

UKD 553.721 + 553.76:546.432:556.332(438 – 14:234.571)

Wojciech CIĘŻKOWSKI

Jednostka hydrogeologiczna szczaw Gór Izerskich

Omówiono skład chemiczny oraz miejsca wypływu szczaw z czterech punktów w Górach Izerskich. Wykazano, że wody te w poszczególnych miejscowościach stanowią różny stan metamorfizacji oraz mieszają się z płytkimi wodami radoczynnymi dając szczawy radoczynne. Określono przypuszczalny obszar zasilania i drogi krążenia szczaw oraz scharakteryzowano wody radoczynne.

Wody lecznicze Gór Izerskich (zachodnia część Sudetów) wykorzystywane są w uzdrowiskach polskich Świeradów-Zdrój i Czerniawa-Zdrój oraz w uzdrowisku czzechosłowackim Lázně Libverda. Zwracają one uwagę swymi właściwościami. Wody radoczynne zawierają bowiem jedne z najwyższych w wodach podziemnych Polski ilości radonu, szczawy zaś jedne z najwyższych ilości wolnego dwutlenku węgla.

Dotychczasowe publikacje dotyczące tych wód ograniczały się głównie do omówienia ich składu chemicznego oraz miejsc wpływów na powierzchnię. Niższy artykuł ma na celu określenie całej struktury hydrogeologicznej szczaw izerskich.

Wypływy szczaw mają miejsce w bezpośrednim sąsiedztwie lub w obrębie pasma łupków łuszczkowych Starej Kamienicy. Pasma to o szerokości 0,5–1,5 km i długości ponad 30 km przebiega prawie przez cały metamorfik izerski, tworząc luk lekko wypukły ku północy (fig. 1). Łupki łuszczkowe przechodzą od południa w gnejsy leptytowe, a następnie w granitognejsy, wśród których spotyka się wtrącenia leukogranitów i leukognejsów, przy czym przejście to ma charakter tektoniczny. Od północy łupki graniczą z granitognejsami. Wszystkie skały zapadają monoklinalnie ku północy pod kątem 50–70°. W obrębie skał metamorficznych Gór Izerskich można wyróżnić dwa typy dyslokacji. Starsze o kierunkach E–W (tzw. kierunek izerski) i SW–NE oraz młodsze, znajdujące wyraz w morfologii, o kierunku NNE–SSW (J. Fistek i in., 1975; J. Koszela, 1972; J. Szafamacha, M. Szafamacha, 1968).

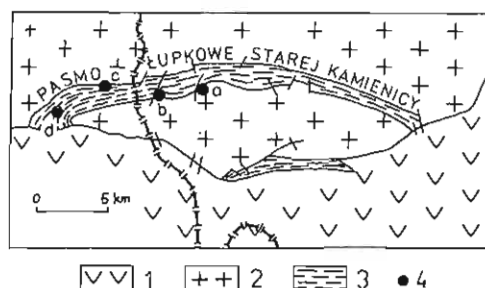


Fig. 1. Fragment szkicu bloku karkonosko-izerskiego
Fragment of sketch map of the Karkonosze-Izera Block

1 – granity karkonoskie; 2 – gnejsy i granitognejsy izerskie; 3 – łupki łyszczykowe; 4 – miejsca wypływów wód leczniczych: a – Świeradów-Zdrój, b – Czerniawa-Zdrój, c – Nové Město pod Smrkem, d – Lázně Libverda
1 – Karkonosze granites; 2 – Izera gneisses and granitogneisses; 3 – micaceous schists; 4 – places of outflow of medicinal waters: a – Świeradów-Zdrój, b – Czerniawa-Zdrój, c – Nové Město near Smrk, d – Lázně Libverda

Wody lecznicze występują wzdłuż linii o przebiegu równoleżnikowym. I tak, idąc od wschodu, w Świeradowie-Zdroju wypływają szczyawy $\text{HCO}_3-\text{Ca}-\text{Mg}+(\text{Fe})+(\text{F})+(\text{Rn})^1$ o mineralizacji ogólnej do 0,2% oraz słabo zmineralizowane (od 0,005%) wody radoczyste typu $(\text{HCO}_3)-(\text{SO}_4)-(\text{Na})-(\text{Ca})$. Ujęte są za pomocą czterech ujęć płytkich i dziewięciu wierconych w dwóch obszarach: górnym, w rejonie Domu Zdrojowego (530–580 m n.p.m.) oraz dolnym, wzdłuż rzeki Kwisy (ok. 480 m n.p.m.).

W Czerniawie-Zdroju występują szczyawy $\text{HCO}_3-\text{Ca}-\text{Mg}+\text{Fe}+(\text{F})+(\text{Rn})$ o mineralizacji do 0,3% oraz słabo zmineralizowane (od 0,006%) wody radoczyste $\text{SO}_4-\text{Ca}-\text{Mg}-\text{Na}$. Szczyawy wypływają w dolinie Granicznego Potoku na wysokości ok. 500–540 m n.p.m., wody radoczyste zaś na wysokości 615 m n.p.m. Z istniejących tu w chwili obecnej ośmiu ujęć tylko trzy są eksploatowane (otwory); dwa inne, płytkie zlikwidowano.

Po czeskiej stronie, na południe od Nového Města pod Smrkem, wypływa niewykorzystana dotychczas szczyawa $\text{HCO}_3-\text{Ca}-\text{Mg}$ o mineralizacji 0,06%. Trzy wypływy znajdują się na wysokości ok. 700 m n.p.m. na zboczu góry Měděnec (777 m n.p.m.). W uzdrowisku Lázně Libverda szczyawy $\text{HCO}_3-\text{Ca}-\text{Mg}+(\text{Fe})$ o mineralizacji 0,03–0,15% wypływają w trzech płytkich ujęciach oraz w dwóch otworach na wysokości ok. 400 m n.p.m.

Szczegółowe informacje dotyczące składu chemicznego wód oraz danych technicznych ujęć znajdują się w publikacjach: *Analizy fizykochemiczne ...* (1970), *Analizy fizyczno-chemiczne ...* (1976), M. Dominikiewicz (1951), S. Iwanowski, Z. Szarszewska (1978), M. Kobrová (1957), A. Pilich i in. (1979) oraz V. Zýka (1964). Na fig. 2 przedstawiono rozmieszczenie ważniejszych ujęć wód na terenie uzdrowisk polskich.

Niewielki obszar występowania szczyaw izerskich zachęcał do ich wspólnego rozpatrzenia i sugerował podobne pochodzenie ich składu chemicznego. Przypuszczenia potwierdziły się po naniesieniu składów chemicznych wód z poszczególnych ujęć na wykres, w którym oś pozioma przedstawia ogólną mineralizację wody (w mval), pionowa zaś zawartość poszczególnych jonów (w mval). Szersze możli-

¹ W nawiasach podano składniki występujące okresowo lub nie we wszystkich ujęciach.

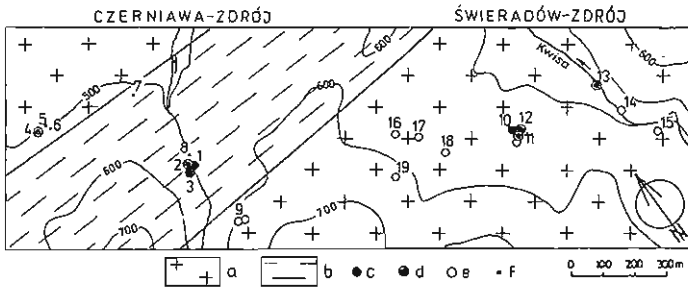


Fig. 2. Ważniejsze ujęcia wód leczniczych w Świeradowie-Zdroju i Czerniawie-Zdroju
Major intakes of medicinal waters at Świeradów-Zdrój and Czerniawa-Zdrój

a - gnejsy; b - łupki łyszczykowe; ujęcia: c - szczawy, d - szczawy radoczynnych, e - wód radoczynnych, f - innych wód; numery ujęć: 1 - otwór 4, 2 - Jan, 3 - otwór 1, 4 - Maria, 5 - Wacław, 6 - Andrzej, 7 - Stary Zdrój, 8 - otwór 2, 9 - Radoczynne I i 2, 10 - otwór 2P, 11 - Górne, 12 - otwór 1, 13 - Zofia, 14 - otwór 4P, 15 - otwór 3P, 16 - Marii Skłodowskiej-Curie, 17 - otwór 13, 18 - otwór 1P, 19 - Sancta Maria
a - gneisses; b - micaceous schists; intakes of: c - carbon dioxide waters, d - radon-bearing carbon-dioxide waters, e - radon-bearing waters, f - other waters; 1-19 - numbers of intakes

wości zastosowania tego wykresu, znanego pod nazwą wykresu Ogilwiego, zostały przedstawione w pracy W. Ciężkowskiego i Z. Szarszewskiej (1978).

Uwagę zwraca fakt, że punkty oznaczające zawartości tych samych jonów w znakomitej większości układają się wzdłuż linii prostych. Wodami, których składy chemiczne ograniczają wykres, są z jednej strony słabo zmineralizowane wody radoczynne, z drugiej zaś szczawa z otworu 4 w Czerniawie, mająca najwyższą mineralizację w obszarze izerskim (fig. 3).

W pierwotnej wersji wykres sporządzony został przez Ogilwiego do zilustrowania procesów mieszania się wód o różnej mineralizacji. W naszym przypadku słabo zmineralizowane wody radoczynne, mieszając się więc ze szczawami reprezentowanymi przez wodę z otworu 4, dawałyby pośrednie składy chemiczne wód. Rozumowanie takie przeprowadzone dla całego obszaru nie jest jednak prawidłowe.

Interpretując wykres z fig. 3 należy wziąć pod uwagę dwa przypadki. Po pierwsze, dla wód o najwyższej mineralizacji z poszczególnych miejscowości (wody „czyste”) otrzymujemy ciąg składów chemicznych (proste 1-4 - fig. 3), będących obrazem różnego etapu rozwoju pewnych wód, które przy wzrastającym czasie i głębokości przepływu podziemnego zwiększają i zmieniają swą mineralizację. Po drugie, szczawy „czyste” mieszając się z wodami płytszymi na obszarze jednej miejscowości dają w efekcie wody o pośrednich składach chemicznych. Reasumując: ponieważ z wód o bardzo niskiej mineralizacji krążących w gnejsach powstają szczawy, które w końcu podobnymi wodami są rozcieńczane, na wykresie oba powyższe przypadki nakładają się na siebie.

Ze szczaw wypływających w czterech rejonach najstarsze ujęto otworem 4 w Czerniawie (maksymalna mineralizacja 3,3 g/dm³). Kolejno coraz młodsze są wody z otworu 2P w Świeradowie-Zdroju, otworu S₁ w Lázněch Libverda i wody wypływające w pobliżu Nového Města.

Biorąc pod uwagę rozcieńczenie szczaw dopływających do każdego rejonu, w poszczególnych miejscowościach można uszeregować ujęcia wód od najmniej do najbardziej rozcieńczonych:

Czerniawa-Zdrój	Świeradów-Zdrój	Lázně Libverda
otwór 4	otwór 2P	otwór S ₁
Stary Zdrój	otwór 9	otwór S ₂
Wiktoria	otwór 6	Edvard
otwór 6	otwór 1	Kristian
Maria	Zofia	Maria
Jan	otwór 8	
otwór 2	Górne B	
otwór 7	Górne A	
Andrzej		
otwór 1		
otwór 3		
Wacław		

Wodami rozcieńczającymi są wody o składzie odpowiadającym w Czerniawie-Zdroju wodom z ujęć Radoczyne I i 2, w Świeradowie-Zdroju zaś wodom z otworów 4P, 1P, 3 i 13.

Pewną rolę w kształtowaniu składu chemicznego szczaw odgrywa wolny dwutlenek węgla, którego pochodzenie różni autorzy jednogłośnie uważają za juwenilne (M. Dominikiewicz, 1951; J. Dowgiałło, 1969; J. Fistek, 1979; O. Hynie, 1963; J. Teisseyre, 1966). Nowych danych potwierdzających ten pogląd dostarczyły wyniki badań izotopowych węgla w szczawach podane przez J. Dowgiałłę (1978). Zgodnie z tym CO₂ należy uważać za potomny przejaw wulkanizmu trzeciorzędowego na tym obszarze. Udział tego gazu w ujęciach jest zmienny i kształtuje się średnio od 2000 do 3000 mg CO₂/dm³. Najwyższe stwierdzone zawartości wynosiły w Czerniawie-Zdroju 3500 mg/dm³ (otwór 4), w Świeradowie-Zdroju 2960 mg CO₂/dm³ (Zofia) i w Lázních Libverda 2870 mg CO₂/dm³ (otwór S₁), najniższe zaś ok. 1500 mg CO₂/dm³.

Wyraźny związek występowania szczaw izerskich z pasmem Starej Kamienicy ma swoje odbicie również w ich składzie chemicznym. Wody typu HCO₃ – Ca – Mg, w których zawartość jonu magnezowego sięga 183 mg/dm³ (do 36% mval), zaś żelazowego 67 mg/dm³, wskazują na tworzenie się w obrębie paragnejsów i skał łupkowych z biotytem. Z podobnym zjawiskiem mamy do czynienia również w przypadku Gór Bystrzyckich (J. Fistek, 1977).

Powszechnie przyjmuje się, że krążenie wód podziemnych w obrębie łupków łyszczykowych jest znikome. W większym stopniu może mieć ono jednak miejsce, gdy skały łupkowe odwadniają sąsiednie masywy krystaliczne (granity, gnejsy), na co w przypadku Masywu Czeskiego wskazywał O. Hynie (1961). Podstawową rolę spełniają wówczas duże strefy dyslokacyjne. Z sytuacją taką mamy do czynienia także w Górach Izerskich. Strefy uskokowe o kierunku zbliżonym do równoleżnikowego (izerskim) charakteryzują się dużym zrzutem i sięgają znacznych głębokości. Nachylenie pasma łupków ku północy sugeruje, że podstawowe znaczenie w krążeniu szczaw mają uskoki położone po stronie południowej pasma. Uskoki poprzeczne natomiast, określane przez O. Hyniego (1963) nawet jako ziejące, wyznaczają miejsca wypływów szczaw na powierzchnię.

Omawiając to ostatnie zagadnienie różni autorzy wiążą je na terenie Świeradowa-Zdroju i Czerniawy-Zdroju z krzyżowaniem się dużej strefy uskokowej (o kierunku NW – SE) podkreślonej częściowo żyłą kwarcową – z uskoki poprzecznymi. Strefą tą, nazwaną przez S. Iwanowskiego i Z. Szarszewską (1978) linią źródła,

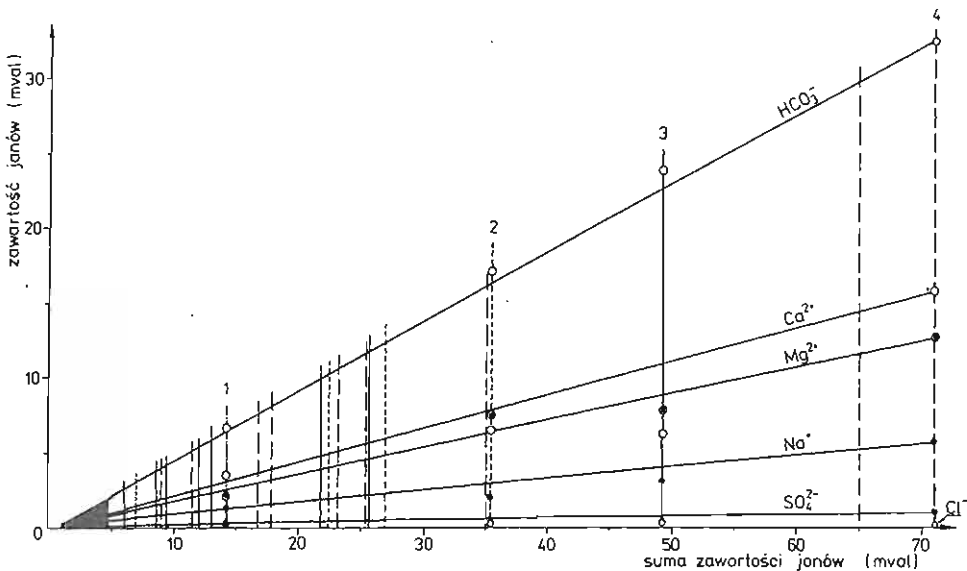


Fig. 3. Wykres składów chemicznych wód leczniczych z ujęć w Górach Izerskich

Graph of chemical composition of medicinal waters from individual intakes in the Góry Izerskie Mts. Wody o najwyższych mineralizacjach w: 1 – Novým Město, 2 – Lázněch Libverda (otwór S_1), 3 – Świeradów-Zdroju (otwór 2P), 4 – Czerniawie-Zdroju (otwór 4); pole czarne obejmuje analizy z 13 ujęć Świeradowa-Zdroju i Czerniawy-Zdroju; najniższą mineralizację mają wody radoczynne; pozostałe objaśnienia jak na fig. 2

Waters with the highest mineralization from: 1 – Nové Město, 2 – Lázně Libverda (borehole S_1), 3 – Świeradów-Zdrój (borehole 2P), 4 – Czerniawa-Zdrój (borehole 4); black field comprises analyses of waters from 13 intakes at Świeradów-Zdrój and Czerniawa-Zdrój; radon-bearing waters are characterized by the lowest mineralization; other explanations as given in Fig. 2

szczawy Świeradowa-Zdroju wypływają wyjątkowo w obrębie gnejsów. M. Myslił (*vide* O. Hynie, 1963) wychodzi poza omówienie miejsc wypływów szczaw Lázně Libverdy i przypuszcza, że ich zasilanie i tworzenie ma miejsce w kwarcytach środkowej części pasma łupków łuszczykowych.

O ile kształtowanie się składu chemicznego szczaw izerskich można wiązać głównie z pasmem łupków, to obszar zasilania należy widzieć po jego stronie południowej w obrębie gnejsów. Największa wysokość wypływu szczaw – ok. 700 m n.p.m. – narzuca usytuowanie tego obszaru. Przy descensyjno-ascensyjnym charakterze szczaw, pomijając siłę podnoszącą gazu, obszar taki położony jest wyżej, z czego wynika, że obejmuje on leżącą na południe i wschód od miejsc wypływu szczaw zachodnią część Wysokiego Grzbietu, z najwyższym szczytem Smrekiem o wysokości 1123 m n.p.m. (czeski Vlašský Hřeben). Uproszczony schemat struktury hydrogeologicznej szczaw izerskich przedstawia fig. 4.

Wody opadowe infiltrując w masywie Smreka przepływają szczelinami w obrębie gnejsów w kierunku pasma łupków i rozplývają się wzdłuż niego spękaną strefą kontaktową o charakterze tektonicznym. Strefą tą doprowadzony jest od dołu juwenilny dwutlenek węgla. Ponieważ nachylone pasmo łupków działa ekranująco, stąd też kierujący się ku górze CO_2 nasycą krążące wody i tak uformowane szczawy wykorzystują od niedużych głębokości rozwarte uskoki poprzeczne. Dążąc nimi ku powierzchni, mieszają się z bardzo słabo zmineralizowanymi płytkimi wodami szczelinowymi, szczególnie silnie radocznymi, które dopływają

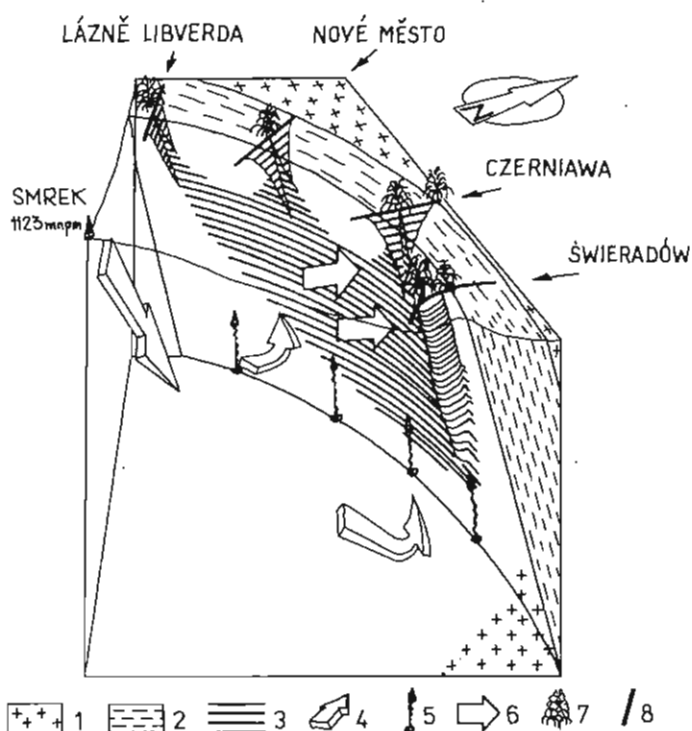


Fig. 4. Schemat struktury hydrogeologicznej szczaw izerskich

Scheme of hydrogeological structure of the Iżera carbon dioxide waters

1 - gnejsy; 2 - łupki łyszczykowe; 3 - strefa formowania się szczaw; 4 - kierunek przepływu wód w obrębie gnejsów; 5 - doprowadzenie juvenilnego CO₂; 6 - dopływy wód radoczynnych; 7 - wypływy szczaw na powierzchni; 8 - uskoki

1 - gneisses; 2 - micaceous schists; 3 - zone of formation of carbon dioxide waters; 4 - direction of waters flow in gneisses; 5 - supply of juvenile CO₂; 6 - inflow of radon-bearing waters; 7 - outflow of carbon dioxide waters at the surface; 8 - faults

licznymi strefami spękań od strony południowej. W rezultacie otrzymujemy rzadko spotykane szczawy radoczyne.

Można również podjąć próbę określenia głębokości krążenia szczaw. Jeśli weźmie się pod uwagę stosunkowo wysoką ich mineralizację ogólną, założy, że CO₂ w obrębie łupków kieruje się pionowo ku górze oraz, że wody osiągnęły etap termalny w trakcie obiegu (tzn. temperaturę >100°C, co sugeruje J. Dowgiałło, 1976), to głębokość struktury może wynosić 2000–3000 m. Niską temperaturę szczaw na wypływach (ok. 11°C) J. Dowgiałło wiąże z rozprężaniem się dwutlenku węgla; nie bez znaczenia jest tu zjawisko mieszania się z wodami płytszymi.

Wiek szczaw Świeradowa-Zdroju, określony przez J. Fistka i in. (1975) metodą trytową na 30–50 lat, pozwala przypuszczać, że czas przebywania w strukturze szczaw Czerniawy-Zdroju jest dłuższy, zaś szczaw Lázní Libverda krótszy.

W zakończeniu należy przedstawić również wody radoczyne tego obszaru mające wpływ na ostateczną postać szaw. Wody szczelinowe w obrębie gnejsów rejonu Świeradowa-Zdroju i Czerniawy-Zdroju charakteryzują się bardzo wysoką zawartością radonu, sięgającą 79 nCi/dm³ (B. Głowiak, J. Ziółkowski, 1965).

Są to głównie wody płytkiego krążenia, na co wskazuje ich niska temperatura (ok. 6°C) zbliżona do średniej rocznej temperatury lokalnej oraz wyraźne uzależnienie od warunków zewnętrznych. Podwyższoną zawartość radonu wiąże się z występującymi tu leukogranitami, a wypływy na powierzchnię z krzyżowaniem się uskoków (J. Dowgiałło, 1969; J. Fistek, J. Teisseyre, 1967; S. Iwanowski, Z. Szarszewska, 1978; M. Szmytówna, 1958; J. Teisseyre, 1954). Wody te przepływają silnie spękanymi strefami o kierunkach zbliżonych do północnego, których obecność wykazały oprócz kartowania również badania geofizyczne (J. Fistek i in., 1975; S. Rulski, 1975). Zwiększony stąd współczynnik emanacji skał sprzyja nasycaaniu wód radonem; podobne zjawisko ma miejsce w przypadku wód radoczynnych Łądka Zdroju (M. Ciężkowski, W. Ciężkowski, 1981).

W wodach płytkich, o najwyższej radocznymności 12,5 – 79 nCi/dm³ (ujęcia: Marii Skłodowskiej-Curie, Sancta Maria, Radoczynne 1 i 2), wśród jonów przeważają SO₄²⁻ i Ca²⁺ przy mineralizacji ogólnej 0,05–0,09 g/dm³ i temperaturze od 4 do 7°C.

Głębsze wody szczelinowe, stwierdzone otworami na głębokościach kilkuset metrów, charakteryzują się już przewagą HCO₃⁻ wśród anionów oraz znaczącą ilością Na⁺ wśród kationów (otwory 3, 13, 1P, 3P, 4P). Ich mineralizacja sięga 0,3 g/dm³, temperatura 10–11°C, zaś zawartość radonu jest niższa i wynosi 6,5–32 nCi/dm³. Należy zwrócić uwagę, że wody z otworów 3P i 4P odbiegają od schematu przedstawionego na fig. 3 i, chociaż mają nieco podwyższoną mineralizację, są wodami krążącymi w obrębie gnejsów.

Instytut Geotechniki
Politechniki Wrocławskiej
Wrocław, pl. Gronwaldzki 9
Nadesłano dnia 5 marca 1981 r.

PIŚMIENNICTWO

- ANALIZY FIZYKOCHEMICZNE WÓD LECZNICZYCH UZDROWISK POLSKICH WYKONANE W 1968 R. (1970) – Probl. Uzdrow., 1.
- ANALIZY FIZYCZNO-CHEMICZNE WÓD LECZNICZYCH, WÓD STOŁOWYCH I BOROWIN WYKONANE W 1975 R. (1976) – Probl. Uzdrow., 9/12, p. 84–95; 346–368.
- CIĘŻKOWSKI M., CIĘŻKOWSKI W. (1981) – Zwyczajne wody radonowe Łądka Zdroju. Prz. Geol., 28, p. 183–184, nr 4.
- CIĘŻKOWSKI W., SZARSZEWSKA Z. (1978) – O zjawisku mieszanania się wód leczniczych z wodami ich otoczenia na przykładzie uzdrowisk sudeckich. Probl. Uzdrow., 6 (128), p. 167–173.
- DOMINIKIEWICZ M. (1951) – Wody mineralne Polski. PZWL. Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J. (1969) – Występowanie wód leczniczych w Polsce. W: J. Dowgiałło, A. Karski, I. Potocki – Geologia surowców balneologicznych. Wyd. Geol. Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J. (1976) – Wody termalne Sudetów. Acta Geol. Pol., 26, p. 617–643, nr 4.
- DOWGIAŁŁO J. (1978) – Pochodzenie dwutlenku węgla w szczawach Karpat i Sudetów na obszarze Polski. Biul. Inst. Geol., 312, p. 191–217.
- FISTEK J., TEISSEYRE J. (1967) – Geneza wód mineralnych Świeradowa-Zdroju. Przew. 40 Zjazdu Pol. Tow. Geol., p. 177–178.

- FISTEK J. (1977) – Szczawy Kotliny Kłodzkiej i Gór Bystrzyckich. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW, 22, p. 61–115.
- FISTEK J. (1979) – Wody lecznicze i mineralne oraz peloidy. W: Surowce mineralne Dolnego Śląska. Ossolineum. Wrocław.
- FISTEK J., IWANOWSKI S., ICIEK A., JAGODZIŃSKI A. (1975) – Badania geologiczne, geofizyczne i hydrogeologiczne jako przykład kompleksowego rozwiązania problemu poszukiwań wód leczniczych w uzdrowiskach sudeckich. Biul. Infor. Geofizyka, 1, p. 5–30.
- GŁOWIAK B., ZIÓŁKOWSKI J. (1965) – Radioaktywność wód Świeradowa-Zdroju. Gaz. Woda ..., 39, p. 166–169, nr 5.
- HYNIE O. (1961) – Hydrogeologie ČSSR, Č. I – Proste vody. Academia. Praha.
- HYNIE O. (1963) – Hydrogeologie ČSSR, Č. II – Minerální vody. Academia. Praha.
- IWANOWSKI S., SZARSZEWSKA Z. (1978) – Świeradów Zdrój. Intern. Symp. Hydrogeochem. Miner. Waters, Cieplice Spa. Proceedings. p. 367–370.
- KOBROVÁ M. (1957) – Klasyfikace a chemický rozběr minerální vody ze sondy S₁ v Libverdě. Fysiatr. Věst., 35, p. 160–161, nr 3.
- KOSZELA J. (1972) – Mezoskopowe parakinematyczne struktury w łupkach łyszczykowych okolic Czerniawy Zdroju. Kwart. Geol., 16, p. 37–52, nr 1.
- PILICH A., KULIKOWSKA J., MADEYSKI A. (1979) – Ujęcia wód mineralnych i słabo zmineralizowanych w Polsce. Probl. Uzdrow., 3/6 (137–140), p. 70–94.
- RULSKI S. (1975) – Zastosowanie aparatury Turam do poszukiwania złóż rud polimetali na wybranych obiektach geologicznych w Sudetach. Biul. Infor. Geofizyka, nr 1, p. 31–42.
- SZAŁAMACHA J., SZAŁAMACHA M. (1968) – The metamorphic series of the Karkonosze – Góry Izerskie Mountainous block. Biul. Inst. Geol., 222, p. 33–74.
- SZMYTÓWNA M. (1958) – Radoczynność źródeł leczniczych w Górach Izerskich i Karkonoszach. Pr. Kom. Farmac. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, 1, p. 96–105, nr 1/10.
- TEISSEYRE J. (1954) – Geologia sudeckich wód mineralnych. Zjazd Nauk.-Tech. ..., p. 74–96.
- TEISSEYRE J. (1966) – Źródła mineralne Dolnego Śląska w świetle badań geologicznych (1945–1965). W: Z geologii Ziemi Zachodnich, 2, p. 485–503.
- ZÝKA V. (1964) – Geochemie mineralnich vod Čech. Shor. Geol. Věd, ř. TG, sv. 3, p. 45–114.

Войцех ЦЕНЖКОВСКИ

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ИЗЕРСКИХ ГОР УГЛЕКИСЛЫХ ВОД

Резюме

Углекислые и радиоактивные воды Изерских гор в западной части Судет используются в лечебных целях на польских курортах Сваерадов-Здруй и Чернява-Здруй, а также на чехословацком курорте Лазне Либверда.

Источники этих вод расположены в пределах илк в непосредственной близости от пояса слюдистых спанцев. Этот пояс шириной 0,5–1,5 км тянется 30 км и моноклиально погружается вместе с окружающими его гнейсами на север под углом 50–70° (фиг. 1). В этих породах выделяются два направления нарушений: старшие В-3 и ЮЗ-СВ простираения и более молодые ССВ-ЮЮЗ простираения.

Расположенные здесь источники углекислых вод, минерализация которых достигает 3%, относятся к типу $\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{Mg} + (\text{Fe}) + (\text{F}) + (\text{Rn})$. Радиоактивные воды с минерализацией от 0,005% относятся к типу $(\text{HCO}_3) - (\text{CO}_3) - (\text{Ca}) - (\text{Na})$ и содержат до 79 лCi/дм³ радона. На фиг. 2 показано размещение источников этих вод на польских курортах.

На график, представленный на фиг. 3 нанесен химический состав вод Изерских гор. Учитывая наиболее минерализованные воды, в отдельных местностях („чистые“ углекислые воды) получают ряд химических составов (прямые 1—4), явившихся следствием разных этапов метаморфизма вод. В то же время „чисто“ углекислые воды смешиваются с более мелко залегающими водами в каждой местности, образуя воды промежуточного химического состава. Оба примера на графике накладываются один на другой.

Содержание ювенильного CO_2 в углекислых водах составляет 1500—3500 мг/дм³.

Химический тип углекислых вод обусловлен кругооборотом вод в слюистых сланцах, обезвоживающих соседние гнейсы. Из этих гнейсов состоит район, откуда идет приток углекислых вод, расположенный на юг от выхода вод на поверхность. Воды, которые несколько десятков лет кружат в породе, достигают глубин 2000—3000 м. Стремясь к дневной поверхности, углекислые воды мешаются с радиоактивными водами, образуя источники радиоактивных углекислых вод. Схема гидрогеологической зональности углекислых изерских вод показана на фиг. 4.

Wojciech CIĘŻKOWSKI

HYDROGEOLOGICAL UNIT OF THE GÓRY IZERSKIE CARBON DIOXIDE WATERS

Summary

Carbon dioxide and radon waters occurring in the Góry Izerskie Mts, western part of the Sudety Mts, are used for medical purposes in Świeradów-Zdrój and Czerniawa-Zdrój health resorts in Poland and Lázně Libverda in Czechoslovakia.

The waters flow out within or in direct neighbourhood of a belt of micaceous schists, 0.5 to 1.5 km wide and about 30 km long. The schists and surrounding gneisses are dipping northwards at the angle of 50—70° (Fig. 1) and they display two types of dislocations: older, E—W and SW—NE oriented, and younger, NNE—SSW oriented.

Carbon dioxide waters occurring in the above area are characterized by total mineralization up to 0.3% and the type $\text{HCO}_3 - \text{Ca} - \text{Mg} + (\text{Fe}) + (\text{F}) + (\text{Rn})$, and the radon waters — by mineralization over 0.005% and the type $(\text{HCO}_3) - (\text{SO}_4) - (\text{Ca}) - (\text{Na})$ and content of radon up to nCi/dm³. Figure 2 shows location of intakes of these waters in Polish health resorts.

The data concerning chemical composition of waters from the Góry Izerskie Mts were plotted in the graph (Fig. 3). Taking into account waters with the highest mineralization in individual localities („pure“ carbon dioxide waters), we obtain a series of chemical compositions (lines 1—4), representing different stages in metamorphism of certain waters. At the same time, the „pure“ carbon dioxide waters mix up with shallower-seated ones in all the localities, which leads to origin of waters with intermediate chemical composition. Both cases overlap one another in the graph.

The content of juvenile CO_2 in carbon dioxide waters ranges from 1500 to 3500 mg/dm³.

The chemical type of carbon dioxide waters should be regarded as related to water circulation in micaceous schists and drainage of neighbouring gneisses. The area of supply of carbon dioxide waters, situated south of their outflows, is built of gneisses. Waters circulating for several decades descend to

depths of about 2,000 – 3,000 m. In the course of migration to places of outflow, they mix up with radon ones, which leads to origin of radon-bearing carbon-dioxide waters. Figure 4 shows the scheme of hydrogeological structure of the Iżera carbon dioxide waters.