

Zmienność mineralizacji wód górnokredowych Gorzanowa

Barbara Kielczawa*

Wody zmineralizowane Gorzanowa, mimo zróżnicowania stopnia mineralizacji charakteryzują się stałością względnego składu jonowego. W ukształtowanym typie hydrochemicznym wody, $\text{HCO}_3\text{-Ca(-Na)}$ wyróżniono dwie grupy wód. Oznaczono je na podstawie zawartości jonów Mg^{+2} , SO_4^{-2} i Cl . Omawiane wody stanowią mieszaninę dwóch rodzajów wód: słabo zmineralizowanej wody najpłytszego horyzontu lub wody bezpośredniej infiltracji i wody mineralnej głębokiego krążenia. Procentowy udział wód słabo zmineralizowanych w obrębie całego złoża wynosi od min. 2,5% do max. 77,8%. W dłuższym okresie obserwacji zauważa się zmienność udziału składowej słabo zmineralizowanej w poszczególnych ujęciach.

Słowa kluczowe: wody zmineralizowane, Gorzanów, mieszanie się wód, rozwój mineralizacji, Sudety

Barbara Kielczawa — **Mineralization variability waters from of Upper Cretaceous Gorzanów (Sudety Mts. SW Poland).** Prz. Geol., 48: 1195–1199.

S u m m a r y. Mineral waters from Gorzanów are characterized by stability of their relative ion composition. In a hydrochemical type of water, two groups can be distinguished. They are marked according to their ion contents (Mg^{+2} , SO_4^{-2} and Cl). Waters from wells in Gorzanów are a mixture of highly mineralized deep circulation waters and infiltration waters. The participation of infiltration waters in the whole deposit is between 2,5% and 77,8%. With research time the lability of low mineralized waters participation in Gorzanów intakes can be observed.

Key words: mineralized waters, Gorzanów, mixing process, evolution of mineralization, Sudety Mts.

Rozpoznaniem warunków geologicznych w jakich występują wody zmineralizowane (głównie szczawy) na Ziemi Kłodzkiej zajmowano się od XIX w. Badania koncentrowały się w starych uzdrowiskach jak np. Łądek, Duszniki czy Kudowa i dotyczyły głównie charakterystyki warunków geologicznych obszarów występowania źródeł wód mineralnych. Prowadzone od lat 50. XX w. szczegółowsze badania oraz obserwacje hydrogeologiczne i badania analityczne przyczyniły się do rozpoznania nie tylko warunków geologicznych, ale także warunków hydrogeochemicznych i hydrodynamiki złóż wód mineralnych oraz parametrów eksploatacyjnych ujęć. Podsumowanie prac prowadzonych zarówno przez badaczy niemieckich (przed II wojną światową) jak i polskich (po wojnie) można znaleźć w opracowaniach Teisseyre'a (1954) i Dominikiewicza (1951) — dla okresu przedwojennego oraz Fistka (1977) i Ciężkowskiego (1990) — dla powojennego okresu badań. W latach 1966–1967 również w Gorzanowie przeprowadzono prace wiertnicze, które pozwoliły lepiej rozpoznać warunki geologiczne i hydrogeologiczne najbliższego rejonu. Jednak kompleksowe rozpoznanie reżimu hydrogeologicznego złóż wód mineralnych jest nadal opracowane tylko dla miejscowości uzdrowiskowych.

Celem poniższych rozważań jest przedstawienie składu chemicznego wód Gorzanowa i jego zróżnicowania w poszczególnych ujęciach. Miejscowość ta jest szczególnym przypadkiem ze względu na duże ilości wypływającej z ujęć wody (nieco poniżej 2000 m³/d), która jednak nie jest w pełni zagospodarowana. Drugim powodem jest fakt, iż w latach 1975–1980 wody te były uznane za lecznicze.

Gorzanów jest położony w obrębie Ziemi Kłodzkiej, na której wody mineralne i zmineralizowane występują obecnie w kilku uzdrowiskach (Polanica, Długopole, Duszniki,

Kudowa, Łądek) i mniej znanych miejscowościach (Szalejów Górny, Stary Wielisław, Gorzanów, Nowa Bystrzyca, Szczawina, Nowa Łomnica, Bobrowniki, Jeleniów). Pod względem geologicznym jest to obszar na którym sąsiadują ze sobą jednostki strukturalne zbudowane ze skał krystalicznych i osadowych (ryc. 1a). Osadowe serie skalne kredy górnej, budujące samodzielną jednostkę tektoniczną — rów górnej Nysy Kłodzkiej, są obramowane od wschodu skałami krystalicznymi przynależnymi do metamorfiku śnieżnickiego, od zachodu zaś metamorfikiem orlickim i bystrzyckim (Sawicki, 1995; i in.).

Wody Ziemi Kłodzkiej, które zawierają dwutlenek węgla (CO_2), wypływają samoczynnie lub są ujęte studniami podzielić można na kilka grup. Pierwsza z nich to wody związane ze skałami krystalicznymi (łupkami łyszczykowymi i gnejsami) obrzeża i podłoża rowu Nysy. Cechują się one niską mineralizacją (0,5–1,4 g/dm³), niską temperaturą (ok. 9–10°C) oraz typem hydrogeochemicznym $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg(-Na)}$. Do drugiej grupy zaliczyć można wody występujące w kredowych osadach piaszczystych (tzw. piaskowcach ciosowych). Charakteryzują się one wyższym stopniem zmineralizowania (od 0,7 do ok. 2 g/dm³), wyższą temperaturą (12–15°C), typem $\text{HCO}_3\text{-Ca(-Na)}$ i wysoką wydajnością ujęć (rzędu kilkudziesięciu litrów na minutę). Trzecią grupę stanowią wody związane ze szczelinowatymi osadami górnej kredy (margle krzemionkowe). Cechuje je mineralizacja powyżej 2 g/dm³ i niewielka wydajność ujęć (do kilku litrów na minutę). Głównie są to wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$. Cechą wspólną wszystkich tych wód jest obecność rozpuszczonego w nich dwutlenku węgla. Według Fistka (1977) wody wypływające w Gorzanowie można zaliczyć do grupy drugiej — typu $\text{HCO}_3\text{-Ca(-Na)}$ oraz trzeciej, tj. typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ (tab. 1).

Obecnie w Gorzanowie wody zmineralizowane ujmowane są 11 studniami, których lokalizacja przedstawiona jest na ryc. 1b. Dwie spośród nich (nr 1 — Żłota Kaczka i nr 3) wykonano już na początku dwudziestego wieku w miej-

*Politechnika Wrocławska, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

Tab. 1. Skład chemiczny wód w zapisie skróconym i procentowy udział wód słabo zmineralizowanych w ujęciach Gorzanowa. Ujęcia uszeregowano według malejącej mineralizacji wód (zawartość poszczególnych jonów w % mval, Mog i zawartość CO₂ w g/dm³)

Nazwa ujęcia	Okres obserwacji	Liczba analiz	Skrócony zapis Kurlowa	Udział wód słabo zmineralizowanych [%]
nr 5–poziom dolny	1967–1976	14	$\text{CO}_2^{0,3-1,2} \text{M}^{1,6-1,7} \frac{\text{HCO}_3^{86-90} \text{Cl}^{5-8} \text{SO}_4^{3-7}}{\text{Ca}^{61-73} \text{Na}^{17-24} \text{Mg}^{7-11}}$	2,5–12,5
nr 6	1967–1998	16	$\text{CO}_2^{0,1-1,1} \text{M}^{0,8-1,3} \frac{\text{HCO}_3^{85-90} \text{Cl}^{5-8} \text{SO}_4^{4-8}}{\text{Ca}^{61-70} \text{Na}^{11-23} \text{Mg}^{9-16}}$	25–55
nr 5–poziom środkowy	1967–1998	18	$\text{CO}_2^{0,1-0,7} \text{M}^{0,6-1,3} \frac{\text{HCO}_3^{83-89} \text{SO}_4^{5-13} \text{Cl}^{5-8}}{\text{Ca}^{60-80} \text{Na}^{9-24} \text{Mg}^{7-23}}$	36,4–67,5
nr 7M	1998	1	$\text{CO}_2^{0,5} \text{M}^{1,1} \frac{\text{HCO}_3^{84} \text{Cl}^8 \text{SO}_4^8}{\text{Ca}^{63} \text{Na}^{22} \text{Mg}^{14}}$	41
nr 4b	1989–1999	5	$\text{CO}_2^{0,7-0,8} \text{M}^{1,0} \frac{\text{HCO}_3^{86-88} \text{SO}_4^{7-10} \text{Cl}^4}{\text{Ca}^{75-76} \text{Na}^{12-13} \text{Mg}^{10}}$	42–45
nr 4	1989–1998	2	$\text{CO}_2^{0,5-0,7} \text{M}^{0,9} \frac{\text{HCO}_3^{89-90} \text{SO}_4^{4-7} \text{Cl}^{5-6}}{\text{Ca}^{71-73} \text{Mg}^{13-14} \text{Na}^{11-13}}$	48,5–52
nr 4a	1998	1	$\text{CO}_2^{0,8} \text{M}^{1,0} \frac{\text{HCO}_3^{89} \text{SO}_4^6 \text{Cl}^5}{\text{Ca}^{76} \text{Na}^{13} \text{Mg}^{10}}$	49
nr 2	1961–1998	8	$\text{CO}_2^{0,5-0,6} \text{M}^{0,7-0,8} \frac{\text{HCO}_3^{87-88} \text{SO}_4^{8-9} \text{Cl}^{3-4}}{\text{Ca}^{74-76} \text{Mg}^{12-14} \text{Na}^{9-10}}$	57–60
nr 10R	1998	1	$\text{CO}_2^{0,6} \text{M}^{0,6} \frac{\text{HCO}_3^{89} \text{SO}_4^6 \text{Cl}^4}{\text{Ca}^{74} \text{Mg}^{17} \text{Na}^7}$	65
nr 1	1956–1999	37	$\text{CO}_2^{0,06-0,6} \text{M}^{0,4-0,5} \frac{\text{HCO}_3^{72-80} \text{SO}_4^{12-18} \text{Cl}^{4-7}}{\text{Ca}^{75-81} \text{Mg}^{14-20} \text{Na}^{4-5}}$	73–77,5
nr 3	1961–1981	3	$\text{CO}_2^{0,08-0,3} \text{M}^{0,4-0,5} \frac{\text{HCO}_3^{77-79} \text{SO}_4^{16-17} \text{Cl}^{4-6}}{\text{Ca}^{72-78} \text{Mg}^{17-20} \text{Na}^{4-6}}$	73,5–78

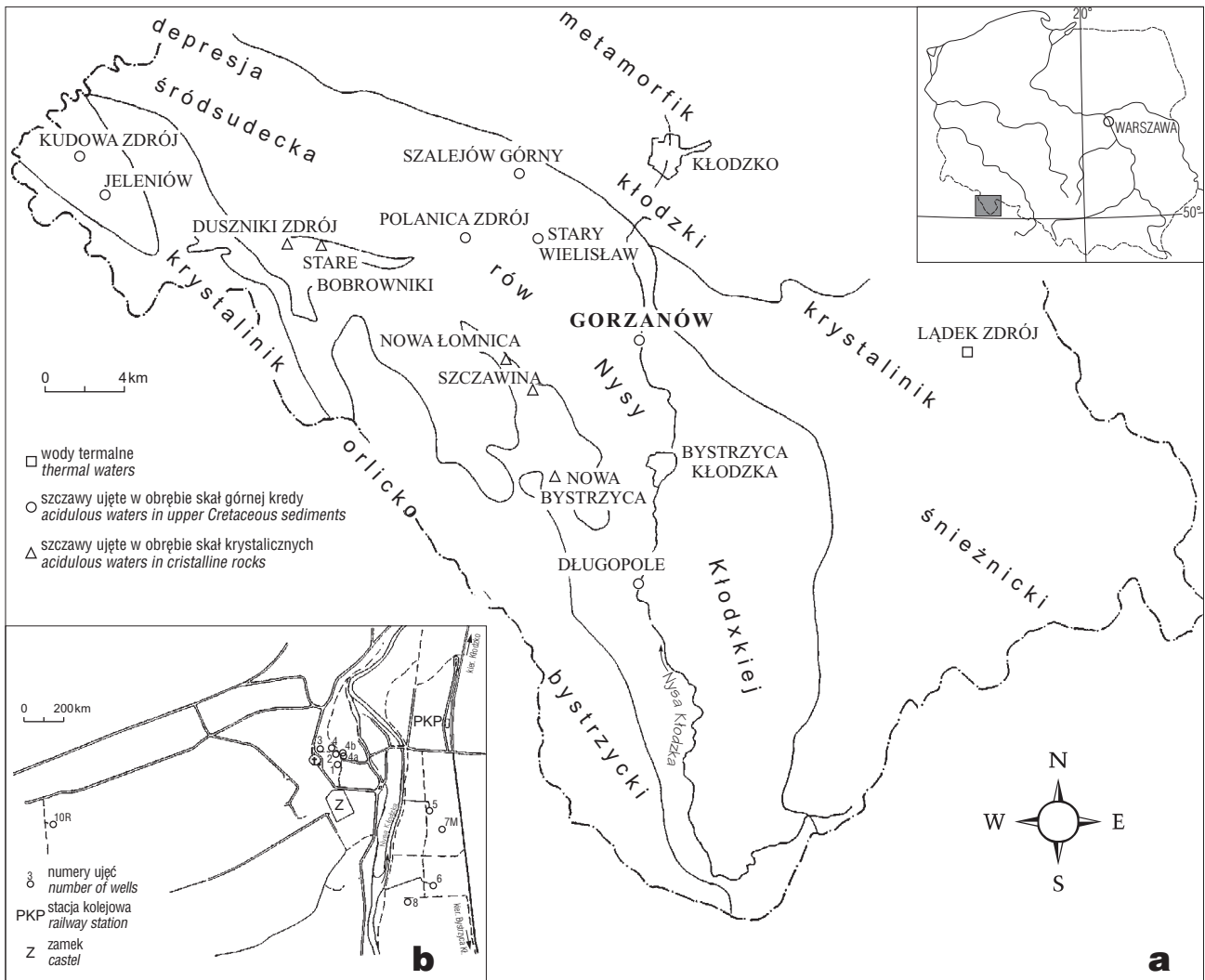
scach od dawna znanych źródeł. Cztery kolejne studnie — nr 2, 4, 4a i 4b — zostały wykonane jeszcze przed II wojną światową. Odwierty nr 5 i 6 — wykonano w latach 1966–1967. Jak podano w dokumentacji (Biel i in., 1967), w studni nr 5 ujęto dwa spośród trzech nawierconych poziomów wody i oznaczono jako poziom dolny i poziom górny. W dalszej części będą używane określenia poziom dolny (5pd) i poziom środkowy (5 ps) — zamiast poziom górny. Wprowadzona zmiana wynika z podanych, we wspomnianych materiałach, wydzielen hydrostratygraficznych. W okresie 1987–1988 wykonano studnię nr 10R, w 1993 r. odwiert 8 (obecnie nie eksploatowany) i w 1998 — studnię 7M. Obecnie gospodarczo wykorzystywane są tylko wody wypływające w ujęciach nr 1, 5 i 7M. Wody tych studni są konfekcjonowane przez rozlewnie wód: „Cyranka”, „Perełka” oraz „Mineral”, natomiast do studni nr 10R podłączono lokalną sieć wodociagową.

Omaiwane ujęcia udostępniają wody występujące w dolnych ogniwach kredowej serii osadowej rowu górnej Nysy Kłodzkiej. W osadach tych występują trzy poziomy wodonośne natomiast jedno kredowe piętro wodonośne. Pierwszy poziom (najpłytszy) jest związany ze spękaniem, szczelinowatymi marglami krzemionkowymi i ilasto-krzemionkowymi turonu środkowego. Drugi (środkowy) poziom stanowią wody obecne w środkowoturońskich

marglach i piaskowcach ciosowych. Trzeci (dolny) poziom natomiast jest ujmowany w piaskowcach ciosowych turonu dolnego i cenomanu.

Analiza składu chemicznego wód wykazała iż najwyższą mineralizacją (1,6 g/dm³) charakteryzują się wody dolnego poziomu wodonośnego ujęte w odwiercie nr 5 na głębokości 154–270 m p.p.t. (obecnie poziom odizolowany). Niższą mineralizację (M_{og} od 1,1 do 1,3 g/dm³) wykazują wody środkowego poziomu, nawiercone w studniach nr 5, 6 i 7M na głębokościach odpowiednio: 68,8, 111,5 i 94,0 m p.p.t. Podobnym stopniem zmineralizowania cechują się wody studni nr 4, 4a, i 4b (tab. 1). Mimo, iż nie jest dokładnie znany profil tych odwiertów, to jednak na podstawie domniemanej ich głębokości (Fistek, 1972), typu wody i stopnia jej zmineralizowania należy sądzić, że ujmują one ten sam, środkowy poziom wodonośny, który udostępniają odwierty nr 5, 6 i 7M. Ponieważ daleko posunięta korozja zarurowania studni przedwojennych doprowadziła do połączenia się poszczególnych poziomów, wody obecnie nimi wypływające wykazują niższą mineralizację w stosunku do wielkości mineralizacji wód ujętych w studniach młodszych (tj. nr 5, 6, 7M).

Najniższą mineralizacją (0,5–0,7 g/dm³), spośród omawianych, charakteryzują się wody wypływające w ujęciach nr 1 („Złota Kaczka”), 3, 10R i 2.



Ryc. 1. a — Występowanie wód zmineralizowanych na obszarze Ziemi Kłodzkiej na tle uproszczonej budowy geologicznej wg Sawickiego (1995), **b** — plan sytuacyjny ujęć Gorzanowa

Fig. 1. a — Appearance of mineralized waters in Ziemia Kłodzka against the background of geological feature after Sawicki (1995), **b** — The location plan of wells from Gorzanów

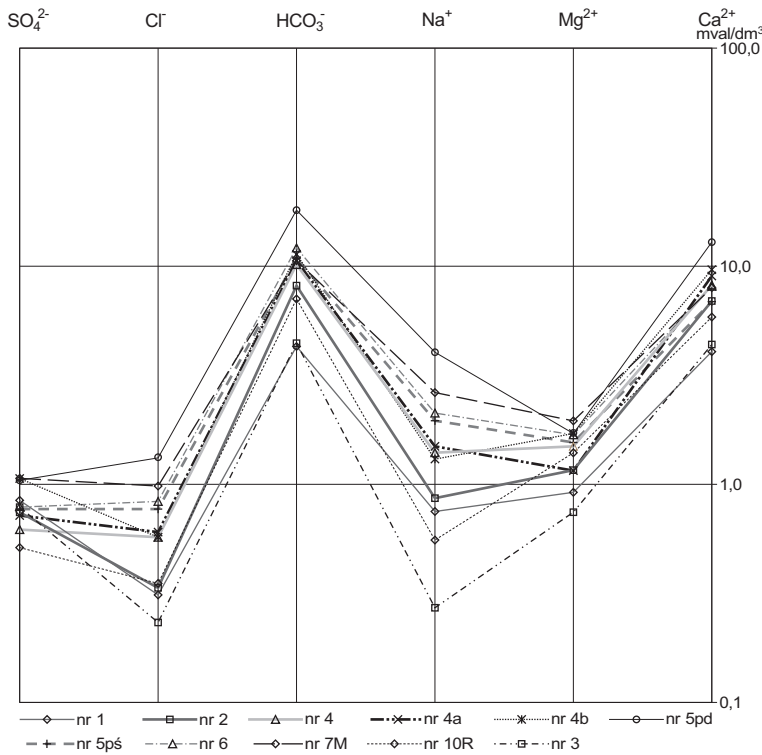
Można zauważyć, że pomimo zróżnicowania stopnia zmineralizowania, omawiane wody charakteryzują się stabilnością względnego składu jonowego. Wykształcony typ hydrochemiczny wody jest ten sam, tj. $\text{HCO}_3\text{-Ca (-Na)}$ co obrazowo przedstawiono na zbiorczym wykresie Schoellera (ryc. 2).

Sugerując się podobieństwem linii łamanych obrazujących skład wód z poszczególnych ujęć wydzielono dwie grupy wód występujących w Gorzanowie. Pierwsza grupa to wody z ujęć nr 1, 2, 3, 4, 4b i 10R, w których względna zawartość jonu Mg^{+2} jest wyższa od zawartości jonu Na^+ . Podobna zależność jest widoczna w przypadku jonów SO_4^{-2} i Cl^- . W przypadku wód ujętych studniami drugiej grupy: nr 4a, 5, 6 i 7M jony Na^+ dominują nad jonami Mg^{+2} , natomiast zawartość jonu Cl^- — jeśli nie przewyższa ilości jonu SO_4^{-2} — jest w przybliżeniu jej równa. Najogólniej, wzrost zawartości poszczególnych jonów jest proporcjonalny do wzrostu ogólnej mineralizacji.

Przedstawione obserwacje pozwalają stwierdzić, że wody ujęte w studniach w Gorzanowie stanowią mieszaninę dwóch rodzajów wód: bardzo słabo zmineralizowanej

wody najpłytszego poziomu lub wody bezpośrednio infiltracji i wody o wyższym stopniu zmineralizowania uformowanej na dużych głębokościach.

Opierając się na metodzie Ogilviego (Owczynnikow, 1963) sporządzono wykres (ryc. 3) przedstawiający proces mieszania się wód w omawianych studniach. Sama metoda opiera się na poglądzie, że jeżeli obserwowana woda powstaje w wyniku mieszania się dwóch wód charakteryzujących się różnym stopniem zmineralizowania, to zależność pomiędzy mineralizacją powstałej wody a zawartością poszczególnych jonów ma charakter liniowy. Zatem punkty przedstawiające ilość określonego jonu w wodzie będącej efektem mieszania (rozcieńczania) powinny leżeć na prostej, bądź też blisko niej. Widoczne odchylenia punktów od prostych przedstawiających proces rozcieńczania wód w poszczególnych ujęciach, wynikają ze zróżnicowania mineralizacji wód rozcieńczających dopływających do ujęć, jak również z niejednoczesnego opróbowania studni (Ciężkowski & Szarszewska, 1978). Umieszczona pod wykresem dodatkowa skala procentowa umożliwia określenie ilościowego udziału obu rodzajów



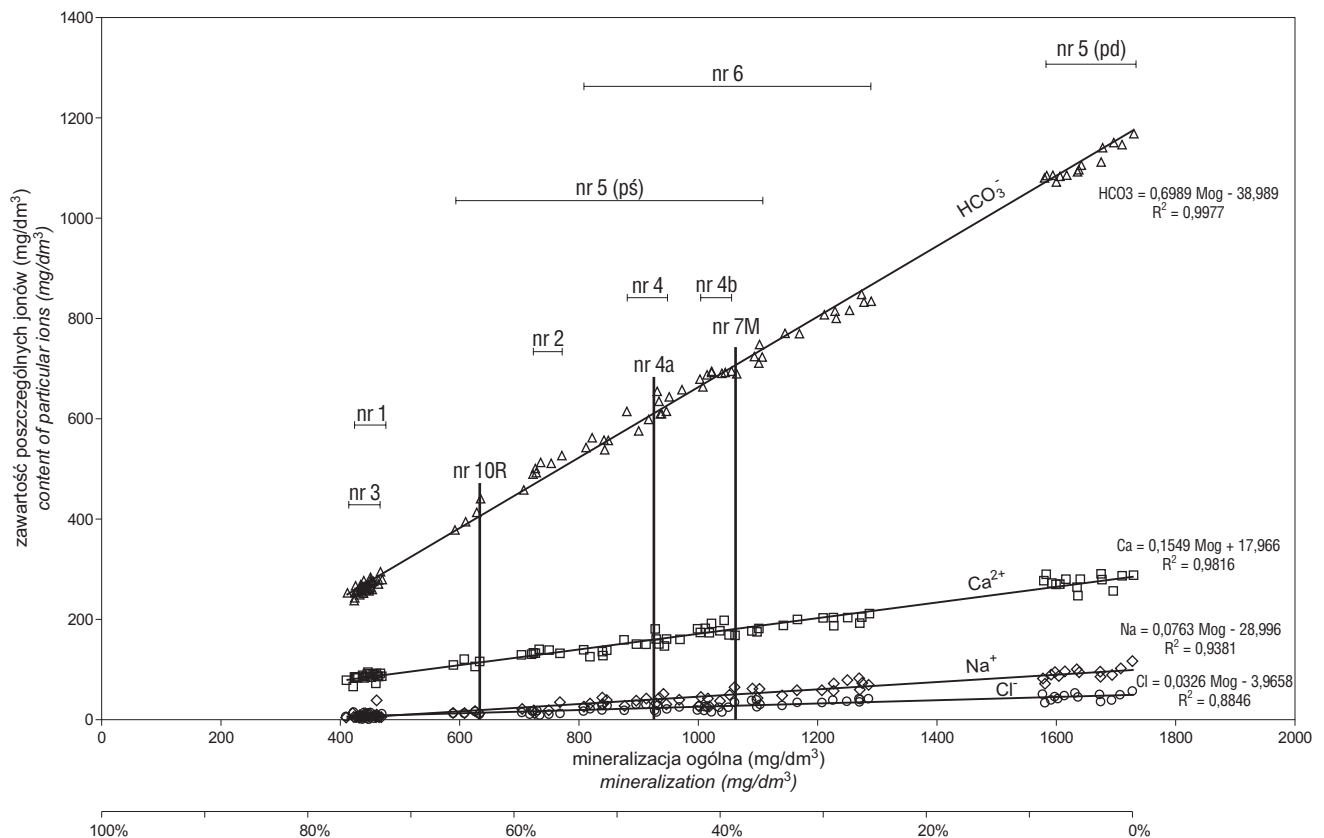
Ryc. 2. Podstawowy skład jonowy wód Gorzano-
wa na wykresie Schoellera
Fig. 2. Basic ion composition of waters from
Gorzanów of the Schoeller's diagram

wód w mieszaninie (odpowiednie wartości zestawiono w tab. 1).

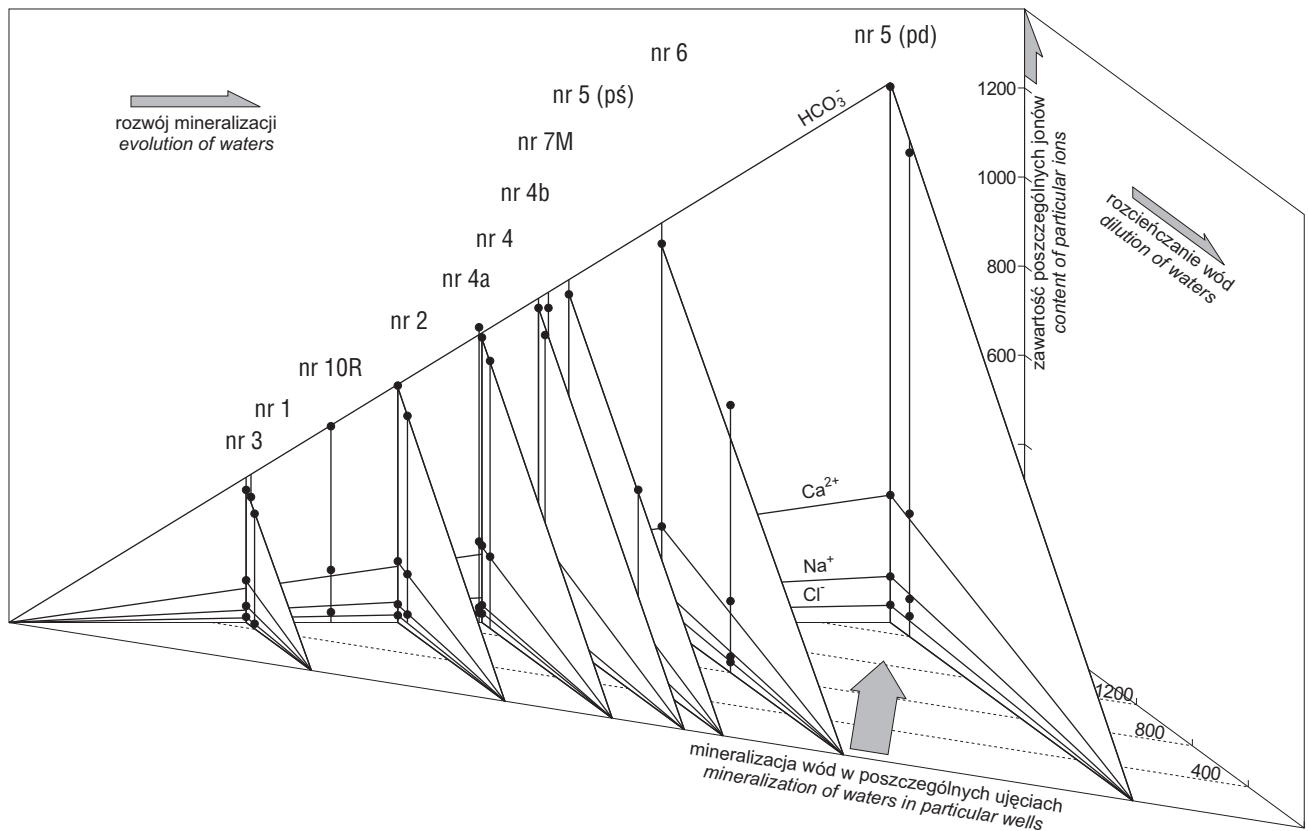
Największy udział wód słabo zmineralizowanych zaobserwowano w studniach nr 1 i 3 (73–77,5%), najmniejszy w dolnym poziomie w studni nr 5 (2,5–12,5%). Wysoki procentowy udział wód bardzo słabo zmineralizowanych charakteryzuje również wody udostępnione stud-

niami nr 2 (57–60%), 5 — poziom środkowy (67,5%) i 10R (65%). Wody wypływające w ujęciach nr 4, 4a, 4b, 6 i 7M stanowią mieszaninę, w której zawartość wód słabo zmineralizowanych sięga ok. 50% (tab. 1). Przyjmując wodę ze studni nr 5 — poziom dolny jako „czystą” wodę mineralną, ujęcia można uszeregować ze względu na stopień rozcieńczenia wód które z nich wypływają, od najmniej do najbardziej rozcieńczonych (tab. 1, ryc. 4).

Odchylenia punktów przedstawiających zawartość poszczególnych jonów od prostych, charakteryzujących procesy rozwoju mineralizacji i rozcieńczenia wód, wynikają z lokalnych zmienności warunków tektonicznych rejonu ujęć. Wpływ zmienności litologii skał zbiornikowych należy raczej pominąć zważywszy na jednolitość wykształcenia osadów kredowych w rowie Nysy,



Ryc. 3. Wykres Ogilwiego przedstawiający mieszanie się wód Gorzano-
wa
Fig. 3. Ogilvi diagram showing a mixing of waters from Gorzanów



Ryc. 4. Rozcieńczenie oraz rozwój mineralizacji wód Gorzanowa wg schematu przedstawionego przez Ciężkowskiego (1990)
Fig. 4. Dilution and mineralization of waters from Gorzanów after Ciężkowskiego (1990)

a tym bardziej na tak niewielkim obszarze, na którym zlokalizowane są omawiane ujęcia.

Należy zwrócić uwagę, że dane przedstawione w poszczególnych analizach chemicznych charakteryzują wodę w czasie opróbowania ujęcia. Zestawiając analizy z dłuższego okresu obserwacji zauważyć można wahania udziału składowej słabo zmineralizowanej. Na ryc. 4 okonturowano zakresy zmienności zmineralizowania wód poszczególnych ujęć. Ze względu na niewielką liczbę dotychczas wykonanych analiz chemicznych wód ujętych otworami nr 4a, 10R i 7M trudno jest określić dla nich zakresy zmienności składu jonowego. Geneza samego procesu mieszania w przypadku omawianych studni jest dwójakiego rodzaju. Z jednej strony jest to naturalny proces wynikający z budowy geologicznej, zaangażowania tektonicznego obszaru na którym wykonano studnie i hydrodynamiki złoże, z drugiej zaś wynikiem złego stanu technicznego ujęć poniemieckich.

Na fakt, iż zróżnicowanie proporcji mieszania się wód jest zmienne w czasie, zwrócili uwagę Ciężkowski & Szarszewska (1978) i Ciężkowski (1990). Podają oni, że w wyniku procesu mieszania się wód może dojść do zmiany typu hydrochemicznego wody w ujęciu. W efekcie woda będzie charakteryzowała się innym względnym składem jonowym niż w okresie odwiercenia i udostępnienia studni.

Sprawy genezy i wieku wód będą przedmiotem szczegółowszych badań, których wyniki bardziej sprecyzują pochodzenie składowych wód złoże Gorzanowa.

Niniejsza praca powstała w ramach projektu Komitetu Badań Naukowych nr 9T12B02018.

Literatura

- BIEL Z., PRUCHNIEWICZ T. & SŁOMA B. 1967 — Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej pitnej i zmineralizowanej z utworów górnej kredy dla rozlewni wód stołowych. Przedsięb. Hydrogeol., Wrocław.
- CIĘŻKOWSKI W. & SZARSZEWSKA Z. 1978 — O zjawisku mieszania się wód leczniczych z wodami ich otoczenia na przykładzie uzdrowisk sudeckich. *Problemy Uzdrowiskowe*, z. 128:167–173.
- CIĘŻKOWSKI W. 1990 — Studium hydrogeochemii wód leczniczych Sudetów polskich. Pr. Nauk. Instyt. Geotechniki Politechniki Wrocławskiej, 60, Seria: Monografie, 19, Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- DOMINIKIEWICZ M. 1951 — Wody mineralne Polski. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.
- FISTEK J. 1972 — Ekspertyza hydrogeologiczna dotycząca możliwości wykorzystania wody podziemnej z ujęcia nr 1 w Gorzanowie dla potrzeb projektowanej rozlewni wód stołowych — maszynopis.
- FISTEK J. 1977 — Szczawy Kotliny Kłodzkiej i Gór Bystrzyckich. *Biul. Geol. UW*, 22: 61–115.
- OWCZYNNIKOW A. M. 1963 — Mineralnyje wody. *Gasgeoltehzdat*, Moskwa.
- SAWICKI L. 1995 — Mapa Geologiczna Regionu Dolnośląskiego z Przyległymi Obszarami Czech i Niemiec (bez utworów czwartorzędowych) 1:100 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TEISSEYRE J. 1954 — Geologia sudeckich wód mineralnych. *Zjazd Naukowo-Techniczny Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Górnictwa i Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego pt. „Zagadnienia racjonalizacji gospodarki i eksploatacji złożej wód mineralnych w Polsce”*, materiały pozjazdowe, Stalinogród: 74–96.