

JADWIGA SERAFIN-RADLICZ

Instytut Geologiczny

MINERALIZACJA OGÓLNA WÓD A ICH METALONOŚĆ

UKD 556.314+550.42:546.3/.9:551,761.2:553.3/.4.041(438-14 Górny Śląsk)

Badania metaloności wód wglębnych, krążących bezpośrednio w skałach okruszczonych, nie narażonych na zanieczyszczenia powierzchniowe pozwalają zlokalizować źródło metali, zatem mogą stanowić wskaźnik poszukiwanego okruszczenia. Dlatego zaplanowano opróbowywanie wód z przewiercanych horyzontów wodonośnych w obszarze śląsko-krakowskim. W tym rejonie wykonywane są otwory wiertnicze poszukiwawcze w ramach realizacji projektu poszukiwań złóż cynkowo-ołowiowych. W wielu z nich przewidziano badania hydrogeologiczne, toteż pobranie próbek w celu określenia metaloności wód nie wymagało dodatkowych nakładów finansowych. Ze względu na trudności techniczne nie opróbowano takiej ilości otworów jak przewidywały powyższe pla-

ny. Próbkę wód pobrano tylko z samowypływów i to zaledwie z 10 otworów a mianowicie: Mz-37, Mz-44, Mz-46, Pz-8, Pz-9, A-5bis, IG-L-2, KW-9 i Kz-5.

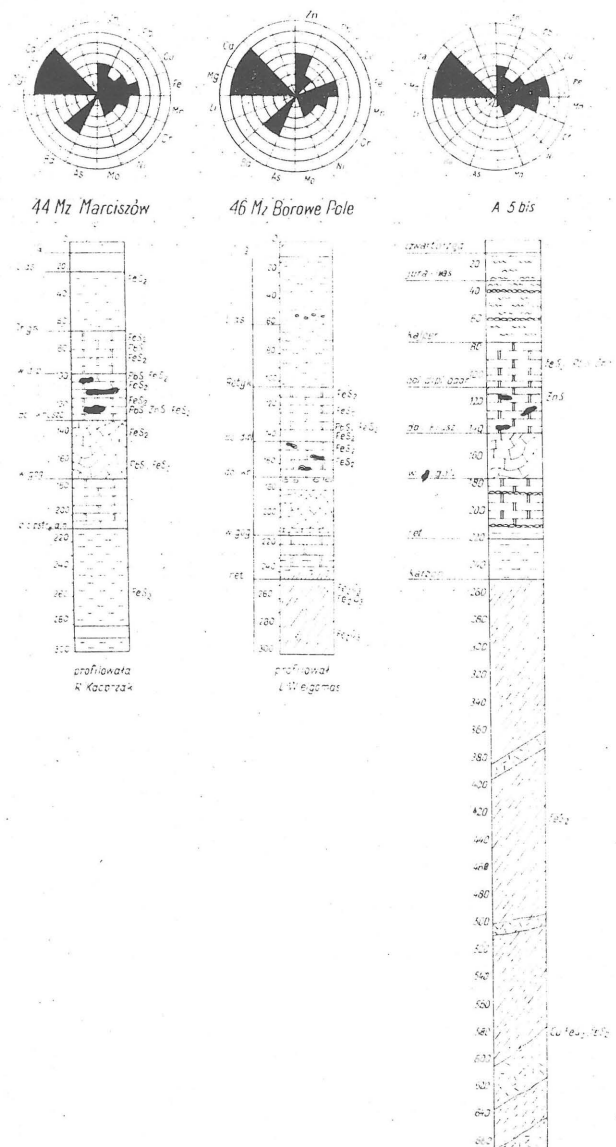
Ze względu na duży rozrzut otworów opróbowanych nie można było zestawić przekrojów hydrochemicznych (ryc. 1). Wyniki badań przedstawiono więc za pomocą diagramów kolistych na tle profilu litologicznego poszczególnych otworów wiertniczych, na których zaznaczono głębokość opróbowanych poziomów wodonośnych. Wody pochodziły wyłącznie ze skał wapienia muszlowego, występującego na różnych głębokościach: około 450 m na wschodzie, 70 do około 280 m w strefie środkowej i do ponad 400 m na zachodzie.

Wody pobierano do butelek polietylenowych w ilość-



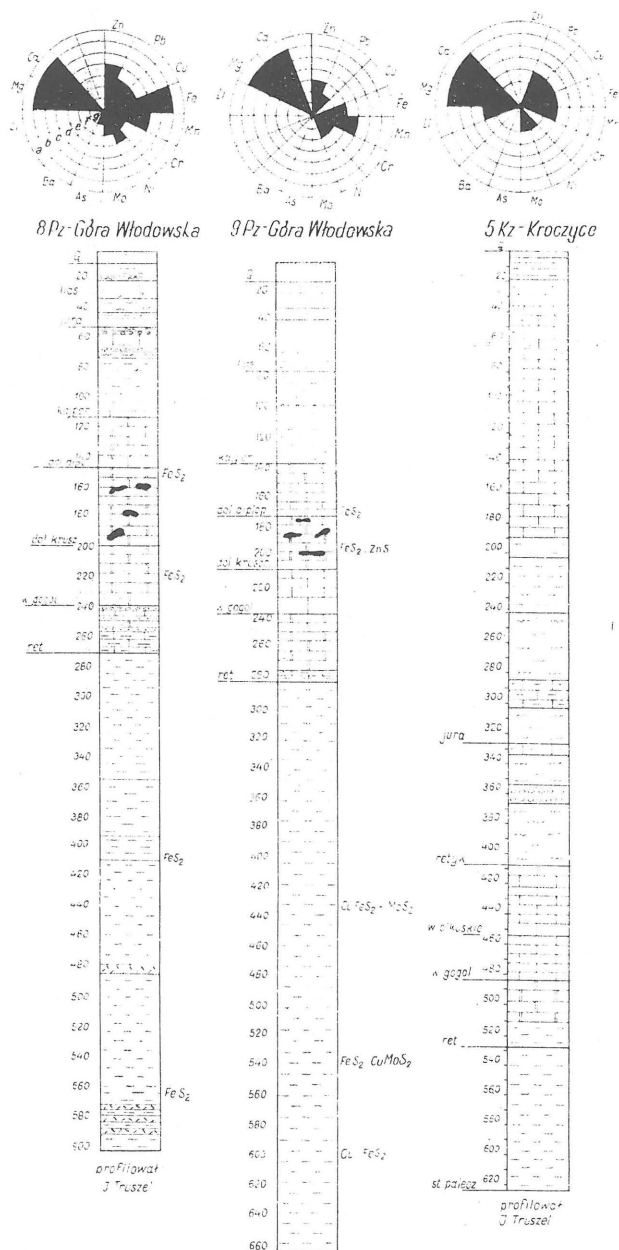
Ryc. 1. Lokalizacja opróbowanych otworów wiertniczych.

Fig. 1. Location of sampled boreholes.



Ryc. 3. Profile litologiczne otworów wiertniczych: 44-Mz, 46-Mz, A-5bis z wykresem metalności wód (objaśnienia jak przy ryc. 2).

Fig. 3. Lithological sections of the boreholes 44-Mz, 46-Mz and A-5bis and graph of metal content in water (explanations as given in Fig. 2).

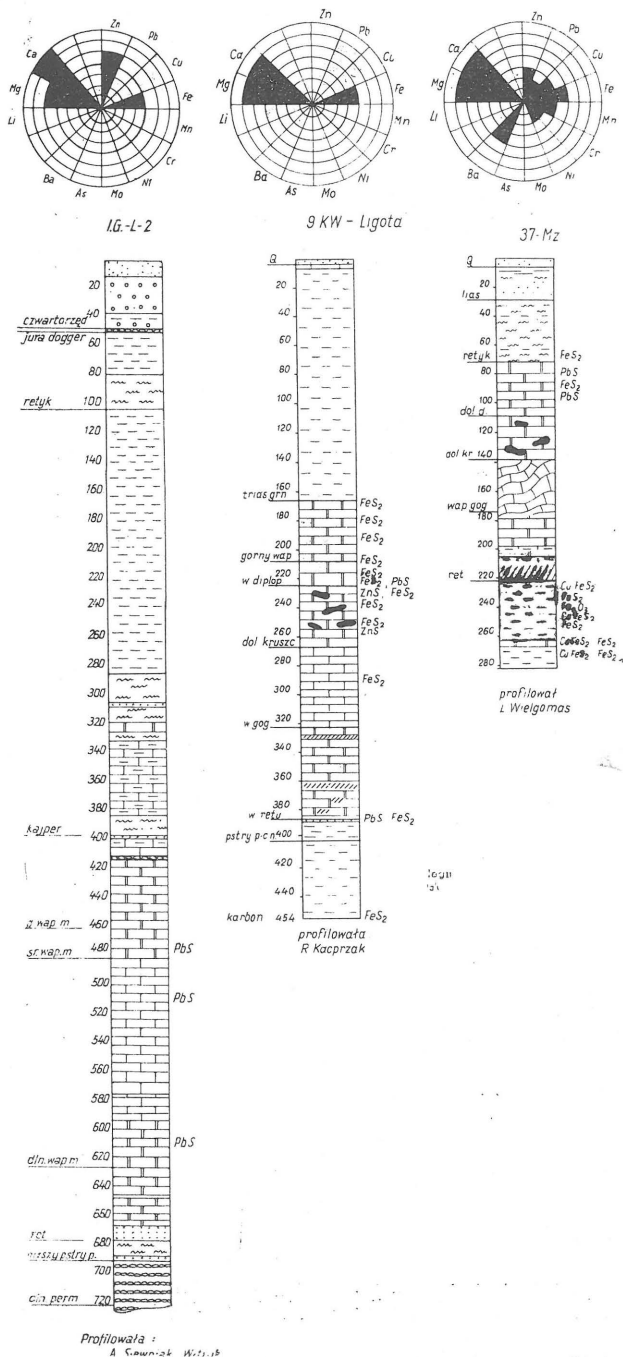


Ryc. 2. Profile litologiczne otworów: 8-Pz, 9-Pz, 5-Kz z wykresem metalności wód.

1 — żwiry, 2 — piaski, 3 — mułki, 4 — ily, 5 — zlepienie, 6 — piaskowce, 7 — mułowce, 8 — iłowce, 9 — łupki piaszczyste, 10 — łupki ilaste, 11 — margle, 12 — wapienie, 13 — wapienie faliste, 14 — dolomity, 15 — dolomity kruszonośne, 16 — gipsy, 17 — porfiry. a — 100 mg/l, b — 10, c — 1, d — 0,1, e — 0,01, f — 0,001, g — 0,0001.

Fig. 2. Lithological sections of the boreholes 8-Pz, 9-Pz and 5-Kz and graph of metal content in water.

1 — gravels, 2 — sands, 3 — silts, 4 — clays, 5 — conglomerates, 6 — sandstones, 7 — siltstones, 8 — claystones, 9 — sandy shales, 10 — clay shales, 11 — marls, 12 — limestones, 13 — wavy limestones, 14 — dolomites, 15 — ore-bearing dolomites, 16 — gypsum, 17 — porphyry. a — 100 mg/l, b — 10, c — 1, d — 0.1, e — 0.01, f — 0.001, g — 0.0001.



Ryc. 4. Profile litologiczne otworów wiertniczych: 37-Mz, 9-KW, IG-L-2 z wykresem metalonośności wód (objaśnienia jak przy ryc. 2).

Fig. 4. Lithological sections of the boreholes 37-Mz, 9-KW and IG-L-2 and graph of metal content in water (explanations as given in Fig. 2).

ci 1000 ml i zakwaszono stężonym kwasem solnym cz.d.a. (5 ml/l). Oznaczenia metali: Zn, Pb, Cu, Fe, Mn, Co, Ni, Cd, As, Mo, Cr, Ge, Li, (Se, Al, Mg, Ca, Ba i Sr wykonało Centralne Laboratorium IG w Warszawie metodą absorpcji atomowej oraz spektralną suchej pozostałości. Te same wody (próbki równoległe) zbadano pod względem ich własności fizyko-chemicznych w laboratorium Oddziału Górnośląskiego IG w Sosnowcu, składu gazowego w Przedsiębiorstwie Geologicznym w Krakowie oraz składu izotopowego w Laboratorium Fizyki i Techniki Jądrowej AGH w Krakowie.

WYNIKI BADAŃ I ICH INTERPRETACJA

Zawartość metali w zbadanych wodach wykazała różnicowanie ilościowe i jakościowe. Uwidoczniło

się ono najbardziej w wodach z otworów daleko od siebie usytuowanych a mianowicie w Kz-5 na wschodzie, KW-9 w strefie środkowej badanego rejonu i w IG-L-2 na zachodzie (ryc. 2, 3, 4). Wody z grupy otworów zlokalizowanych w rejonie Mrzygłodu cechuje duże podobieństwo (ryc. 3). Dominuje w nich cynk i żelazo. Wszędzie obecny jest ołów, miedź, mangan, nikiel i chrom. W kierunku północnym pojawia się też molibden i arsen. Porównując tę metalonośność do przejawów okruszczenia, które stwierdzono w rdzeniach wiertniczych tego rejonu wydaje się, że metale obecne w wodzie mają swe źródło głównie w okruszczeniu i przejawach okruszczenia siarczkowego, stwierdzonych w skałach węglanowych środkowego i dolnego triasu (sfaleryt, galena, pirit, markasyt) oraz w ilasto-piaszczystych łupkach paleozoicznych (chalkopirit, molibdenit).

Znamiennie jest, że wody z poziomu wodonośnego wapienia muszlowego w rejonie Góry Włodowskiej zawierają molibden. W rdzeniach otworów wiertniczych Pz-9 w tej miejscowości, na głębokości około 400 m, w łupkach staropaleozoicznych oraz w otworze badawczym A-5bis około Mrzygłodu, na głębokości około 430 m w porfirze stwierdzono makroskopowo molibdenit. I choć źródłem tego pierwiastka mogą być limonity, syderity, wulfenit, powelit, tlenki manganu i żelaza (np.: $FeO \cdot 3MoO_3 \cdot 8H_2O$; 1, 4) to wydaje się, że w tym rejonie należy wiązać molibdenośność wód z obecnością molibdenitu. Zjawisko to może wskazywać na wymianę wód krążących w skałach triasowych z głębszymi poziomami. Świadczy też ono o „wrażliwości” wód podziemnych na obecność różnych minerałów, przy czym dopiero przy odpowiedniej ich zawartości w skale można w wodzie oznaczyć dany pierwiastek z nich pochodzący.

Molibden stwierdzono też w wodach z warstw olkuskich na głębokości poniżej 420 m w otworze Kz-5, gdzie makroskopowo w rdzeniu nie stwierdzono jego minerałów. Otwór ten wykonano w odległości około 12 km na wschód od otworu Pz-9 w Górze Włodowskiej i otworu badawczego A-5 bis około Mrzygłodu. Różnica głębokości występowania poziomów wodonośnych w Górze Włodowskiej, Mrzygłodzi i w Kroczycach wynosi około 300 m. Wskazuje to na zapadanie ku E skał triasowych i uwarunkowany tym kierunek spływu wód. Zatem molibden oznaczony w wodzie w Kroczycach mógł przywędrować tu z Góry Włodowskiej czy Mrzygłodu. Wskazuje na to również uboższa i mniej zróżnicowana metalonośność innych pierwiastków w wodach w Kroczycach. Brak tu: cynku, chromu, arsenu. Żelaza mniej o 2 rzędy wielkości, a manganu i niklu o 1 rząd (ryc. 2).

Wody z otworu KW-9 w Ligocie i z otworu IG-L-2 w Dzielnej wykazały brak wielu metali z wyjątkiem żelaza, którego zawartość wynosi tu setne części mg/l (ryc. 4). Zawartość Pb, Cu, Mn, Cr, Ni, Mo, As była poniżej czułości zastosowanej metody spektralnej.

W rdzeniu wiertniczym z otworu KW-9 stwierdzono sporo siarczków żelaza w skałach od górnego wapienia muszlowego do dolomitów kruszczonośnych włącznie, na głębokości od 170—270 m w obrębie warstwy wodonośnej oraz sporadyczne skupienia siarczków żelaza i jedno PbS w recie, 100 m poniżej zbadanego poziomu wodonośnego. Związek żelazonośności wód i siarczków żelaza w skałach otaczających jest tu ewidentny.

W wodach z otworu IG-L-2, poza wysoką zawartością żelaza, występuje wysoka cynkonośność (dziesiąte części mg/l), brak natomiast innych metali tak powszechnie rozproszonych w wodach rejonu Mrzygłodu (ryc. 3, 4) i dalej na wschód. Odnośnie do mineralizacji ogólnej, wody z tego otworu różnią się wyraźnie od pozostałych wysoką koncentracją chlorków (142,5 mg/l), siarczanów (264,59 mg/l), kationów Ca^{2+} (130,18 mg/l) oraz wybitnie zasadowym pH (11). W innych otworach wody mają charakter przeważnie wodorowęglanowy, ilość SO_4^{2-} , Cl^- i Ca^{2+} mieści się w granicach kilku-, najwyżej kilkudziesięciu mg/l, a odczyn pH jest obojętny (przeważnie 7 do 7,5). Oznaczenia te wykonało laboratorium Oddziału Górnośląskiego w Sosnowcu. Wysoką zawartość siarczanów i kationów wapnia w wodzie wywołują liczne wtrącenia gipsu, obecne zarówno w opróbowana-

nej warstwie wodonośnej, jak i w nadległych utworach kajpru i skałach podścielających dolny wapień muszlowy (ryc. 4).

Dziwny może się wydawać brak ołowiu w wodach tego otworu, bowiem w rdzeniu wiertniczym i to w obrębie warstwy wodonośnej oraz poniżej notowana liczne wprysnięcia galeny. Przypuszczać można, że przyczyną tego jest alkaliczny odczyn tutejszych wód. Siarczki ołowiu występujące w przyrodzie mogą przejść do roztworu w kwaśnym środowisku ponieważ są trudno rozpuszczalne. W skałach nie obserwowano siarczków żelaza, które są główną przyczyną zakwaszenia wód podziemnych w rejonach okruszczowanych. Powyższe uzasadnienie jest zgodne z ogólnie znaną zależnością koncentracji metali w wodzie od pH. Alkaliczny charakter powoduje w większości przypadków wytrącenie się ich w postaci wodorotlenków i innych związków (30). Odwrotne zjawisko stwierdzono w wodach kopalnianych w rejonie Chrzanowa. Wzrost zawartości metali w wodzie (Fe, Mn i Cu) nastąpił tu w czasie eksploatacji rud Zn-Pb, zawierających podwyższoną zawartość siarczków żelaza (2).

WNIOSKI

1. Metaloność wód jest uwarunkowana obecnością kruszców głównie w skałach wodonośnych i otaczających je; może także pochodzić z wymiany wód z innymi poziomami wodnymi.

2. Różnorodny zestaw metali w wodzie jest przejawem bogatszej paragenety mineralnej rud. Również skład anionów w wodzie zależy od charakteru litologicznego skał kontaktujących z wodami.

3. Wody z rejonu Mrzygłodu i Góry Włodowskiej cechuje bogatszy zestaw metali (ryc. 2, 3) niż wody z Ligoty (ryc. 4) i Dzielnej (ryc. 4). Również ogólna mineralizacja wód jest inna w tych rejonach. Koło Mrzygłodu wody są wodorowęglanowe (200 mg/l HCO_3^-), z małą ilością siarczanów (kilkanaście mg/l). W kierunku zachodnim (KW-9) obok wysokiej twardości węglanowej występuje sporo siarczanów (118,10 mg/l). W Dzielnej (IG-L-2) woda jest przeważnie siarczanowo-chlorkowa (264,59 mg/l SO_4^{2-} i 142,5 mg/l Cl⁻). Odczyn jej jest alkaliczny (pH 11), a zawartość jonów sodowych wynosi 182 mg/l. Wpływa to na metaloność, która pozbawiona jest ołowiu i innych metali, a wzbogacona jedynie w cynk, pomimo że w skałach wodonośnych występuje galena. Tym wysokim pH można również wytłumaczyć brak innych metali trudno rozpuszczalnych (Co, Ni, Cr, Mo, As). Uchwycenie tej zależności ma doniosłe znaczenie dla interpretacji metaloności wód jako wskaźnika poszukiwanego okruszczowania. Wyciąganie wniosków bez znajomości ogólnej mineralizacji wód może prowadzić do fałszywej oceny wyników.

4. Na podstawie uzyskanych wyników można uznać za perspektywiczny obszar Mrzygłodu i przyległy w kierunku północno-zachodnim (Lubliniec), natomiast w kierunku wschodnim (Kroczyce) metaloność wód wydaje się nie mieć swego źródła *in situ*, lecz pochodzić z okruszczowania skał w rejonie Mrzygłodu i Góry Włodowskiej.

5. Celowe jest kontynuowanie powyższych badań jako wskaźnika dodatkowego dla lokalizacji otworów wiertniczych o charakterze poszukiwawczym.

LITERATURA

1. Fairbridge R. W. — The Encyclopedia of Geochemistry and Environmental Sciences. Van Nostrand Reinhold Comp. N. York 1972.
2. Sobczyński P., Szuwarzyński M. — Występowanie metali ciężkich w wodach rejonu chrzanowskiego. Rudy i Met. Niezel. 1972 nr 8.
3. Starmach K., Wróbel S., Pasternak K. — Hydrobiologia. PWN 1976.
4. Zabiński W. — Z badań geochemicznych strefy utlenienia śląsko-krakowskich złóż kruszców cynku i ołowiu. Pr. Geol. PAN 1963 nr 19.

SUMMARY

The chemical composition and metal content of waters from Triassic (Muschelkalk) rocks of the Upper Silesia were studied. A correlation between metal content and the type of general mineralization of water and lithology of aquifer rocks was found and some anomalies resulting from exchange of water between individual horizons were recorded.

The highest and most diversified metal content in HCO_3^- water was recorded in the Mrzygłód and Góra Włodowska region (Figs. 2 and 3). The share of sulfates increases to the west. Sulfate-chlorine waters enriched in Na ions and pH equal 11 occur in the Dzielna region (Fig. 4). The lack of hardly solvable metals (Pb, Co, Ni, Cr, Mo and As) is explained by the type of waters and their high pH values.

The knowledge of total water mineralization and of those dependences is of essential importance for interpreting metal content of these waters as an index in search for ores.

РЕЗЮМЕ

Авторами были проведены исследования химического состава и металлонности вод из триасовых отложений (раковинный известняк), пройденных в буровых скважинах расположенных в районе Верхней Силезии. Установлена коррелятивная связь между металлонностью и типом общей минерализации вод, а также литологией водоносных пород. Встречаются аномалии образовавшиеся в результате обмена воды с другими горизонтами. Самая богатая металлонность, так в количественном как и в качественном смысле, была определена в углеводородных водах в районе Мжитлода и Влодовской Гуры (прил. 2 и 3). К западу увеличивается содержание сульфатов. В районе местности Дзельна (прил. 4) встречаются сульфатно-хлоридные воды с повышенной концентрацией ионов Na и pH = 11. Отсутствие труднорастворимых металлов (Pb, Co, Ni, Cr, Mo и As) объясняют типом вод и их высоким pH.

Знание общей минерализации вод и описанных зависимостей имеет основное значение для интерпретации металлонности вод как показателя поисков оруденения.