

WODY LECZNICZE DOLNEGO ŚLĄSKA – HISTORIA EKSPLOATACJI I SPECYFIKA DOKUMENTOWANIA ZASOBÓW

HEALING WATERS OF LOWER SILESIA – THE HISTORY OF EXPLOITATION AND THE SPECIFICS OF DOCUMENTING RESOURCES

Jakub Sokolowski, Małgorzata Sosnowska - Państwowy Instytut Geologiczny–Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

W artykule przedstawiono warunki występowania wód leczniczych na Dolnym Śląsku zwracając szczególną uwagę na specyfikę tego obszaru. Omówiono wielowiekową historię wykorzystywania dolnośląskich wód leczniczych oraz obecny stan udokumentowania ich zasobów. Na Dolnym Śląsku występuje wiele rodzajów wód leczniczych, m.in. szczawy, wody radonowe i lecznicze wody termalne, a także ich mieszaniny (szczawy termalne, szczawy radonowe). Wody te zawierają także szereg składników swoistych, takich jak żelazo, fluorki, kwas metakrzemowy i siarkowodór. Złoża tych wód w największym nagromadzeniu występują w Sudetach. Na obszarze bloku przedsudeckiego i monokliny przedsudeckiej są mniej liczne. Aktualnie na Dolnym Śląsku znajduje się 20 złóż wód leczniczych, z czego w 2020 r. wody wydobywano z 10 z nich. Wody lecznicze Dolnego Śląska są wykorzystywane głównie w balneoterapii i rozlewnictwie, także w rekreacji oraz do wytwarzania kosmetyków i produkcji naturalnego CO₂. W artykule poruszono także najważniejsze zagadnienia związane z dokumentowaniem zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych na Dolnym Śląsku.

Słowa kluczowe: Sudety, Dolny Śląsk, uzdrowisko, wody lecznicze, dokumentowanie zasobów

The article discusses the conditions of the occurrence of medicinal waters in Lower Silesia, paying special attention to the specificity of this area. The centuries-old history of the use of healing waters and the current state of documenting their resources are presented. There are many types of healing waters in Lower Silesia, incl. sorrel, radon and healing thermal waters, as well as their mixtures (thermal sorrel, radon sorrel). These waters also contain a number of specific components such as iron, fluorides, metasilicic acid and hydrogen sulfide. The deposits of these waters are mostly concentrated in the Sudetes. They are less numerous in the area of the Fore-Sudetic Block and the Fore-Sudetic Monocline. Currently, there are 20 healing water deposits in Lower Silesia, of which, in 2020, water was extracted from 10 of them. The curative waters of Lower Silesia are used mainly in balneotherapy and bottling, also for the production of cosmetics and the production of natural CO₂. The article also deals with the most important issues related to documenting the exploitation resources of the Lower Silesian healing water intakes.

Keywords: Sudety Mts., Lower Silesia, spa, medicinal waters, documenting resources

Wstęp

Dolny Śląsk, zwłaszcza Sudety, to szczególnie rejon w Polsce pod względem występowania wód leczniczych. Na obszarze o stosunkowo niewielkiej powierzchni obserwuje się wiele różnego rodzaju wód leczniczych, często o specyficznych w skali kraju właściwościach fizyczno-chemicznych. Przede wszystkim występują tu cenione w balneoterapii szczawy, w tym szczawy termalne, a także praktycznie niespotykane poza Dolnym Śląskiem wody radonowe, niekiedy zawierające wolny CO₂ (szczawy radonowe). Często spotyka się także lecznicze wody termalne.

Na Dolnym Śląsku wody odznaczające się szczególnymi walorami były stosowane w lecznictwie już od średniowiecza. Kilkaset lat rozwoju uzdrowisk i wodolecznictwa na omawianym obszarze sprawiły, iż wody lecznicze stały się jednym z naturalnych bogactw Dolnego Śląska. O długiej tradycji wykorzystywania wód leczniczych świadczy część ujęć, które od ponad 100 lat zachowały się w niemal niezmiennym kształcie, stanowiąc obecnie cenne zabytki balneotechniki

i małej architektury uzdrowiskowej. Burzliwa historia Dolnego Śląska, a także prowadzona tu przez lata intensywne działalność górnicza, sprawiły, że do dziś przetrwała tylko część kurortów. Wiele uzdrowisk zniknęło z powojennej mapy Dolnego Śląska, a znajdujące się w nich źródła wód leczniczych, niewykorzystywane przez lata, zanikły. Zachowały się jednak ślady świetności wielu dawnych miejscowości uzdrowiskowych w postaci sanatoriów, pensjonatów i parków zdrojowych.

Celem pracy jest przedstawienie wielowiekowej tradycji wykorzystywania wód leczniczych na Dolnym Śląsku oraz omówienie historii dokumentowania zasobów tych wód. W artykule zwrócono uwagę na wybrane aspekty dokumentowania zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych wynikające ze specyficznej budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych omawianego obszaru, wykorzystując doświadczenia zebrane przy opracowaniu poradnika metodycznego „Dokumentowanie zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych” (Sadurski red., 2022).

Tab. 1. Zestawienie dolnośląskich złóż wód leczniczych
 Tab. 1. List of the Lower Silesian healing water deposits

L.p.	Złoże	Działalność ¹⁾	Koncesja na wydobywanie kopaliny ze złoża	Zasoby ekspl. ²⁾ [m ³ /h] Wydobycie ²⁾ [m ³ /r]	Główny typ hydrochemiczny wód
1	Cieplice	balneoterapia, rekreacja	tak	$\frac{56,54}{109\ 705}$	0,06-0,13% SO ₄ -HCO ₃ -Na-Ca+ F+T ^{87,8°C}
2	Czerniawa-Zdrój	balneoterapia (w 2020 r. nieczynne)	tak	$\frac{7,32}{0}$	0,01-0,39% HCO ₃ -Ca-Mg+ Fe+CO ₂
3	Długopole-Zdrój	balneoterapia	tak	$\frac{1,94}{1098}$	0,05-0,15% HCO ₃ -Ca-Mg+ Fe+CO ₂ +Rn
4	Duszniki-Zdrój	balneoterapia, produkcja CO ₂	tak	$\frac{107,48}{250\ 871}$	0,10-0,40% HCO ₃ -Ca-Mg+CO ₂
5	Jedlina-Zdrój	balneoterapia	tak	$\frac{5,66}{7}$	0,04-0,13% HCO ₃ -Ca-Na-Mg+ Fe+CO ₂
6	Kudowa	balneoterapia, butelkowanie	tak	$\frac{29,10}{97\ 682}$	0,05-0,36% HCO ₃ -Na-Ca+CO ₂
7	Lądek-Zdrój	balneoterapia, produkcja kosmetyków	tak	$\frac{59,82}{95\ 656}$	0,01-0,03% HCO ₃ -Na+F+T ^{45,5°C}
8	Polanica-Zdrój	balneoterapia, butelkowanie	tak	$\frac{81,22}{246\ 707}$	0,06-0,27% HCO ₃ -Ca+CO ₂
9	Przerzeczyn	balneoterapia (w 2020 r. nieczynne)	tak	$\frac{7,67}{0}$	0,04-0,05% HCO ₃ -Ca-Mg+Rn
10	Szczawno-Zdrój	balneoterapia, butelkowanie	tak	$\frac{0,54}{5293}$	0,09-0,41% HCO ₃ -Na+CO ₂
11	Świeradów-Zdrój	balneoterapia	tak	$\frac{19,97}{4502}$	0,01-0,27% HCO ₃ -Ca-Mg+ CO ₂ +Rn
12	Gorzanów	butelkowanie	tak	$\frac{42,90}{54\ 339}$	0,08-0,13% HCO ₃ -Mg-Ca+CO ₂
13	Sosnówka źródła	nieprowadzona	nie	$\frac{2,70}{0}$	0,01% SO ₄ -HCO ₃ -Ca-Na+ Rn
14	Stara Łomnica	nieprowadzona	nie	$\frac{101,30}{0}$	0,03-0,13% HCO ₃ -Ca+CO ₂
15	Stare Bogaczowice	nieprowadzona	nie	$\frac{0,62}{0}$	0,09-0,27% HCO ₃ -Na-Ca+CO ₂
16	Stare Rochowice	nieprowadzona	nie	$\frac{41,04}{0}$	0,04-0,67% HCO ₃ -SO ₄ -Na-Ca+ CO ₂
17	Stary Wielisław	nieprowadzona	nie	$\frac{20,80}{0}$	0,05-0,33% HCO ₃ -Ca+CO ₂
18	Szczawina	nieprowadzona	tak	$\frac{3,40}{0}$	0,06-0,21% HCO ₃ -Ca-Mg+ CO ₂ +Rn
19	Grabina 5/1	nieprowadzona	nie	$\frac{19,00}{0}$	0,98-1,10% HCO ₃ -Na-Mg+ Si+CO ₂ +T ^{31,5°C}
20	Trzebnica IG-1	nieprowadzona	nie	$\frac{6,00}{0}$	1,69-1,80% Cl-Na-Ca+T ^{37,1°C}

¹⁾ na podst. Felter i in., 2021 – stan na dzień 31.12.2020 r.

²⁾ na podst. Sokołowski, Skrzypczyk, 2021 – stan na dzień 31.12.2020 r.

Geologiczne i hydrogeologiczne warunki występowania wód leczniczych

Złoża wód leczniczych na Dolnym Śląsku występują w największym nagromadzeniu w Sudetach. Na bloku przedsudeckim i monoklinie przedsudeckiej są one mniej liczne. W Sudetach i na ich przedpolu występują głównie szczawy, wody radonowe i wody termalne o stosunkowo niskiej mineralizacji ogólnej od poniżej 1 do kilku g/dm^3 . Na monoklinie przedsudeckiej dominują wody chlorkowe o mineralizacji ogólnej wynoszącej kilkanaście g/dm^3 .

Charakterystykę hydrogeochemiczną dolnośląskich wód leczniczych przedstawiono w tabeli 1.

W kształtowaniu warunków hydrogeologicznych Sudetów główną rolę odgrywa znaczne zaangażowanie tektoniczne oraz złożona budowa geologiczna (tzw. budowa mozaikowa), charakteryzująca się występowaniem bloków zróżnicowanych pod względem litologii i wykształcenia facjalnego oraz stopnia diagenety utworów skalnych. Poszczególne bloki są zbudowane ze zmetamorfizowanych w różnym stopniu przedpermskich skał wulkaniczno-osadowych i magmowych, na których w nieckach śródsudeckiej i zewnętrznosudeckiej zalegają skały osadowe młodszego paleozoiku i mezozoiku. Tektonika blokowa oraz silnie rozwinięta sieć spękań i nieciągłości odpowiadają za zróżnicowany zasięg głębokościowy strefy aktywnego krążenia wód. W obrębie spękanego masywu skalnego można wydzielić kilka stref wodonośnych, nie tworzących izolowanych poziomów, lecz wzajemnie połączony, wielostrefowy układ hydrodynamiczny (rys. 1). Rozłamy tektoniczne umożliwiają nie tylko głęboką infiltrację i ogrzanie się wód, lecz także migrację juwenilnego dwutlenku węgla ku powierzchni terenu. Napotykając strefy zawadnione gaz ten przenika do wód podziemnych nadając im leczniczego charakteru.

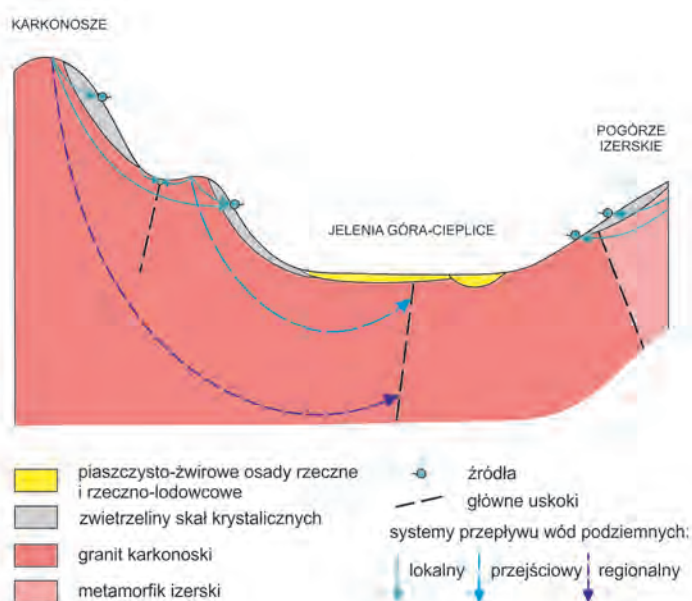
Pod względem hydrogeochemicznym w Sudetach wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje wód leczniczych: szczawy i wody kwasowęglowe (często żelaziste), wody termalne (na ogół fluorkowe, krzemowe) oraz wody radonowe, w tym szczawy

radonowe. Poza wymienionymi rodzajami lokalnie występują także wody siarczkowe (np. w Przerzeczynie-Zdroju). Charakterystyczną cechą omawianego obszaru jest występowanie mieszanin wyżej wymienionych rodzajów wód tworzących lokalne anomalie o złożonym składzie chemicznym. W Sudetach wody lecznicze zawierające wolny dwutlenek węgla występują na Ziemi Kłodzkiej (Długopole-Zdrój, Duszniki-Zdrój, Kudowa-Zdrój, Polanica-Zdrój, Gorzanów, Stara Łomnica, Stary Wielisław, Szczawina), w rejonie Wałbrzycha (Jedlina-Zdrój, Szczawno-Zdrój, Stare Bogaczowice, Stare Rochowice) oraz w Górach Izerskich (Czarniawa-Zdrój, Świeradów-Zdrój) (Ciężkowski, 1990; Ciężkowski i in., 2016). Cechą charakterystyczną szczaw Gór Izerskich jest obecność w nich radonu, wynikająca z mieszania się wód głębszego krążenia zawierających CO_2 z występującymi tuż pod powierzchnią ziemi wodami radonowymi. Wody radonowe w Sudetach występują dość powszechnie, a ich obecność jest związana z rozpadem radu obecnego w skałach krystalicznych. Gaz ten w największych ilościach występuje głównie w słabo zmineralizowanych wodach płytkiego krążenia. Wody radonowe zaliczone do leczniczych zostały udokumentowane w Łądku-Zdroju, Czarniawie-Zdroju, Świeradowie-Zdroju, Sosnowce, Jeleniej Górze-Cieplicach, Jedlinie-Zdroju, Długopolu-Zdroju, Szczawinie i Szczawnie-Zdroju (Przylibski, 2005; Przylibski i in., 2007; Ciężkowski i in., 2016). Wspomniana wcześniej głęboka infiltracja wód opadowych w obrębie masywu krystalicznego Sudetów stwarza dogodny warunki dla ich ogrzania. Głębokość przepływu wód w Sudetach oszacowano na co najmniej 2000 m. W Sudetach większość wód termalnych, tj. o temperaturze co najmniej 20°C na wypływie z ujęcia, jest formalnie zaliczona do wód leczniczych (wody te zostały udokumentowane jako wody lecznicze Dusznik-Zdroju (36°C), Łądku-Zdroju (do 45°C) oraz Jeleniej Góry-Cieplic, gdzie na wypływie z ujęcia C-1 o głębokości 2002,5 m stwierdzono dotychczas najwyższą temperaturę wód podziemnych w Sudetach wynoszącą $87,8^\circ\text{C}$. Z uwagi na specyficzne warunki formowania się i występowania wód termalnych w obrębie prowincji sudeckiej wyznaczony został sudecki region geotermiczny (Dowgiało, 2001).

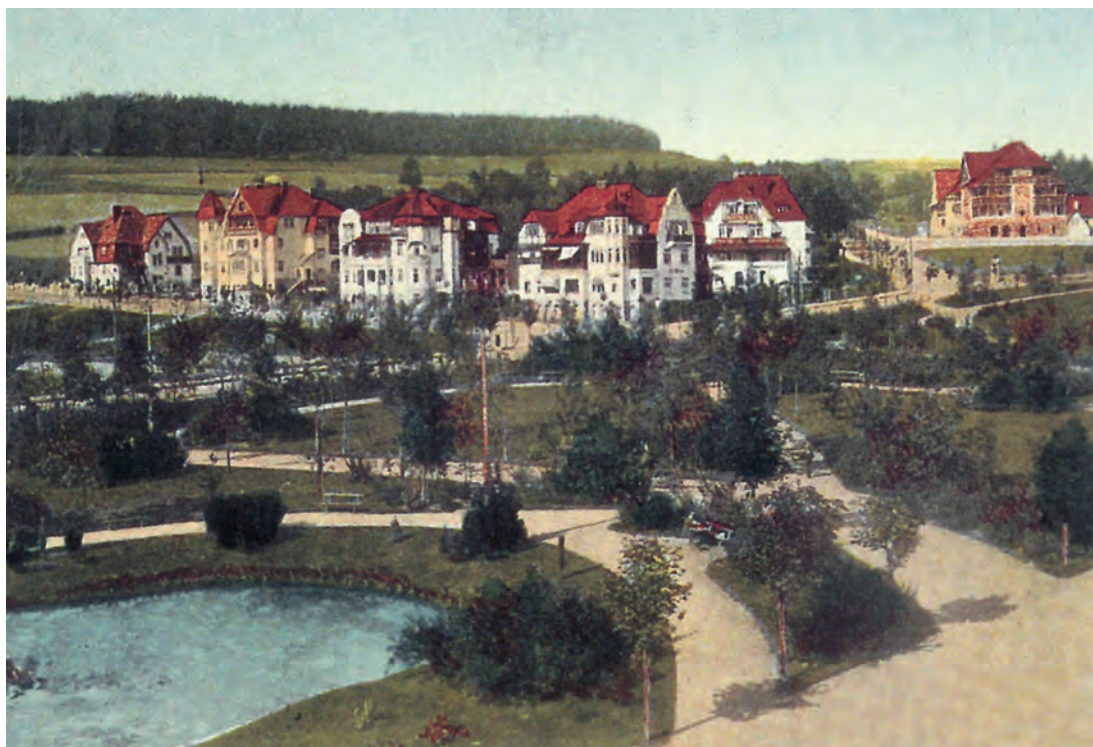
W obrębie bloku przedsudeckiego występowanie wód leczniczych jest związane z rejonami depresji metamorficznych skał prekambryjskich i staropaleozoicznych, intruzjami warwscyjskimi oraz głębokimi strukturami dysjunktywnymi (Przylibski red., 2007). Formalnie za lecznicze zostały tu uznane wody występujące jedynie w dwóch złożach, w Grabinie koło Niemodlina, gdzie ujęto szczawy termalne oraz wody radonowe w Przerzeczynie-Zdroju (Przylibski red., 2007). Wody lecznicze południowej części monokliny przedsudeckiej występują w kompleksie skał permsko-mezozoicznych. W dolnośląskiej części monokliny udokumentowano jedno złożo wód leczniczych w Trzebnicy (Płochniewski, Hordejuk, 1975). Występują w nim wody o mineralizacji ogólnej $16,9\text{--}18,0 \text{ g}/\text{dm}^3$ typu Cl-Na-Ca i temperaturze na wypływie z ujęcia wynoszącej $37,1^\circ\text{C}$.

Historia eksploatacji wód leczniczych

Stosowanie wód podziemnych do celów leczniczych na Dolnym Śląsku znane było już w średniowieczu. Pierwsze wzmianki o kąpielach w wodach źródłanych pochodzą z XIII w. i dotyczą Szczawna-Zdroju (1221 r.), Łądku-Zdroju (1241 r.) oraz Cieplic (1281 r.) – dzisiejszej dzielnicy uzdrowi-



Rys. 1. Schemat ideowy jeleniogórskiego systemu hydrogeologicznego (Liber-Makowska, Ciężkowski, 2018, z mod. autorów)
Fig. 1. Schematic diagram of the Jelenia Góra hydrogeological system (Liber-Makowska, Ciężkowski, 2018, with modification)



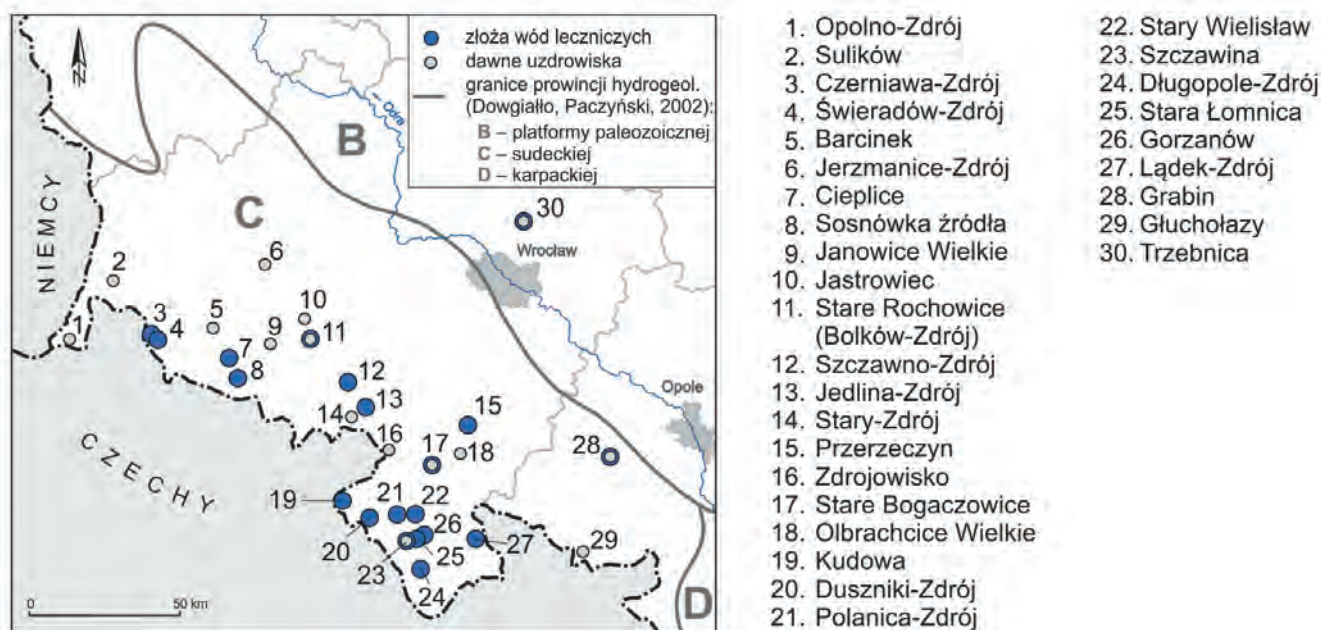
Rys. 2. Uzdrowisko Polanica-Zdrój w XIX w. (Franczukowski, 2008)
 Fig. 2. Polanica-Zdrój health resort in the 19th century (Franczukowski, 2008)

skowej Jeleniej Góry (za Felter i in., 2021). O charakterze wód występujących w tych miejscowościach świadczą ich nazwy, wskazujące na obecność szczaw i wód termalnych. W kolejnych latach odkrywano nowe źródła, m.in. Źródło Górne w Świeradowie-Zdroju, wokół którego w XVI w. powstało uzdrowisko. Źródło to przetrwało do czasów dzisiejszych i jest jednym z głównych ujęć w tej miejscowości. Większość dolnośląskich wód leczniczych opisano w XVI w., co w kolejnych dwóch stuleciach, po włączeniu Dolnego Śląska do Prus, umożliwiło stały rozwój uzdrowisk, m.in. Dusznik-Zdroju, Jedliny-Zdroju, Kudowy-Zdroju, Polanicy-Zdroju, Szczawna-Zdroju i Świeradowa-Zdroju. Mniej więcej na XVIII w. przypada również początek butelkowania wód leczniczych na Dolnym Śląsku. Pierwsze rozlewnie funkcjonowały w Kudowie-Zdroju, Dusznikach-Zdroju i Szczawnie-Zdroju, nieco później w Polanicy-Zdroju. Drugi okres intensywnego rozwoju dolnośląskich uzdrowisk przypadł na XIX w. (rys. 2). W tym okresie powstały kolejne uzdrowiska, m.in. Czerniawa-Zdrój, Długopole-Zdrój i Przerzeczyn-Zdrój (za Felter i in., 2021).

Po zakończeniu II wojny światowej i zmianach geopolitycznych wiele kurortów nie podniosło się i utraciło swój uzdrowiskowy charakter, m.in. Barcinek i Bolków-Zdrój, będący dziś częścią Starych Rochowic. Śladem po uzdrowisku w Starych Rochowicach są ruiny dawnego zakładu zdrojowego oraz ujęcia wód, które na przełomie lat 60. i 70. XX w. zostały udokumentowane jako lecznicze. Wody Starych Rochowic reprezentują szczawy typu $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na-Ca}$, określane dawniej jako wody glauberskie. Wody te były porównywane z wodami jednego z najbardziej znanych czeskich uzdrowisk Mariańskie Łaźnie (Łuczyński, 2003). Źródła szczaw występowały też w Jastrowcu, jednak obecnie wypływające z nich wody uległy demineralizacji, podobnie jak w wielu innych dolnośląskich miejscowościach, np. w Głuchołazach. Działalność uzdrowiskowa była prowadzona także w Jerzmanicach-Zdroju, Starych Bogaczowicach i Szczawinie w oparciu o tamtejsze

źródła szczaw. Po II wojnie światowej nie wznowiono tam jednak działalności leczniczej, choć w Starych Bogaczowicach i Szczawinie jeszcze do niedawna działały niewielkie rozlewnie wód. Część źródeł wód leczniczych uległa zniszczeniu w wyniku działalności górniczej. Z tego powodu zanikły źródła m.in. w Starym Zdroju, dzisiejszej dzielnicy Wałbrzycha, Zdrojowisku (część Nowej Rudy) i Opolnie-Zdroju (Fistek, 1979; Łuczyński, 2003; Staffa i in., 2003). Źródła wód leczniczych w Opolnie-Zdroju odkryto podczas eksploatacji węgla brunatnego w XIX w. Tamtejsze wody zaliczono do wód siarczanowych z podwyższoną zawartością żelaza, tzw. wód witiolowych. Wskutek rozbudowy kopalni węgla brunatnego Turów nastąpił zanik wód leczniczych, co położyło kres działalności uzdrowiskowej (Staffa i in., 2003). Z kolei uzdrowiskowa historia Starego Zdroju sięga XVII w. W latach 1851–1870 w wyniku intensywnych prac górniczych w kopalniach węgla kamiennego w rejonie wałbrzyskim naturalne wypływy wód leczniczych zanikły. Podobna sytuacja miała miejsce w Zdrojowisku, gdzie na przełomie XIX i XX w. nastąpił zanik źródeł szczaw na skutek robót górniczych w pobliskim Jugowie i Ludwikowicach Kłodzkich, przyczyniając się do upadku uzdrowiska (Łuczyński, 2003).

Obecnie na Dolnym Śląsku znajduje się 20 ze 109 złóż wód podziemnych formalnie uznanych za lecznicze (rys. 3). Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć wód leczniczych wynoszą na omawianym obszarze około $615 \text{ m}^3/\text{h}$, co stanowi 32% krajowych zasobów (Sokołowski, Skrzypczyk, 2021). Ponad połowa dolnośląskich złóż wód leczniczych występuje w uzdrowiskach w: Czerniawie-Zdroju, Długopolu-Zdroju, Dusznikach-Zdroju, Jedlinie-Zdroju, Jeleniej Górze-Cieplicach, Kudowie-Zdroju, Łądku-Zdroju, Polanicy-Zdroju, Przerzeczynie-Zdroju, Szczawnie-Zdroju i Świeradowie-Zdroju, co stanowi ponad $\frac{1}{4}$ polskich uzdrowisk dysponujących wodami leczniczymi (Felter i in., 2021). W 2020 r. było eksploatowanych 10 złóż, a roczna ilość wydobytych wód leczniczych wynosiła $865\,860 \text{ m}^3$.



Rys. 3. Lokalizacja złóż wód leczniczych i dawnych uzdrowisk na Dolnym Śląsku
 Fig. 3. Location of healing water deposits and former health resorts in Lower Silesia

Wody lecznicze były wykorzystywane głównie w balneoterapii (Cieplice, Długopole-Zdrój, Duszniki-Zdrój, Jedlina-Zdrój, Kudowa-Zdrój, Łądek-Zdrój, Polanica-Zdrój, Przerzeczyn-Zdrój, Szczawno-Zdrój, Świeradów-Zdrój) i rozlewnictwie (Gorzanów, Kudowa-Zdrój, Polanica-Zdrój, Szczawno-Zdrój), w mniejszym stopniu w celach rekreacyjnych (Cieplice), produkcji naturalnego CO₂ (Duszniki-Zdrój) i wytwarzania kosmetyków (Łądek-Zdrój).

Dokumentowanie zasobów złóż wód leczniczych

Początki współczesnego dokumentowania wód leczniczych na Dolnym Śląsku przypadają na lata 60. XX w. Do pierwszych dokumentacji zasobów eksploatacyjnych zalicza się opracowania dla ujęć wód leczniczych Długopola-Zdroju (Fistek i in., 1960), Starych Rochowic (Fistek, Kowalewski, 1964), Jeleniej Góry-Ciepliec (Karczmarczyk, 1965) i Dusznik-Zdroju (Fistek, 1965). Dokumentacje te zostały wykonane głównie przez Przedsiębiorstwo Państwowe Obsługa Techniczna Uzdrawisk (późniejszy Balneoprojekt), które zajmowało się m.in. projektowaniem i wykonywaniem nowych ujęć wód leczniczych oraz określaniem ich zasobów, prowadzeniem wierceń poszukiwawczych, likwidowaniem starych ujęć wód leczniczych oraz wykonywaniem analiz fizyczno-chemicznych i mikrobiologicznych wód leczniczych. Jedno z laboratoriów chemicznych należących do przedsiębiorstwa znajdowało się w Szczawnie-Zdroju. Prace poszukiwawcze prowadzone przez przedsiębiorstwo, głównie w latach 70. XX w. przyczyniły się do udokumentowania wielu nowych ujęć wód leczniczych, m.in. w Jeleniowie i Czerniawie-Zdroju, na bazie których z czasem powstały rozlewnie wód butelkowanych. Po okresie intensywnych prac wiertniczych nastąpiło znaczne spowolnienie działalności poszukiwawczej na omawianym obszarze. Przez kolejne dziesięciolecia na Dolnym Śląsku nie odkryto nowych złóż wód leczniczych. Prace dokumentacyjne w głównej

mierze były prowadzone w obrębie złóż już udokumentowanych i były związane z wykonywaniem w ich granicach nowych ujęć wód leczniczych, ewentualnie z potrzebą modyfikacji przebiegu granic obszarów górniczych z uwagi na konieczność zwiększenia ochrony zasobów wód leczniczych. Taka sytuacja miała miejsce aż do 2020 r., kiedy to w Starej Łomnicy udokumentowano nowe złożo szczaw o jednych z największych w kraju zasobach wynoszących 101,3 m³/h (Poprawski, Kaniewski, 2020). Przykładowo, w latach 2010–2020 sporządzono w Polsce 107 dokumentacji hydrogeologicznych dla ujęć wód leczniczych, z czego na obszar Dolnego Śląska przypada jedynie 7 opracowań (na podst. Bilansu zasobów złóż kopalin w Polsce). Dokumentacje te zostały wykonane w związku z aktualizacją zasobów (Polanica-Zdrój, Stary Wielisław), ustaleniem zasobów nowych ujęć (Gorzanów, Jeleniów, Polanica-Zdrój) i propozycją zmiany przebiegu granic obszaru górniczego (Jelenia Góra-Cieplice) oraz udokumentowaniem wspomnianego już nowego złoża w Starej Łomnicy. Opracowania, sporządzone przez doświadczonych hydrogeologów wyspecjalizowanych w hydrogeologii Sudetów, w większości związanych z Zakładem Geologii i Wód Mineralnych Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej, opierają się w dużej mierze na wynikach wieloletnich badań naukowych autorów (m.in. Ciężkowski, 1990; Ciężkowski red., 2002, 2007; Przylibski, 2005; Kiełczawa, Wiktorowicz, 2006; Przylibski red., 2007; Przylibski i in., 2007; Ciężkowski i in., 2007; Przylibski red., 2007; Przylibski i in., 2007; Żak, 2008; Ciężkowski, Kapuściński, 2011; Liber, Liber-Makowska, 2012; Liber-Makowska, 2012; Ciężkowski i in., 2016). Dlatego też w porównaniu z dokumentacjami zasobów ujęć wód leczniczych z innych rejonów kraju opracowania sudeckie odznaczają się naukowym charakterem i eksperckim podejściem do poruszanych zagadnień. Wynika to ze specyficznych warunków hydrogeologicznych panujących na Dolnym Śląsku, przede wszystkim w Sudetach. Do zagadnień, na które należy

zwrócić szczególną uwagę podczas dokumentowania zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych na wspomnianym obszarze zalicza się:

- hydrodynamikę złóż;
- mieszanie się wód różnych systemów krążenia (anomalie hydrochemiczne);
- występowanie dwutlenku węgla w wodach;
- promieniotwórczość wód;
- specyfikę ujęć wód leczniczych;
- punktowy charakter rozpoznania warunków hydrogeologicznych.

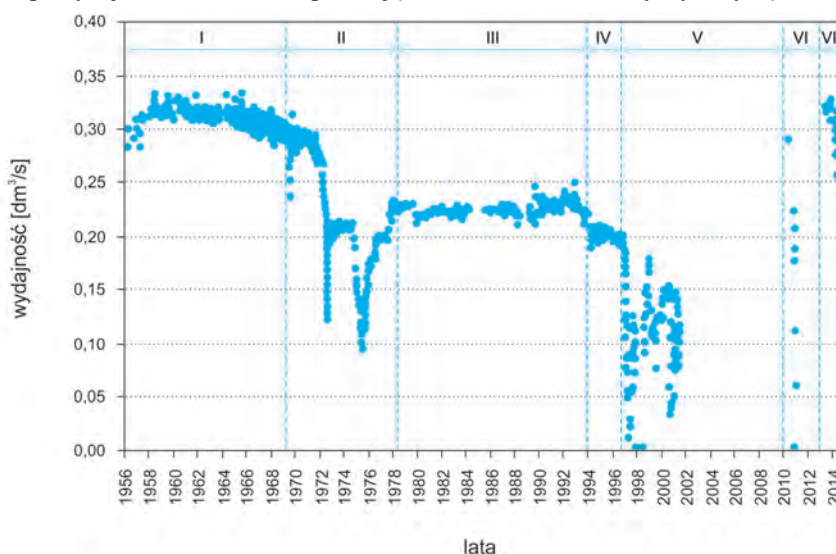
Hydrodynamika złóż

Cechą charakterystyczną warunków eksploatacji wód leczniczych w Sudetach jest prowadzenie wydobywania na tzw. samowypływie. Obecność rozległych stref uskokowych oraz duży stopień zeszcelinowacenia skał sprawia, iż zazwyczaj wody lecznicze wypływają na powierzchnię terenu samoczynnie w postaci źródeł szczelinowych lub są eksploatowane za pomocą otworów wiertniczych z samowypływem (Ciężkowski i in., 2016). Kolejnym elementem decydującym o specyficznych warunkach hydrodynamicznych jest częsty brak ciągłych warstw wodonośnych o możliwym do określenia spągu i stropie. Przepływ wód odbywa się tu zazwyczaj strefami uprzywilejowanymi, do których zalicza się nieciągłości tektoniczne i szczeliny. Nie wykazują one związku ze stratygrafią utworów tworząc kilka zróżnicowanych głębokościowo stref przepływu, które mają często wspólną bazę drenażu, ale odrębne obszary zasilania. Obszary zasilania wód radonowych są zazwyczaj mniejsze niż obszary zasilania innych rodzajów wód leczniczych i są ograniczone do bezpośredniego otoczenia ujęcia. W rejonach występowania na krystalniku pokrywy osadowej ocenę zasobów dodatkowo utrudnia obecność dwóch systemów przepływu – szczelinowego w skałach krystalicznych i metamorficznych oraz szczelinowo-porowego w utworach osadowych. Wspomniane powyżej uwarunkowania sprawiają,

że na omawianym obszarze obserwuje się silne współdziałanie ujęć, co przekłada się na sposób dokumentowania ich zasobów. Przykładowo w Jeleniej Górze-Cieplicach zaobserwowano spadek wydajności źródeł wód leczniczych związany z uruchomieniem wydobywania wód leczniczych z otworów C-1 i C-2 o głębokości odpowiednio 2002,5 m i 750,0 m (rys. 4). W związku z powyższym analiza wieloletniej zmienności wydajności ujęć jest kluczowym elementem, jaki należy uwzględnić przy ocenie zasobów eksploatacyjnych (Liber-Makowska i in., 2022).

Mieszanie się wód różnych systemów krążenia (anomalie hydrochemiczne)

W dolnośląskich złóżach wód leczniczych obserwuje się duże zróżnicowanie właściwości fizyczno-chemicznych wód. Często w obrębie jednego złoża, w ujęciach położonych w niewielkiej odległości od siebie, występują wody odznaczające się odmiennym składem chemicznym. Przykładowo w Świeradowie-Zdroju udokumentowano wody reprezentujące kilka typów chemicznych: $\text{HCO}_3\text{-Ca-(Mg)-Na+Rn}$; $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg+CO}_2\text{+Rn}$; $\text{HCO}_3\text{-Mg-Ca+CO}_2$; $\text{Cl-SO}_4\text{-Ca-Na+Rn}$; $\text{Cl-SO}_4\text{-Na-Ca+Rn}$, o mineralizacji ogólnej od poniżej 0,1 do 2,7 g/dm³. Ponadto niektóre wody zawierają dodatkowo takie składniki specyficzne jak kwas metakrzemowy, fluorki i żelazo. Zróżnicowanie zawartości głównych jonów i składników leczniczych jest wynikiem mieszania się wód głębokiego systemu krążenia, często zawierających dwutlenek węgla, z wodami radonowymi płytkich, lokalnych stref przepływu (Ciężkowski, Szarszewska, 1978; Ciężkowski, 1990; Kielczawa, 2001). Zróżnicowanie chemizmu może być także wynikiem mieszania się wód pochodzących z różnych utworów, na przykład z głębokiego systemu w skałach krystalicznych i systemu płytszego występującego w jego osadowej pokrywie. Dodatkowo wody lecznicze mogą zawierać domieszkę wód zwykłych. Szacuje się, iż w Dusznikach-Zdroju, Świeradowie-Zdroju i Jedlinie-Zdroju udział procentowy domieszki wód zwykłych może przekraczać 90%. Mieszaniu wód może towarzyszyć wytrącanie się faz stałych, zaobser-



I – okres przed wykonaniem otworów C-1 i C-2, II – wykonanie i badania otworów C-1 i C-2, III – brak wydobywania z otworów C-1 i C-2, IV – wydobywanie z otworu C-2, V – pogłębienie i badanie otworu C-1, VI – badanie otworu C-1 po rekonstrukcji, VII – wydobywanie z otworu C-1

Rys. 4. Zmiany wydajności źródła Basenowe Męskie w Jeleniej Górze-Cieplicach (Ciężkowski i in., 2016, uproszczone)

Fig. 4. Changes in the discharge of the Basenowe Male Spring in Jelenia Góra-Cieplia (Ciężkowski i in., 2016, simplified)

wowane m.in. w ujęciu Pieniawa Józefa II w Polanicy-Zdroju, gdzie dopływ bogatych w tlen wód zwykłych powoduje strącanie się związków żelaza. Z uwagi na konieczność utrzymania stałego składu chemicznego wydobywanych wód leczniczych podczas dokumentowania zasobów eksploatacyjnych zjawisku mieszania się wód należy poświęcić szczególną uwagę.

Występowanie dwutlenku węgla w wodach

Na Dolnym Śląsku w wodach leczniczych występuje endogeniczny dwutlenek węgla. Podczas dokumentowania zasobów eksploatacyjnych ujęć szczaw i wód kwasowęglowych zaleca się określenie ilości wolnego CO₂ wydobywającego się z ujęć. Jest to bardzo ważne w kontekście racjonalnego wydobywania tego typu wód i ochrony ich zasobów przed wyczerpaniem (Żak i in., 2008), zwłaszcza w rejonach intensywnej eksploatacji. Wskazane jest aby określać nie tylko ilość wydobywającego się wraz z wodami CO₂, ale także wykładnik gazowy, co niestety nie zawsze jest praktykowane. Zmiany wykładnika gazowego w czasie mogą wskazywać na procesy zachodzące w złożu. Podczas prac dokumentacyjnych istotne jest także monitorowanie stężenia CO₂ w powietrzu glebowym, przede wszystkim wzdłuż dyslokacji i stref uskokowych w rejonie złóż, a więc dróg migracji tego gazu (Ciężkowski i in., 2016). Takie badania mogą okazać się pomocne w ochronie złóż wód leczniczych, m.in. na ich podstawie można ustalić przebieg granic proponowanego obszaru górniczego. Dwutlenek węgla nie tylko nadaje wodom właściwości lecznicze, lecz także może stanowić użyteczny surowiec mineralny. Na Dolnym Śląsku pozyskiwanie naturalnego dwutlenku węgla z wód leczniczych na skalę przemysłową odbywa się w Dusznikach-Zdroju. W związku z powyższym podczas dokumentowania zasobów szczaw istnieje potrzeba określenia także ilości gazu możliwego do uzyskania z poszczególnych ujęć. Zagadnienia związane z występowaniem, dokumentowaniem i wydobywaniem endogenicznego dwutlenku węgla w Polsce szczegółowo omówiono w pracy pod redakcją Ciężkowskiego (2002).

Promieniotwórczość wód

Dolny Śląsk to jedyny obszar kraju, w którym występują lecznicze wody radonowe. Gaz ten (²²²Rn) występuje powszechnie, zwłaszcza w metamorfikach sudeckich. Powstaje on w wyniku promieniotwórczego rozpadu radu, a jego emanacja jest największa w strefie wietrzenia i w strefach tektonicznych. W związku z powyższym radon zawierają głównie wody płytkiego krążenia lub mieszaniny wód różnych systemów przepływu z dużym udziałem składowej przypowierzchniowej. Przypuszcza się, iż najczęściej radon przedostaje się do wód w odległości około kilkudziesięciu metrów od miejsca ujmowania wód, stąd obszar zasilania ujęć wód radonowych jest mały (ograniczony do bezpośredniego otoczenia ujęcia) i nie pokrywa się z obszarami zasilania innych typów wód. Należy mieć to na względzie podczas dokumentowania zasobów tego rodzaju wód, zwłaszcza w sytuacji występowania mieszanin wód płytkiego i głębokiego krążenia, np. szczaw radonowych. Wskaźnikiem takiego mieszania może być stosunek ²²⁶Rn/²²²Rn, stąd zaleca się podczas dokumentowania wykonanie oznaczeń obu izotopów radonu. O bardzo dużej zmienności stężenia radonu w wodach leczniczych świadczy fakt, iż w obrębie jednego złoża w Świeradowie-Zdroju zanotowano obecność tego gazu w ilości od poniżej 0,2 do ponad 2000 Bq/dm³. Podczas dokumentowania należy mieć też na uwadze, iż zawartość

radonu zmienia się także wraz z warunkami atmosferycznymi i jest zazwyczaj większa w okresie zimowym, kiedy obserwuje się mniejszą ilość infiltrujących wód oraz pokrywą śnieżną, której zaleganie ogranicza wydzielanie radonu do atmosfery. Zagadnienia związane z występowaniem wód radonowych na Dolnym Śląsku szczegółowo omówiono w pracach Przylibskiego (Przylibski, 2005; Przylibski i in., 2007).

Specyfika ujęć wód leczniczych

Ujęcia wód leczniczych na Dolnym Śląsku to zarówno źródła, studnie jak i głębokie otwory wiertnicze. Poszczególne ujęcia odznaczają się różnorodnością sposobów ujmowania wód, przy czym w większości wody ujmowane są w warunkach artezyjskich. W części źródeł wód nasyconych CO₂ wypływ odbywa się w warunkach nadciśnienia w przestrzeni gazowej nad lustrem wody, powstałego wskutek wydzielania się CO₂ rozpuszczonego w wodzie lub uzupełnianego sztucznie (tzw. poduszka gazowa). Taki sposób ujmowania wód eliminuje wytrącanie się żelazistego osadu.

Podczas aktualizowania zasobów starszych ujęć należy zwracać szczególną uwagę na wszelkie próby zmiany reżimu dotychczasowej eksploatacji, na przykład dławienie samowypływu. Jest to szczególnie ważne w Sudetach, gdzie z uwagi na wiek niektórych ujęć takie zabiegi mogą wpłynąć niekorzystnie na szczelność zarurowania. Trzeba mieć na uwadze, iż część otworów jest nieprzystosowana do eksploatacji wód zgazowanych, a powstałe nad nimi zabudowania uzdrowiskowe uniemożliwiają ich rekonstrukcje. Niepewny jest też stan techniczny części z ujęć ponieważ wiele danych nie zachowało się do czasów obecnych lub ich wiarygodność budzi zastrzeżenia.

Punktowy charakter rozpoznania warunków hydrogeologicznych

Z uwagi na warunki hydrogeologiczne rozpoznanie wód leczniczych w Sudetach ma charakter punktowy i jest zazwyczaj ograniczone do stref drenażu, pokrywających się na ogół z rejonami nieciągłości tektonicznych. Obszary zasilania wód, poza wodami radonowymi, są często znacznie oddalone od miejsc ich ujmowania, a strefa przepływu jest rozpoznana w znikomym stopniu. Takie uwarunkowania sprawiają m.in. problem z udokumentowaniem zasobów dyspozycyjnych na omawianym obszarze. Ustalenie zasobów dyspozycyjnych jest istotne w kontekście prowadzenia racjonalnej gospodarki wodami leczniczymi, zwłaszcza w rejonach intensywnej eksploatacji, gdzie wydobycie wód leczniczych z sąsiadujących ze sobą złóż prowadzi kilku koncesjonariuszy.

Reasumując, skomplikowane warunki hydrodynamiczne oraz duże zróżnicowanie chemizmu wód leczniczych sprawiają, iż przy dokumentowaniu zasobów eksploatacyjnych ujęć każdorazowo należy stosować indywidualne podejście. Mimo że, na omawianym obszarze nowe ujęcia wód leczniczych są wykonywane stosunkowo rzadko, zachodzi potrzeba oceny i ewentualnie weryfikacji istniejących zasobów, uwzględniając przy tym nowe dane geologiczne, stan techniczny ujęć i reżim eksploatacji. Duża część zasobów eksploatacyjnych została ustalona kilkadziesiąt lat temu i do tej pory, z nielicznymi wyjątkami, nie była weryfikowana. Aktualizacja zasobów byłaby korzystna dla prawidłowej eksploatacji zasobami złóż, zwłaszcza iż dokumentacje archiwalne nie spełniają obecnych standardów i wymagają uzupełnień.

Podsumowanie

Wody lecznicze są nietypową kopaliną, nie tylko jeśli chodzi o ich właściwości (Sokołowski i in., 2015; Sokołowski, Sosnowska, 2021), lecz także o skutki społeczne eksploatacji. Kilkusetletnia historia wydobywania wód leczniczych nie wpłynęła negatywnie na środowisko przyrodnicze, w tym na zmianę krajobrazu. Wręcz przeciwnie, przyczyniła się do ukształtowania przestrzeni publicznej. W bezpośrednim sąsiedztwie ujęć wód leczniczych powstały najważniejsze elementy miejscowości uzdrowiskowych, takie jak parki zdrojowe, pijalnie wód, promenady spacerowe i domy zdrojowe (Piróg, Chądzyński, 2015; Nowicki, 2018). W większości są one wpisane do rejestru zabytków i objęte ochroną konserwatorską, coraz częściej podlegają też rewitalizacji (np. Jelenia Góra-Cieplice, Szczawno-Zdrój, Świeradów-Zdrój). Pełnią one nie tylko funkcje użytkowe, lecz także dekoracyjne, stając się symbolami i wizytówkami miejscowości, podkreślającymi związek z historią i tradycją, wpływając tym samym na tożsamość miasta. Nie można też pominąć aspektów społeczno-kulturowych związanych z rozwojem uzdrowisk dolnośląskich, m.in. odbywających się w uzdrowiskach cyklicznych imprezach muzycznych, takich jak Festiwal Chopinowski w Dusznikach-Zdroju, Festiwal Moniuszkowski w Kudowie-Zdroju i Festiwal Wieniawskiego w Szczawnie-Zdroju. Wydarzenia te wpisały się na stałe w harmonogram ogólnopolskich imprez kulturalnych.

Obszar Dolnego Śląska jest uważany za szczególnie perspektywiczny dla poszukiwania i zagospodarowania nowych złóż wód leczniczych, zwłaszcza szczaw i leczniczych wód termalnych. Świadczy o tym chociażby udokumentowanie w 2020 r. nowego złoża szczaw w Starej Łomnicy (Poprawski, Kaniewski, 2020). Podejmowane są także próby odnowienia przedwojennych tradycji uzdrowiskowych, jak na przykład w Trzebnicy. W ciągu ostatnich kilku lat odnotowano także wyraźny wzrost zainteresowania wykorzystaniem na Dolnym Śląsku wód termalnych do celów grzewczych. Realizację nowych przedsięwzięć związanych z poszukiwaniem i ujmowaniem wód termalnych, według stanu na koniec 2020 r., planowano w około 10 lokalizacjach. Racjonalna gospodarka zasobami wód leczniczych oraz ochrona przed zagrożeniami rozwojowymi odgrywają więc zasadnicze znaczenie dla przyszłości funkcjonowania uzdrowisk. Zapewnienie dobrej jakości wód leczniczych w warunkach presji urbanizacyjnej jest jednym z najważniejszych wyzwań na przyszłość. W tym celu państwowa służba geologiczna prowadzi prace koncepcyjne nad objęciem wód leczniczych ogólnokrajową siecią monitoringu. Tylko zrównoważony rozwój z wykorzystaniem zasobów naturalnych i zapewnieniem tradycyjnej funkcji uzdrowiskowej może umożliwić dalszy rozwój uzdrowisk, ich konkurencyjność, innowacyjność i wielofunkcyjność, nie tylko w zakresie usług medyczno-rehabilitacyjnych, ale także turystycznych, rekreacyjno-wypoczynkowych i sportowych.

Literatura

- [1] Ciężkowski W., 1990 – *Studium hydrogeochemii wód leczniczych Sudetów polskich*. Pr. Nauk. Inst. Geotech. PWR, 60
- [2] Ciężkowski W., Kapuściński J., 2011 – *Wyznaczenie granic obszaru i terenu górniczego dla złóż wód podziemnych uznanych za kopaliny*. Poradnik metodyczny. Min. Środ., Warszawa
- [3] Ciężkowski W., Szarszewska Z., 1978 – *O zjawisku mieszania się wód leczniczych z wodami ich otoczenia na przykładzie uzdrowisk sudeckich*. Problemy Uzdrowiskowe, 6 (128): 167–173
- [4] Ciężkowski W. red., 2002 – *Występowanie, dokumentowanie i eksploatacja endogenicznego dwutlenku węgla w Polsce*. WTN, Wrocław
- [5] Ciężkowski W. red., 2007 – *Współoddziaływanie wód zwykłych i leczniczych – zasady dokumentowania, ochrony i gospodarki wodnej*. Oficyna Wydaw. PWR, Wrocław
- [6] Ciężkowski W., Kielczawa B., Liber-Makowska E., Przylibski T. A., Żak S., 2016 – *Wody lecznicze regionu sudeckiego – wybrane problemy*. Prz. Geol., 64 (9): 671–682
- [7] Ciężkowski W., Liber E., Kielczawa B., Latour T., Przylibski T., Sziwa D., Żak S., 2007 – *Dopuszczalne wahania eksploatacyjnych i fizyczno-chemicznych parametrów wód leczniczych. Zasady ustalania*. Oficyna Wydaw. PWR, Wrocław
- [8] Dowgiałło J., 2001 – *Sudecki region geotermiczny (SRG) – określenie, podział, perspektywy poszukiwawcze*. [W:] T. Bocheńska, S. Staško (red.), *Współczesne problemy hydrogeologii*, T. X, cz. 1. Wyd. Sudety, Wrocław: 301–308
- [9] Felter A., Filippovits E., Gryszkiewicz I., Lasek-Woroszkiewicz D., Skrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Sosnowska M., Stożek J., 2021 – *Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2019 r.* Tekst objaśniający do mapy w skali 1:1 000 000. PIG-PIB, Warszawa
- [10] Fistek J., 1965 – *Dokumentacja hydrogeologiczna źródeł wód leczniczych rejonu Duszniki Zdrój*. PP OTU, Warszawa (niepublikowane)
- [11] Fistek J., 1979 – *Wody lecznicze i mineralne oraz peloidy. W: Surowce mineralne Dolnego Śląska*. Ossolineum, Wrocław: 430–442
- [12] Fistek J., Kowalewski Z., 1964 – *Dokumentacja hydrogeologiczna wraz z projektem robót badawczych na ujęcie leczniczych wód podziemnych z utworów staropaleozoicznych metamorfiku Gór Kaczawskich w Rochowicach Starych k/ Bolkowa*. BUiE Tow. Nauk. Eksp. Budow. w Polsce (niepublikowane)
- [13] Fistek J., Grajda E., Dowgiałło J., Karski A., 1960 – *Dokumentacja hydrogeologiczna wód mineralnych na obszarze uzdrowiska Długopole Zdrój wraz z aneksem*. PP OTU, Warszawa (niepublikowane)
- [14] Franczukowski Z., 2008 – *Dawna Polanica-Zdrój. Architektura i ludzie*. Wydaw. Press-Forum, Polanica-Zdrój
- [15] Karczmarczyk H., 1965 – *Dokumentacja hydrogeologiczna źródeł wód leczniczych w miejscowości Cieplice Śląskie-Zdrój wraz z aneksem*. PP OTU, Warszawa (niepublikowane)

- [16] Kielczawa B., 2001 – *Zjawisko mieszania się wód Gorzanowa na tle złóż wód rowu górnej Nysy Kłodzkiej*. Pr. Nauk. Inst. Gór. PWr., 92 (29): 85–93
- [17] Kielczawa B., Wiktorowicz B., 2006 – *Model hydrogeochemiczny formowania się szczaw rejonu uskoku Pstrężna–Gorzanów*. [W:] *Hydrogeochemia '06*. X Międzynarodowa Konferencja Aktualne problemy hydrogeochemii, Sosnowiec–Złoty Potok 23–24.06.2006: 42–44
- [18] Liber A., Liber-Makowska E., 2012 – *Nowe metody analizy i predykcji spektralnej zmienności wydajności ujęć wód leczniczych z samowypływem oraz ich zastosowanie w badaniach zasobów wód leczniczych na Dolnym Śląsku*. Oficyna Wydaw. PWr, Wrocław
- [19] Liber-Makowska E., 2012 – *Propozycja metody ustalania zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych eksploatowanych samowypływem*. Pr. Nauk. Inst. Gór. PWr, 135 (42): 75–84
- [20] Liber-Makowska E., Ciężkowski W., 2018 – Dodatek nr 1 do *Dokumentacji hydrogeologicznej wód leczniczych w Jeleniej Górze-Cieplicach*. PWr., Wrocław (niepublikowane)
- [21] Liber-Makowska E., Porwisz B., Sokołowski J., 2022 – *Inne metody ustalania zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych*. [W:] A. Sadurski (red.), *Dokumentowanie zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych. Poradnik metodyczny*. PIG–PIB, Warszawa (w druku)
- [22] Łuczyński R. M., 2003 – *Uzdrowiska zapomniane. Sudety*, 11 (32): 12–13
- [23] Nowicki R., 2018 – *Zabytkowa infrastruktura uzdrowiskowa jako nośnik wartości kulturowych – na przykładzie uzdrowisk sudeckich*. Rehabilitation & Recreation, 3: 124–131
- [24] Płochniewski Z., Hordejuk T., 1975 – *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód mineralnych z utworów triasu w Trzebnicy*. IG, Warszawa (niepublikowane)
- [25] Piróg M., Chądzyński A., 2015 – *Przyszłość dolnośląskiej architektury uzdrowiskowej*. Teka Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr. – OL PAN, 1: 7–15
- [26] Poprawski L., Kaniewski R., 2020 – *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych wód leczniczych ujęcia w Starej Łomnicy* (otwory Hanna 1, Hanna 2, Hanna 3, Hanna 4, Kazimierz 1, Kazimierz 2). Ekoraport, Wieruszów (niepublikowane)
- [27] Przylibski T. A., 2005 – *Radon. Składnik swoisty wód leczniczych Sudetów*. Oficyna Wydaw. PWr, Wrocław
- [28] Przylibski T. A., Adamczyk-Lorenc A., Żak S., 2007 – *Obszary występowania potencjalnie leczniczych wód radonowych w Sudetach*. [W:] S. Wołkowicz (red.), *Potencjał radonowy Sudetów wraz z wyznaczeniem obszarów występowania potencjalnie leczniczych wód radonowych*. PIG, Warszawa: 107–179
- [29] Przylibski T. A. red., 2007 – *Studium możliwości rozpoznania nowych wystąpień wód zmineralizowanych, swoistych i termalnych na obszarze bloku przedsudeckiego*. Raporty Inst. Gór., ser. SPR 1-11/S-5/2007. PWr, Wrocław
- [30] Sadurski A. red., 2022 – *Dokumentowanie zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych*. Poradnik metodyczny. PIG–PIB, Warszawa (w druku)
- [31] Sokołowski J., Skrzypczyk L., 2021 – *Solanki, wody lecznicze i termalne*. [W:] M. Szuflicki, [32] A. Malon, M. Tymiński (red.), *Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2020 r.* PIG–PIB, Warszawa: 488–505
- [32] Sokołowski J., Skrzypczyk L., Malon A., 2015 – *Problematyka wyznaczania granic złóż wód leczniczych, termalnych i solanek*. Przegląd Geologiczny, 63 (10/1): 1059–1062
- [33] Sokołowski J., Sosnowska M., 2021 – *Aspekty formalno-prawne i metodyczne dokumentowania zasobów wód leczniczych, termalnych i solanek wynikające z faktu zaliczenia ich do kopalin*. Górnictwo Odkrywkowe, 1: 4–10
- [34] Staffa M., Mazurski K. R., Czerwiński J., Pisarski G., 2003 – *Pogórze Izerskie*. Słownik Geografii Turystycznej Sudetów, T. 2. Wydaw. I-BIS, Wrocław
- [35] Żak S., Przylibski T. A., Ciężkowski W., 2008 – *Określenie zawartości dwutlenku węgla w powietrzu glebowym w rejonach występowania szczaw*. Oficyna Wydaw. PWr, Wrocław