

Warunki hydrogeologiczne występowania wód leczniczych w rejonie Kamienia Pomorskiego

Arkadiusz Krawiec*

W PPU Kamień Pomorski występują wody lecznicze typu $Cl-Na^+$, Br^- , J , Fe^{2+} , B^- , eksploatowane w ujęciu „Edward II”. Nieczynne są obecnie, a pozostają w gestii Uzdrowiska Kamień Pomorski, odwierty „Józef” w Dziwnówku i „Kamień Pomorski IG-1” w Międzywodziu, w których stwierdzono podobny typ wód. Dwa pierwsze otwory ujmują wodę z warstw liasu a „IG-1” z utworów triasu. Analizie poddano wyniki oznaczeń izotopowych i chemicznych tych wód. W wodzie z otworu „Edward II” skład chemiczny ulega pewnym zmianom, w trakcie eksploatacji odnotowano spadek zawartości chlorków oraz wzrost zawartości HCO_3^- . Podobnie zaznacza się tendencja do zmian składów izotopowych w wodzie z tego otworu w kierunku niższych wartości $\delta^{18}O$ i δD względem starszych pomiarów. Woda z otworu „Kamień Pomorski IG-1” w Międzywodziu jest przypuszczalnie „najstarsza” z rozpatrywanych wód leczniczych o czym świadczy skład izotopowy (patrz tab. 1 oraz ryc. 3). W wodach tych dominuje zasolenie pochodzące z ługowania warstw solonośnych.

Słowa kluczowe: wody lecznicze, badania izotopowe i hydrogeochemiczne, wiek i geneza wód

Arkadiusz Krawiec — **Hydrogeology of therapeutic waters of Kamień Pomorski Spa.** Prz. Geol., 47: 499–502.

S u m m a r y. Mineral water of the chemical type $Cl-Na^+$, Br^- , J , Fe^{2+} , B^- are exploited by water intake "Edward II" in the Kamień Pomorski Spa. Another intakes as "Józef" in Dziwnówek and "Kamień Pomorski IG-1" in Międzywodzie are not used at present. The boreholes are screened in Lias sandstones and only "Kamień Pomorski IG-1" borehole is screened in Triassic strata. The isotopic and chemical composition of water from these intakes were examined. Taking into account isotopic data from last 25 yrs. one can be stated the shifting of the values of $\delta^{18}O$ and δD of analysed water towards the younger and infiltrational, present water. The longest residence time of groundwater was stated at "Kamień Pomorski IG-1" intake. Salinization at Triassic aquifer comes from the salt bearing strata.

Key words: therapeutic (mineral) waters, isotope and hydrochemical analyse, age and origin of waters

Rozpatrywany rejon badań znajduje się we wschodniej części wyspy Wolin i zachodniej części Wybrzeża Trzebiatowskiego, które wchodzi w skład Pobrzeża Południowo-bałtyckiego (Kondracki, 1994).

Najstarsze znane punkty występowania wód zmineralizowanych na terenie Polski północnej ściśle wiążą się z miejscami gdzie istniały, bądź istnieją do dziś, ich naturalne wypływy na powierzchnię terenu (Kolago, 1964; Dowgiałło, 1965). Dziś, poza Kołobrzegiem, zanikły one niemal zupełnie. Oprócz naturalnych wypływów wód słonych na bagnach i torfowiskach w rejonie Kamienia Pomorskiego, występowanie wód zasolonych stwierdzono w otworach wiertniczych wykonanych w Kamieniu Pomorskim, Jatkach, Chominie, Dobropole, Rekowiu, Wiejkówku, Sulikowie (rejon na wschód od Kamienia Pomorskiego) oraz w Międzywodziu i Dziwnowie.

W rejonie antykliny Kamienia Pomorskiego za wody lecznicze uznano:

- wody termalne, chlorkowo-sodowe, jodkowe, bromkowe, borowe ze złoże w miejscowości Dziwnówek,
- wody chlorkowo-sodowe, bromkowe, jodkowe ze złoże w uzdrowisku Kamień Pomorski,
- wody chlorkowo-sodowe, jodkowe, bromkowe, żelaziste ze złoże w miejscowości Międzywodzie.

Początki lecznictwa uzdrowiskowego w Kamieniu Pomorskim datuje się na 1876 rok. W latach 1875–1881 wykonano tam odwiert „Edward I”, który do połowy lat siedemdziesiątych był eksploatowany przez uzdrowisko (likwidacja w 1975 r.) i dostarczył wielu danych odnośnie budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych. Obecnie uzdrowisko jest zaopatrywane w wodę leczniczą z odwiertu „Edward II” wykonanego do głębokości 400 m w 1973 r. W gestii Uzdrowiska Kamień Pomorski pozostaje także ujęcie

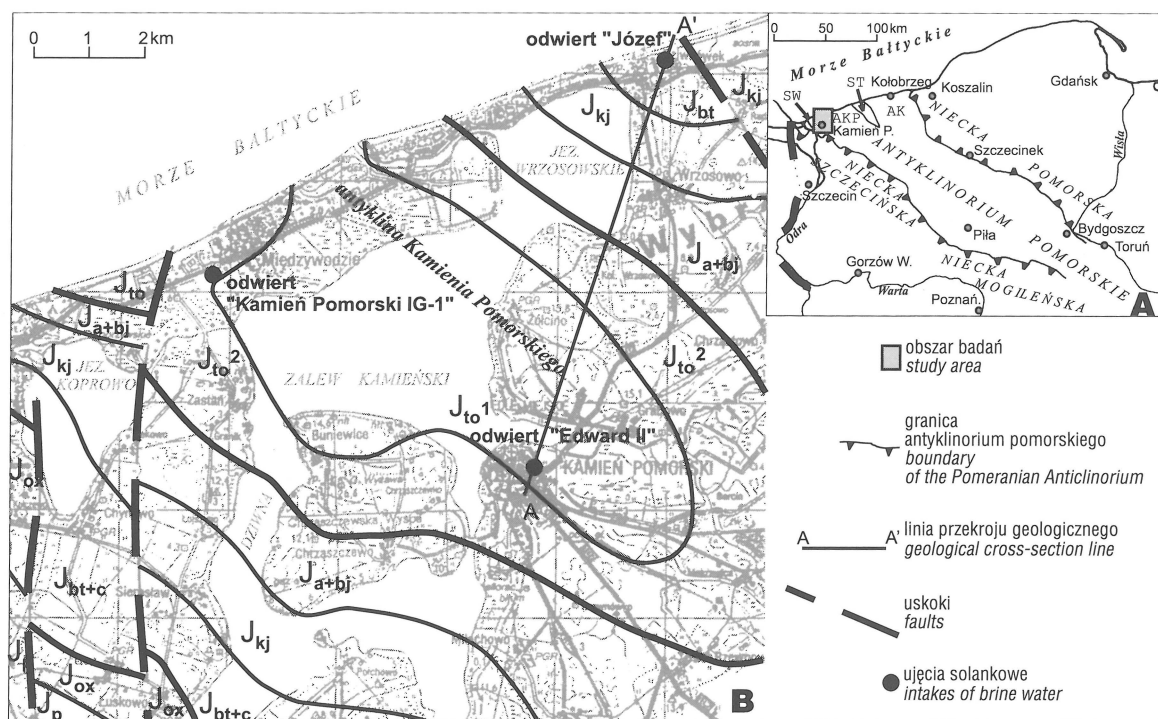
„Józef” znajdujące się na terenie Zakładu Przyrodolecznictwo w Dziwnówku oraz otwór „Kamień Pomorski IG-1 w Międzywodziu. Otwór „Józef” wykonano w 1988 r. do głębokości 790 m. Otwór „Kamień Pomorski IG-1”, o aktualnej głęb. 1150 m został przystosowany do ujęcia solanki z utworów wapienia muszlowego i kajpru po sperforowaniu rur w przedziale 977 do 1053 m.

Zarys budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych

Rozpatrywany rejon należy do antykliny Kamienia Pomorskiego, struktury geologicznej o przebiegu NW–SE, stanowiącej zachodnią odnogę antyklinorium pomorskiego. Rejon Kamienia Pomorskiego jest położony w części północno-zachodniej antyklinorium pomorskiego, która składa się z trzech bloków tektonicznych: Wolina, Gryfic i Kołobrzegu. Bloki te kontynuują się dalej ku północy pod dnem Bałtyku (Dadlez & Młynarski, 1967) i są oddzielone od siebie strefami uskokowymi Kamienia Pomorskiego i Trzebiatowa. Na powierzchni podkenozoicznej są widoczne dwie główne antykliny: Kołobrzegu i Kamienia Pomorskiego (ryc. 1). Pomiędzy nimi występuje synklina Trzebiatowa wypełniona utworami kredy górnej. Osady kredy górnej ukazują się tu wewnątrz antyklinorium na powierzchni podkenozoicznej, podobnie jak na zachód od antykliny Kamienia Pomorskiego, w synklinie Wiśłki. W południowo-zachodniej partii tej części antyklinorium występują struktury solne (Przytór, Międzyzdroje, Dargobądz).

Profil litostratygraficzny został rozpoznany na podstawie głębokich otworów wiertniczych, np. Kamień Pomorski IG-1 (ryc. 2). Został on zakończony w utworach czerwonego spągowca, gdzie stwierdzono skały magmowe — porfiryt albitowy. Nad nim zalegają osady cechsztynu (2057–2722 m) wykształcone jako: anhydryty, sole kamienne, iłowce, dolomity i wapienie. Następnie do głęb. 678 m

*Zakład Geologii i Hydrogeologii, UMK, ul. Sienkiewicza 4, 87-100 Toruń



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań na tle jednostek strukturalnych Polski (A) oraz lokalizacja ujęć wód leczniczych w rejonie Kamienia Pomorskiego (B); AK — antyklina Kołobrzegu, AKP — antyklina Kamienia Pomorskiego, ST — synklina Trzebiatowa, SW — synklina Wisiełki

Fig. 1. Location of the study area in the framework of structural units in Poland (A) and location of the mineral waters intakes in the vicinity of Kamień Pomorski (B); AK — Kołobrzeg anticline, AKP — Kamień Pomorski anticline, ST — Trzebiatów syncline, SW — Wisiełka syncline

występują utwory triasu wykształcone jako iłowce, mułowce z wkładkami anhydrytu, piaskowce, dolomity, wapienie i margle. Na tych osadach zalegają utwory jury dolnej wykształcone jako piaskowce, iłowce, łupki ilaste i mułowce. Strop utworów liasu zalega na głęb. 25–30 m w Międzywodziu i Kamieniu Pomorskim do 190 m w Dziwnówku. W otworze „Józef” w Dziwnówku ponad utworami liasu występują utwory doggeru o miąższości 169 m (Szarzewska, 1988). Wykształcone są one jako utwory piaszczyste, iłowce, mułowce oraz margle. Na utworach jury występują osady czwartorzędowe. Są to głównie piaski różnoziarniste i gliny zwałowe.

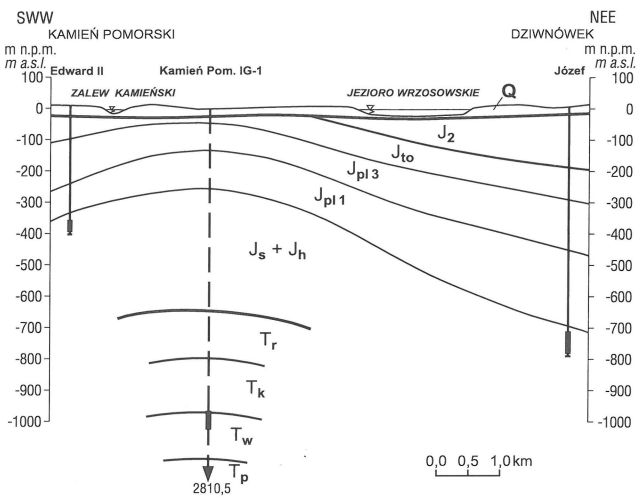
W utworach permu i triasu wody podziemne rozpoznano za pomocą odwiertu „Kamień Pomorski IG-1” w Międzywodziu. Wody w utworach permskich mają wysoką mineralizację (ok. 185 g/dm³), która jest związana z ługowaniem soli cechsztyńskich (Książkowski & Szymańska, 1968). W obrębie utworów triasu warstwę wodonośną, z której jest eksploatowana solanka stanowią: piaskowce drobnoziarniste (z głęb. 977–1009 m), margle dolomityczne

(1015–1020 m) i dolomity margliste (1030–1035 m) z utworów kajpru oraz wapienia muszlowego. W osadach triasu (odwiert IG-1) stwierdzono wody chlorkowo-sodowe, bromkowe, jodkowe o mineralizacji 93 g/dm³. Temperatura wody na wypływie w 1968 r. wynosiła 18°C, natomiast w 1997 r., po 5 dniach eksploatacji swobodnym wypływem, temperatura stabilizowała się na ok. 14°C.

W utworach jury (dogger i lias) stwierdzono wody mineralne. W piaszczystych osadach doggeru (otwór „Józef”) w przedziale 110,0–165,5 m występuje warstwa wodonośna, której nie opróbowano. W otworze tym w warstwach liasu występują serie wodonośne na głęb.: 215,0–268,0 następnie: 443,0–472,5 i 558,0–647,0 oraz od 718,5 do ponad 790,0 m. Ta ostatnia warstwa została ujęta do eksploatacji i przebadana. Warstwę wodonośną stanowi drobnoziarnisty piaskowiec kwarcowy. Z otworu „Józef” jest eksploatowana hipotermalna (o temp. 21°C przy swobodnym wypływie wody) solanka chlorkowo-sodowa, bromkowa, jodkowa, borowa, żelazista, o mineralizacji 67 g/dm³.

Tab. 1. Skład chemiczny, $\delta^{18}\text{O}$ i δD w wodach leczniczych antykliny Kamienia Pomorskiego

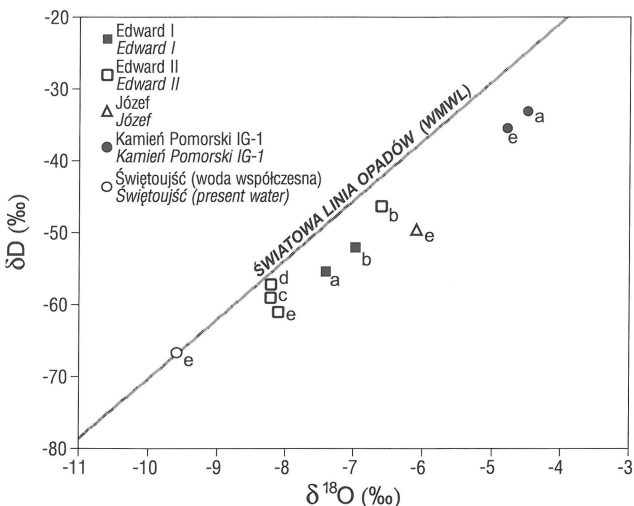
Miejscowość, nazwa otworu	Stratygr. głęb. [m]	Ujęta w-wa, [m]	Mineral. [mg/dm ³]	Cl ⁻ [mg/dm ³]	Br ⁻ [mg/dm ³]	Na ⁺ [mg/dm ³]	rNa ⁺ / rCl ⁻	Cl ⁻ / Br ⁻	$\delta^{18}\text{O}$ [o/oo]	δD [o/oo]
Międzywodzie — Kamień Pom. IG-1	T _{2,3} 1150	977,0–1035,0	93 000	54 600	247,8	28 280	0,79	220	-4,8	-36,0
Dziwnówek — „Józef”	J _{lias} 790	718,5–790,0	65 900	39 660	150,0	23 082	0,89	264	-6,1	-50,0
Kamień Pom. — „Edward II”	J _{lias} 400	364,0–400,0	34 600	20 710	76,30	12 150	0,90	271	-8,1	-61,5
Świętoustęp — studnia S-1	Q 30,5	23,0–30,0	360	35	<0,10	34	1,47	—	-9,6	-66,9



Ryc. 2. Uproszczony przekrój geologiczny rejonu Kamień Pomorski–Dziwnówek; Q — czwartorzęd, J_2 — jura środkowa, J_1 — jura dolna, J_{to} — toars, J_{pl3} — pliensbach górny, J_{pl1} — pliensbach dolny, J_{s+h} — synemur i hetang, T_r — trias-retyk, T_k — trias-kajper, T_w — trias-wapień muszlowy, T_p — trias-pstry piaskowiec

Fig. 2. Simplified geological cross-section in the vicinity of Kamień Pomorski–Dziwnówek: Q — Quaternary, J_2 — Middle Jurassic, J_1 — Lower Jurassic, J_{to} — Toarcian, J_{pl3} — Upper Pliensbachian, J_{pl1} — Lower Pliensbachian, J_{s+h} — Sinemurian and Hettangian, T_r — Triassic-Rhaetic, T_k — Triassic-kajper, T_w — Triassic-Muschelkalk, T_p — Triassic-Buntsandstein

W otworze „Edward II” pierwszy poziom wodonośny w utworach jury udokumentowano w piaskach drobnoziarnistych na głęb. 169,0–195,0 m. Zwierciadło wody ustabilizowało się na głęb. 4 m. Zawartość jonu Cl^- wynosiła $17,8 \text{ g/dm}^3$. Drugi poziom wodonośny w obrębie osadów jury nawiercono na głęb. 235,0–260,0 m w zailonych piaskach drobnoziarnistych. Uzyskano samowypływ wody, o



Ryc. 3. Składy izotopowe tlenu i wodoru wód leczniczych rejonu Kamienia Pomorskiego; analizy wykonane w latach: a — 1968 (wg Dowgiałły, 1988), b — 1973 (wg Dowgiałły, 1988), c — 1980 (wg Zuber & Grabczaka, 1991), d — 1985 (wg Zuber & Grabczaka, 1991), e — 1997 (wyniki autora)

Fig. 3. Isotopic composition of oxygen and hydrogen delta of the therapeutical waters in the vicinity of Kamień Pomorski; analyses made in years: a — 1968 (after Dowgiałło, 1988), b — 1973 (after Dowgiałło, 1988), c — 1980 (after Zuber & Grabczak, 1991), d — 1985 (after Zuber & Grabczak, 1991), e — 1997 (author results)

zawartości $26,2 \text{ g Cl}^-/\text{dm}^3$, której zwierciadło stabilizowało się 1,8 m ponad powierzchnią terenu (Szymańska, 1973). Kolejny, trzeci poziom wodonośny został nawiercony w piaskach drobnoziarnistych na głęb. 364 m i do spągu otworu, tj. do 400 m nie został przewiercony. Można się spodziewać, że spąg tej warstwy znajduje się na głęb. ok. 420 m (poprzez korelację z odwiertem „Edward I”). Zwierciadło wody stabilizuje się 8 m ponad powierzchnią terenu. Odwiert „Edward II” ujmuje wodę chlorkowo-sodową, bromkową, jodkową, borową, żelazistą, o mineralizacji 35 g/dm^3 i temp. $14,5^\circ\text{C}$. Warstwę wodonośną stanowią piaski drobnoziarniste, a filtr siatkowy jest posadowiony na głęb. 373,1–393,9 m.

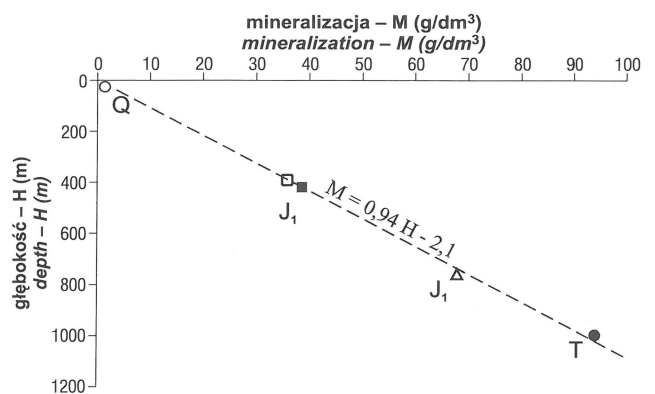
W otworze „Kamień Pomorski IG-1” w Międzywodziu warstwy jurajskie nie zostały przebadane.

W obrębie utworów czwartorzęd ujmowane są wody z osadów rzecznych i rzecznołodowcowych z okresów interglacjalnych. Największe rozprzestrzenienie ma warstwa wodonośna reprezentowana przez osady zlodowacenia Wisły i stanowi podstawową warstwę zaopatrującą w wodę pitną. Czynnikiem utrudniającym korzystanie z tej warstwy jest jej zasolenie (Międzywodzie, Dziwnów, Dziwnówek). Przyczyną zasolenia warstw czwartorzędowych jest zapewne ascenzja solanek z podłoża czwartorzędowego, a lokalnie w strefie brzegowej może wiązać się z ingresją wód morskich.

Wyniki badań

W celu wyjaśnienia pochodzenia wód mineralnych w rejonie Kamienia Pomorskiego, pobrano próbki wody w 1997 r., z otworów „Edward II”, „Kamień Pomorski IG-1” i „Józef” do oznaczenia składu izotopowego obejmującego izotopy stabilne wodoru i tlenu oraz rozszerzonych analiz chemicznych. Próbkę wód do analiz chemicznych i oznaczeń izotopowych były pobierane równocześnie. Oznaczenia składu izotopowego zostały wykonane w laboratorium Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej AGH w Krakowie. Wyniki oznaczeń izotopowych przedstawiono w tab. 1. Analizy chemiczne wód leczniczych wykonane zostały w laboratorium Zakładu Ochrony Wód GIG w Katowicach.

Porównanie oznaczeń składu chemicznego wód mineralnych z otworu „Edward II”, z lat 1973–1997, wykazało stopniowy, powolny spadek mineralizacji oraz stężenia chlorków z $21,6 \text{ g Cl}^-/\text{dm}^3$ w roku 1973 do $20,7 \text{ g Cl}^-/\text{dm}^3$



Ryc. 4. Zależność pomiędzy mineralizacją a głębokością ujęcia wody (symbole jak na ryc. 3); Q — czwartorzęd, J_1 — jura dolna, T — trias

Fig. 4. Water mineralization plotted against depth waters intakes (symbols as in Fig. 3); Q — Quaternary, J_1 — Lower Jurassic, T — Triassic

obecnie. Spadkowi temu towarzyszy wzrost zawartości jonów Ca^{2+} , Br^- i HCO_3^- . Według Poprawskiego i in. (1997) zmiany w składzie solanki z tego otworu spowodowane są prawdopodobnie uruchomieniem reakcji wymiany jonowej między solanką a ośrodkiem skalnym, wskutek naruszenia równowagi hydrochemicznej.

W przypadku wody z otworu „Józef” pełne analizy chemiczne były wykonywane czterokrotnie. Trzy próbki wody do analiz były pobrane w 1988 r. podczas próbnego pompowania, a czwarta została pobrana przez autora w 1997 r. Mineralizacja solanki z otworu „Józef” wynosi ok. 67 g/dm^3 , a zawartość jonów Cl^- osiąga niecałe 40 g/dm^3 . Wody z otworu Kamień Pomorski IG-1” zbadano pięciokrotnie w okresie 1965–1997 r. Ostatnia analiza wykazała, że woda ma mineralizację 93 g/dm^3 , a zawartość jonów Cl^- wynosi 55 g/dm^3 .

We wszystkich omawianych otworach, w których obecnie eksploatuje się wody lecznicze są samowypływy. Zwierciadło wód z utworów liasu stabilizuje się na rzędnej od 5,8 m n.p.m. („Józef”) do 12,5 m n.p.m. („Edward II”), natomiast zwierciadło wód z utworów triasu („Kamień Pomorski IG-1”) stabilizuje się na rzędnej 21 m n.p.m.

Porównując wyniki analiz chemicznych wód z rozpatrywanych otworów należy zauważyć, co wcześniej wykazał Dowgiałło (1971), iż wraz ze wzrostem głębokości wzrasta ich mineralizacja (ryc. 4). Ze wzrostem mineralizacji zwiększa się także zawartość jonów Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} oraz Br^- . Maleje natomiast zawartość jonów HCO_3^- . Wartość gradientu hydrochemicznego w wodach leczniczych rejonu Kamienia Pomorskiego wynosi od 8,9 do $9,2 \text{ g/dm}^3 \times 100 \text{ m}$. W wodach zmineralizowanych mezozoiku Polski północnej wartość gradientu hydrogeochemicznego (Dowgiałło, 1971) waha się w szerokich granicach od 0,5 do około $26 \text{ g/dm}^3 \times 100 \text{ m}$, a najwięcej punktów grupuje się w pobliżu linii prostej odpowiadającej gradientowi $5,7 \text{ g/dm}^3 \times 100 \text{ m}$.

Wyniki oznaczeń izotopowych i hydrochemicznych wód leczniczych rejonu Kamienia Pomorskiego porównano z wartościami charakterystycznymi dla współczesnej wody z płytkiego ujęcia z utworów czwartorzędowych w Świętoustju i przedstawiono w tabeli 1.

Wartość wskaźnika $r\text{Na}^+/\text{rCl}^-$ w wodach paleoinfiltracyjnych jest niższa od 1, a nawet może być niższa niż 0,86 i jest typową wartością nieprzeobrażonych wód morskich. Dla wód z otworu IG-1 wskaźnik ten wynosi 0,80, a dla wody z otworu „Józef” — 0,89 natomiast dla wody z otworu „Edward” jest nieco wyższy i wynosi 0,90 (tab. 1). Tak więc wraz z głębokością obserwujemy spadek wartości wskaźnika $r\text{Na}^+/\text{rCl}^-$ oraz wskaźnika Cl^-/Br^- . Wartość wskaźnika hydrochemicznego Cl^-/Br^- w wodach leczniczych rejonu Kamienia Pomorskiego wynosi poniżej 280. Najniższą wartość tego wskaźnika, równą 220, ma woda z utworów triasu z otworu IG-1. W wodach paleoinfiltracyjnych, można spotkać różne wartości wskaźnika Cl^-/Br^- , zarówno poniżej, jak i powyżej 300. W wodach tych wskaźnik Cl^-/Br^- może maleć na wskutek przeobrażenia. Jednocześnie należy zaznaczyć, iż nie wyklucza to możliwości istnienia domieszki wód morskich. W badanych wodach zawartość Br^- wynosi od $76,3$ do $247,8 \text{ mg/dm}^3$ i jest wyższa niż w wodach morskich. Skład chemiczny i wskaźniki hydrochemiczne, szczególnie w przypadku wody z otworu

IG-1, mogły ulec znacznej zmianie w wyniku procesów ultrafiltracji.

Analiza danych obecnych i wcześniejszych dotyczących oznaczeń izotopowych wykazała zmienność w czasie składu izotopowego rozpatrywanych wód (ryc. 3). Uzyskane obecnie wyniki oznaczeń izotopowych są przesunięte w kierunku wartości bardziej ujemnych względem starszych pomiarów, co świadczy o tym, że analizowane wody lecznicze mają aktualnie skład izotopów tlenu i wodoru lżejszy niż próbki sprzed 20–30 lat.

Podsumowanie

W ramach niniejszej pracy wykonano analizy izotopowe ($\delta^{18}\text{O}$ i δD), a także szczegółowe analizy chemiczne. Dokonano analizy porównawczej uzyskanych wyników z wcześniejszymi danymi. Wody mineralne z ujęć wód leczniczych rejonu Kamienia Pomorskiego są głównie wodami paleoinfiltracyjnymi. Można sądzić, że są to wody, które infiltrowały do systemu wodonośnego przed czwartorzędem. W wodach tych mogą występować także pewne ilości innych wód, np. reliktove wody morskie (woda z otworu IG-1) lub wody infiltracyjne współczesne. W przypadku badanych wód obserwuje się zmiany składu izotopowego w czasie, polegające na przesunięciu wyników w kierunku bardziej ujemnych wartości $\delta^{18}\text{O}$ i δD względem starszych pomiarów sprzed 20–30 lat. Może to świadczyć, iż są to wody przypuszczalnie nieco młodsze niż te, z których były pobierane próbki w latach 1968–1973.

Autor dziękuje pracownikom PPU Kamień Pomorski za umożliwienie przeprowadzenia badań. Badania, których wyniki są omówione w artykule zostały wykonane w ramach projektu badawczego KBN nr 6 PO4D 028 10 i badań własnych UMK nr 13/98.

Literatura

- DADLEZ R. & MŁYŃNARSKI S. 1967 — Wgłębna budowa geologiczna podłoża bałtyku na wschód od ujścia Odry. Kwart. Geol., 11: 488–501.
- DOWGIAŁŁO J. 1965 — Solanki Pomorza Zachodniego. Szczecińskie Towarz. Nauk., Szczecin.
- DOWGIAŁŁO J. 1971 — Studium genezy wód zmineralizowanych w utworach mezozoicznych Polski północnej. Biul. Geol. Wydz. Geologii UW, 13: 133–224.
- DOWGIAŁŁO J. 1988 — Geneza wód chlorkowych Niżu Polskiego. Aktualne poglądy i kierunki badań. IV Ogólnopolskie Symp. Aktualne Problemy Hydrogeologii. Gdańsk, cz. 2: 1–10.
- KOLAGO C. 1964 — Wody mineralne województwa szczecińskiego i perspektywy ich wykorzystania. Prz. Zach. Pom., 5: 65–85.
- KONDRACKI J. 1994 — Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne. Wyd. Nauk. PWN.
- KSIĘŻOPOLSKI W. & SZYMAŃSKA D. 1968 — Dokumentacja hydrogeologiczna wód mineralnych w Międzywodziu. Arch. PPU Kamień Pomorski.
- POPRAWSKI L., JASIAK T. & WĄSIK M. 1997 — Zmiany eksploatacyjne składu chemicznego solanki w uzdrowisku Kamień Pomorski. Współczesne problemy hydrogeologii. Wyd. WIND, Wrocław, 8: 381–385.
- SZARSZEWSKA Z. 1988 — Ujęcie wody podziemnej dla celów leczniczych z utworów jury dolnej w Dziwnówku. Niepublikowane. Arch. PPU Kamień Pomorski.
- SZYMAŃSKA D. 1973 — Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody mineralnej z utworów jury dolnej w Kamieniu Pomorskim. Arch. BP „Balneoprojekt” Warszawa.
- ZUBER A. & GRABCZAK J. 1991 — O pochodzeniu solanek mezozoiku Polski centralnej i północnej. Współczesne Problemy Hydrogeologii. Wyd. SGGW-AR, 48: 202–208.