

Krzysztof LABUS* Łukasz SZENDERA**

*Politechnika Śląska, Instytut Geologii Stosowanej

44-100 Gliwice, ul. Akademicka 2

** Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Noroeste de Espana

Oviedo; C/Asturias 2-1 Izda

HYDROCHEMICZNA REJONIZACJA ŹRÓDEŁ, PRZY ZASTOSOWANIU ANALIZY SKUPIEŃ, NA TERENIE PARKU KRAJOBRAZOWEGO GÓR OPAWSKICH

Streszczenie. Oznaczono i przeanalizowano fizykochemiczne parametry wód źródeł w obrębie PK Góry Opawskie. Na tej podstawie, przy zastosowaniu metod: aglomeracji i grupowania metodą k-średnich wydzielono trzy rejony hydrochemiczne o zróżnicowanych parametrach wód, odpowiadające terenom o odmiennej litologii. Jeden z wyodrębnionych rejonów reprezentuje relatywnie zanieczyszczone obszary rolnicze.

HYDROCHEMICAL REGIONALIZATION OF SPRINGS OF THE GÓRY OPAWSKIE PROTECTED LANDSCAPE AREA, BY MEANS OF CLUSTER ANALYSIS

Summary. Physic-chemical parameters of spring waters from the Góry Opawskie Protected Landscape Area were measured and analyzed. Three hydrochemical regions, characterized by different water parameters values, with respect to the lithology within their areas, were ascertained by means of cluster analysis: joining and k-means grouping. One of the regions is representing relatively polluted, agricultural areas.

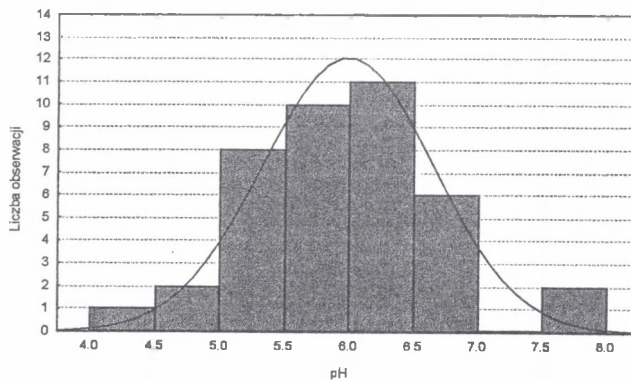
1. Wstęp

Analizowany obszar znajduje się w centralnej części podregionu głuchołaskiego wydzielonego w obrębie Regionu Sudeckiego. We wschodniej części tego podregionu dominują wody szczelinowe utworów osadowych karbonu dolnego. W części zachodniej poziomem użytkowym, o niewielkiej wydajności studni (1,3 do 7 m³/h, przy depresjach od 15 do 30 m) są utwory krystaliczne i metamorficzne paleozoiku i prekambriu. Swobodne lub lekko napięte zwierciadło tych poziomów znajduje się na głębokości od kilku do 30 m. Obecne tu wody szczelinowe znajdują się pod wpływem infiltracji wód atmosferycznych. Wody w utworach czwartorzędu, zasilanych głównie przez wody opadowe, charakteryzuje najczęściej zwierciadło swobodne, występujące do głębokości 20 m. Zróżnicowana wydajność studni dla poziomów czwartorzędowych wynosi około od 1,0 do 8,7 m³/h, przy depresjach od 5 do 27 m [2]. Na badanym obszarze dominują tereny leśne pokrywające Górę Chrobrego i masyw Biskupiej Kopy. Tereny rolne zajmują: okolice Jarnołówka oraz Podlesia i Gęstwiny.

Kartowanie krenologiczne przeprowadzono w sezonie wiosennym i zimowym 2002 roku. Określano temperaturę powietrza oraz zgodnie z przyjętymi ogólnie zasadami [5] parametry fizykochemiczne wód: temperaturę, pH, przewodność właściwą i potencjał redoks. Dokonywano opisu wystąpień wód, podając równocześnie ich lokalizację. Zinventaryzowano 88 źródeł, z których wyodrębniono 40 reprezentatywnych (wyraźnych, o możliwych do określenia parametrach fizykochemicznych i wydajności). Przy zastosowaniu metod analizy skupień wyodrębniono grupy źródeł o podobnych parametrach wód. Ich położenie powiązano z litologią ośrodka skalnego obszarów występowania.

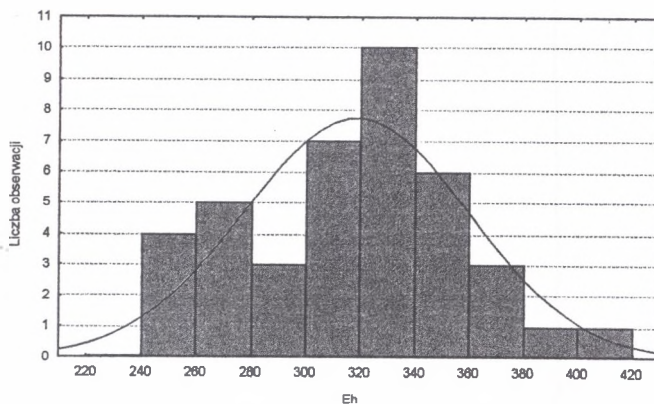
2. Fizykochemiczne parametry wód

Charakterystyki subpopulacji zbadanych w terenie parametrów wód przedstawiono graficznie (rys. 1-3) i skomentowano poniżej.



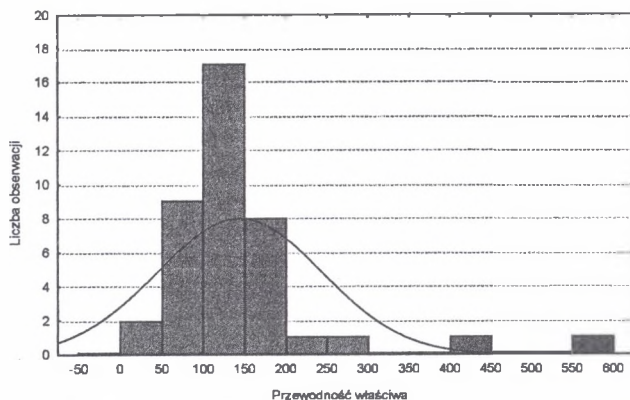
Rys. 1. pH badanych wód

Fig. 1. pH of analyzed waters



Rys. 2. Eh badanych wód [mV]

Fig. 2. Eh of analyzed waters [mV]

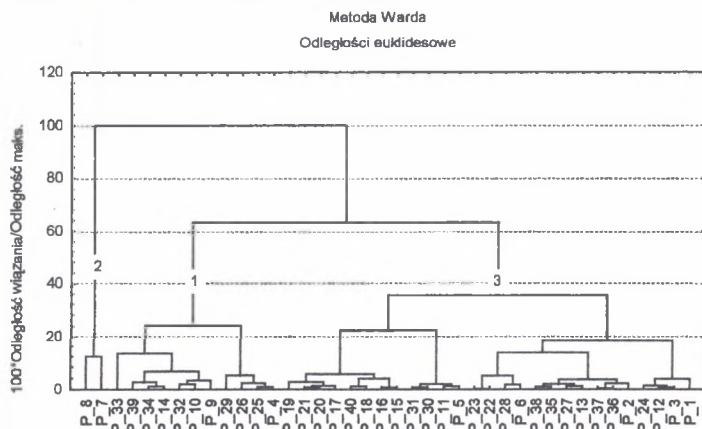


Rys.3. Przewodność właściwa badanych wód [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
 Fig.3. Specific conductivity of analyzed waters [$\mu\text{S}/\text{cm}$]

Odczyn badanych wód był najczęściej lekko kwaśny. Jest to uzasadnione rumoszowym charakterem źródeł, które odprowadzają słabo zmienione wody opadowe. Ośrodek wodonośny zbudowany jest głównie z okruchów niewęglanowych skał metamorficznych - kwarcytów, granitognejsów, metałowców i szarogłazów.

Jakkolwiek wszystkie pomiary wskazały na utleniające warunki przepływu wód, to dwumodalny rozkład populacji pomiarów Eh świadczyć może o występowaniu dwóch odmiennych środowisk: położonego tuż pod powierzchnią terenu i nieco głębszego. Spadek potencjału Eh można także tłumaczyć procesami rozkładu materii organicznej w strefie aeracji [3]. Wartości Eh są ujemnie skorelowane z pH badanych wód ($r=-0,54$; $p<0,01$). Oznaczałoby to, iż niższy odczyn pH jest związany z bardziej utleniającym środowiskiem (np. płytko występujących wód zasilanych przez opady)

Przewodność właściwa badanych wód jest niewielka i świadczy o ich niskiej mineralizacji, poniżej $0,5\text{g}/\text{l}$ [1,4]. Rezultaty pomiarów przewodności, poniżej $50\ \mu\text{S}/\text{cm}$, mogą reprezentować wody o charakterze czystej niemal wody opadowej. Wartości powyżej $300\ \mu\text{S}/\text{cm}$, jako leżące poza obszarem tła hydrochemicznego, należy zakwalifikować jako odpowiadające wodom zanieczyszczonym [3].



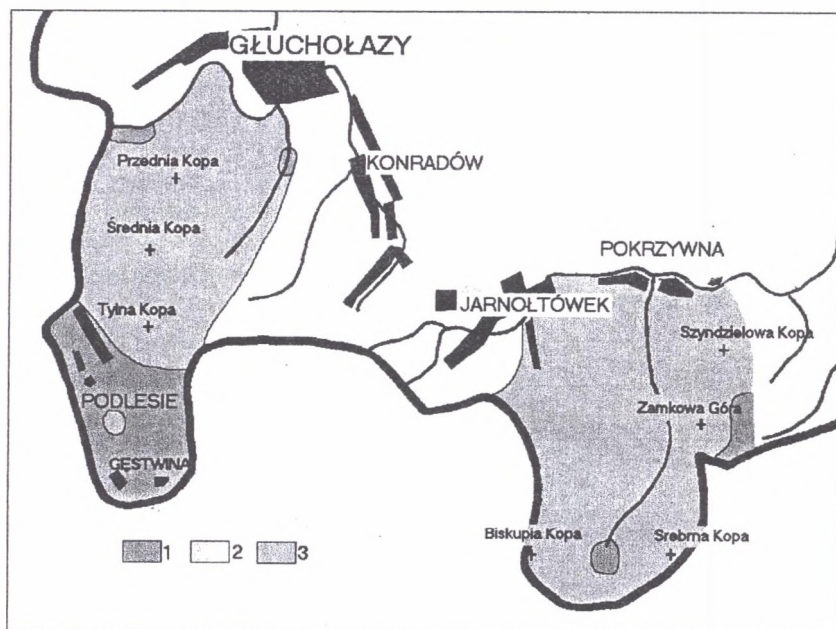
Rys.4. Dendrogram grupowania próbek wód (1,2,3 - numery grup - skupień)
 Fig. 4. Hierarchical tree of samples (1, 2, 3 - group numbers)

Wobec populacji oznaczeń charakteryzujących pobrane próbki zastosowano także analizę skupień. Miała ona na celu wyodrębnienie grup próbek, charakteryzujących się podobnymi parametrami, reprezentujących podobne warunki formowania chemizmu wód. Zinterpretowano istnienie 3 grup (skupień) próbek (rys. 4). Grupa I - obejmuje 11 próbek; grupa - II tylko 2 próbki, natomiast grupa III - 27 próbek.

Skupienie nr 1 (średnie pH, Eh i przewodność odpowiednio: 6,38; 293,5 mV i 184,7 $\mu\text{S/cm}$) grupuje próbki wód pochodzących ze źródeł zlokalizowanych głównie na terenie Gęstwiny, Podlesia oraz nad zakolem Białej Głuchołaskiej, na NW stoku Góry Chrobrego i na Górze Zamkowej w Pokrzywniej. Skupienie nr 2 (średnie pH, Eh i przewodność odpowiednio: 5,93; 292,3 mV i 507,1 $\mu\text{S/cm}$) - próbki pobrane na terenach rolnych na E od Konradowa i w Jarnołtówku. Pozostałe próbki lokują się w skupieniu nr 3 (średnie pH, Eh i przewodność odpowiednio: 5,83; 330,3 mV i 99,8 $\mu\text{S/cm}$). Średnie wartości parametrów charakteryzujące wydzielone grupy, przedstawiono w tab. 1

Tabela 1
Średnie wartości parametrów hydrochemicznych w wydzielonych grupach

	pH	Eh [mV]	PEW [$\mu\text{S/cm}$]
Grupa I	6,38	293,5	184,7
Grupa II	5,93	292,3	507,1
Grupa III	5,83	330,3	99,8



Rys. 5. Lokalizacja grup próbek wydzielonych na podstawie analizy skupień
Objaśnienia: 1, 2, 3 - obszary występowania wód zaliczonych do grup 1, 2 i 3
Fig. 5. Localities of samples groups ascertained by means of cluster analysis
Explanations: 1, 2, 3 - areas of occurrence of waters within groups 1, 2 and 3

Populacja próbek zaliczanych do skupienia 1, na tle pozostałych skupień, wyróżnia się najwyższą przeciętną wartością pH i średnią przewodnością. Odpowiadają one głównie źródłom zlokalizowanym w obrębie lub bezpośrednim sąsiedztwie wychodni silnie zwięzłych granitów i granitognejsów. Obydwie próbki skupienia 2 charakteryzuje najwyższa przewodność, przekraczająca tło hydrogeochemiczne (143,5 +/-. 99,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Próbkę reprezentują wody z relatywnie zanieczyszczonych terenów rolniczych, zlokalizowanych na glebach gliniastych i lessowych. Populacja próbek skupienia 3 charakteryzuje się najniższą przewodnością. Są to próbki pobrane ze źródeł na obszarach wychodni łupków fyllitowych, szarogłazów oraz kwarcytów (rys. 5).

3. Wnioski

Większość badanych źródeł ma charakter rumoszowy, zatem czas pomiędzy alimentacją a odpływem jest krótki, a litologia ośrodka wodonośnego nie sprzyja alteracji wód. Odczyn badanych wód był przeważnie lekko kwaśny. Przepływ wód odbywa się w warunkach utleniających; rozkład populacji pomiarów świadczyć może o występowaniu dwóch środowisk różniących się nieco wartościami Eh. Badane wody są słabo zmineralizowane - poniżej 0,5g/l.

Na podstawie analizy skupień wyodrębniono 3 grupy próbek wód charakteryzujących się odmiennymi parametrami. Populacja próbek reprezentujących źródła zlokalizowane głównie w obrębie wychodni granitów i granitognejsów charakteryzuje się najwyższą średnią wartością pH - 6,38. Próbkę z zanieczyszczonych terenów rolniczych wykazują najwyższą przewodność właściwą - 507,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Wody pobrane ze źródeł na obszarach wychodni łupków fyllitowych, szarogłazów oraz kwarcytów cechuje niska przewodność - około 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ i wysoki potencjał Eh - 330,3 mV.

LITERATURA

1. Hem.J.D.: Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. US Geological Survey Water Supply paper 2254, 1985, pp. 264.
2. Kolago C. (red.), Czerski M., Michniewicz M., Mroczkowska B., Wojtkowiak A.: Mapa hydrogeologiczna Polski - Arkusz Nysa - 1:200 000. Wyd. Geol., Warszawa 1986.
3. Macioszczyk A.: Hydrogeochemia. Wyd. Geol. Warszawa 1987.
4. Pazdro Z., Kozerski B.: Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol., Warszawa 1990. pp. 624.
5. Witczak J., Adamczyk A.: Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania, t. II. Bibl. Monitoringu Środowiska. Warszawa 1995.

Recenzent: Prof. Dr hab. inż. Andrzej Rózkowski

Abstract

Surveyed area is situated within eastern part of the Sudetic Region, where domination of fissure waters is observed in Lower Carboniferous clastic series, and in Paleozoic and Precambrian crystalline and metamorphic formation. Waters of Quaternary aquifers are recharged here mainly by precipitation.

We examined water parameters of 88 springs; water temperature, pH, Eh and specific conductivity were measured using *in situ* techniques. Three groups of springs were ascertained by means of cluster analysis, performed on parameters of waters from 40 representative localities. Their situation was then interpreted with relation to the lithology.

Group of springs situated within outcrops of granites and gneisses is characterised by the highest pH mean value - 6,38. Low conductivity (about 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) and the highest Eh (330,3mV) are typical for waters from the areas where phyllites and quartzites occur. Samples from the relatively most polluted agricultural areas showed increased specific conductivity 507,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$.