

## NOWE DANE DOTYCZĄCE SKŁADU FIZYKOCHEMICZNEGO I IZOTOPOWEGO WÓD LECZNICZYCH ANTYKLINY IWONICZA-ZDROJU–RUDAWKI RYMANOWSKIEJ

### NEW DATA ON HYDROCHEMICAL AND ISOTOPIC COMPOSITION OF THE THERAPEUTIC WATER IN THE IWONICZ-ZDRÓJ–RUDAWKA RYMANOWSKA ANTICLINE

JÓZEF CHOWANIEC<sup>1</sup>, TOMASZ GAĞULSKI<sup>1</sup>, GRAŻYNA GORCZYCA<sup>1</sup>, TOMASZ OPERACZ<sup>1</sup>

**Abstrakt.** Wody lecznicze antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej charakteryzują się mineralizacją od 1,24 do 19,25 g/dm<sup>3</sup>. Wśród nich można wyróżnić dwa typy hydrogeochemiczne: wody Cl–HCO<sub>3</sub>–Na, eksploatowane w większości rozpatrywanych ujęć, oraz wody HCO<sub>3</sub>–Cl–Na. Większość z nich zawiera składniki swoiste, jak np. jod (I) i dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>). Rezultaty badań izotopowych wskazują z dużym prawdopodobieństwem, że mamy tutaj do czynienia z czterema różnymi składowymi wód leczniczych: diagenetycznymi, relikto-morskimi (?) oraz wodami współczesnej i starszej infiltracji.

**Słowa kluczowe:** woda lecznicza, skład izotopowy wody, geneza wód, jednostka śląska, Karpaty zewnętrzne.

**Abstract.** The mineralization of the therapeutic water in the Iwonicz-Zdrój–Rudawka Rymanowska Anticline varies between 1.24 and 19.25 g/dm<sup>3</sup>. There are two hydrogeochemical types of the water: Cl–HCO<sub>3</sub>–Na (extracted in most of the studied intakes), and HCO<sub>3</sub>–Cl–Na. Most of them contain specific components like I and CO<sub>2</sub>. The studies point, with great probability, to the presence of four various components: diagenetic, relict marine (?), of present-day infiltration, and of older infiltration.

**Key words:** therapeutic water, isotopic composition of water, groundwater genesis, Silesian Unit, Outer Carpathians.

### WSTĘP

Obszar badań jest usytuowany we wschodniej części polskich Karpat fliszowych. Swym zasięgiem obejmuje jednostkę tektoniczną zwaną antykliną (fałdem) Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej, będącą jednym z elementów tektonicznych płaszczowiny śląskiej (Wdowiarsz i in., 1991). Charakterystyczne dla tej jednostki jest to, że na powierzchni, lub w strefie przypowierzchniowej, występują wody zwykle i mineralne. Istnienie źródeł wód mineralnych występujących w tym rejonie warunkują strefy dyslokacyjne, w których systemy szczelin sięgają niekiedy do znacznych głębokości. Istniejące tu wody mineralne typu szczaw, lub wody kwasowęglowe, związane są z migrującym

z głębi ziemi dwutlenkiem węgla. Pionową strefowość hydrochemiczną, przejawiającą się wzrostem mineralizacji wraz z głębokością stwierdzono (poza nielicznymi przypadkami) w całej omawianej jednostce tektonicznej (Leśniak, 1985; Zuber, Grabczak, 1985; Oszczypko, Zuber, 2002; Chowaniec, 2004; Porowski, 2006; Rajchel i in., 2011).

W czasie realizacji w latach 2013–2015 w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (OK PIG-PIB) „Dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby dyspozycyjne wód leczniczych antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej” przeprowadzono liczne badania fizykochemiczne

<sup>1</sup> Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków;  
e-mail: jozef.chowaniec@pgi.gov.pl, tomasz.gagulski@pgi.gov.pl, grazyna.gorczyca@pgi.gov.pl, tomasz.operacz@pgi.gov.pl.

i izotopowe wód leczniczych stwierdzonych w antyklinie Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej (Operacz i in., 2015).

Badania fizykochemiczne wód podziemnych wykonano w akredytowanym Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego

Instytutu Badawczego (CLCh PIG-PIB) w Warszawie. Dodatkowe dane uzyskano z Uzdrawiskowych Zakładów Górniczych „Iwonicz” w Iwoniczu-Zdroju i „Rymanów” w Rymanowie-Zdroju, natomiast badania izotopowe zostały wykonane przez Towarzystwo Badania Przemian Środowiska „Geosfera” w Krakowie (Duliński i in., 2015).

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA

Antyklina Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej jest jedną z najbardziej interesujących pod względem hydrogeologicznym struktur tektonicznych we wschodniej części polskich Karpat zewnętrznych (fliszowych) ze względu na występowanie cennych wód leczniczych. Wychodnie piaskowców ciężkowickich i łupków pstrych wraz z lokalizacją ujęć wód leczniczych pokazano na [figurze 1](#).

Antyklina Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej znajduje się w obrębie jednostki śląskiej, która od południa jest reprezentowana na powierzchni przez warstwy krośnieńskie dolne wykształcone w postaci piaskowców i łupków (oligocen), warstwy menilitowe wykształcone w postaci łupków, piaskowców, rogowców i margli (oligocen). W kierunku północnym pojawiają się warstwy hieroglifowe zbudowane z łupków pstrych i piaskowców cienkoławicowych z wkładkami gruboławicowych piaskowców globigerynowych (eocen). Do najstarszych utworów występujących na powierzchni należą piaskowce ciężkowickie z wkładkami łupków pstrych (eocen). Na przedpolu antykliny występują piaskowce i łupki należące do warstw krośnieńskich (nierozdzielonych).

Na obszarze badań najstarszymi utworami stwierdzonymi otworami wiertniczymi są warstwy istebniańskie zaliczane do kredy górnej–paleocenu. Tworzą je piaskowce grubo- i średnioławicowe, przechodzące ku górze w cykle sedymentacyjne z cienkoławicowymi piaskowcami i wkładkami łupków. Nad nimi występują cztery poziomy piaskowców ciężkowickich oraz cztery poziomy łupków pstrych (Wdowiak i in., 1991).

Antyklina Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej znajduje się w obrębie środkowej części centralnego synklinorium karpackiego. Poprzecinana jest szeregiem dyslokacji poprzecznych, między innymi wzdłuż doliny rzeki Tabor, przepływającej ogólnie z południa na północ przez Rymanów-Zdrój. Dyslokacja przesuwu północno-zachodnie skrzydło o ponad 300 m w kierunku południowo-zachodnim, w wyniku czego piaskowce ciężkowickie kontaktują się bezpośrednio z warstwami krośnieńskimi. Jej istnienie na powierzchni maskują osady czwartorzędowe. Oś antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej wynurza się w kierunku zachodnim.

## WYNIKI BADAŃ FIZYKOCHEMICZNYCH WÓD LECZNICZYCH

Wody lecznicze występujące w okolicach Iwonicza-Zdroju charakteryzują się mineralizacją w granicach od 1,92 g/dm<sup>3</sup> w otworze Karol 2 do 19,25 g/dm<sup>3</sup> w otworze Lubatówka-12 (Lu-12) oraz przewagą jonów chlorkowych nad wodorowęglanowymi, poza otworami Karol 2 i Klimkówka-27 (KI-27), w których ujęto wodę typu HCO<sub>3</sub>-Cl-Na, CO<sub>2</sub>. Maksymalną zawartość CO<sub>2</sub> (1170 mg/dm<sup>3</sup>) stwierdzono w wodzie z otworu KI-27 ([tab. 1](#)).

W Rymanowie-Zdroju wody lecznicze posiadają niższą mineralizację – od 1,62 g/dm<sup>3</sup> w źródle Jan do 9,62 g/dm<sup>3</sup> w otworze Rymanów-Zdrój-2 (RZ-2). Podobnie jak w Iwoniczu-Zdroju są to wody typu Cl-HCO<sub>3</sub>-Na, I. Wyjątkami są otwór Rymanów-Zdrój-5 (RZ-5), który ujmu-

je wody typu HCO<sub>3</sub>-Cl-Na, I, oraz źródło Jan, w którym występuje woda typu HCO<sub>3</sub>-Cl-Na. Najwyższą zawartość CO<sub>2</sub> (1209 mg/dm<sup>3</sup>) stwierdzono w źródle Tytus ([tab. 1](#)).

Na podstawie danych zawartych w [tabeli 1](#), można stwierdzić, że wody lecznicze antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej charakteryzują się mineralizacją od 1,24 do 19,25 g/dm<sup>3</sup>. Wśród nich można wyróżnić dwa typy hydrogeochemiczne – wody chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowe eksploatowane w większości rozpatrywanych ujęć oraz wody wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowe. Większość z nich zawiera składniki swoiste, jak np. jod i dwutlenek węgla.





Tabela 1

## Charakterystyka hydrochemiczna wód leczniczych w Iwoniczu-Zdroju i Rymanowie-Zdroju (Operacz i in., 2015)

Hydrochemical characteristics of therapeutic water in Iwonicz-Zdrój and Rymanów-Zdrój (Operacz *et al.*, 2015)

Symbol ujęcia	Zawartość głównych jonów [mg/dm <sup>3</sup> ]			Formuła Kurlowa	Rok wykonania analizy	Uwagi
	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>			
rejon Iwonicza-Zdroju						
Elin 7	2198,0	1629,0	2000,0	$CO_2^{687} I^{3,17} M^{6,03} \frac{Cl^{70} HCO_3^{30}}{Na^{95} Ca^3}$	2014	czynne, otwory eksploato- wane naprzemiennie
Emma	1478,0	1215,0	1429,0	$I^{2,31} M^{4,28} \frac{Cl^{63} HCO_3^{30}}{Na^{95} Ca^3 Mg^1}$	2012	
Zofia 6	4539,0	2471,0	3720,0	$CO_2^{830} I^{5,6} M^{11,1} \frac{Cl^{76} HCO_3^{24}}{Na^{96} Ca^2 Mg^1}$	2014	czynne
Lubatówka-12 (Lu-12)	8188,0	3966,0	6690,0	$CO_2^{620} I^{9,65} M^{19,25} \frac{Cl^{78} HCO_3^{22}}{Na^{96} Mg^2 Ca^1} T^{20,2}$	2014	czynne
Lubatówka-14 (Lu-14)	8509,7	3508,5	6630,0	$I^{9,84} M^{19,11} \frac{Cl^{80} HCO_3^{20}}{Na^{97} Ca^1 Mg^1} T^{20,1}$	2014	czynne
Iwonicz II	1737,0	1342,0	1665,0	$CO_2^{992} I^{3,06} M^{4,94} \frac{Cl^{69} HCO_3^{31}}{Na^{95} Ca^3 Mg^1}$	2014	czynne
Klimkówka-27 (Kl-27)	2447,0	6285,0	3930,0	$CO_2^{1170} I^{4,64} M^{12,82} \frac{HCO_3^{60} Cl^{40}}{Na^{97} Ca^1 Mg^1}$	2014	czynne
Karol 2	425,4	820,0	562,9	$M^{1,92} \frac{HCO_3^{49} Cl^{43}}{Na^{89} Ca^6 Mg^2 Fe^1 K^1}$	2012	czynne
rejon Rymanowa-Zdroju						
Rymanów-Zdrój-2 (RZ-2)	2482,0	3978,0	2915,0	$I^{1,8} M^{9,62} \frac{Cl^{52} HCO_3^{48}}{Na^{97} Mg^2 Ca^1}$	2014	czynne
Rymanów-Zdrój-4 (RZ-4)	1684,0	2496,0	1900,0	$CO_2^{848} I^{1,24} M^{6,33} \frac{Cl^{54} HCO_3^{46}}{Na^{95} Ca^3 Mg^1}$	2014	czynne
Rymanów-Zdrój-5 (RZ-5)	1028,0	3124,0	1825,0	$I^{1,2} M^{6,15} \frac{HCO_3^{64} Cl^{36}}{Na^{98} K^1 Ca^1}$	2014	czynne
Rymanów-Zdrój-6 (RZ-6)	1950,0	1538,0	1535,0	$CO_2^{700} I^{1,5} M^{5,36} \frac{Cl^{68} HCO_3^{31}}{Na^{87} Ca^{10} Mg^2 K^1}$	2014	czynne
Rymanów-Zdrój-7 (RZ-7)	1028,3	982,4	850,2	$M^{3,01} \frac{Cl^{64} HCO_3^{35}}{Na^{84} Ca^{11} Mg^3 K^1}$	2014	czynne
Źródło Tytus	3404,0	1495,0	2540,0	$CO_2^{1209} I^{3,4} M^{7,89} \frac{Cl^{80} HCO_3^{20}}{Na^{90} Ca^6 Mg^2 K^1}$	2014	ujęte
Źródło Klaudia	3315,0	1446,0	2420,0	$CO_2^{1148} I^{3,1} M^{7,62} \frac{Cl^{80} HCO_3^{20}}{Na^{90} Ca^6 Mg^2 K^1}$	2014	ujęte
Źródło Celestyna	3546,0	1538,0	2535,0	$CO_2^{1090} I^{3,1} M^{8,08} \frac{Cl^{80} HCO_3^{20}}{Na^{90} Ca^6 Mg^2 K^1}$	2014	ujęte
Źródło Basenowe	2943,0	1300,0	2175,0	$CO_2^{869} I^{2,21} M^{6,82} \frac{Cl^{79} HCO_3^{20}}{Na^{90} Ca^7 Mg^1 K^1}$	2014	ujęte
Źródło Ignacy	1099,0	1654,0	1200,0	$CO_2^{250} M^{4,18} \frac{Cl^{53} HCO_3^{47}}{Na^{90} Ca^7 Mg^2}$	2014	ujęte
Źródło Jan	390,03	713,91	315,0	$M^{1,62} \frac{HCO_3^{51} Cl^{48}}{Na^{63} Ca^{27} Mg^8 K^1}$	2012	ujęte

## WYNIKI BADAŃ SKŁADU IZOTOPOWEGO TLENU I WODORU ORAZ STĘŻENIA TRYTU

Intensywne badania składu izotopowego wód leczniczych antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej są prowadzone co najmniej od kilkunastu lat, wcześniej badania takie prowadził Dowgiałło (1973). Istotne znaczenie dla poznania genezy szczyaw chlorkowych Rymanowa-Zdroju i Iwonicza-Zdroju, związanych z występowaniem złóż węglowodorów, mają prace Oszczytko i Zuber (2002) oraz Chowańca i in. (2007). Zaznaczyli oni, że wody te mają składową diagenetyczną, a ich mieszanie się z wodami słodkimi może w nieznanym stopniu odbiegać od typowej linii szczyaw chlorkowych Karpat na skutek mieszania się z wodami przedplejstoceniowymi. Znaczący wkład w rozpoznanie genezy szczyaw chlorkowych omawianego obszaru wniosły między innymi prace Porowskiego (2004, 2006), który stwierdził, że wody lecznicze rejonu Iwonicza-Rymanowa powstają w wyniku mieszania się trzech składowych: wód diagenetycznych, wód pochodzących z dehydratacji i wód infiltracyjnych. Ponadto zaznaczył on, że wody infiltracyjne mogą pochodzić z różnych okresów ostatniego cyklu hydrogeologicznego.

Podobne wyniki badań w swojej pracy podali Baran i Hałas (2011). Na podstawie analizy składu chemicznego i izotopowego wód rejonu Iwonicza-Zdroju i Lubatówki stwierdzili, że można je zaliczyć do wód mieszanych, infiltracyjnych z ascendującymi, zasolonymi wodami pochodzącymi z dehydratacji minerałów. Stwierdzili ponadto, że badania  $\delta^{13}\text{C}$  w rozpuszczonych węglanach potwierdzają tę tezę, ponieważ wyniki pomiarów wskazują na wartości zbliżone do delty węglowej w wodach głębinowych, metamorficznych o różnym wieku, z wyjątkiem wód Lubatówki, które można zaliczyć do typowych solanek ze złóż naftowych. Wody Lubatówki charakteryzują się również wyższą mineralizacją spośród badanych wód, co sugeruje, że nie są to wody mieszane.

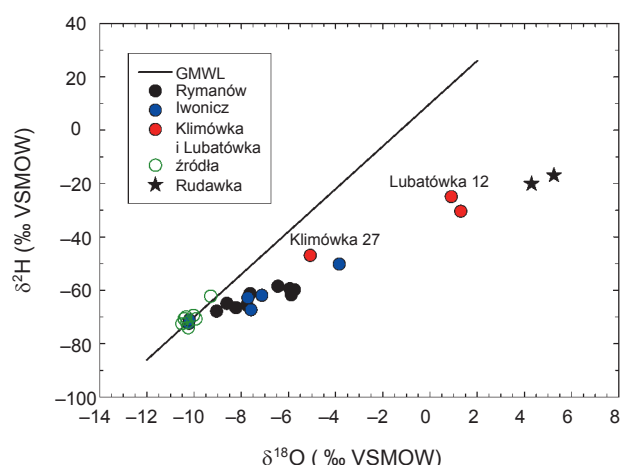
Wyniki badań izotopowych wód mineralnych z rejonu Iwonicza–Rymanowa przedstawili również w swojej pracy Duliński i in. (2013). Wykazali, że wartości  $\delta^{18}\text{O}$  i  $\delta^2\text{H}$  odbiegają od typowych wartości dla wód infiltracyjnych, co należy interpretować jako charakterystyczne przesunięcie w kierunku składów izotopowych typowych dla wód diagenetycznych. Na podstawie pomiarów składu izotopowego i stężenia chlorków w badanych wodach Iwonicza-Zdroju udział składowej diagenetycznej określono na od ok. 11 do ok. 21%. W przypadku Rymanowa stwierdzono zdecydowanie większą zmienność udziału składowej diagenetycznej, która w zależności od wybranego parametru do jej określenia ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$  lub stężenie chlorków) wynosi od 7 do 31%.

W tabeli 2 zestawiono składy izotopowe tlenu i wodoru, stężenie trytu oraz chlorków wód leczniczych Iwonicza-Zdroju i Rymanowa-Zdroju na podstawie badań Dulińskiego i in. (2015).

Poszczególne zależności w różnych konfiguracjach pomiędzy składem izotopowym tlenu, wodoru i stężeniem

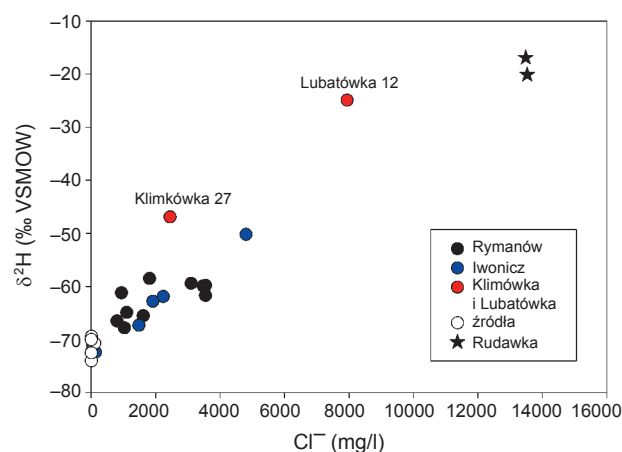
chlorków w badanych próbach przedstawiono graficznie na figurach 2, 3 i 4.

Jak pokazano na figurze 2, istnieje liniowa zależność między składem izotopowym wodoru i tlenu, co sugeruje, że w badanych wodach mamy do czynienia z mieszaniami dwuskładnikowymi, z wyjątkiem wody z otworów Lubatówka-12 (Lu-12) i Klimkówka 27 (KI-27). Jak wynika z wcześniejszych badań wody te, wraz z ujęciem Lubatówka-14



**Fig. 2. Składy izotopowe wód leczniczych antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej (Duliński i in., 2015 w: Operacz i in., 2015)**

Isotope composition of therapeutic water intakes in the Iwonicz-Zdrój–Rudawka Rymanowska Anticline (Duliński *et al.*, 2015 in: Operacz *et al.*, 2015)



**Fig. 3. Zależność pomiędzy  $\delta^2\text{H}$ – $\text{Cl}^-$  w wodach leczniczych antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej (Duliński i in., 2015 w: Operacz i in., 2015)**

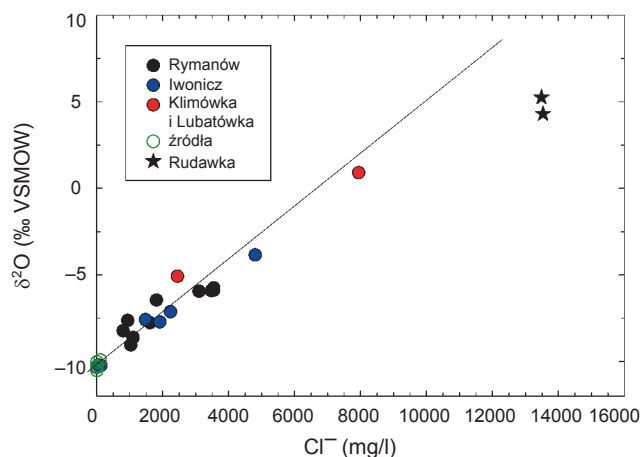
Dependence between  $\delta^2\text{H}$ – $\text{Cl}^-$  in therapeutic water of the Iwonicz-Zdrój–Rudawka Rymanowska Anticline (Duliński *et al.*, 2015 in: Operacz *et al.*, 2015)

(Lu-14), również w przeszłości nieco odbiegały od zależności liniowej (Duliński i in., 2013). Usytuowanie punktów ponad linię mieszania dwuskładnikowego sugeruje obecność trzeciej komponenty, której skład izotopowy może odpowiadać składowi wody morskiej na różnych etapach parowania, lub wody pochodzenia diagenetycznego o składzie różniącym się od składowej występującej w większości ujęć.

Jak wynika z [figury 3](#) wody z ujęć Lubatówka 12 i Klimkówka 27 leżą powyżej linii mieszania, jaką można byłoby narysować przez punkty reprezentujące badane ujęcia w Iwoniczu-Zdroju i Rymanowie-Zdroju. Może to sugerować obecność trzeciej składowej, będącej wodą pochodzenia morskiego. Ten problem jest niezwykle skomplikowany i wymaga przeprowadzenia dalszych analiz.

Na [figurze 4](#) pokazano, że ujęcia Lubatówka-12 i Klimkówka-27 nie odbiegają od linii mieszania. Punkty reprezentujące ujęcia Rudawki Rymanowskiej (Rudawka) leżą natomiast poniżej wspomnianej linii i są wyraźnie od niej odsunięte.

Wody lecznicze z ujęć w Rymanowie-Zdroju na ogół są pozbawione trytu. W aspekcie historycznym badań oznacza to brak dopływów wód współczesnych, co przekłada się bezpośrednio na stabilność systemów hydrogeologicznych. Natomiast w ujęciach Iwonicza-Zdroju zawsze występowała składowa współczesna. Jednak w skład wody beztrytowej może wchodzić woda diagenetyczna oraz dowolna woda



**Fig. 4. Zależność pomiędzy  $\delta^{18}\text{O}$ – $\text{Cl}^-$  w wodach leczniczych antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej (Duliński i in., 2015 w: Operacz i in., 2015)**

Dependency between  $\delta^{18}\text{O}$ – $\text{Cl}^-$  in therapeutic water of the Iwonicz-Zdrój–Rudawka Rymanowska Anticline (Duliński *et al.*, 2015 in: Operacz *et al.*, 2015)

o znacznym wieku (holoceńska, zasilana w całości przed 1952 r.). Oznacza to, że w badanych wodach Iwonicza-Zdroju występuje trzecia składowa pozbawiona trytu.

**Tabela 2**

**Skład izotopowy tlenu i wodoru, stężenie trytu oraz stężenie chlorków wód leczniczych Iwonicza-Zdroju i Rymanowa-Zdroju wg Dulińskiego i in., 2015**

Oxygen and hydrogen isotopic composition as well as tritium and chloride contents of therapeutic water in the Iwonicz-Zdrój and Rymanów-Zdrój area after Duliński *et al.*, 2015

Lp.	Nazwa ujęcia	Data poboru	$\delta^{18}\text{O}$ [‰] VSMOW	$\delta^2\text{H}$ [‰] VSMOW	Tryt (TU)	Stężenie $\text{Cl}^-$ [mg/l]
1.	Iwonicz odwiert Emma	23.10.2014	-7,59	-67,3	3,3 ±0,4	1478
2.	Iwonicz odwiert Elin 7	23.10.2014	-7,13	-61,9	2,0 ±0,3	2234
3.	Iwonicz odwiert Iza 19	4.11.2014	-10,20	-71,1	2,2 ±0,3	46,5
4.	Iwonicz odwiert Zofia 6	23.10.2014	-3,85	-50,2	1,9 ±0,3	4804
5.	Iwonicz odwiert Iwonicz II	23.10.2014	-7,72	-62,8	1,5 ±0,3	1915
6.	Iwonicz odwiert Karol 2	4.11.2014	-10,23	-72,4	6,7 ±0,5	132
7.	Iwonicz źródło Czesław	4.11.2014 9.04.2015	-10,52 -10,55	-72,5 -71,5	6,7 ±0,5 7,8 ±0,5	4,6 nb
8.	Iwonicz odwiert Lubatówka-12	23.10.2014	+0,90	-24,9	0,4 ±0,3	7943
9.	Iwonicz odwiert Lubatówka-14	23.10.2014	+1,30	-30,4	0,2 ±0,3	nb
10.	Klimkówka odwiert Klimkówka-27	23.10.2014	-5,08	-46,9	0,5 ±0,3	2447
11.	Rymanów odwiert RZ-2	22.10.2014	-6,45	-58,5	0,0 ±0,3	1808

Tabela 2 cd.

1	2	3	4	5	6	7
12.	Rymanów odwiert RZ-4	22.10.2014	-7,76	-65,5	0,0 ±0,3	1613
13.	Rymanów odwiert RZ-6	6.11.2014	-8,23	-66,5	0,3 ±0,4	798
14.	Rymanów odwiert RZ-7	22.10.2014	-9,05	-67,8	0,0 ±0,4	1029
15.	Rymanów ujęcie Tytus	5.11.2014	-5,88	-61,7	0,6 ±0,3	3546
16.	Rymanów ujęcie Klaudia	5.11.2014	-5,91	-59,9	0,0 ±0,4	3475
17.	Rymanów ujęcie Celestyna	5.11.2014	-5,75	-59,8	0,4 ±0,4	3546
18.	Rymanów ujęcie Ignacy	5.11.2014	-8,61	-64,9	1,0 ±0,3	1100
19.	Rymanów Basenowe	5.11.2014	-5,94	-59,4	0,2 ±0,3	3100
20.	Orli Potok	4.11.2014 9.04.2015	-10,31 -10,28	-72,2 -71,3	6,6 ±0,5 8,2 ±0,5	9,9
21.	Adolf	4.11.2014 9.04.2015	-9,92 -10,05	-70,7 -72,4	7,2 ±0,5 8,6 ±0,6	106
22.	Lewarowe	4.11.2014 9.04.2015	-10,25 -10,07	-74,0 -71,7	7,5 ±0,5 8,4 ±0,6	5,3
23.	Nad Wołowym	21.10.2014 9.04.2015	-10,03 -10,15	-69,4 -71,1	7,9 ±0,5 9,8 ±0,6	7,8
24.	Nad Karczmiskiem	6.11.2014 9.04.2015	-10,35 -10,32	-70,0 -70,9	8,0 ±0,5 9,3 ±0,6	1,5
25.	Nr 390	4.11.2014 9.04.2015	-9,30 -10,38	-62,2 -72,5	9,3 ±0,6 10,5 ±0,6	nb nb

Niepewność oznaczenia  $\delta^{18}\text{O}$  i  $\delta^2\text{H}$  wynosi odpowiednio  $\pm 0,1\%$  oraz  $\pm 1\%$ ; nb – nie badano

Uncertainty of determinations is  $\pm 0,1\%$  for  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\pm 1\%$  for  $\delta^2\text{H}$ ; nb – not analyzed

## PODSUMOWANIE

W podsumowaniu należy stwierdzić, że uzyskane dane chemiczne i izotopowe potwierdzają złożoność systemu hydrogeologicznego okolic Rymanowa-Zdroju i Iwonicza-Zdroju. Na podstawie uzyskanych rezultatów, można przypuszczać z dużym prawdopodobieństwem, że mamy tutaj do

czynienia z czterema różnymi składowymi wód leczniczych: diagenetycznymi, reliktoowo-morskimi (?) oraz wodami współczesnej i starszej infiltracji. W przyszłości dalsze badania powinny być ukierunkowane na próbę udokumentowania występowania wszystkich czterech składowych tych wód.

## LITERATURA

- BARAN A., HAŁAS S., 2011 — Badania izotopowe wód mineralnych Iwonicza-Zdroju i Lubatówki. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **444**: 5–14.
- CHOWANIEC J., 2004 — Wody podziemne wschodniej części Karpat i zapadliska przedkarpackiego oraz ich ochrona. *W: LXXXV Zjazd Nauk. Pol. Tow. Geol.*: 79–91. Jasło, Kraków.
- CHOWANIEC J., CIĘŻKOWSKI W., ZUBER A., 2007 — Prowincja karpacka. *W: Hydrogeologia regionalna Polski. T. II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane* (red. B. Paczyński, A. Sadurski): 78–96. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J., 1973 — Wyniki badań składu izotopowego tlenu i wodoru w wodach podziemnych Polski południowej. *Biul. Inst. Geol.*, **277**: 319–334.
- DULIŃSKI M., KUC T., RÓŻAŃSKI K., 2015 — Badania składu izotopowego oraz stężenia trytu w próbach wód podziemnych rejonu Iwonicza oraz Rymanowa wraz z omówieniem wyników. *Narod. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- DULIŃSKI M., RAJCHEL L., CZOP M., MOTYKA J., RAJCHEL J., 2013 — Badania izotopowe wód mineralnych rejonu Iwonicz-Rymanów. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **456**: 127–132.
- LEŚNIAK P.M., 1985 — Open  $\text{CO}_2$ -underground water system in West Carpathians - chemical and isotopic evidence. *Chem. Geol.*, **49**: 275–286.

- OPERACZ T., CHOWANIEC J., FREIWALD P., GAĞULSKI T., GORCZYCA G., JÓZWIĄK K., PATORSKI R., WITEK K., BOROWIEC M., CZOP M., 2015 — Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód leczniczych antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- OSZCZYPKO N., ZUBER A., 2002 — Geological and isotopic evidence of diagenetic waters in the Polish Flysch Carpathians. *Geol. Carpath.*, **53**, 4: 257–268.
- POROWSKI A., 2004 — Isotopic evidence of the origin of mineralized waters from the Central Carpathian Synclinorium, SE Poland. *Environ. Geol.*, **44**: 661–669.
- POROWSKI A., 2006 — Origin of mineralized waters in the Central Carpathian Synclinorium, SE Poland. *Stud. Geol. Pol. Hydrogeol. Hydrogeochem.*, **125**: 1–67.
- RAJCHEL L., CZOP M., MOTYKA J., RAJCHEL J., 2011 — Skład chemiczny wód mineralnych i leczniczych rejonu Iwonicza i Rymanowa. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **445**: 549–560.
- WDOWIARZ S., ZUBRZYCKI A., FRYSZTAK-WOLKOWSKA A., 1991 — Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50 000, ark. Rymanów. Wydaw. Geol., Warszawa.
- ZUBER A., GRABCZAK J., 1985 — Pochodzenie niektórych wód mineralnych Polski południowej w świetle dotychczasowych badań izotopowych. *W: Aktualne problemy hydrogeologii*: 135–148. Wydaw. AGH, Kraków.

## SUMMARY

The study area is located in the eastern part of the Polish Flysch Carpathians, covering a tectonic unit called Iwonicz-Zdrój–Rudawka Rymanowska Anticline (fold), which is one of the Silesian Nappe elements. The characteristic feature of this unit is that groundwater and therapeutic (mineral) water occur together in the surface or subsurface zone. The therapeutic water is found in the Ciężkowice sandstones. The Iwonicz-Zdrój–Rudawka Rymanowska Anticline is built of these sandstones and therefore is one of the most interesting in terms of hydrogeology tectonic structures in the eastern part of the Polish Outer Carpathians (Flysch).

At the Carpathian Branch of the Polish Geological Institute – National Research Institute, many physicochemical and isotopic studies of therapeutic water found in the Iwonicz-Zdrój–Rudawka Rymanowska Anticline were performed in 2013–2015. The chemical and isotopic data confirm the complexity of the hydrogeological system in the Rymanów-Zdrój and Iwonicz-Zdrój area. Based on the results obtained, a conclusion can be made that we are dealing here with four various components of the therapeutic waters: diagenetic, relict marine (?), of contemporary infiltration, and of older infiltration