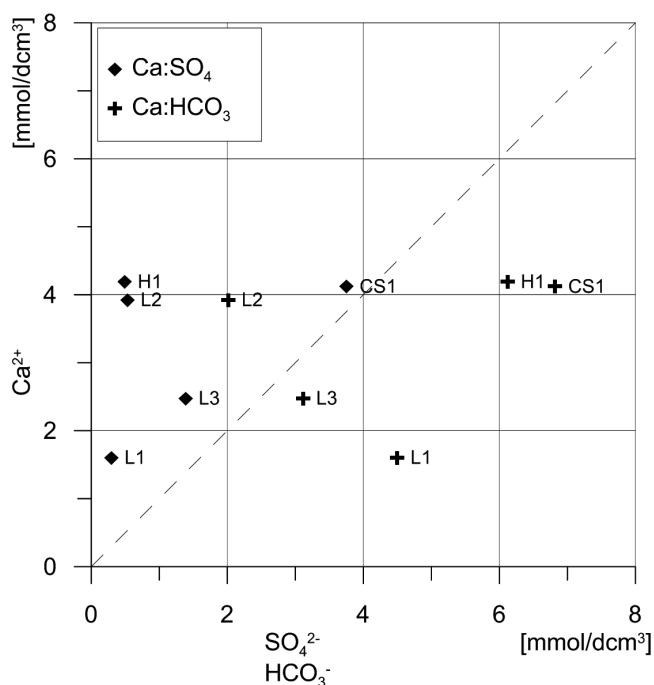
Przeprowadzone badania i analizy składu chemicznego wód powierzchniowych w źródłowej części potoku Lesk upoważniają do wysunięcia twierdzenia, że pomimo zaprzestania eksploatacji i likwidacji kopalń wałbrzyskiej części DZW obiekty związane z tą działalnością (głównie hałdy) oddziałują i będą jeszcze długo oddziaływać na wody podziemne i powierzchniowe powodując pogorszenie ich jakości.



Rys. 5. Rozkład wybranych parametrów fizykochemicznych wód powierzchniowych wzdłuż biegu potoku Lesk

Fig. 5. Distribution of selected physical and chemical parameters of Lesk Stream waters

Zauważalny jest dwukrotny wzrost wartości przewodnictwa elektrolitycznego wody w potoku Lesk w rejonie hałdy w Starym Lesieńcu (ryc. 5) oraz 2–3-krotny wzrost zawartości jonów sodu, potasu, wapnia i chlorków. Jony siarczanowe od wartości $28 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w górnym biegu wzrastają poprzez wartość $51 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w rejonie hałdy do $133 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w rejonie ujścia Czerwonego Strumienia.



Rys. 6. Stosunek molowy: 1 – $\text{Ca}^{2+} : \text{SO}_4^{2-}$, 2 – $\text{Ca}^{2+} : \text{HCO}_3^-$ w wybranych punktach badawczych

Fig. 6. Molar ratio between: 1 – $\text{Ca}^{2+} : \text{SO}_4^{2-}$, 2 – $\text{Ca}^{2+} : \text{HCO}_3^-$ in selected sampling points

W omawianych wodach z punktów L1, L2, L3 i H1 dominują wśród anionów węglany, siarczany, a wśród kationów wapń (tab. 1). Z porównania zawartości jonów wapnia w stosunku do jonów węglanowych i siarczanowych wynika, że w próbce pobranej z rowu wokół hałdy (H1) stosunki molowe $\text{Ca}^{2+} : \text{HCO}_3^- : \text{SO}_4^{2-}$ wynoszą w przybliżeniu odpowiednio 4 : 6 : 0,2 (ryc. 6), podobnie jak w próbce pobranej z Czerwonego Strumienia (CS1). W przypadku prób L1 i L3, a więc pobranych z miejsc, które są poza bezpośrednim wpływem hałdy, zawartość jonów wodorowęglanowych również jest w pewnej przewadze względem jonów wapnia. Stosunki molowe wynoszą odpowiednio 1,5 : 4,5 : 0,1 dla punktu L1 i 2,5 : 3 : 0,7 dla punktu L3. Odmienna sytuacja jest w przypadku próby L2 pobranej z potoku Lesk przepływającego obok hałdy. W próbce tej przeważają jony wapnia, których zawartość molowa wynosi 4 : 2 : 0,2 względem jonów węglanowych i siarczanowych. Hałda

ta może oddziaływać na wody potoku ze względu na bardzo małą odległość i ukształtowanie terenu sprzyjające przepływowi strumienia wód podziemnych od hałdy ku bazie drenażu – potokowi Lesk. Obecność jonów wapniowych i wodorowęglanowych może być spowodowana rozpuszczaniem minerałów węglanowych zawartych w skałach, natomiast jonów siarczanowych z utleniania pirytu. Efekt ten jest intensyfikowany w obrębie składowisk skał płonnych, gdzie ma miejsce utlenianie pirytu. Z podobnym efektem mamy do czynienia w obrębie hałd zlokalizowanych w noworudzkiej części DZW (Chudy, 2008). Nadmiar jonów wodorowęglanowych względem jonów wapnia może być wynikiem rozpuszczania dwutlenku węgla. Sprzyjać temu może dopływ wód głębszego krążenia wzbogaconych w dwutlenek węgla, przedstawiający się z głębszych partii górotworu poprzez drożne strefy tektoniczne. Wody opadowe infiltrujące przez hałdę będą uboższe w dwutlenek węgla, który pochodził będzie jedynie z rozpuszczania go w atmosferze. Tłumaczyłoby to w pewnym stopniu fakt stosunkowo niskiej zawartości jonów wodorowęglanowych w przypadku próby pobranej z hałdy (H1). Ze względu na zawartość wspomnianych wyżej jonów, można przypuszczać, że w każdej z prób wytrąci się węglan wapnia, którego iloczyn rozpuszczalności ($4,8 \cdot 10^{-9}$) jest znacznie mniejszy niż koncentracje jonów w próbach wody. Stężenie jonów jest natomiast zbyt małe, aby mógł wytrącić się siarczan wapnia. Jony siarczanowe natomiast mogły wytrącić się w postaci soli baru. W rejonie tym za czasów działalności kopalni DZW wydobywano również baryt, a zatem jest wysoce prawdopodobne, że w materiale hałdy obecne są skały zawierające jony baru. Iloczyn rozpuszczalności siarczanu baru wynosi $1 \cdot 10^{-10}$, co oznacza, że związek ten wytrąca się nawet przy niewielkich stężeniach jonów baru. Fakt ten tłumaczyłby nadmiar jonów wapnia względem jonów węglanowych i siarczanowych. Na obecnym etapie rozpoznania nie jest możliwa szersza interpretacja procesów hydrogeochemicznych zachodzących w obrębie skał karbońskich, jak i w obrębie hałdy skał płonnych. Następnym etapem badań będzie przeprowadzenie modelowania hydrogeochemicznego, obejmującego m.in. określenia wskaźników nasycenia (SI) względem wybranych faz mineralnych. Dopiero przeprowadzenie tego typu badań pozwoli z większą pewnością wskazywać procesy hydrogeochemiczne odpowiedzialne za obecny skład chemiczny wód powierzchniowych.

Wody Czerwonego Strumienia mają odmienny skład jonowy z dominującym anionem siarczanowym, a nie wodorowęglanowym. W wodach tych występuje również najwyższe przewodnictwo elektrolityczne wody oraz najwyższe koncentracje jonów siarczanowych spośród wszystkich badanych wód. Wskazywać to może na

intensywne oddziaływanie hałd zlokalizowanych w tym rejonie. Drugim elementem, który w ten sposób może oddziaływać na skład wód powierzchniowych może być wypływ wód z nieczynnych wyrobisk górniczych. Jednak o takich wypływach w tym rejonie brak informacji w dokumentacjach z okresu zakończenia eksploatacji i zatapiania kopalń (m.in.: Fiszer i in., 1994, 2000; Knyszyński 1995).

Wyniki badań zamieszczone w niniejszym artykule wskazują na konieczności rozszerzenia programu badań na tym obszarze o szczegółowe kartowanie hydrogeologiczne, badania mineralogiczno-petrograficzne skał składowanych na napowierzchniowych zwałowiskach. Następtwem tych prac powinno być wyznaczenia tła hydrogeochemicznego wód rejonu Boguszowa-Gorców po zaprzestaniu eksploatacji w DZW, a następnie rozpoznanie procesów hydrogeochemicznych, które kształtują skład wód podziemnych i powierzchniowych.

6. Literatura

- Chudy K., 2008:** *Zmiany warunków hydrogeologicznych w rejonie Niecki Nowej Rudy w związku z likwidacją kopalń węgla kamiennego*. Acta Universitatis Wratislaviensis Nr 3053. Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław.
- Fiszer J., Sawicki J., Czabaj W., Jerz U., 2000:** *Analiza przebiegu zatapiania wałbrzyskich kopalń i ocena jego wpływu na środowisko*. (mat. niepublikowany), Hydros, Oborniki Śląskie.
- Fiszer J., Sawicki J., Winnicki A., i in., 1994:** *Prognoza rekonstrukcji zwierciadła wód podziemnych i jej wpływ na powierzchnię terenu w obszarach górniczych kopalń wałbrzyskich w następstwie ich likwidacji*. (mat. niepublikowany), Politechnika Wrocławska, Filia Wałbrzych, Wrocław.
- Grocholski A., 1963:** *Wyniki badań geologicznych Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego*. Przegl. Geol. R. 21, nr 2.
- Knyszyński F., 1995:** *Ocena jakości wód podziemnych i powierzchniowych złoża antracytu „Wałbrzych – Gaj w Wałbrzychu”* (mat. niepublikowany), Warszawa.
- Kondracki J., 2000:** *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Michalkiewicz S., 1956:** *Górnictwo węglowe w Zagłębiu Wałbrzyskim do końca XVIII wieku*. Trybuna Wałbrzyska, Wałbrzych.
- Paczyński B. (red.), 1995:** *Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000*. PIG, Warszawa.
- Paczyński B., Sadurski., 2008:** *Hydrogeologia regionalna Polski. t. II Wody kopalniane*. PIG, Warszawa.
- Przeniosło S. (red.), 2007:** *Bilans kopalni i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2006*. PIG, Warszawa.
- Przybyłowicz J., 1981:** *Dokumentacja hydrogeologiczna KWK „Wałbrzych”* (mat. niepublikowany), Kombinat Geologiczny „Zachód” we Wrocławiu, Zakład Projektów i Dokumentacji Geologicznych, Wrocław.
- Wilk Z., 2003:** *Hydrogeologia polskich złóż kopalni i problemy górnictwa*. Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków.

CHEMICAL COMPOSITION OF SURFACE WATER IN UPPER PART OF LESK STREAM

Summary

In 1990, Polish coal mining was restructured due to change in geological law, resulting in the closure of the Lower Silesia Coal Region. After closure, the mines were flooded. This process caused changes in the ground water and surface water environment. The aim of this article is to evaluate surface water quality parameters. The research area is located in the upper part of the Lesk Stream catchment area and in the Czerwony Stream catchment area (Wałbrzych part of Lower Silesia Coal Region). This area has been subjected to environmental stress from mining from the middle ages to the 1990s.