

**Agnieszka Felter, Lesław Skrzypczyk, Mariusz Socha,
Jakub Sokołowski, Jadwiga Stożek, Anna Gryczko-Gostyńska**

Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce

skala 1:1 000 000

Tekst objaśniający



Dofinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej



Warszawa 2015

Autorzy:

Agnieszka FELTER, Lesław SKRZYPCZYK, Mariusz SOCHA, Jakub SOKOŁOWSKI,
Jadwiga STOŻEK, Anna GRYCZKO-GOSTYŃSKA

Konsultacje naukowe:

Andrzej SADURSKI, Józef CHOWANIEC

Recenzja:

Wojciech CIĘŻKOWSKI

Akceptował do druku dnia 17.09.2015 r.
Kierownik Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego
Roman SMÓŁKA

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2015

ISBN 978-83-7863-481-2

Zespół redakcyjny: Michał JANIK, Elżbieta GRUSZCZYŃSKA, Jadwiga GAC-JACHOWICZ,
Sebastian GURAJ, Włodzimierz OGRODOWCZYK

Adres redakcji:

Zakład Publikacji

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; tel. 48-22 459 2480

Nakład: 200 egz.

Druk i oprawa: Drukarnia Braci Grodzickich S.J., ul. Geodetów 47a, 05-500 Piaseczno

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	5
1.1. Cel i sposób przygotowania mapy	6
1.2. Podstawowe przepisy prawa dotyczące wód podziemnych zaliczonych do kopalin	7
2. Regionalizacja wód podziemnych zaliczonych do kopalin oraz wód zmineralizowanych i swoistych	8
2.1. Prowincja platformy prekambryjskiej	10
2.2. Prowincja platformy paleozoicznej	12
2.3. Prowincja sudecka	14
2.4. Prowincja karpacka	16
3. Charakterystyka właściwości fizyczno-chemicznych i warunków formowania się wód podziemnych zaliczonych do kopalin oraz wód zmineralizowanych i swoistych	18
3.1. Główne typy chemiczne wód	19
3.1.1. Wody wodorowęglanowe	21
3.1.2. Wody siarczanowe	22
3.1.3. Wody chlorkowe	24
3.2. Typy chemiczne wód wynikające z zawartości składników swoistych	26
3.2.1. Szczawy i wody kwasowęglowe	27
3.2.2. Wody siarczkowe	32
3.2.3. Wody radonowe	35
3.2.4. Wody jodkowe	36
3.2.5. Wody żelaziste	38
3.2.6. Wody fluorkowe	39
3.2.7. Wody krzemowe	40
3.3. Wody termalne	41
4. Eksploatacja wód podziemnych zaliczonych do kopalin	44
4.1. Koncesje geologiczne	46
4.2. Stan i stopień wykorzystania zasobów eksploatacyjnych	50
5. Zagospodarowanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin	53
5.1. Balneoterapia	54
5.1.1. Uzdrawiska i obszary ochrony uzdrowskiej	55
5.1.2. Inne miejscowości, w których wody lecznicze są wykorzystywane w balneoterapii	64
5.2. Rozlewnictwo	65
5.3. Ciepłownictwo	69
5.4. Rekreacja	72
5.5. Wytwarzanie produktów zdrojowych	76
5.6. Wytwarzanie ciekłego dwutlenku węgla	79

6. Odprowadzanie wód zużytych i niewykorzystanych	81
7. Perspektywy ujmowania i zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin	83
7.1. Wody lecznicze i potencjalnie lecznicze	85
7.2. Wody termalne	87
7.3. Solanki	89
8. Zagrożenia i ochrona wód podziemnych zaliczonych do kopalin	91
Literatura	94
Słownik terminów – <i>dodatek 1</i>	101
Charakterystyka złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin – <i>dodatek 2</i>	107
Wody lecznicze	107
Wody termalne	123
Solanki	130
Skorowidz nazw umieszczonych na mapie – <i>dodatek 3</i>	131
Tablica stratygraficzna – <i>dodatek 4</i>	141

1. WPROWADZENIE

Wody podziemne wyróżniające się szczególnymi cechami – wysoką mineralizacją, temperaturą lub zawartością farmakologicznie czynnych składników swoistych występują w niemal wszystkich rejonach Polski. Charakteryzują się zróżnicowanymi właściwościami fizycznymi, składem chemicznym, zasobnością oraz warunkami występowania, które decydują o możliwościach ich ujmowania i użytkowania. Na obszarze kraju wody tego rodzaju udokumentowano w 126 miejscowościach i zgodnie z zasadami wynikającymi z przepisów ustawy z dnia 9.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* zaliczono je do kopalin jako wody lecznicze, termalne i solanki. Część udokumentowanych złóż tych wód zagospodarowano i są wykorzystywane do celów związanych z lecznictwem uzdrowiskowym, rozlewnictwem, produkcją ciepła, rekreacją oraz wytwarzaniem produktów zdrojowych lub ciekłego dwutlenku węgla.

Na *Mapie zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* w skali 1:1 000 000 zaprezentowano informacje dotyczące wód leczniczych, termalnych i solanek, ich udokumentowanych zasobów eksploatacyjnych, sposobu i intensywności zagospodarowania oraz realizowanych i planowanych inwestycji mających na celu ich użytkowanie w przyszłości według stanu aktualności na 31.12.2014 r. Poza informacjami wynikającymi z zasadniczej tematyki opracowania przedstawiono w nim wybrane elementy związane z występowaniem wód podziemnych zaliczonych do kopalin oraz wód zmineralizowanych i swoistych, ich charakterystyką hydrochemiczną, zasobnością poziomów wodonośnych oraz regionalnym zróżnicowaniem stanu rozpoznania. Wskazano także obszary szczególnie predysponowane do poszukiwania i ujmowania wód o istotnych walorach gospodarczych.

Zagospodarowywanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin stwarza możliwości rozwoju gospodarczego, istotne zwłaszcza dla obszarów położonych z dala od dużych ośrodków miejskich lub przemysłowych. Szczególnym zainteresowaniem ze strony inwestorów cieszą się przedsięwzięcia mające na celu wykorzystanie wód termalnych. Oferta usług leczniczych i aktywnego wypoczynku, połączona z wykorzystaniem wód do produkcji ciepła, któremu towarzyszy efekt ekologiczny w postaci ograniczenia emisji zanieczyszczeń i poprawy stanu środowiska, powodują wzrost atrakcyjności turystycznej wielu regionów kraju, będącej bodźcem do wzrostu przedsiębiorczości i zwiększenia możliwości społeczności lokalnych. Dynamika realizacji tego rodzaju przedsięwzięć zależy w dużej mierze od dostępności wsparcia finansowego ze środków krajowych i europejskich oraz rozwiązań formalno-prawnych. Możliwość współfinansowania inwestycji związanych z zagospodarowaniem wód termalnych ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) i regionalnych programów operacyjnych oraz uproszczenie wymogów formalnych dotyczących poszukiwania i rozpoznawania wód podziemnych zaliczonych do kopalin, w związku z wejściem w życie nowej ustawy *Prawo geologiczne i górnicze*, przyczyniły się do udokumentowania w ciągu ostatnich 5 lat 13 nowych złóż, w tym 11 złóż wód termalnych, głównie na obszarze niżowej części Polski. Zmieniły one w dużej mierze przestrzenny obraz rozpoznania złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin, które wcześniej były zlokalizowane przede wszystkim na obszarze Karpat i Sudetów oraz w północnej, nadmorskiej części kraju.

Mapę zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce w skali 1:1 000 000 wraz z tekstowymi objaśnieniami opracowano w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB) jako jedno z zadań realizowanych w ramach przedsięwzięcia państwowej służby geologicznej *Prowadzenie Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin*,

w okresie od 1.04.2013 r. do 31.03.2015 r., finansowanego w formie dotacji przez NFOŚiGW, w ramach umowy 338/2014/WN-07/FG-GO-DN/D z dnia 16.06.2014 r. Publikacja została zaakceptowana przez Ministerstwo Środowiska po zasięgnięciu opinii Komisji Dokumentacji Hydrogeologicznych.

1.1. CEL I SPOSÓB PRZYGOTOWANIA MAPY

Wody podziemne zaliczone do kopalini i ich wykorzystanie są przedmiotem wielu opracowań, które zazwyczaj mają charakter regionalny lub są poświęcone określonym rodzajom wód. Celem niniejszej publikacji, której zasadniczą część stanowi mapa, jest prezentacja informacji (wg stanu na 31.12.2014 r.) dotyczących stopnia udokumentowania, zasobów oraz sposobu zagospodarowania złóż wód leczniczych, termalnych i solanek na obszarze całego kraju. Zamierzeniem autorów było przygotowanie opracowania, które spełniając warunki dotyczące informacyjnego i popularyzatorskiego charakteru, oraz pomimo przeglądowej skali, byłoby wiarygodnym źródłem wiedzy użytecznym dla organów administracji publicznej i samorządowej, a także dla szkół, uczelni i potencjalnych inwestorów.

Do przygotowania mapy wykorzystano zasoby baz danych prowadzonych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym takich jak: Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalini, rejestr zasobów złóż kopalini oraz obszarów górniczych Gospodarka i Ochrona Bogactw Mineralnych MIDAS, Centralna Baza Danych Geologicznych, baza Monitoringu Wód Podziemnych, a także informacje uzyskane od użytkowników złóż oraz opracowania publikowane i archiwalne, głównie o charakterze monograficznym. Do najistotniejszych z nich należą m.in. prace autorstwa: Kolagi i in. (1971); Dowgiałły (1971, 2007a, b, c); Ciężkowskiego (1990, 2002); Węclawika (1991), Bojarskiego (1996); Paczyńskiego i Płochniewskiego (1996); Bojarskiego i Sadurskiego (2000); Dowgiałły i Paczyńskiego (2002); Dowgiałły i Fistka (2003, 2007); Fistka (2004); Przylibskiego (2005, 2007b, 2013); Góreckiego (2006a, b, 2011, 2012, 2013); Paczyńskiego i Sadurskiego (2007); Chowańca (2009); Chowańca i Freiwalda (2010) oraz Ciężkowskiego i Kapuścińskiego (2011). Korzystano również z publikacji dotyczących lecznictwa uzdrowiskowego, m.in.: Kochańskiego (2002) oraz Straburzyńskiej-Lupy i Straburzyńskiego (2008), a także informacji zawartych w dziennikach urzędowych, statutach uzdrowisk oraz aktach prawnych.

Na mapie przedstawiono położenie udokumentowanych złóż wód zaliczonych do kopalini. Lokalizację przypisano do występujących w ich obrębie reprezentatywnych ujęć, których położenie zweryfikowano przy pomocy urządzeń GPS. Zestaw atrybutów opisujących miejsca występowania złóż obejmuje stratyografię ujętych poziomów wodonośnych, typy chemiczne ujętych wód (z uwzględnieniem przeważającego anionu i leczniczych składników swoistych), ich mineralizację i temperaturę wody na wypływie (w przypadku, gdy wynosi ona co najmniej 20°C) oraz zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć w obrębie złoża. Zawiera także informacje o koncesjach na wydobywanie oraz o celu wykorzystania wód. Gdy wody ujęte w obrębie złóż różnią się właściwościami fizyczno-chemicznymi, mineralizację podano w formie przedziałów wartości, a w przypadku temperatury maksymalną wartość na wypływie uzyskaną z ujęć wykorzystywanych do eksploatacji. W celu ułatwienia lokalizacji na mapie podano nazwy miejscowości lub nazwy pomocniczych jednostek urbanistycznych (dzielnic), w których złoża występują.

Oprócz złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalini na mapie zaznaczono również wybrane ujęcia innych wód zmineralizowanych i swoistych (nie zaliczanych obecnie do kopalini) oraz otwory badawcze i poszukiwawcze, wykonane m.in. w celu udokumentowania złóż gazu ziemnego, ropy naftowej, rud metali, w których ujęto lub zbadano wody podziemne (w większości zlikwidowane po przeprowadzeniu zaprojektowanych prac). Pomimo, że uzyskane wyniki badań hydrogeologicznych w głębokich otworach badawczych i poszukiwawczych są często obciążone znacznymi błędami z uwagi na niedoskonałość metod opróbowania wynikającą ze stosowanych technologii pomiarów oraz celu wykonywania wierceń, są często jedynymi dostępnymi informacjami na temat warunków hydrogeologicznych głębszych poziomów wodonośnych danego obszaru (Paczyński i Płochniewski, 1996). Przy wyborze otworów kierowano się najbardziej korzystnymi warunkami hydrogeologicznymi, wybierając na ogół te, w których stwierdzono występowanie wód o mineralizacji nieprzekraczającej 100 g/dm³ i o wielkości

dopływu wody do otworu powyżej 1 m³/h. Informacje o otworach, które znalazły się w omówionej wyżej grupie obejmują: typ chemiczny wody, stratygrafię ujętego lub zbadanego poziomu, mineralizację wody i jej temperaturę pomierzoną po wydobyciu na powierzchnię terenu lub w otworze (w przypadku gdy wynosi co najmniej 20°C) oraz zasoby eksploatacyjne (dla ujęć wód zmineralizowanych), wydajność (dla badawczych otworów hydrogeologicznych) lub wielkość dopływu wody w trakcie badań (w przypadku głębokich otworów badawczych i poszukiwawczych). Nazwy otworów wiertniczych podano na podstawie Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin.

Na potrzeby niniejszej publikacji wyróżniono grupę wód potencjalnie leczniczych. Zaliczono do niej wody swoiste (zwykle lub zmineralizowane), niebędące kopalinami, o właściwościach fizyczno-chemicznych odpowiadających wymaganiom stawianym wodom leczniczym. Eksploatuje się je ze studni i źródeł o udokumentowanych zasobach eksploatacyjnych. Dla tej grupy ujęć informacje podane na mapie mają zakres podobny, jak w przypadku złóż wód leczniczych.

Informacje o złożach wód podziemnych zaliczonych do kopalin, ujęciach wód potencjalnie leczniczych i zmineralizowanych oraz otworach badawczych i poszukiwawczych przedstawiono na tle regionalizacji wód leczniczych Polski. Przebieg granic jednostek hydrogeologicznych wyznaczono przy pomocy danych kartograficznych i/lub opisowych (Paczyński i Płochniewski, 1996; Dowgiałło i Paczyński, 2002), uszczegółowionych na podstawie map geologicznych (Dadlez i in., 2000). Dodatkowo wyróżniono obszary perspektywiczne dla występowania szcaw i wód kwasowęglowych, wód chlorkowych oraz siarczkowych i siarczanowych, których zasięgi pochodzą z materiałów publikowanych (Paczyński i Płochniewski, 1996; Przylibski, 2005, 2007a, 2013) i zostały nieznacznie zmodyfikowane na podstawie danych pochodzących z wierceń geologicznych. Dodatkowo zaznaczono obszary perspektywiczne dla występowania wód siarczkowych na obszarze Karpat, przy wyznaczaniu, których wykorzystano materiały opublikowane przez Rajchel (Rajchel, 2000). Wskazano także obszary perspektywiczne dla ujmowania wód termalnych do wykorzystania w celach rekreacyjnych i ciepłownictwie. Wyznaczono je na podstawie informacji zawartych w opublikowanych atlasach geotermalnych (Górecki, 2006a, b, 2011, 2012, 2013).

Mapę przygotowano w układzie współrzędnych PL-1992, na podkładzie warstw referencyjnych (granice administracyjne, miejscowości, drogi i sieć hydrograficzna) pochodzących z bazy danych ogólnogeograficznych (BDO). Z uwagi na skalę mapy, dla obszarów intensywnego zagospodarowania złóż – doliny Popradu, Podhala, Ziemi Kłodzkiej i masywu Karkonoszy, zamieszczono powiększenia w skalach 1:200 000 i 1:150 000.

Objaśnienia tekstowe do *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* przygotowano na podstawie opracowań publikowanych i archiwalnych, z wykorzystaniem informacji wynikających z aktów prawnych oraz pochodzących z baz danych. Autorzy starali się ująć w nich, w sposób możliwie uporządkowany i syntetyczny, podstawowe zagadnienia związane z występowaniem i wykorzystaniem do celów gospodarczych wód o unikatowych cechach wynikających ze składu chemicznego i właściwości fizycznych – poczynając od podstaw prawnych, poprzez charakterystykę warunków występowania wód, informacje o zasobach oraz sposobie i intensywności ich wykorzystania, prowadzonych obecnie pracach zmierzających do ujęcia lub wykorzystania wód, zagrożeniach dla ich zasobów, na zagrożeniach środowiska wynikających z użytkowania wód kończąc. W części tekstowej umieszczono w formie załączników słownik terminów wykorzystywanych w opracowaniu (dodatek 1), podstawową charakterystykę udokumentowanych w kraju złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin (dodatek 2), skorowidz nazw obiektów umieszczonych na mapie (dodatek 3) oraz tablicę stratygraficzną (dodatek 4).

1.2. PODSTAWOWE PRZEPISY PRAWA DOTYCZĄCE WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

W odróżnieniu od wód zwykłych (słodkich), wody lecznicze, termalne oraz solanki są zaliczane do kopalin i podlegają przepisom wynikającym z ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r., obowiązującej od dnia 1.01.2012 r. Ustawa i jej akty wykonawcze określają m.in. podstawowe właści-

wości fizyczno-chemiczne, które powinny charakteryzować tego rodzaju wody, zasady ich poszukiwania, rozpoznawania, dokumentowania oraz wydobywania.

Wody lecznicze przeznaczone do celów balneoterapeutycznych – kuracji pitnych, kąpiele leczniczych, inhalacji i płukania jam ciała, są przedmiotem *Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13.04.2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzających te właściwości*, w którym w sposób szczegółowy określono cechy fizyczno-chemiczne wód leczniczych, w tym najwyższe dopuszczalne stężenia składników toksycznych i niepożądanych w nadmiernych ilościach, wymagania mikrobiologiczne oraz zasady klasyfikacji i charakterystyki hydrochemicznej tych wód.

W przypadku wód leczniczych będących surowcem dla przemysłu rozlewniczego jest stosowane *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 31.03.2011 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, wód źródłanych i wód stołowych*, które wprowadza wymagania dyrektywy Komisji Europejskiej 2003/40/ z 16.05.2003 r. *ustanawiającej wykaz, stężenia graniczne i wymogi w zakresie etykietowania dla składników naturalnych wód mineralnych oraz warunki zastosowania powietrza wzbogaconego w ozon do oczyszczania naturalnych wód mineralnych i wód źródłanych*. Wymieniono w nim składniki potencjalnie szkodliwe, które mogą występować w wodach i opakowaniach oraz ich maksymalne dopuszczalne stężenia nie stanowiące zagrożenia dla zdrowia.

Wód podziemnych zaliczonych do kopalin wykorzystywanych w innych dziedzinach gospodarki – do produkcji ciepła i w rekreacji, dotyczą przepisy ogólne. Wody te podlegają również przepisom wynikającym z dyrektyw unijnych odnoszących się do wód podziemnych *sensu largo*, zaimplementowanych do prawa krajowego.

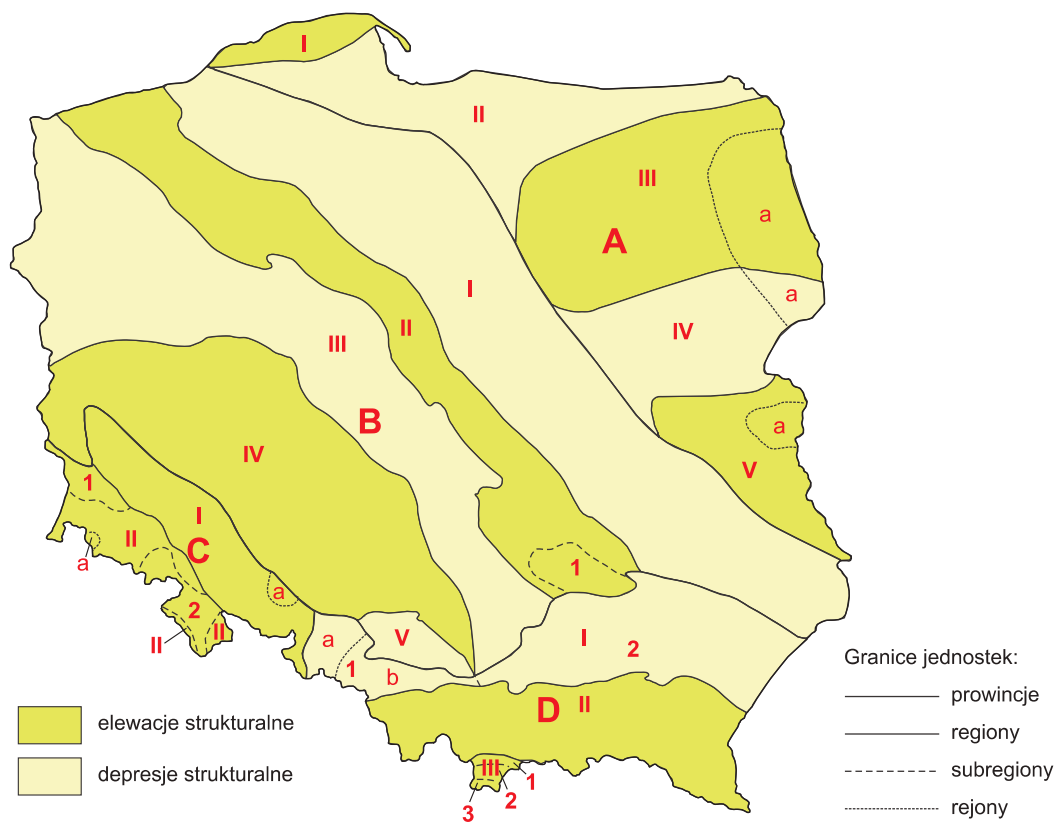
Poszczególne akty prawne definiują w sposób odmienny niektóre pojęcia, istotne dla niniejszego opracowania. Z tego względu w objaśnieniach tekstowych zamieszczono słownik terminów dotyczących wód podziemnych zaliczonych do kopalin, innych wód zmineralizowanych i swoistych nie będących kopalinami oraz ich zagospodarowania (dodatek 1). Przy jego przygotowaniu korzystano w znacznej mierze z określeń zawartych w *Słowniku hydrogeologicznym* (Dowgiałło i in., 2002). W kilku przypadkach podane hasła opatrzone komentarzami dotyczącymi sposobu ich prezentacji na mapie oraz przyjętych założeń, niezbędnych do usystematyzowania jej treści.

2. REGIONALIZACJA WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN ORAZ WÓD ZMINERALIZOWANYCH I SWOISTYCH

Obecność wód zmineralizowanych i swoistych na obszarze niemal całego kraju potwierdzają wyniki uzyskane w kilku tysiącach otworów hydrogeologicznych, badawczych i poszukiwawczych. Część wystąpień tych wód zbadano i udokumentowano jako wody lecznicze, termalne lub solanki. Ich skład chemiczny, mineralizacja, temperatura oraz głębokość występowania i wielkość dostępnych zasobów, decydujące o możliwościach i sposobie wykorzystania, wynikają z budowy geologicznej poszczególnych obszarów.

Na podstawie kryteriów tektonicznych i geologiczno-strukturalnych, z uwzględnieniem występowania istotnych dla kształtowania właściwości wód podziemnych wydzieleni litofacjalnych oraz przeważających typów wód Paczyński i Płochniewski (1996) opracowali podział regionalny wód leczniczych, zmineralizowanych i swoistych. Autorzy wydzieliли cztery jednostki najwyższej rangi o charakterze prowincji, które podzielili na jednostki niższego rzędu – regiony. W celu wyróżnienia obszarów występowania szczególnie cennych wód, słabego rozpoznania wód zmineralizowanych i termalnych lub ich zupełnego braku, wyodrębnili subregiony lub, w przypadku niepewnego przebiegu granic, rejonu.

Regionalizację tę, z modyfikacjami Dowgiałły i Paczyńskiego (2002) wykorzystano w niniejszym opracowaniu (fig. 2.1). Na mapie, z uwagi na jej przeglądową skalę część jednostek najniższego rzędu pominięto lub przedstawiono na mapach dodatkowych w większych skalach.



Prowincja	Region	Subregion – 1 rejon – a
A – platformy prekambryjskiej	I – wyniesienia Leby	–
	II – basenu bałtyckiego	–
	III – wyniesienia mazursko-suwańskiego	a – augustowski
	IV – zapadliska podlaskiego	a – białowiecki
	V – wyniesienia lubelskiego	a – wisznicki
B – platformy paleozoicznej	I – synklinorium brzeźnego	–
	II – antyklinorium środkowopolskiego	1 – świętokrzyski
	III – synklinorium szczecińsko-miechowskiego	–
	IV – monokliny przedsudeckiej	–
	V – zapadliska górnośląskiego	–
C – sudecka	I – bloku przedsudeckiego	a – niemodliński
	II – Sudetów	1 – zewnątrzsudecki
		2 – śródsudecki
		a – izerski ¹
D – karpacka	I – zapadliska przedkarpackiego	1 – zachodni
		a – kędzierzyński
		b – oświęcimski
		2 – wschodni
	II – Karpat zewnętrznych	–
	III – Karpat wewnętrznych	1 – pieniński
		2 – podhalański
3 – tatrzański		

¹ Rejon pominięto na mapie ze względów technicznych.

Fig. 2.1. Podział regionalny wód leczniczych i zmineralizowanych Polski (na podstawie Dowgiałły i Paczyńskiego, 2002)

2.1. PROWINCJA PLATFORMY PREKAMBRYJSKIEJ

Prowincja platformy prekambryjskiej (A) obejmuje północno-wschodnią część Polski (fig. 2.1) charakteryzującą się dużym zróżnicowaniem warunków geologicznych i hydrogeologicznych. W jej obrębie wydzielono naprzemianległe regiony wyniesień i obniżeń strukturalnych: basen bałtycki (AII) z wyniesieniem Łeby (AI), wyniesienie mazursko-suwańskie (AIII), zapadlisko podlaskie (AIV) i wyniesienie lubelskie (AV). Od południowego zachodu, wzdłuż strefy uskoku TESZ (ang. *Trans European Structure Zone*) prowincja platformy prekambryjskiej graniczy z prowincją platformy paleozoicznej (B). Strefę TESZ stanowiącą skomplikowaną tektonicznie strefę przegłębienia przebiegającą pomiędzy dużymi jednostkami strukturalnymi ze względu na podobieństwo warunków występowania wód zmineralizowanych i termalnych zaliczono do synklinorium brzeżnego (BI) będącego częścią platformy paleozoicznej (B).

Platforma prekambryjska charakteryzuje się płytkim występowaniem podłoża krystalicznego z pokrywą osadową o miąższości od ok. 200–500 m na obszarach elewacji podłoża do ponad 3500 m w strefach jego obniżeń (Paczyński i Płochniewski, 1996; Dowgiałło, 2007a). Największe miąższości pokrywy występują w części północnej na obszarze obniżenia bałtyckiego oraz w południowej – w regionie zapadliska podlaskiego, przy czym maleją ku północnemu wschodowi (fig. 2.2). Pokrywa osadowa jest zbudowana z utworów paleozoiku i mezozoiku, których profil, w porównaniu z pozostałą platformową częścią kraju, charakteryzuje się wyraźną redukcją osadów.

Na obszarze platformy prekambryjskiej wody zmineralizowane, przeważnie typu Cl–Na, występują na różnych głębokościach (Jarzabek-Gałązkowa i Wrotnowska, 1967; Kolago i Płochniewski, 1977). W północnej części obniżenia bałtyckiego i wyniesienia Łeby spotykane są najpłycej, na głębokości 200–500 m. W wąskiej strefie wzdłuż wybrzeża Morza Bałtyckiego oraz na Żuławach Wiślanych mogą występować już w pierwszym poziomie wodonośnym na głębokości kilkudziesięciu metrów. Na obszarze wyniesienia mazursko-suwańskiego i zapadliska podlaskiego wody te występują na głębokości ok. 1000 m (Dowgiałło, 2007a). Na najbardziej wyniesionych obszarach podłoża krystalicznego nie rozpoznano ich lub praktycznie nie występują (rejon: augustowski, białowieski i wisznicki). W rejonach tych wymiana wód infiltracyjnych przeważa nad ascensją z głębszych poziomów, dominującą na pozostałym obszarze (Bojarski i Sokołowski, 1996; Bojarski i Sadurski, 2000). Pełnią one rolę obszarów zasilania dla sąsiadujących rejonów, w których strop podłoża jest obniżony (Bojarski, 1996). Na podstawie istniejącego rozpoznania geologicznego rejon augustowski uznano za całkowicie pozbawiony wód zmineralizowanych, natomiast w rejonach białowieskim i wisznickim istnieją potencjalne możliwości lokalnego występowania wód zmineralizowanych w obniżeniach stropu podłoża krystalicznego.

Mineralizacja wód niemal wyłącznie zależy od głębokości występowania pięter wodonośnych i stopnia izolacji od powierzchni terenu przez utwory nadległe. Wyjątek stanowią niektóre strefy dyslokacyjne, gdzie zachodzi zjawisko inwersji hydrochemicznej (Dowgiałło, 2007b).

Na ogół poszczególne piętra wodonośne charakteryzują się stosunkowo niewielką miąższością. Wody zmineralizowane są związane głównie z utworami paleozoicznymi. Znaczenie mezozoicznych pięter wodonośnych wzrasta na obszarze obniżeń strukturalnych oraz wzdłuż południowo-zachodniej granicy jednostki, w sąsiedztwie niecki brzeżnej.

Prowincja platformy prekambryjskiej charakteryzuje się niekorzystnymi warunkami do ujmowania wód leczniczych i termalnych. Płytkie występowanie skał krystalicznych, wpływ zlodowaceń, lokalnie zachowana reliktowa zmarzlina oraz obecność obszarów zasilania głębokich poziomów wodonośnych sprzyjają wysłodzeniu i obniżeniu temperatury wód podziemnych. Obszar jednostki jest określany mianem „chłodnej” z uwagi na gęstość ziemskiego strumienia ciepłego, która na ogół nie przekracza 50–60 mW/m² (Dowgiałło, 2007a; Szewczyk, 2007).

Pomimo słabych warunków hydrogeologicznych na obszarze jednostki, wody lecznicze, w tym lecznicze wody termalne, udokumentowano w Ustce, Sopocie i Gołdapi, natomiast wody termalne w Krynicy Morskiej, Fromborku i Lidzbarku Warmińskim.

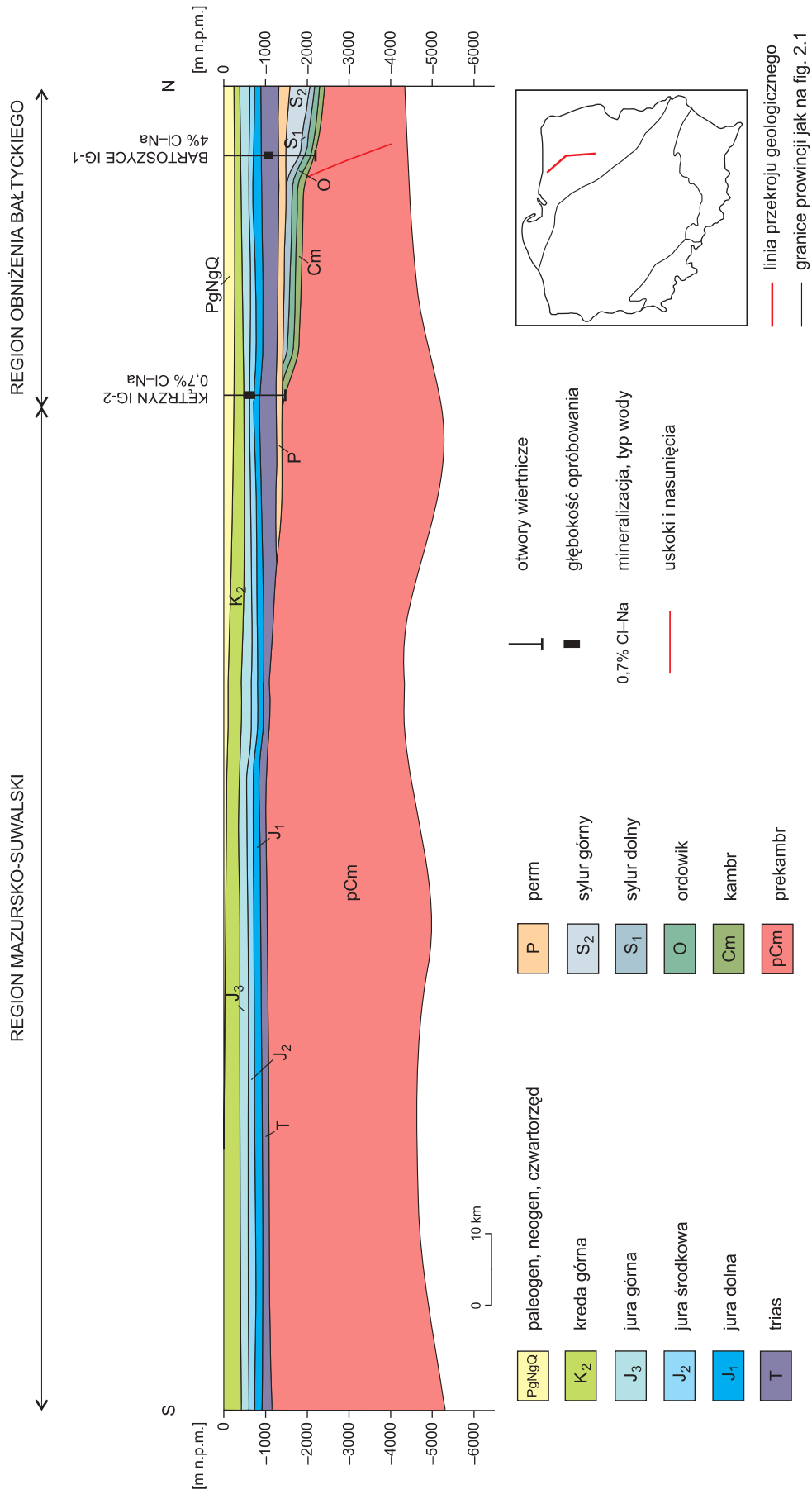
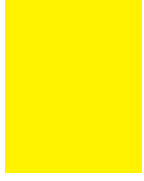


Fig. 2.2. Schematyczny przekrój geologiczny przez prowincję platformy prekambryjskiej (wg Znoski i Pajchłowej, 1968, zmienne)



2.2. PROWINCJA PLATFORMY PALEOZOICZNEJ

Platforma paleozoiczna (B) to największa z wydzielonych prowincji, obejmująca północno-zachodnią i centralną część Polski (fig. 2.1). W odróżnieniu od platformy prekambryjskiej obszar ten charakteryzuje się dużą głębokością występowania podłoża krystalicznego, które jest przykryte młodopaleozoiczną i mezozoiczną pokrywą osadową o miąższości od ok. 2000 do ponad 9000 m. Sfałdowane struktury paleozoiczne odsłaniają się na powierzchni w Górach Świętokrzyskich (kambr–perm) i zapadlisku górnośląskim (dewon–karbon). Pokrywa mezozoiczna (permomezozoiczna) dzieli się na pięć dużych jednostek strukturalnych, znacznie różniących się między sobą pod względem stylu budowy: synklinorium brzeżne (BI), antyklinorium środkowopolskie (BII), synklinorium szczecińsko-miechowskie (BIII), monoklinę przedsudecką (BIV) (fig. 2.3) i zapadlisko górnośląskie (BV). Struktury fałdowe o osi NW–SE oraz monoklina przedsudecka stanowią rozległe zbiorniki wód zmineralizowanych i termalnych.

Z uwagi na warunki sedymentacji wśród typów litologicznych w obrębie pokrywy przeważają osady morskie, w tym charakterystyczne dla prowincji platformy paleozoicznej utwory solonośne permu o znacznej miąższości, często tworzące struktury halokinetyczne w formie wysadów, słupów i poduszek solnych. Występowanie soli permskich oraz tektonika solna odgrywają istotną rolę w kształtowaniu się warunków hydrochemicznych prowincji. Czynniki te są odpowiedzialne za występowanie w głębokich poziomach wodonośnych solanek przesyconych o mineralizacji powyżej 300 g/dm³ oraz za przejawy wysoko zmineralizowanych wód chlorkowych w utworach przypowierzchniowych w sąsiedztwie struktur solnych. Obecności wód zasolonych tuż pod powierzchnią terenu sprzyja też tektonika uskokowa i stosunkowo powszechne na obszarze platformy paleozoicznej zjawisko ascenzji wód zmineralizowanych z głębokich struktur (Dowgiało, 2007c).

Na omawianym obszarze wody zmineralizowane i termalne rozpoznano głównie w utworach mezozoiku. Utwory paleozoiczne, z uwagi na znaczną głębokość zalegania, są słabo rozpoznane. Najbardziej zasobnymi, stwarzającymi perspektywy ujmowania zarówno wód leczniczych, jak i termalnych, są poziomy kredy (kredy dolnej) i jury (jury dolnej), oraz w mniejszym stopniu triasu.

Pod względem chemicznym przeważają wody chlorkowe, głównie typu Cl–Na, rzadziej Cl–Na–Ca. Na obszarach występowania ewaporatów (gipsów i anhydrytów) pojawiają się charakterystyczne dla tej prowincji wody siarczanowe, które w warunkach redukcyjnych i przy udziale bakterii często zawierają siarkowodór (Wieniec-Zdrój i Krzeszowice) (Dowgiało, 2007c). Siarkowodór występuje lokalnie również w wodach chlorkowych (m.in. Inowrocław i Kotowice). W okolicach Łodzi stwierdzono jedną z najgłębszych stref występowania w Polsce wód zwykłych o mineralizacji poniżej 1 g/dm³. W strefie tej udokumentowano występowanie wodorowęglanowych wód termalnych w utworach jury na głębokości ok. 2000 m (Łódź), tj. w interwale głębokościowym, w którym w sąsiednich rejonach występują zmineralizowane wody chlorkowe. Szczególnym obszarem jest region zapadliska górnośląskiego, w którym naturalne warunki hydrogeologiczne są w znacznym stopniu zaburzone przez działalność górnictwa. Na powyższym tle wyróżnia się obszar Gór Świętokrzyskich, wydzielony jako subregion świętokrzyski (BIII), praktycznie pozbawiony wód zmineralizowanych i termalnych (Dowgiało i Paczyński, 2002).

Platforma paleozoiczna jest największym w kraju obszarem występowania wód termalnych. Sprzyja temu budowa strukturalna, tj. obecność rozległych, słabo zaangażowanych tektonicznie struktur synklinalnych (niecki: szczecińska, mogileńska i łódzka), umożliwiających głęboką infiltrację wód i ich ogrzanie, wykształcenie litologiczne osadów, zwłaszcza kredy dolnej i jury dolnej oraz korzystny gradient geotermiczny (Sokołowski i in., 1995). Wody termalne występują tu również na niewielkich głębokościach, np. wypływają ze źródła w Kęślinach k. Zgierza (Wiktorowicz, 2014).

Na obszarze prowincji udokumentowano występowanie złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin w 45 miejscowościach, w tym w 17 – wód leczniczych i 28 – wód termalnych.

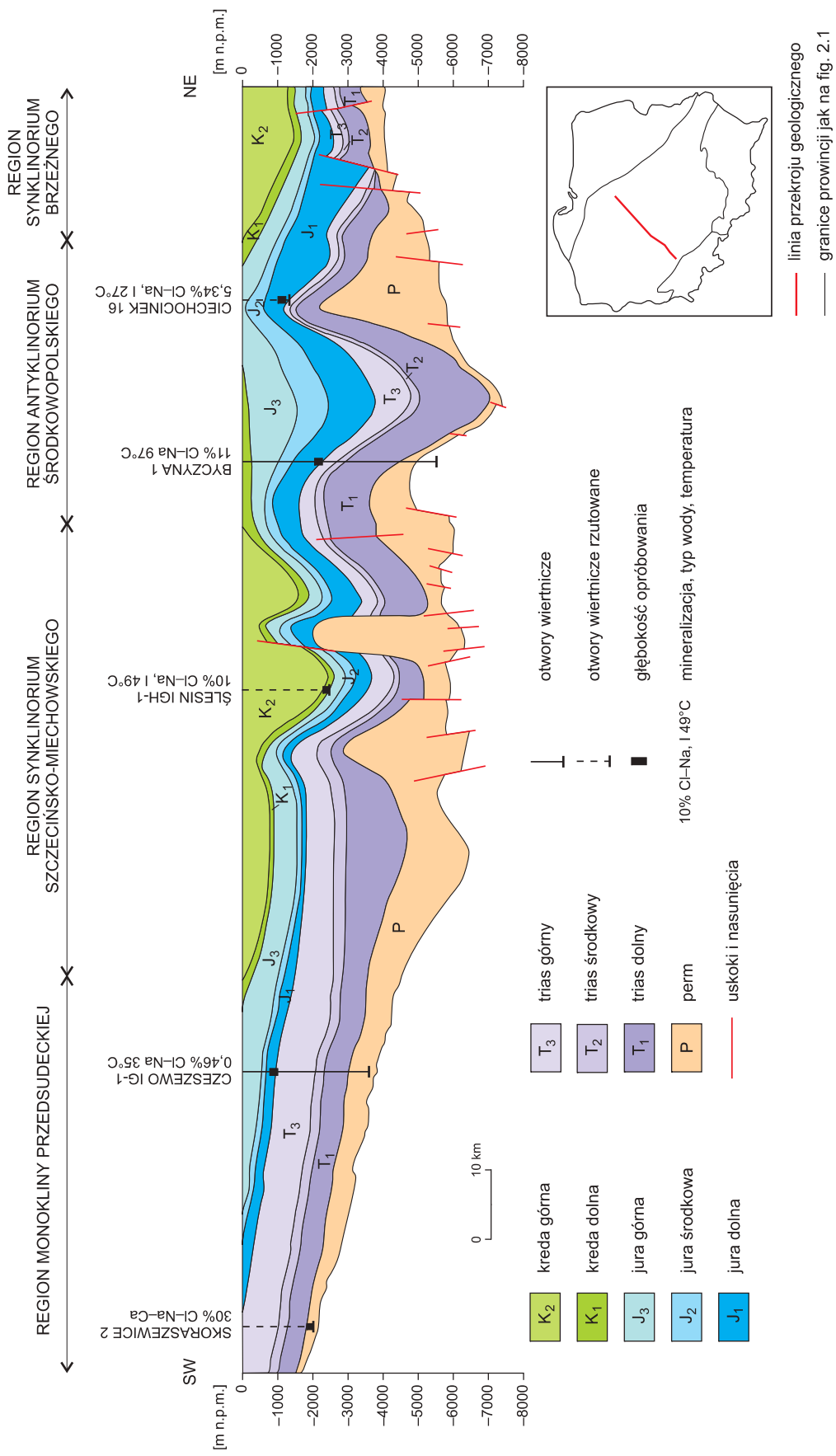
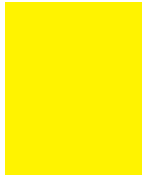


Fig. 2.3. Schematyczny przekrój geologiczny przez prowincję platformy paleozoicznej (wg Góreckiego, 2006a, zmienił)



2.3. PROWINCJA SUDECKA

Prowincja sudecka (C) obejmuje regiony Sudetów (CII) oraz leżący na północ od nich bloku przedsudeckiego (CI) (fig. 2.1). Jest dobrze zarysowaną jednostką, której budowa geologiczna w sposób wyraźny różni się od reszty kraju. Jej granice nawiązują do przebiegu dużych struktur tektonicznych lub mają charakter stratygraficzny. Jedynie północno-wschodnia część jednostki, poza blokiem przedsudeckim *sensu stricto*, obejmuje zachodni fragment sąsiadującej struktury – tzw. depresji śląsko-opolskiej, którą włączono w jej obszar ze względu na szczyty termalne ujęte w Grabinie (Paczyński i Płochniewski, 1996).

Pod względem hydrogeologicznym prowincja wyróżnia się specyficznymi warunkami występowania wód zmineralizowanych i swoistych, związanymi z głębokimi strefami dyslokacyjnymi (wody szczelinowe), na ogół niską ich mineralizacją oraz obecnością charakterystycznych rodzajów wód – szczaw, radonowych oraz termalnych. Charakteryzuje ją punktowe rozpoznanie warunków hydrogeologicznych. Jest ono stosunkowo dobre na obszarach naturalnych wypływów wód, szczególnie występujących w licznych w tej części kraju uzdrowiskach, oraz znikome na pozostałym terenie.

Obszar prowincji, leżący w obrębie krystalicznego masywu czeskiego, jest zbudowany ze skał prekambryjskich i staropaleozoicznych, które w obrębie występujących depresji tektonicznych są pokryte osadowymi utworami młodopaleozoiczno-mezozoicznymi, a na obszarze bloku przedsudeckiego również kenozoicznymi (fig. 2.4).

Budowa geologiczna obszaru jest wynikiem wielokrotnych przeobrażeń tektonicznych, które miały szczególny wpływ na obecne ukształtowanie powierzchni terenu i warunki hydrogeologiczne Sudetów. Orogeniza waryscyjska doprowadziła do powstania sieci dyslokacji, alpejska zaś do ich uaktywnienia i odmłodzenia oraz powstania nowych, a w konsekwencji wypiętrzenia Sudetów i oddzielenia od bloku przedsudeckiego wzdłuż sudeckiego uskoku brzeżnego. Uskoki, czy raczej strefy uskokowe o zasadniczym znaczeniu, których szerokość może osiągać nawet 10 km, przebiegają w kierunkach N–S (kierunek kruszcogórski) i z NW–SE (kierunek sudecki), odgrywając decydującą rolę w przepływie wód podziemnych, sięgającym niekiedy na głębokość ponad 2000 m, oraz w transporcie dwutlenku węgla (Dowgiałło i Fistek, 2007; Ciężkowski i in., 2011). W wyniku głębokiej infiltracji, wynikającej zarówno z istnienia drożnych dróg przepływu, jak i znacznych deniwelacji terenu, wody ulegają ogrzaniu w ośrodku skalnym i przenoszą ciepło ku powierzchni. Napotykając na drodze przepływu migrujący ku powierzchni dwutlenek węgla są nim nasycane, tworząc lokalnie naturalne wypływy szczaw i wód kwasowęglowych.

Skomplikowana, określana mianem mozaikowej, budowa geologiczna obszaru prowincji sudeckiej sprawia, że w niewielkich odległościach występują wody różniące się w sposób zasadniczy składem chemicznym i temperaturą (Ciężkowski, 1990). Te same względy sprawiają, że wody różnych typów i o różnej temperaturze mieszają się ze sobą, tworząc wody o złożonym składzie, charakteryzujące się kilkoma cechami decydującymi o ich właściwościach leczniczych.

Przeważające skały krystaliczne decydują o niskiej mineralizacji wód wynoszącej na ogół od 0,1 do 6,7 g/dm³. Najwyższą mineralizacją, sięgającą 19,2 g/dm³ (Zdrojowisko) cechują się szczawy. Charakterystyczne dla prowincji dość częste występowanie wód radonowych jest również związane z obecnością skał krystalicznych (Przylibski, 2005).

Wody lecznicze i termalne prowincji sudeckiej są na ogół wodami wodorowęglanowymi typu HCO₃–Ca–(Mg)–(Na), rzadziej HCO₃–Na–(Ca)–(Mg). Sporadycznie pojawiają się wody siarczanowe typu SO₄–HCO₃–Na–Ca lub SO₄–HCO₃–Ca–Na–(Mg). Wody chlorkowe występują prawdopodobnie jedynie w północno-zachodniej części jednostki (Paczyński i Płochniewski, 1996). W przypadku wód termalnych, w tym termalnych wód leczniczych ujętych na obszarze jednostki, temperatura na wypływie waha się w dość szerokim zakresie od ok. 20°C (Jeleniów) do 87°C (Cieplice Śląskie-Zdrój).

Obszar prowincji sudeckiej stosunkowo słabo rozpoznano pod względem pola cieplnego. Powierzchniowy strumień cieplny w Sudetach osiąga wartość ok. 60 mW/m² i wzrasta w kierunku północnym do blisko 100 mW/m² (Szewczyk, 2009). Pomimo dość wysokich wartości ciepła radiogenicznego skał – od 2,0 do 5,1 W/m³, jego wpływ nie ma większego znaczenia dla wartości powierzchniowego strumienia cieplnego występującego na obszarze prowincji (Plewa, 1996).

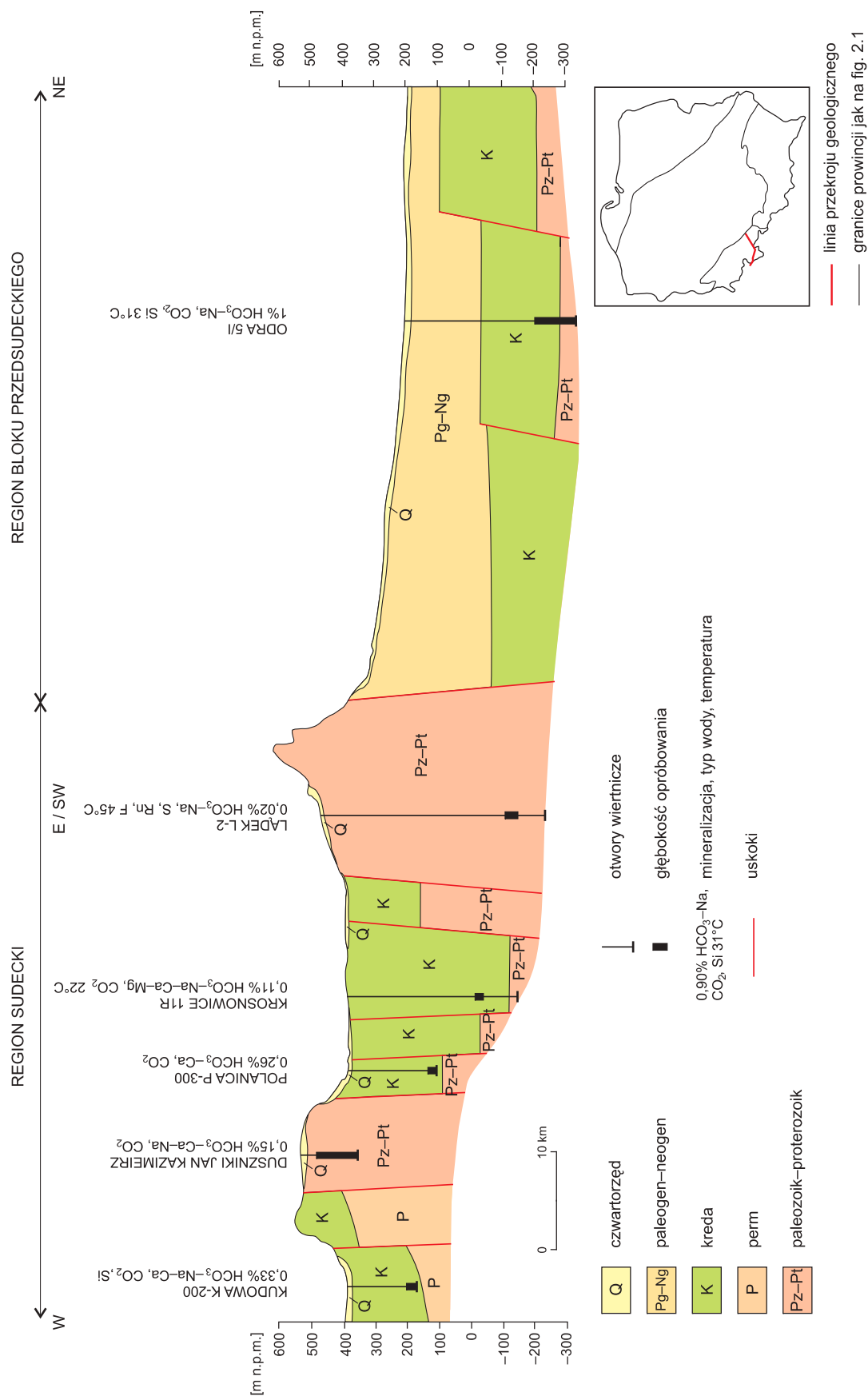


Fig. 2.4. Schematyczny przekrój geologiczny przez obszar prowincji sudeckiej (wg Czerskiego i Zawistowskiego, 2009, zmienione)



Na obszarze prowincji sudeckiej znajduje się 20 miejscowości, w których udokumentowano występowanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin, w tym 17 – występowanie wód leczniczych.

2.4. PROWINCJA KARPACKA

Prowincja karpacka obejmuje trzy regiony hydrogeologiczne: zapadlisko przedkarpackie (DI), Karpaty zewnętrzne (DII) i Karpaty wewnętrzne (DIII) (fig. 2.1 i 2.5). Jednostki te, choć związane genetycznie, różnią się znacznie między sobą pod względem hydrogeologicznym. Tworzą baseny hydrogeologiczne (zapadlisko przedkarpackie i niecka podhalańska) oraz elewacje (Tatry, Pieniny i Karpaty fliszowe), w których przepływ wód odbywa się niemal wyłącznie w strefach tektonicznych. Również na tle kraju wyróżnia je szereg odrębnych cech. Do najważniejszych z nich należy zaliczyć występowanie różnych typów wód zmineralizowanych i swoistych – szczaw, wód chlorkowych, siarczkowych i termalnych oraz współwystępowanie wód zmineralizowanych i zwykłych, nie tylko na niewielkich głębokościach, lecz często także w całym profilu strefy zawodnionej (Paczyński i Płochniewski, 1996). Z uwagi na ukształtowanie powierzchni terenu w południowej części prowincji spotykane są liczne źródła wód swoistych i zmineralizowanych, niekiedy uznawanych za lecznicze. Ich płytkie występowanie sprawia, że są one zagrożone antropopresją. Obszar Karpat wyróżnia się również dużą głębokością zasięgu stref współczesnego zasilania, w przeciwieństwie do nieodnawialnych, dobrze izolowanych głębokich poziomów wodonośnych prowincji platform prekambryjskiej i paleozoicznej (Dowgiałło i Paczyński, 2002). Gęstość ziemskiego strumienia ciepłego omawianego rejonu jest niska, zwłaszcza w jego wschodniej części, gdzie nie przekracza 50 mW/m^2 . W części zachodniej wynosi 70 mW/m^2 , a na pozostałym obszarze – $50\text{--}60 \text{ mW/m}^2$ (Szewczyk, 2007).

Region zapadliska przedkarpackiego jest strukturą geologiczną o charakterze rowu przedgórskiego, wypełnioną morskimi osadami miocenu autochtonicznego o miąższości od ok. 100 m w północnej, brzeżnej strefie do ok. 3000 m na południu przy granicy z nasunięciem Karpat. W obrębie utworów miocenu wydziela się kompleksy: ewaporatów gipsowo-solnych, soli kamiennych (w bezpośrednim sąsiedztwie nasunięcia karpackiego, częściowo pod nim) oraz utworów siarczanowych z anhydrytami. Obszar ten charakteryzuje się występowaniem wód siarczanowych i siarczkowych związanych genetycznie z utworami chemicznymi miocenu oraz wód chlorkowych (często ze znaczną zawartością jodu, o znaczeniu przemysłowym). Siarczanowe wody siarczkowe typu $\text{SO}_4\text{--}(\text{HCO}_3)\text{--}\text{Ca--}(\text{Mg})$, S (Krzeszowice, Latoszyn i Swoszowice) oraz $\text{SO}_4\text{--}\text{Cl--}\text{Na--}\text{Ca}$, S (Kraków-Mateczny), o mineralizacji do 4 g/dm^3 występują przeważnie płytko, na głębokości do 20–30 m, wzdłuż północnej granicy jednostki. Wody siarczkowe typu $\text{Cl--}\text{Na}$, S, (I), (F) są obecne także w głębszych poziomach wodonośnych – kredowym i jurajskim (Busko-Zdrój, Solec-Zdrój i Wełnin). Obecność siarkowodoru jest związana z bakteryjną redukcją siarczanów w obecności materii organicznej (Dowgiałło, 2007c). W kierunku południowym udział wód siarczkowych zmniejsza się na rzecz wód chlorkowych, które występują w chemicznych osadach miocenu oraz starszego podłoża. Wody typu $\text{Cl--}\text{Na}$, $\text{Cl--}\text{Ca}$ i $\text{Cl--}\text{Na--}\text{Ca}$ o mineralizacji $20\text{--}70 \text{ g/dm}^3$ (maksymalnie ok. 150 g/dm^3 w pobliżu złóż soli kamiennych oraz ok. 260 g/dm^3 pod nasunięciem Karpat) i znacznej zawartości jodu (ponad 120 mg/dm^3) i bromu (do 800 mg/dm^3), występują w utworach miocenu i karbonu w zachodniej części zapadliska (rejon oświęcimski) (Chowaniec i in., 2007). Wody termalne udokumentowano w utworach kredy w Busku-Zdroju (lecznicze wody termalne) oraz ostatnio (marzec 2015 r.) w Cudzynowicach koło Kazimierzy Wielkiej.

Region Karpat zewnętrznych charakteryzuje się występowaniem miąższego kompleksu fliszu łupkowo-piaskowcowego (paleogeńsko-neogeńsko-kredowego), stanowiącego główne piętro wodonośne wód zmineralizowanych i swoistych. W podłożu utworów nasunięcia Karpat wody zmineralizowane występują ponadto w utworach dewonu i karbonu, lecz wodonośność tych poziomów jest niewielka. W utworach fliszowych wśród typów chemicznych wód przeważają wody chlorkowe typu $\text{Cl--}\text{Na}$, (I), które rozpoznano na głębokości od kilkudziesięciu do ok. 300 m (maksymalnie ponad 3500 m). Charakterystyczną cechą obszaru jest obecność szczaw i wód kwasowęglowych. Wody tego typu występują na obszarze

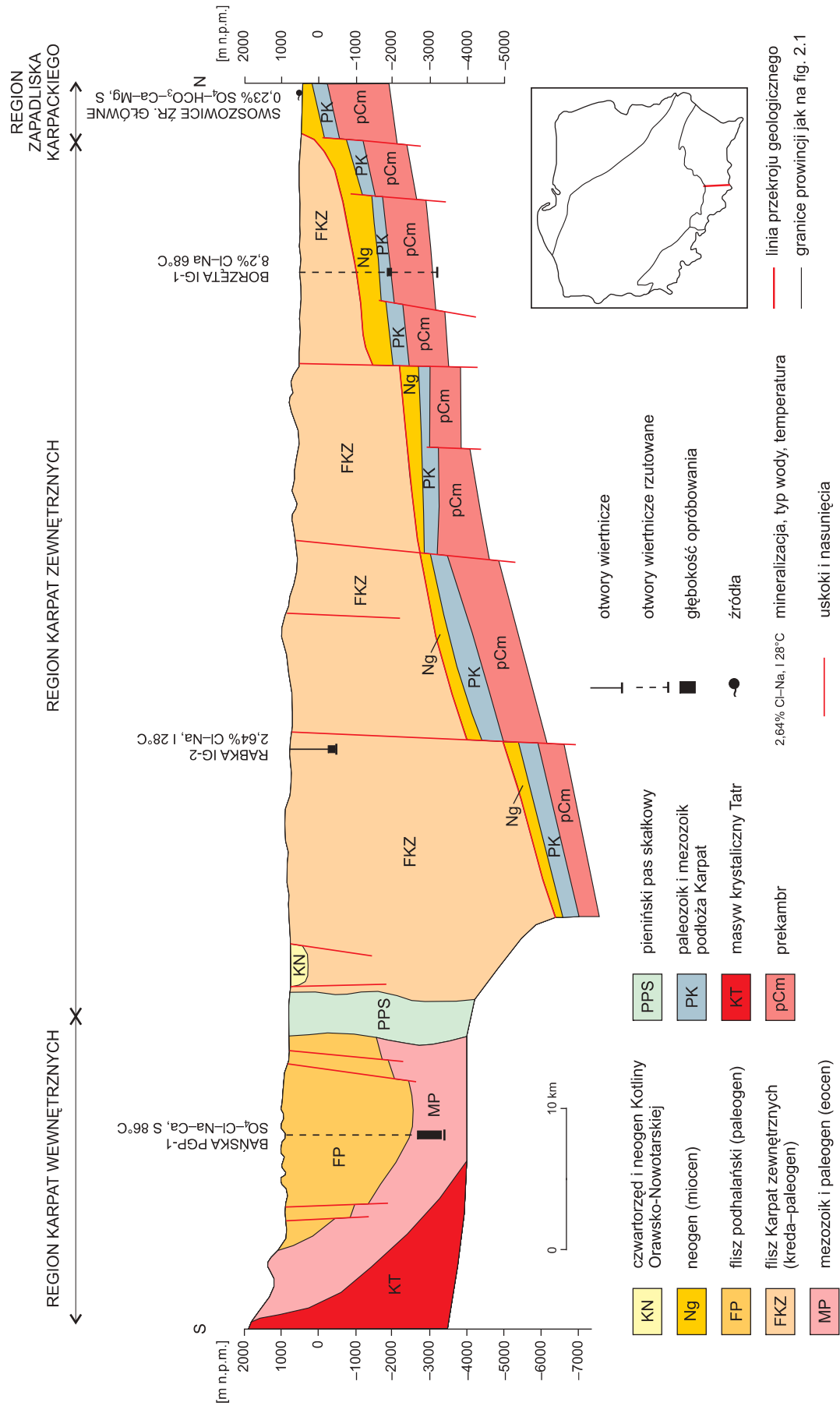
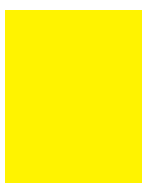


Fig. 2.5. Przekrój geologiczny przez prowincję karpacką (wg Chowańca, 2009, zmienione)



doliny Popradu, antykliny Iwonicza-Zdroju – Rudawki Rymanowskiej oraz łuski Bystrego (Rabe) i cechują się wyraźną strefowością hydrochemiczną wynikającą z ich genezy (Węclawik, 1991). Szczawy zwykle doliny Popradu i jego prawostronnych dopływów są najczęściej typu $\text{HCO}_3\text{--Ca--(Mg)}$, CO_2 o mineralizacji do ok. 6 g/dm^3 i występują m.in. w Krynicy-Zdroju, Muszynie, Piwnicznej-Zdroju, Tyliczu i Żegiestowie-Zdroju. Wody te należą do centralnej strefy hydrochemicznej i są pochodzenia infiltracyjnego. Udokumentowane w Krościenku nad Dunajcem, Szczawnicy, Szczawie i Wysowej-Zdroju szczawy chlorkowe, najczęściej typu $\text{HCO}_3\text{--(Cl)--Na--(Ca)}$, CO_2 , (I), o mineralizacji do 28 g/dm^3 , należące do hydrochemicznej strefy przejściowej, stanowią mieszaninę wód infiltracyjnych z wodami dehydratacyjnymi. Chlorkowe szczawy i wody kwasowęglowe Iwonicza-Zdroju, Rymanowa-Zdroju i Rabego z uwagi na obecność bituminów i niższą zawartość CO_2 są zaliczane do wód hydrochemicznej strefy zewnętrznej (Chowaniec i in., 2007; Chowaniec, 2009). Na obszarze Karpat zewnętrznych są również liczne przejawy wód siarczkowych, wypływających przede wszystkim w źródłach. Wody termalne udokumentowano lokalnie m.in. w Jaworzu, Porębie Wielkiej, Soli oraz jako lecznicze wody termalne w Ustroniu, Rabce-Zdroju i Lubatówce.

Region Karpat wewnętrznych charakteryzuje się występowaniem jednego z najważniejszych w kraju zbiorników wód termalnych – niecki podhalańskiej. Stanowi ona geotermalny basen artezyjski zbudowany z paleogeńskich utworów piaskowcowo-łupkowych zdeponowanych na węglanowych osadach paleogeńsko-mezozoicznych, z którymi są związane wody termalne (Chowaniec i in., 2007). Obszarem zasilania są Tatry. Część wód opadowych, infiltrujących na obszarze Tatr, przepływa systemem szczelin krasowych do skał zbiornikowych, ulega ogrzaniu, a następnie, już w zbiorniku (na północ) trafia na utwory pienińskiego pasa skałkowego (stanowiącego szczelną granicę) i rozplywa się wachlarzowato w kierunkach południowo-wschodnim i południowo-zachodnim. Korzystne warunki geologiczne sprawiają, że na obszarze niecki podhalańskiej są uzyskiwane wody termalne o temperaturze na wypływie do 86°C , wydajności ponad $400 \text{ m}^3/\text{h}$ i mineralizacji do 3 g/dm^3 , charakteryzujące się wysoką odnawialnością zasobów (Kępińska, 2004; Chowaniec, 2009).

Łącznie na obszarze prowincji karpackiej znajduje się 55 złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin, w tym 12 złóż wód termalnych i jedno złożo solanek.

3. CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-CHEMICZNYCH I WARUNKÓW FORMOWANIA SIĘ WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN ORAZ WÓD ZMINERALIZOWANYCH I SWOISTYCH

Występujące w Polsce wody lecznicze, termalne i solanki oraz pozostałe wody zmineralizowane i swoiste charakteryzują się dużym zróżnicowaniem składu chemicznego oraz właściwości fizycznych. Wynika ono z wielu czynników, wśród których decydującą rolę odgrywają budowa geologiczna, charakter i litologia ośrodka hydrogeologicznego, warunki zasilania i przepływu wód, ich wiek oraz panujące warunki termiczne.

Na skład chemiczny wód podziemnych składa się ponad 60 pierwiastków pochodzących z rozpuszczonych substancji stałych i gazów, spotykanych w różnych stężeniach, tworzących w wielu przypadkach różnego rodzaju związki chemiczne, występujących w formie jonowej lub niezdysonowanej (Macioszczyk i Dobrzyński, 2007). Istnieje szereg klasyfikacji uwzględniających różne kryteria, mających na celu usystematyzowanie informacji o właściwościach fizyczno-chemicznych wód i umożliwiających zapis ich charakterystyki w formie skróconej. Do najczęściej stosowanych w kraju należy klasyfikacja według składu anionowo-kationowego oraz stężenia składników swoistych. Zastosowano ją również w niniejszym opracowaniu. Zgodnie z nią typ wody jest określany na podstawie zawartości jonów głównych – HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} i Na^+ i K^+ nie mniejszej niż 20% miligramorównoważników (% mval). Jony szereguje się według malejącej zawartości z zachowaniem kolejności – najpierw aniony, następnie kationy, przy czym przyjmuje się, że suma % mvali wynosi po 100% osobno dla anionów i kationów. W przypadku charakterystyki hydrochemicznej złóż wód w nawiasach są podawane składniki, które występują jedynie w części ujęć zlokalizowanych na ich obszarze. W zapisie uwzględnia się także

składniki swoiste – CO_2 , F^- , Fe^{2+} , H_2SiO_3 , I^- , ^{222}Rn , S^{2-} , występujące w stężeniach farmakologicznie czynnych określonych w ustawie *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r., wymieniane według malejącej zawartości, oraz w przypadku wód termalnych, temperaturę. W skróconym zapisie typu chemicznego wody jony główne i składniki swoiste są zapisywane z pominięciem ich wartościowości, a kwas meta-krzemowy (H_2SiO_3) jako Si.

Zawartość jonów głównych, i w mniejszym stopniu również mikroskładników, decyduje o mineralizacji wód podziemnych, stanowiąc istotne kryterium ich zróżnicowania warunkujące możliwość ich zagospodarowania.

3.1. GŁÓWNE TYPY CHEMICZNE WÓD

Wykorzystując założenia klasyfikacji wód podziemnych zaliczonych do kopalin, opartej na ocenie składu anionowo-kationowego (patrz rozdz. 3) oraz ze względu na zasadniczą tematykę opracowania, a także w celu zachowania czytelności części graficznej *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* zastosowano uproszczenie. Polega ono na określeniu typu chemicznego wód na podstawie zawartości dominującego składnika anionowego przy zachowaniu pełnej informacji dotyczącej składników swoistych wód, ich temperatury i mineralizacji, decydujących zgodnie z zapisami ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. o ich przynależności do kopalin, jako wody lecznicze, termalne lub solanki. Wydzielono w ten sposób trzy główne typy wód:

- wodorowęglanowe,
- siarczanowe,
- chlorkowe.

Powyższy podział oddaje w pewnym stopniu typowe następstwo hydrochemiczne wód oraz pozwala w większości przypadków na przybliżoną identyfikację sposobu zasilania i udziału w systemie aktywnego przepływu (fig. 3.1).

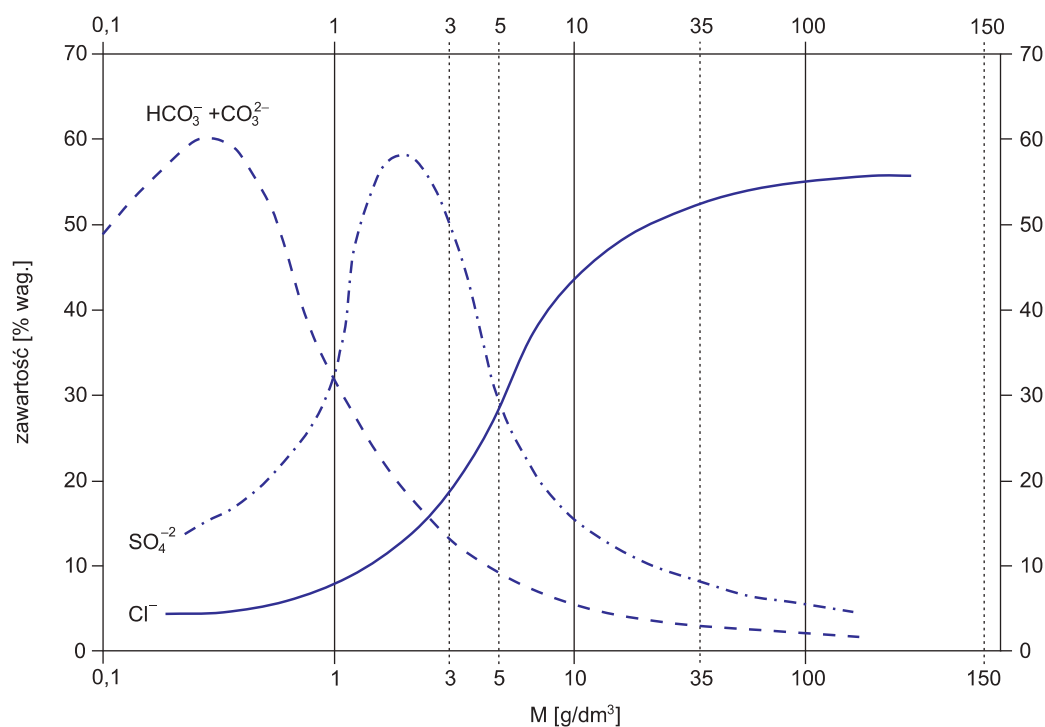


Fig. 3.1. Zmiany udziału głównych anionów w % wagowych w stosunku do mineralizacji (M) naturalnych wód podziemnych (na podstawie Witczaka i Adamczyka, 1994, zmienione)

Tabela 3.1

Zmiany typów chemicznych wód oraz składników swoistych wód leczniczych Polski w zależności od ich mineralizacji (kolejność typów hydrochemicznych oraz składników swoistych według malejącej częstości ich występowania)

Rodzaj wody wg mineralizacji	Mineralizacja [g/dm ³]	Typy hydrochemiczne	Składniki swoiste
Wody słodkie	<1	wody typu wodorowęglanowego HCO ₃ -Ca-Mg; HCO ₃ -Ca; HCO ₃ -Ca-Na; HCO ₃ -Na-Ca; HCO ₃ -Na; HCO ₃ -Cl-Na-Ca; HCO ₃ -Ca-Mg-Na; HCO ₃ -Ca-Na-Mg; HCO ₃ -Mg-Ca; HCO ₃ -Mg-Na; HCO ₃ -Na-Ca-Mg; HCO ₃ -Na-Mg; HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg; HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Na-Mg; HCO ₃ -SO ₄ -Na-Ca	CO ₂ Rn S Fe Si F
		wody typu siarczanowego SO ₄ -HCO ₃ -Na	Si F Rn
Wody słabo zmineralizowane	1-3	wody typu wodorowęglanowego HCO ₃ -Ca-Mg; HCO ₃ -Ca; HCO ₃ -Ca-Mg-Na; HCO ₃ -Na-Ca; HCO ₃ -Ca-Na; HCO ₃ -Cl-Na-Ca; HCO ₃ -Cl-Na; HCO ₃ -Na; HCO ₃ -Ca-Na-Mg; HCO ₃ -Mg-Ca; HCO ₃ -Na-Mg-Ca; HCO ₃ -Mg-Na; HCO ₃ -Na-Mg; HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg; HCO ₃ -SO ₄ -Na-Ca	CO ₂ Fe Si F I Rn S
		wody typu siarczanowego SO ₄ -Cl-Na-Ca; SO ₄ -Ca; SO ₄ -Ca-Na; SO ₄ -Ca-Mg; SO ₄ -Cl-Na-Ca-Mg; SO ₄ -Cl-Na-Mg; SO ₄ -Cl-Na-Mg-Ca; SO ₄ -HCO ₃ -Ca; SO ₄ -HCO ₃ -Ca-Mg; SO ₄ -HCO ₃ -Cl-Na-Ca	S
		wody typu chlorkowego Cl-Na; Cl-Na-Ca; Cl-HCO ₃ -Na; Cl-SO ₄ -Na	F Fe I
Wody średnio zmineralizowane	3-10	wody typu wodorowęglanowego HCO ₃ -Cl-Na; HCO ₃ -Ca-Mg; HCO ₃ -Ca; HCO ₃ -Na-Mg; HCO ₃ -Mg-Na-Ca; HCO ₃ -Ca-Mg-Na; HCO ₃ -Mg-Ca; HCO ₃ -Mg-Na; HCO ₃ -Na-Ca-Mg; HCO ₃ -Cl-Na-Ca; HCO ₃ -Mg; HCO ₃ -Na; HCO ₃ -Na-Ca; HCO ₃ -Ca-Na; HCO ₃ -Ca-Na-Mg; HCO ₃ -Cl-Na-Ca; Fe; HCO ₃ -Mg-Ca-Na; HCO ₃ -SO ₄ -Na-Ca	CO ₂ Fe I Si S
		wody typu chlorkowego Cl-Na; Cl-HCO ₃ -Na; Cl-HCO ₃ -Na-Ca; Cl-Na-Ca; Cl-Na-Mg	I S CO ₂ F
		wody typu siarczanowego SO ₄ -Cl-Ca-Na; SO ₄ -Cl-Na-Mg-Ca	S
Wody silnie zmineralizowane	10-35	wody typu chlorkowego Cl-Na; Cl-HCO ₃ -Na; Cl-Na-Ca; Cl-Na-Mg; Cl-SO ₄ -Na	I S Fe F CO ₂ Rn
		wody typu wodorowęglanowego HCO ₃ -Cl-Na; HCO ₃ -Mg-Na; HCO ₃ -Na; HCO ₃ -Mg; HCO ₃ -Na-Mg	CO ₂ I Fe
Solanki	35-150	wody typu chlorkowego Cl-Na; Cl-Ca-Mg; Cl-Na-Ca; Cl-Na-Mg	I Fe F S
Silne solanki	>150	wody typu chlorkowego Cl-Na	Fe I

Zmiana dominujących typów wód zachodząca wraz ze wzrostem ich mineralizacji (oraz głębokości występowania) zaznacza się dość wyraźnie w przypadku wód leczniczych Polski (tab. 3.1). Wśród wód o mineralizacji do kilku g/dm^3 przeważają wody wodorowęglanowe, przy czym te o najwyższej mineralizacji zawierają rozpuszczony dwutlenek węgla, który zwiększając ich agresywność wobec skał, powoduje wzrost sumy substancji rozpuszczonych (nawet do ok. 30 g/dm^3). Wraz ze wzrostem mineralizacji oraz głębokości występowania wzrasta udział wód chlorkowych. W przypadku wód o mineralizacji rzędu kilkunastu g/dm^3 i wyższej, wody o przeważającym udziale jonu chlorkowego stanowią przeważający typ wód leczniczych występujących w kraju. Lecznicze wody typu siarczanowego występują na dość ograniczonych obszarach i charakteryzują się zwykle pośrednią mineralizacją wynoszącą kilka g/dm^3 .

3.1.1. Wody wodorowęglanowe

Wodorowęglany (HCO_3^-) są dominującym anionem płytko występujących wód podziemnych pochodzenia meteorycznego, charakteryzujących się odnawialnością zasobów i mineralizacją nieprzekraczającą na ogół 1 g/dm^3 (fig. 3.1). Ich obecność wynika z rozpuszczania atmosferycznego dwutlenku węgla w wodzie oraz rozpuszczania skał węglanowych, m.in. kalcytu (CaCO_3), dolomitu (MgCO_3) i syderytu (FeCO_3) przy udziale wód zawierających dwutlenek węgla (Macioszczyk i Dobrzyński, 2007). Podrzedne znaczenie mają procesy hydrolitycznego wietrzenia glinokrzemianów oraz redukcja siarczanów z udziałem substancji organicznej (desulfatyzacja).

Lokalnie, w strefach głębokiego wysłodzenia wód podziemnych (prowincje A i B), rozłamów masywów krystalicznych (prowincja C) oraz w niecce podhalańskiej (prowincja D) wody wodorowęglanowe o mineralizacji poniżej 1 g/dm^3 i temperaturze powyżej 20°C występują na głębokości poniżej 1000 m. Najgłębiej, w interwale 1962–2065 m ujęto je w utworach kredy dolnej niecki łódzkiej (otw. Poddębice GT-2) (Tadych i in., 2011).

Szczególny rodzaj wód wodorowęglanowych stanowią szczawy i wody kwasowęglowe występujące na obszarze Sudetów i Karpat zewnętrznych. Zawarty w nich dwutlenek węgla pochodzenia endogenicznego intensyfikuje procesy rozpuszczania składników mineralnych, powodując wzrost m.in. stężenia wodorowęglanów oraz mineralizacji. Najwyższe stężenia jonów wodorowęglanowych (ponad 19 g/dm^3) oraz mineralizację (ponad 27 g/dm^3) stwierdzono w wodach typu zuber w Krynicy-Zdroju (Rajchel, 2012). Z uwagi na szczególne właściwości fizyczno-chemiczne oraz istotne znaczenie gospodarcze szczawom i wodom kwasowęglowym poświęcono osobny rozdział (patrz rozdz. 3.2.1).

Właściwości lecznicze pozostałych wód wodorowęglanowych wynikają głównie z obecności w nich składników specyficznych, nie zaś z ich mineralizacji. Wyjątek stanowią wody typu $\text{HCO}_3\text{-Na}$ ujęte w otworze Polań-



Głowica ujęcia termalnych wód wodorowęglanowych Zakopane IG-1 (fot. J.Sokołowski)

czyk IG-1. Ich mineralizacja wynosi 2 g/dm^3 i jest podstawową cechą decydującą o zaliczeniu tych wód do leczniczych. Inne udokumentowane wodorowęglanowe wody lecznicze są wodami swoistymi – fluorkowymi, krzemowymi, radonowymi, siarczkowymi lub żelazistymi o mineralizacji poniżej 1 g/dm^3 ($0,2\text{--}0,8 \text{ g/dm}^3$), wykorzystywanymi w balneoterapii. Charakteryzują się one zróżnicowaniem proporcji zawartości głównych składników chemicznych reprezentują wody typu $\text{HCO}_3\text{--Ca--Mg}$ (Nałęczów i Przerzeczyn-Zdrój), $\text{HCO}_3\text{--Ca--Na}$ (Horyniec-Zdrój), $\text{HCO}_3\text{--Ca--(Na)--(Mg)}$ (Wapienne), $\text{HCO}_3\text{--Na}$ (Lądek-Zdrój) lub $\text{HCO}_3\text{--Na--(Ca)--(Mg)}$ (Świeradów-Zdrój). Wyływają w postaci źródeł lub ujęto je otworami wiertniczymi o głębokości nieprzekraczającej zwykle 200 m, w obrębie różnowiekowych utworów – neogenu (Horyniec-Zdrój), kredy (Nałęczów i Wapienne) oraz paleozoiku lub prekambriu (Lądek-Zdrój, Przerzeczyn-Zdrój i Świeradów-Zdrój). W Lądku-Zdroju w lecznictwie uzdrowiskowym są wykorzystywane wody wodorowęglanowe o mineralizacji rzędu $0,2 \text{ g/dm}^3$ i o temperaturze od $18,5$ do 45°C , zawierające składniki swoiste – radon, fluorki i dwuwartościową siarkę, ujmowane zarówno w źródłach, płytkich studniach szybowych, jak i w otworze L-2 (Zdzisław) o głębokości 700,5 m. Ich skład jest formowany na drodze mieszania współczesnych wód infiltracyjnych z wodami infiltrującymi na obszarze Gór Żłoty i Bialskich, uczestniczącymi w systemie głębokiego przepływu. Ze względu na brak dobrze rozpuszczalnych składników w skałach, na drodze przepływu następują jedynie niewielkie zmiany składu chemicznego wód.

Termalne wody wodorowęglanowe występujące w prowincji platformy paleozoicznej ujęto głównie w osadach kredy dolnej na obszarze niecki łódzkiej m.in. w Grodzisku, Łodzi i Poddębicach oraz niecki warszawskiej w Mszczonowie, a także utworach permu i triasu w miejscowości Ozimek, położonej w południowej części monokliny przedsudeckiej. Wszystkie one należą do wód typu $\text{HCO}_3\text{--(Cl)--(Na)--Ca}$ o mineralizacji poniżej 1 g/dm^3 ($0,2\text{--}0,5 \text{ g/dm}^3$) i temperaturze od 23 do 71°C .

Na obszarze niecki podhalańskiej wody typu $\text{HCO}_3\text{--(SO}_4\text{)--(Mg)--Na--(Ca)}$ oraz $\text{HCO}_3\text{--(SO}_4\text{)--Ca--Mg--(Na)}$, o mineralizacji od $0,2$ do $0,6 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze od 21 do 60°C , związane z utworami paleogenu, jury i triasu, ujęto w otworach położonych w południowej części zbiornika w strefie szybkiej wymiany wód związanej z sąsiedztwem obszaru zasilania – Tatr. W centralnej i północnej części struktury, gdzie zmniejsza się prędkość przepływu wód, występują termalne wody siarczanowe o mineralizacji powyżej 1 g/dm^3 i temperaturze do 86°C (Chowaniec, 2009).

3.1.2. Wody siarczanowe

Wraz ze wzrostem mineralizacji wód podziemnych i głębokości ich występowania zmniejsza się zawartość wodorowęglanów (HCO_3^-), zwykle w pierwszej kolejności na rzecz jonów siarczanowych (SO_4^{2-}), a następnie chlorkowych (Cl^-). W pewnych strefach profilu pionowego zawartość siarczanów może przekraczać stężenie 20% mvali, zazwyczaj przy przewadze jonów wodorowęglanowych. Występowanie wód o przeważającej zawartości siarczanów jest związane zwykle z obecnością w środowisku geologicznym siarczanowych osadów chemicznych, w szczególności łatwo rozpuszczalnych minerałów zawierających siarkę, wśród których zasadniczą rolę odgrywają gipsy ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) i anhidryty (CaSO_4) (Macioszczyk i Dobrzyński, 2007). Mniejsze, często lokalne znaczenie mają procesy rozpuszczania innych minerałów siarczanowych, utlenianie siarczków oraz wietrzenie złóż siarki rodzimej.

Na terenie Polski wody siarczanowe występują m.in. na obszarach: centralnej części wyniesienia środkowopolskiego, południowej części monokliny śląsko-krakowskiej i monokliny przedsudeckiej w obrębie prowincji B oraz północnej i zachodniej części zapadliska przedkarpackiego, a także na obszarze niecki podhalańskiej w obrębie prowincji D.

Lecznicze wody siarczanowo-siarczkowe typu $\text{SO}_4\text{--Cl--Ca--Na}$, S występujące na głębokości rzędu 120 m są wykorzystywane w balneoterapii w uzdrowisku Wieniec-Zdrój, położonym w środkowej części wyniesienia środkowopolskiego. Ujęto je w obrębie wapieni i margli jury górnej. Utwory te są przykryte miększą warstwą margli z przewarstwieniami gipsów, lokalnie wykształconą w postaci facji gipsowej. Występowanie wód siarczanowych w brzeżnej części monokliny przedsudeckiej jest związane z ewaporatowymi osadami cechsztynu (perm górny), przy czym wody o przeważającej zawartości siarczanów,



Źródło siarczanowych wód siarczkowych Zdrój Główny w Krzeszowicach
(*fol. M. Socha*)

często z istotnym udziałem jonu chlorkowego (Cl^-), są spotykane zarówno w osadach permu, jak i triasu dolnego. Ich obecność potwierdzono m.in. w płytszym triasowym poziomie wodonośnym w ujęciu Trzebnica IG-1 i Wojnów W-1, gdzie udokumentowano wody typu $\text{SO}_4\text{-Cl-Ca-Na}$ o mineralizacji od 2,1 do 3,9 g/dm³, oraz w wielu innych otworach wiertniczych i studniach. Głębokość występowania wód siarczanowych wynosi od ok. 170 m (otw. Wrzoski SOH-941) do niemal 650 m (otw. Trzebnica IG-1).

W zapadlisku przedkarpackim i południowej części monokliny śląsko-krakowskiej występowanie wód siarczanowych jest związane z obecnością morskich osadów badenu (miocen środkowy) wykształconych w postaci ewaporatów gipsowo-solnych. Do wód leczniczych zaliczono wody siarczanowe z farmakologicznie aktywnymi stężeniami siarki dwuwartościowej (S^{2-}). W Krzeszowicach, Lipie i Swoszowicach oraz położonym blisko nasunięcia karpackiego Latoszynie w utworach neogenu występują wody o zbliżonym składzie chemicznym, typu $\text{SO}_4\text{-Ca-(Mg)-(Na), S}$ i mineralizacji od 2,1 do 3,1 g/dm³. Wielojonowe wody siarczanowe typu $\text{SO}_4\text{-Cl-Na-Ca-Mg, S}$ o mineralizacji od 1,7 do 4,5 g/dm³ ujęto w Krakowie-Matecznym oraz płytszym poziomie wodonośnym wód siarczanowych w Lipie. Wody siarczanowe ujmowane z utworów jury górnej i neogenu są eksploatowane również w zdrojach miejskich w Krakowie.

Siarczanowe wody lecznicze występujące w Cieplicach Śląskich-Zdroju na obszarze prowincji sudeckiej, wypływają w postaci źródeł oraz ujęto je otworami o głębokości od kilkunastu do 2002,5 m (otw. Cieplice C-1) w obrębie granitów karbońskich. Charakteryzują się mineralizacją rzędu 0,4–0,8 g/dm³, typem $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Na-Ca}$ oraz zawartością innych składników swoistych – fluorków, kwasu meta-krzemowego, radonu, a także temperaturą do 87°C (otw. Cieplice C-1). Siarczanowe wody zawierające radon wypływają również na południe i południowy wschód od Cieplic Śląskich-Zdroju, w Kowarach, Sosnowcu i Szklarskiej Porębie. Dotychczas nie wyjaśniono jednoznacznie genezy sudeckich wód siarczanowych.

Na obszarze niecki podhalańskiej wody siarczanowe typu $\text{SO}_4\text{-Cl-Na-Ca}$, $\text{SO}_4\text{-(Cl)-Ca-Na}$ oraz $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca}$, często z zawartością farmakodynamicznie czynnych stężeń siarki dwuwarto-

ciowej zaliczono do wód termalnych. Charakteryzują się one temperaturą na wypływie rzędu 63–86°C i mineralizacją 1,1–3,1 g/dm³. Ujęto je w utworach węglanowych mezozoiku oraz eocenu środkowego otworami o głębokości 2394–3572 m, zlokalizowanymi w środkowej i północnej części niecki podhalańskiej. Jest to strefa spowolnienia przepływu wód dopływających od południa ze strefy zasilania (Tatry), wskutek występowania szczelnej bariery w postaci pienińskiego pasa skałkowego. Wydłużenie czasu kontaktu wód ze skałami zbiornika powoduje wzrost ich mineralizacji i zmiany składu chemicznego, w tym spadek udziału wodorowęglanów (Chowaniec, 2009).

Wody siarczanowe są stosunkowo rzadko spotykanym typem wód podziemnych zaliczonych do kopalin. Pomimo że w obecności innych makroskładników mogą tworzyć cenne z balneoterapeutycznego punktu widzenia rodzaje wód, m.in. wody glauberskie (siarczanowo-sodowe), gorzkie (siarczanowo-magnezowe) lub witriolowe (siarczanowo-żelaziste), o ich właściwościach leczniczych decyduje zawsze zawartość składników swoistych, zwykle siarki dwuwartościowej. Typowe wody glauberskie o mineralizacji 16 g/dm³ nawiercono w utworach karbonu w otworze badawczym Słupiec GN-9 położonym w regionie sudeckim. Mianem glauberskich określa się również szczawy występujące w tym samym regionie w Starych Rochowicach i Zdrojowisku, choć reprezentują one typ HCO₃–SO₄–Na.

3.1.3. Wody chlorkowe

Wody chlorkowe są przeważającym typem głęboko występujących wód podziemnych. Ich właściwości lecznicze wynikają z dużej mineralizacji oraz obecności w nich składników swoistych, głównie jodu, często także temperatury powyżej 20°C. Wykorzystania wód chlorkowych w balneologii sięga czasów historycznych, a ich odkryciu sprzyjała obecność tzw. słonych źródeł oraz skupisk roślinności halofitowej. O miejscach występowania wód chlorkowych, obecnie i w przeszłości, świadczą nazwy niektórych miejscowości, takich jak Solec, Sołonka, Sól i Słone. Z biegiem lat, w miarę rozwoju technik wiertniczych, występowanie wód chlorkowych stwierdzono na większych głębokościach, w otworach wykonywanych głównie w rejonach występowania złóż ropy naftowej oraz soli. W latach 50. XX w. zainicjowano na szerszą skalę wiercenie głębokich otworów badawczych, poszukiwawczych i hydrogeologicznych na terenie całego kraju. Dzięki przeprowadzeniu w nich tysięcy opróbowań możliwa stała się charakterystyka wód chlorkowych oraz opis warunków ich występowania, zwłaszcza w głębokich systemach wodonośnych w utworach paleozoiku i mezozoiku. Większość otworów zlikwidowano. Jedynie część z nich przekazano uzdrowiskom, które nadal je eksploatują (m.in. Konstancin-Jeziorna, Polańczyk, Połczyn-Zdrój i Sopot). Niektóre ze zlikwidowanych otworów, po udanej rekonstrukcji, przystosowano do eksploatacji wód chlorkowych (otw. Grudziądz IG-1 w obrębie złoża Marusza).

Poglądy na genezę wód chlorkowych ewoluowały wraz z pozyskiwaniem nowych danych oraz wprowadzaniem nowych metod badawczych. Początkowo, w okresie wykonywania pierwszych otworów, wody chlorkowe głębokich poziomów wodonośnych uważano wyłącznie za reliktowe wody morskie, niepodlegające wymianie (stagnujące) (Dowgiało, 1971). Z czasem pogląd ten zawężono jedynie do wód w centralnych, najgłębszych częściach poszczególnych zbiorników. Na pozostałych obszarach, zwłaszcza w rejonach podczwartorzędowych wychodni utworów mezozoiku i paleozoiku, mineralizacja i typ chemiczny wód chlorkowych wskazywały na ich zasilanie (paleoninfiltracyjne lub współczesne) i powolny przepływ (Bojarski, 1996; Bojarski i Sadurski, 2000). Wskutek długotrwałego przebywania w ośrodku skalnym wody infiltracyjne migrując łągowały łatwo rozpuszczalne pokłady soli kamiennych lub inkluzje solne w obrębie innych utworów, wzbogacając się w jony chlorkowe (Węclawik, 1991). Biorąc pod uwagę, że w warunkach bardzo powolnej migracji lub stagnacji wody te uległy dodatkowo intensywnym procesom przemian składu chemicznego (głównie wskutek działalności procesów sorpcji i wymiany jonowej z otaczającym je ośrodkiem skalnym, co przyczyniło się do zmiany ich pierwotnego składu), zaczęto traktować je jako wody poligenetyczne (Bojarski i Sokołowski, 1996; Bojarski i Sadurski, 2000). Na obszarze Karpat nie wyklucza się także domieszek wód metamorficznych powstałych w wyniku dehydratacji minerałów ilastych (Chowaniec i in., 2007). Niekiedy podwyższona obecność



Ujęcie leczniczych wód chlorkowych i jodkowych D-2 w Dębowcu
(fot. Archiwum Kopalni i Warzelni Solanek dr Zabłocka Sp. z o.o.)

jonu chlorkowego w płytkich wodach podziemnych może być wynikiem zanieczyszczeń antropogenicznych, jednak w głębszych poziomach wodonośnych ma genezę geogeniczną.

Wody chlorkowe występują na terenie niemal całego kraju – na znacznej części prowincji platform prekambryjskiej i paleozoicznej, w Karpatach i zapadlisku przedkarpackim, na ogół poniżej poziomów wód zwykłych. W prowincji sudeckiej występują jedynie w skrajnie północno-zachodniej części, natomiast Tatry, pieniński pas skałkowy i Góry Świętokrzyskie, a także rejon wisznicki platformy prekambryjskiej są pozbawione tego typu wód. Praktycznie na całym obszarze występowania wód chlorkowych obserwuje się wzrost ich mineralizacji wraz z głębokością, a w strukturach nieckowatych także wzrost mineralizacji od brzegów basenu ku ich strefom osiowym (Dowgiało, 2007a, b). Duża głębokość występowania i obecność w nadkładzie utworów nieprzepuszczalnych sprawia, że często w poziomach wodonośnych wód chlorkowych panują warunki artezyjskie.

Na obszarze platformowym (prowincje A i B) wody chlorkowe występują przede wszystkim w mezozoicznych utworach pokrywy osadowej – w utworach kredy, jury i triasu, a w strefach anomalii i w pasie nadbrzeżnym także w osadach czwartorzędowych (Ciechocinek i Kołobrzeg). Lokalnie wody chlorkowe ujęto w osadach permu i triasu (Wołczyn), permu (Ustka) i neogenu (Duża Wólka). Wody chlorkowe udostępniono otworami o głębokości od 22 m (otw. Ciechocinek 17A i 17B) do 3080 m (otw. Stargard GT-2). W Kołobrzegu na Wyspie Solnej zachowały się źródła wód chlorkowych, obecnie niewykorzystywane. Na omawianym obszarze wody chlorkowe charakteryzują się zbliżonym podstawowym składem chemicznym, reprezentują typ Cl–Na, różnią się między sobą obecnością składników swoistych takich jak jod, żelazo, fluor i siarkowodór oraz mineralizacją od 2 g/dm³ w Ciechocinku i Kołobrzegu do 132 g/dm³ w Stargardzie Szczecińskim. Ponadto wśród grupy ujętych chlorkowych wód leczniczych i termalnych spotyka się sporadycznie wody innego typu: Cl–Na–Mg (otw. Terma XVIII w Ciechocinku), Cl–SO₄–Na (otw. Krzeszowice S-2), Cl–Na–Ca (Trzebnica i Wołczyn) oraz Cl–Ca–Mg (Krynica Morska).

Na obszarze prowincji karpackiej, w regionie zapadliska przedkarpackiego, wody chlorkowe występują zarówno w utworach mezozoicznych (Wełnin, Solec-Zdrój, Dobrowoda, Las Winiarski i Busko-Zdrój), jak i w obrębie osadów miocenu (Łapczyca, Zabłocie, Dobrowoda, Dębowiec). Lokalnie wody chlorkowe występują w utworach starszych, np. w karbońskich (Goczałkowice-Zdrój). Głębokość ujęć jest tu znacznie mniejsza niż w platformowej części kraju i wynosi do 1184 m (otw. Gierzyce G-2

w złożu Łapczyca). Podobnie jak na obszarze prowincji A i B wody chlorkowe odznaczają się mało zróżnicowanym typem chemicznym, głównie Cl–Na (jodkowe, żelaziste, fluorkowe, siarczkowe) o mineralizacji od 13 g/dm³ w Busku-Zdroju do 170 g/dm³ w Łapczycy. Ponadto wśród leczniczych wód chlorkowych spotyka się sporadycznie wody typu Cl–Na–Ca (otw. C-1 w Busku-Zdroju). W rejonie Solca-Zdroju i Welmina wody chlorkowe zawierają siarkowodór w niespotykanej w kraju ilości, dochodzącej do 1 g/dm³ (Jasnos, 2012).

Wody chlorkowe występują we wszystkich jednostkach tektonicznych Karpat zewnętrznych oraz w skałach ich podłoża (Ustroń i Jaworze), nie stwierdzono ich natomiast w obrębie pienińskiego pasa skałkowego i Tatr. Wody zawierające jon chlorkowy w ilości powyżej 20% mvali występują także w niecce podhalańskiej, jednak ich dominującym składnikiem anionowym są wodorowęglany (Szymoszkowa) lub siarczany (Bukowina Tatrzańska, Biały Dunajec–Bańska Niżna, Białka Tatrzańska i Poronin). Wody wykorzystywane do celów leczniczych są ujmowane źródłami (Tytus, Klaudia i Celestyna w Rymanowie-Zdroju) i otworami o głębokości od 19,3 m (otw. Krakus w Rabce-Zdroju) do 1731 m (Ustroń). Na omawianym obszarze występują niewykorzystywane gospodarczo źródła wód chlorkowych (m.in. Sidzina, Sól i Sołonka). Wody chlorkowe należą przeważnie do typu Cl–Na. Niemal wszystkie mają podwyższoną zawartość jodu, miejscami także fluoru, żelaza i wolnego dwutlenku węgla (Iwonicz-Zdrój i Rymanów-Zdrój). W Iwoniczu-Zdroju, Lubatówce, Rymanowie-Zdroju oraz w Polańczyku wody chlorkowe reprezentują też typ Cl–HCO₃–Na, przy czym woda z otworu Zofia 6 w Iwoniczu-Zdroju jest chlorkową wodą kwasowęglową, a wody ze źródeł rymanowskich należą do szczaw chlorkowych. Lecznicze wody chlorkowe w Ustroniu, eksploatowane z dewońskich utworów w podłożu Karpat, reprezentują typ Cl–Na.

Wody chlorkowe Karpat cechują się dużą zmiennością mineralizacji, która wynosi od 1,7 g/dm³ w Rymanowie-Zdroju do 146 g/dm³ w Jaworzu (podłoże fliszu). W niektórych wodach, zwłaszcza występujących w pobliżu złóż węglowodorów, spotyka się metan oraz ślady bituminów (Iwonicz-Zdrój, Polańczyk-Zdrój, Rabka-Zdrój i Sól) (Węclawik, 1991).

Zróżnicowanie mineralizacji i typów chemicznych wód chlorkowych w poszczególnych prowincjach jest uzależnione m.in. od budowy geologicznej, tektoniki, głębokości występowania podłoża krystalicznego, obecności kompleksu nieprzepuszczalnych skał ordowiku i syluru oraz obecności facji salinarnych cechsztynu, a także od odległości od obszarów zasilania.

Duża głębokość występowania niektórych wód chlorkowych sprawia, że mają one charakter wód termalnych. Wody takie występują zarówno na obszarze prowincji platformy prekambryjskiej (Ustka, Krynica Morska, Frombork, Lidzbark Warmiński i Gołdap), platformy paleozoicznej (m.in. Kleszczów, Pyrzyce, Skierniewice, Stargard Szczeciński, Tarnowo Podgórne i Toruń), jak i w Karpatach (w utworach paleogeńskich i/lub mezozoicznych m.in. w Lubatówce, Porębie Wielkiej i Rabce-Zdroju oraz w podłożu fliszu w Jaworzu i Ustroniu) wraz z zapadliskiem przedkarpackim (Busko-Zdrój). Temperatura tych wód na wypływie wynosi od 20°C w Dziwnówku do 69°C w Stargardzie Szczecińskim. Tak szeroki zakres temperatur umożliwia wykorzystanie wód chlorkowych zarówno w geotermii (Pyrzyce, Stargard Szczeciński i Uniejów), rekreacji (Uniejów), jak i do celów leczniczych (Uniejów, Marusza, Ciechocinek i Konstancin-Jeziorna).

Należy zaznaczyć, że w hydrogeologii wszystkie wody chlorkowe o mineralizacji powyżej 35 g/dm³ są określane mianem solanek. Formalnie, zgodnie z zapisami ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. pojęcie solanek jest stosowane jedynie w odniesieniu do wód występujących w złożu w Łapczycy, które są wykorzystywane do pozyskiwania określonych pierwiastków i substancji chemicznych.

3.2. TYPY CHEMICZNE WÓD WYNIKAJĄCE Z ZAWARTOŚCI SKŁADNIKÓW SWOISTYCH

Zawartość składników swoistych w odpowiednich stężeniach ma zasadnicze znaczenie do zaklasyfikowania wód podziemnych do kopalin. Dotyczy to przede wszystkim wód leczniczych, niemniej obecność składników swoistych w wodach termalnych lub solankach stwarza potencjalne możliwości wykorzystywania ich do celów balneoterapeutycznych i jest uwzględniana w skróconym zapisie ich składu

chemicznego (formułą Kurlowa). Zgodnie z ustawą *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. oraz *Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 13.04.2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów oceny oraz świadectwa potwierdzającego te właściwości*, do składników swoistych wód zaliczono CO_2 , F^- , Fe^{2+} , H_2SiO_3 , I^- , ^{222}Rn oraz S^{2-} , występujące w ilościach powodujących lecznicze działanie wód przyjęte na podstawie eksperymentalnie ustalonego dolnego progu ich aktywności biologicznej (Paczyński i Płochniewski, 1996). W kolejnych rozdziałach przedstawiono ogólną charakterystykę wód zawierających składniki swoiste. Z uwagi na stopień ich udokumentowania i wykorzystania, w pierwszej kolejności scharakteryzowano wody zawierające składniki gazowe – szczawy i wody kwasowęglowe, wody siarczanowe (zawierające na ogół siarkowodór) i radonowe, a następnie wody jodkowe, żelaziste, fluorkowe i krzemowe.

3.2.1. Szczawy i wody kwasowęglowe

Szczawy i wody kwasowęglowe, charakteryzujące się specyficznym i orzeźwiającym smakiem, są wykorzystywane od czasów starożytnych. Najstarsze ślady ujmowania tych wód na obszarze kraju pochodzą z II–I w. p.n.e. i odkryto je w Szczawnie-Zdroju (Ciężkowski, 2002). Aż do XIX w. użytkowano niemal wyłącznie naturalne ich wypływy. Rosnące zapotrzebowanie ze strony uzdrowisk i rozlewni zdecydowało o konieczności ujmowania wód bardziej wydajnymi studniami, lokalizowanymi w pobliżu źródeł i często powodującymi ich zanik (Duszniki-Zdrój i Polanica-Zdrój). W miarę rozwoju wiedzy na temat warunków hydrogeologicznych ujęcia wykonywano na nowych, zasobnych w tego rodzaju wody obszarach. Obecnie szczawy i wody kwasowęglowe, obok wód termalnych, są najbardziej poszukiwanymi rodzajami wód podziemnych zaliczanych do kopalin.

Głównym składnikiem swoistym szczaw jest rozpuszczony w nich dwutlenek węgla. Szczawy zawierają go w ilości nie mniejszej niż 1000 mg/dm^3 , natomiast uboższe w ten składnik wody kwasowęglowe co najmniej 250 mg/dm^3 . Na terenie Polski wody zawierające dwutlenek węgla występują strefowo w obszarach górskich Karpat i Sudetów oraz w obrębie bloku przedsudeckiego. Złoża tych wód, udokumentowane w 33 miejscowościach, uznano za wody lecznicze.

Występowanie szczaw i wód kwasowęglowych jest związane ze strefami zaburzeń tektonicznych, szczególnie o charakterze dyslokacji nieciągłych, które powstały w trakcie orogenezy alpejskiej, a w Sudetach również w końcowych fazach orogenezy waryscyjskiej (Dyjor, 1975). Głębokie spękania i szczeliny umożliwiają wędrówkę dwutlenku węgla pochodzącego z głębszych części litosfery ku powierzchni. Gaz ten napotykając na swej drodze wody nasyca je, powodując wzrost agresywności wobec środowiska skalnego, intensyfikację procesów rozpuszczania składników mineralnych, głównie węglanowych, a w rezultacie wzbogacenie składu chemicznego wód i wzrost ich mineralizacji.

Skład chemiczny szczaw i wód kwasowęglowych kształtuje się pod wpływem trzech zasadniczych czynników – pierwotnego składu wód, w których zostaje rozpuszczony dwutlenek węgla, ich agresywności wobec środowiska skalnego wskutek zawartości rozpuszczonego gazu oraz składu mineralogicznego i petrograficznego (litologii) skał, w obrębie których nasycone gazem wody się przemieszczają (Rajchel, 2012) (fig. 3.2). Wody nasycone dwutlenkiem węgla są wodami infiltracyjnymi należącymi do płytszego systemu przepływu, określanymi mianem szczaw prostych, albo wgłębnymi szczawami chlorkowymi synsedymencyjnymi lub też powstałymi na skutek procesów diagenety (dehydratacji), które zazwyczaj na drodze przepływu ku powierzchni mieszają się z wodami infiltracyjnymi (Węclawik, 1991; Chowaniec, 2007, 2009; Chowaniec i in., 2011; Rajchel, 2012). Szczawy i wody kwasowęglowe pochodzenia infiltracyjnego charakteryzujące się odnawialnością zasobów występują zarówno na obszarze Sudetów, jak i Karpat. Obecność szczaw chlorkowych o praktycznie nieodnawialnych zasobach stwierdzono jedynie w Karpatach.

Geneza dwutlenku węgla odpowiadającego za powstawanie szczaw nie została dotychczas jednoznacznie określona. W przypadku Sudetów, gdzie występowanie wód nasyconych dwutlenkiem węgla jest związane z kompleksami skał magmowych, przyjmuje się, że jest on pochodzenia juwenilnego

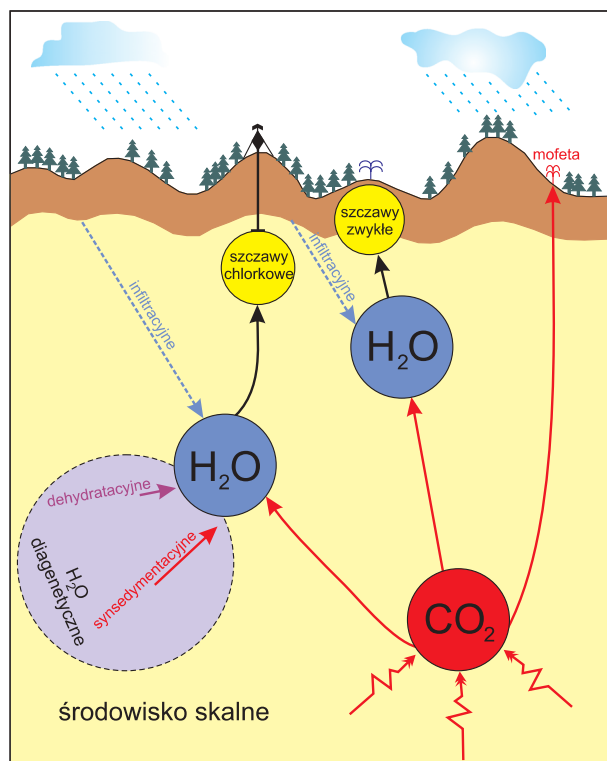


Fig. 3.2. Schemat powstawania szczawów i mofet (na podstawie Rajchel, 2012)

drodze mieszania się wód zmineralizowanych, należących do systemu głębszego przepływu, ze słabo zmineralizowanymi wodami płytszego, przypowierzchniowego systemu krążenia (Ciężkowski, 1990). W wyniku mieszania się wód w różnych proporcjach, w sąsiadujących ujęciach mogą pojawiać się wody o tym samym typie chemicznym, lecz różnym stopniu mineralizacji. Odnawialność ich zasobów jest ograniczona przede wszystkim dopływem dwutlenku węgla. Na obszarze tej prowincji charakterystyczne jest występowanie unikalnych w skali kraju szczaw radonowych (m.in. Długopole-Zdrój, Szczawno-Zdrój, Świeradów-Zdrój, Duszniki-Zdrój i Jeleniów) oraz szczaw termalnych (Duszniki-Zdrój, Krosnowice, Jeleniów i Grabin). Szczawy i wody kwasowęglowe udokumentowano jako wody lecznicze w ośmiu miejscowościach, natomiast szczawy występujące w Grabinie w regionie bloku przedsudeckiego są zaliczane do wód termalnych.

W Sudetach, ze względu na występowanie szczawów, wydzielono subregion śródsudecki. Wody tego typu udokumentowano w rejonie Gór Izerskich w Świeradowie-Zdroju i Czerniawie-Zdroju. W uzdrowiskach tych szczawy wypływające z utworów proterozoiku, charakteryzują się typem HCO₃-Ca-Mg, mineralizacją od 0,2 do 3,3 g/dm³ i zawartością CO₂ dochodzącą do 3,5 g/dm³. Zawierają żelazo dwuwartościowe i kwas metakrzemowy, a szczawy Świeradowa-Zdroju dodatkowo fluorki i radon, tworząc rzadko spotykane szczawy radonowe. Zawartość radonu wskazuje na mieszanie się szczawów związanych z głębszym systemem przepływu z radonowymi wodami płytkiego systemu (Ciężkowski, 2002; Przylibski, 2007a).

W rozległym subregionie śródsudeckim szczawy są zgrupowane na dwóch obszarach – wałbrzyskim i kłodzkim. Obszar wałbrzyski rozciąga się wydłużonym wąskim pasem od Starych Rochowic przez Stare Bogaczowice, Szczawno-Zdrój, Jedlinę-Zdrój po Nową Rudę, w części środkowej zgodnie z przebiegiem dyslokacji Strugi, a w części południowo-wschodniej z głównym uskokiem sudeckim (Ciężkowski, 2002). Zawartość CO₂ w występujących tu wodach typu HCO₃-Na-Ca (Stare Bogaczowice), HCO₃-Na-(Ca)-(Mg), (Rn) (Szczawno-Zdrój) i HCO₃-Ca-Mg-Na, F, Fe, Rn (Jedlina-Zdrój), sięga

(magmaowego), związanego z przejawami magmatyzmu neogeńskiego lub też dopływa z płaszcza Ziemi (Fistek, 1977; Ciężkowski, 2002; Ciężkowski i Kapuściński, 2011). Według innych hipotez gaz pochodzić może z rozkładu termicznego skał węglanowych występujących w postaci marmurów w proterozoicznych i paleozoicznych masywach metamorficznych lub z migracji atmosferycznego CO₂ w głąb górotworu z wodami infiltracyjnymi (Dowgiałło i Fistek, 2007). Nie wyklucza się, że w okolicach wałbrzyskiego zagłębienia węglowego może być związany z procesami termogenezy zachodzącej w wyniku uwęglania materii organicznej (Kotarba, 1988). W Karpatach geneza dwutlenku węgla była związana z odgazowywaniem andezytów kenozoicznych, odsłaniających się głównie na terenie Słowacji lub z innymi wulkanitami (Świdziński, 1972), odgazowywaniem płaszcza Ziemi (Dowgiałło, 1978) oraz procesami metamorficznymi – dehydracją lub dekarbonatyzacją utworów fliszu karpackiego i podłoża krystalicznego (Dowgiałło, 1980; Węclawik, 1984; Leśniak, 1985; Leśniak i Ciężkowski, 2002).

Szczawy sudeckie są holoceniowymi wodami pochodzenia infiltracyjnego, uformowanymi na

maksymalnie $2,5 \text{ g/dm}^3$. Ich mineralizacja wynosi od $0,7$ do $6,7 \text{ g/dm}^3$. Cechuje je zmienna zawartość innych składników swoistych – radonu (źródło Marta 1 w Szczawnie-Zdroju i otw. J-300 Charlotta w Jedlinie-Zdroju) oraz żelaza i fluorków. Wody o nietypowym składzie, zbliżonym do szczaw glauberskich, typu $\text{HCO}_3\text{--SO}_4\text{--Na--(Ca)--(Mg)}$ i o mineralizacji od $1,4$ do $19,2 \text{ g/dm}^3$, występują w ujęciach w Starych Rochowicach oraz otworze badawczym Zdrojowisko W-3, gdzie stwierdzono, niespotykaną w żadnym innym ujęciu Sudetów, zawartość jodków sięgającą $3,8 \text{ mg/dm}^3$ (Ciężkowski, 1990).

Obszar kłodzki, obejmujący zachodnią część ziemi kłodzkiej, charakteryzuje się dużą różnorodnością warunków występowania wód podziemnych, co powoduje zróżnicowanie ich typów chemicznych. Wody lecznicze Polanicy-Zdroju, Starego Wielisławia oraz Gorzanowa występują w spękanych piaskowcach kredy, wypełniających rów Nysy Kłodzkiej. Reprezentują one typ chemiczny $\text{HCO}_3\text{--Ca--(Na)}$ i zawierają dwutlenek węgla w ilości do $2,8 \text{ g/dm}^3$ (Ciężkowski, 2002). Ich mineralizacja waha się w granicach od $0,4$ do $3,3 \text{ g/dm}^3$. Odsłaniające się w obrzeżeniach rowu Nysy Kłodzkiej piaskowce stanowią obszar zasilania głębszego systemu. Oprócz złóż wód leczniczych, szczawy wypływają ponadto w źródle w Szalejowie Górnym oraz zostały ujęte w studni w Bystrzycy Kłodzkiej i w otworze badawczym Krosnowice 11R, w którym ich temperatura na wypływie wynosi ok. 22°C .

W położonej na zachód od rowu Nysy Kłodzkiej synklinie Kudowy lecznicze szczawy i wody kwasowęgłowe udokumentowano w Kudowie-Zdroju i Jeleniowie, w utworach kredy i czwartorzędu (Kudowa-Zdrój). Charakteryzują się one mineralizacją od $1,1$ do $3,4 \text{ g/dm}^3$ oraz typem $\text{HCO}_3\text{--Na--Ca}$. Obecność skał granitowych sprawia, że tutejsze szczawy zawierają podwyższone stężenia arsenu, którego obecność wykluczyła z eksploatacji ujęcie w Jeleniowie. W otworze badawczym Jeleniów SOH-1158 stwierdzono szczawy termalne o temperaturze na wypływie $20,5^\circ\text{C}$.



Mofeta w Tyliczu (fot. A. Felter)



Ujęcie dzwonowe szcaw leczniczych Marta w Szczawinie
(*fol. A. Felter*)

W południowej części obszaru kłodzkiego szcawy związane z metamorfikiem Gór Bystrzyckich wypływają wzdłuż ich północnych i wschodnich krawędzi w obrębie łupków łyszczykowych i gnejsów. Wody ujęte w Dusznikach-Zdroju, Szczawinie i Długopolu-Zdroju są wodami leczniczymi, reprezentują typ $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-(Na)}$ i charakteryzują się mineralizacją $0,2\text{--}3,9 \text{ g/dm}^3$ oraz zawartością dwutlenku węgla do $2,8 \text{ g/dm}^3$. Dość często wody te zawierają żelazo dwuwartościowe, a niekiedy również radon (źródło Renata w Długopolu-Zdroju, otw. B-3 Jacek w Dusznikach-Zdroju, źródło Studzienne i otw. 1 w Szczawinie). Poza wymienionymi miejscowościami obecność szcaw, w tym radonowych, potwierdzono w źródłach w Nowej Bystrzycy, Nowej Łomnicy, Starych Bobrownikach (administracyjnie wchodzących w skład Szczytnej) oraz w otworach wiertniczych Szczytna 3 i Długopole Dolne 6R.

Na obszarze bloku przedsudeckiego w Grabinie, szcawy termalne ujęto w obrębie gnejsów prekambryjskich. Wody te charakteryzują się mineralizacją ok. 10 g/dm^3 oraz temperaturą wynoszącą na wypływie do $31,4^\circ\text{C}$ i reprezentują typ $\text{HCO}_3\text{-Na-Mg, Si}$. W tym samym otworze szcawy termalne o nieco niższej temperaturze ($23,8^\circ\text{C}$) i mineralizacji ($2,0 \text{ g/dm}^3$) stwierdzono również płycej, w utworach kredy. Chłodne szcawy o mineralizacji $3,7 \text{ g/dm}^3$ ujęto w piaskowcach triasu w pobliskim Osieku Grodkowskim w otworze Odra 5/II, (Czerski i Wojtkowiak, 1992).

W prowincji karpackiej szcawy i wody kwasowęglowe występują wyłącznie w regionie Karpat zewnętrznych. Charakteryzuje je większe niż w przypadku wód sudeckich zróżnicowanie mineralizacji oraz składu chemicznego, wynikające ze złożoności procesów ich formowania. Oprócz typowych dla obydwu prowincji szcaw prostych, w Karpatach występują również szcawy chlorkowe. Do wód leczniczych zaliczono szcawy i wody kwasowęglowe udokumentowane w 25 miejscowościach, z których 8 ma status uzdrowiska. Wody te wypływają w 73 źródłach oraz są ujmowane w ok. 160 otworach wiertniczych (Rajchel, 2012).

Szcawy i wody kwasowęglowe tworzą tu rodzaj enklaw wśród innych rodzajów wód podziemnych, głównie typu chlorkowego (Węclawik, 1991; Chowaniec, 2009; Rajchel, 2012). Są one zwykle związane z paleogeńskimi i kredowymi piaskowcami fliszowymi, w strefach nieciągłości tektonicznych oraz strefami zaburzeń fałdowych na obszarze płaszczowin: magurskiej, śląskiej i grybowskiej. Ich skład

chemiczny i mineralizacja charakteryzują się zróżnicowaniem przestrzennym lateralnym i wertykalnym, wynikającym z warunków formowania wód.

Ze względu na duże zróżnicowanie warunków występowania wód oraz ich składu chemicznego stosowane są podziały i klasyfikacje na podstawie rozmaitych kryteriów, m.in. geograficzno-regionalnego (Rajchel, 2012), hydrodynamicznego (Chowaniec, 2009) i hydrochemicznego (Chrzastowski i Węclawik, 1986). Uwzględniając ostatnie z wymienionych kryteriów, na obszarze Karpat wydzielono trzy strefy hydrochemiczne, z których dwie – strefę centralną i przejściową, ze względu na występowanie zróżnicowanych genetycznie szczaw i wód kwasowęglowych. W trzeciej strefie występują głównie wody chlorkowe pozbawione dwutlenku węgla. Oryginalnie podział odnosił się do obszaru płaszczowiny magurskiej, jednak ze względu na uniwersalność przyjętych kryteriów może zostać zastosowany również w odniesieniu do wód zmineralizowanych, w tym szczaw pozostałej części Karpat zewnętrznych (Chowaniec i in., 2007) (fig. 3.3).

Centralna strefa hydrochemiczna obejmuje największy z obszarów występowania szczaw – zlewnie Popradu i jego prawostronnych dopływów, na odcinku od granicy państwa w okolicach Tylicza po Łomnicę-Zdrój, Piwniczną-Zdrój i Głębokie. Są to szczawy proste (zwykle) formujące się w wyniku nasykania dwutlenkiem węgla wód pochodzenia infiltracyjnego płytszego systemu przepływu. Udokumentowano je w 17 miejscowościach (z których cztery mają status uzdrowiska) od Głębokiego na północnym zachodzie po Tylicz na wschodzie. Wody charakteryzują się niską mineralizacją, zwykle od 0,6 do 6,0 g/dm³ (maksymalnie do 27,0 g/dm³) i reprezentują głównie typ HCO₃–(Ca)–(Mg)–(Na). Podrzędnie występują wody typu HCO₃–Mg–(Na)–(Ca) (w kilku ujęciach w Żegiestowie-Zdroju, Piwnicznej-Zdroju

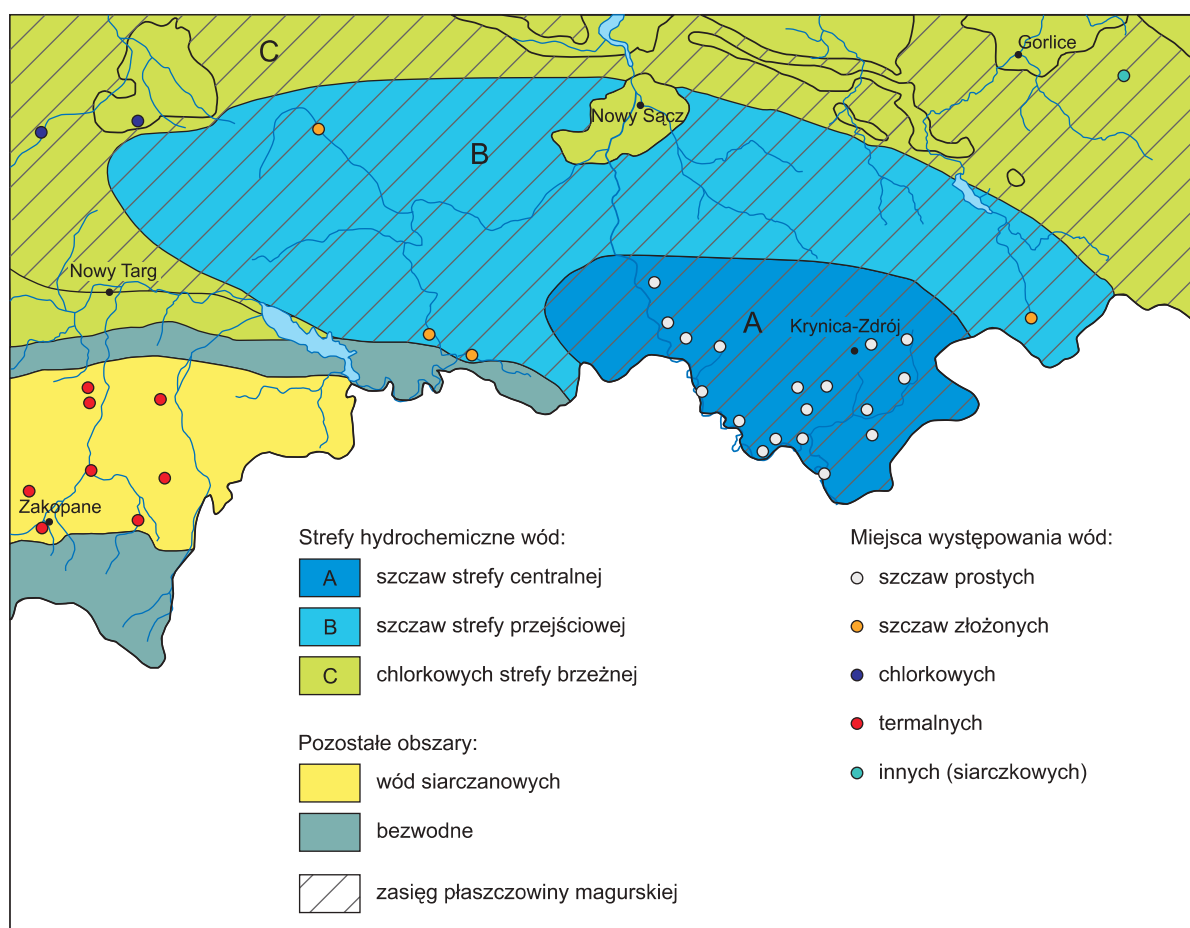


Fig. 3.3. Występowanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin na obszarze polskich Karpat między Zakopanem i Gorlicami (na podstawie Węclawika, 1991)

oraz Muszynie) oraz $\text{HCO}_3\text{-Mg-Ca}$ (w Miliku i Andrzejówce oraz w kilku ujęciach w Krynicy-Zdroju i Muszynie). Zawartość dwutlenku węgla w wodach centralnej strefy hydrochemicznej waha się w granicach od $0,3 \text{ g/dm}^3$ do niemal $3,0 \text{ g/dm}^3$ (Ciężkowski, 2002), zawierają one również inne składniki swoiste – dwuwartościowe żelazo oraz rzadziej kwas metakrzemowy. Drenowane są przez źródła oraz ujmowane w otworach eksploatacyjnych o głębokości na ogół do 200 m (maksymalnie sięgającej niemal 500 m), których łączna liczba przekracza 100.

Przejściowa strefa hydrochemiczna, leżąca na zewnątrz strefy centralnej, charakteryzuje się obecnością szczaw chlorkowych tj. o zawartości chlorków w stężeniu co najmniej 20% mvali i wyższej niż w przypadku szczaw prostych, mineralizacji. Wody tego rodzaju występują w Krościenku nad Dunajcem, Szczawnicy i Wysowej-Zdroju leżących na obszarze płaszczowiny magurskiej, Szczawie położonej w oknie tektonicznym, na obszarze płaszczowiny grybowskiej oraz w Lubatówce, Iwoniczu-Zdroju, Rymanowie-Zdroju i Rabem położonych w obrębie płaszczowiny śląskiej. Szczawy i wody kwasowęglowe płaszczowiny magurskiej i grybowskiej charakteryzują się mineralizacją rzędu $1,0\text{--}28,0 \text{ g/dm}^3$, typem chemicznym $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-(Ca)}$ oraz zawartością żelaza i charakterystycznych dla tych wód jodków. Wypływają one w kilkunastu źródłach, a także ujęto je w 25 studniach oraz trzech szybach i sztolniach (Szczawnica). Ogólnie są one mieszaninami wód infiltracyjnych płytszego systemu przepływu i wód chlorkowych głębokiego systemu, prawdopodobnie dehydratacyjnymi, które powstały w wyniku powolnej diagenetyzacji minerałów ilastych, o niskiej odnawialności i zasobności (Oszczypko i Zuber, 2002). Wody dehydratacyjne, bez domieszki składowej infiltracyjnej pojawiają się jedynie okresowo w ujęciach w Szczawie (Szczawa II), Szczawnicy (Magdalena) i Wysowej-Zdroju (Aleksandra) (Zuber, 2007a; Ciężkowski i Kapuściński, 2011; Porwisz, 2013).

Do szczaw chlorkowych są zaliczane również charakteryzujące się unikalnym składem wody typu $\text{HCO}_3\text{-Na}$ o mineralizacji od $21,7$ do $27,0 \text{ g/dm}^3$ ujęte w głębokich otworach Zuber I–IV w Krynicy-Zdroju (wody typu zuber). Ich cechą charakterystyczną jest zawartość jodków oraz bromu, które wskazują na związek wód z wodami chlorkowymi systemu głębokiego. Mieszanie się wód dehydratacyjnych z infiltracyjnymi zachodzi na głębokości kilkuset metrów w warunkach wolnego przepływu i dużych ciśnień dwutlenku węgla (Zuber, 2007b). Wody podobnego typu ujęto również w głębokich otworach w Złockiem (otw. Z-6 i Z-9) oraz w Zubrzyku (otw. Z-3).

Szczawy chlorkowe oraz kwasowęglowe wody chlorkowe ujęte w Lubatówce, Iwoniczu-Zdroju oraz Rymanowie-Zdroju są związane ze złożami ropy naftowej. Występują one w źródłach oraz w głębokich otworach, w tym przystosowanych do eksploatacji wód otworach ponaftowych. Charakteryzują się wysoką mineralizacją wynoszącą od $3,0$ do $22,0 \text{ g/dm}^3$, mniejszą niż w przypadku szczaw prostych zawartością dwutlenku węgla (do $1,2 \text{ g/dm}^3$) i reprezentują typy $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na}$ oraz $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$. Innymi składnikami swoistymi tych wód są dość często występujące jodki oraz, rzadziej, żelazo dwuwartościowe. Wody ujęte w otworach Lubatówka 12 i 14 są termalnymi wodami kwasowęglowymi, których temperatura na wypływie osiąga do 25°C . Genetycznie wody te są mieszaninami wód infiltracyjnych oraz wód syngedymenacyjnych i dehydratacyjnych (Porowski, 2006).

W rejonie bieszczadzkiem chlorkowe szczawy i wody kwasowęglowe występujące w źródłach i otworach w Rabem są związane z kredowymi piaskowcami tzw. łuski Bystrego. Charakteryzują się mineralizacją od $0,6$ do $4,8 \text{ g/dm}^3$ i należą do typu $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$. Zawartość dwutlenku węgla wynosi od $0,3$ do $1,4 \text{ g/dm}^3$. W wodach źródeł występuje siarkowódór w stężeniu do $1,6 \text{ g/dm}^3$ (Rajchel, 2000, 2012).

Zawarty w wodach dwutlenek węgla, będący kopaliną towarzyszącą, jest wykorzystywany jako surowiec w procesie wytwarzania ciekłego dwutlenku węgla w Dusznikach-Zdroju oraz Krynicy-Zdroju.

3.2.2. Wody siarczkowe

Wody siarczkowe zawierają co najmniej 1 mg/dm^3 siarki dwuwartościowej (S^{2-}) oznaczanej jodometrycznie, występującej w formie siarkowodoru (H_2S) i produktów jego dysocjacji – siarczków wodoru (HS^-), jonu siarczkowego (S^{2-}) i wielosiarczków wodoru (Rajchel, 2000). Obecność poszczególnych form S^{2-} w wodach podziemnych oraz proporcje stężeń między nimi są zależne od odczynu wody oraz

panujących w niej warunków utleniająco-redukcyjnych (redox). W wodach kwaśnych występuje głównie siarkowodor, podczas gdy w wodach o odczynie zasadowym przeważają wodorosiarczki. W wodach skrajnie zasadowych ($\text{pH} > 10$) w większych ilościach pojawia się jon siarczkowy (Macioszczyk i Dobrzyński, 2007).

Siarkowodor występujący w wodach podziemnych może być pochodzenia organicznego lub mineralnego. Wody zawierające nawet śladowe jego ilości odznaczają się charakterystycznym zapachem. Siarkowodor jako składnik wód leczniczych występujących w Polsce pojawia się przede wszystkim w wyniku redukcji siarczanów pochodzących z rozpuszczania skał siarczanowych (proces desulfatyzacji) lub wskutek rozkładu siarczków metali (np. pirytu) w obecności mikroorganizmów utleniających substancję organiczną lub w obecności wodoru cząsteczkowego (Rajchel, 2000). Przy wypływach ze źródeł i na drodze odpływu wód bakterie siarkowe tworzą charakterystyczne osady w formie nitek, kożucha i naskorupień o barwach: białej, fioletowej lub purpurowej.

Wody siarczkowe są cenionym surowcem wykorzystywanym w balneoterapii. Ujęto je i udokumentowano w 21 miejscowościach w kraju (w tym w 8 uzdrowiskach), głównie na obszarze zapadliska przedkarpackiego oraz prowincji platformy paleozoicznej. W Sudetach siarka dwuwartościowa jest składnikiem leczniczych radonowych wód termalnych Łądko-Zdroju. W Karpatach siarkowodor i produkty jego dysocjacji stanowią o walorach leczniczych wód uzdrowiska Wapienne oraz są składnikiem siarczanowych wód termalnych ujmowanych w obrębie niecki podhalańskiej.

Obszarem, na którym występowanie wód siarczkowych jest szczególnie częste i mającym istotne znaczenie gospodarcze, jest zapadlisko przedkarpackie. Wody te są wykorzystywane m.in. w Busku-Zdroju, Solcu-Zdroju, Swoszowicach i Horyńcu-Zdroju. W celu zaspokojenia zapotrzebowania dwa pierwsze z wymienionych uzdrowisk są dodatkowo zaopatrywane w wody lecznicze przesyłane z sąsiadujących miejscowości – odpowiednio z Dobrowody i Lasu Winiarskiego oraz z Wełnina. Siarczkowe wody lecznicze udokumentowano również w Krzeszowicach, Latoszynie, Lipie, Krakowie-Matecznym i Piestrzcu. Występowanie siarkowodoru w wodach zapadliska przedkarpackiego jest związane z serią ewaporatową miocenu, będącą źródłem rozpuszczonych w wodzie siarczanów podlegających procesom desulfatyzacji. Wody siarczkowe występują na ogół w utworach neogenu i kredy, rzadziej jury. Charakteryzują się dużym zróżnicowaniem składu chemicznego (wody wodorowęglanowe, siarczanowe i chlorkowe), mineralizacji oraz zawartości siarkowodoru. Wodorowęglanowe wody siarczkowe o mineralizacji $0,6\text{--}0,8 \text{ g/dm}^3$ występujące w Horyńcu-Zdroju zawierają H_2S w ilości $13,4\text{--}23,5 \text{ mg/dm}^3$. Siarczanowe wody siarczkowe o wyższej mineralizacji, sięgającej $1,9\text{--}4,5 \text{ g/dm}^3$ udokumentowano w Krakowie-Matecznym, Krzeszowicach, Latoszynie,



**Wypływ wód siarczkowych ze źródła w Łomnicy-Zdroju,
z widocznymi białymi koloniami bakterii siarczkowych
(fot. J. Stożek)**

Lipie, Piestrzcu i Swoszowicach. W wodach tych zawartość siarki dwuwartościowej wynosi od 3,1–4,5 mg/dm³ w Latoszynie i Krakowie-Matecznym do 52,0–89,5 mg/dm³ w Swoszowicach oraz blisko 140 mg/dm³ w Lipie. W północno-zachodniej części zapadliska (Busko-Zdrój, Dobrowoda, Las Winiarski, Solec-Zdrój, Wełnin i Piestrec) są ujmowane siarczkowe wody chlorkowe reprezentujące zróżnicowane typy chemiczne o mineralizacji od 2,1 do 40,0 g/dm³ i o dużej rozpiętości stężeń siarki dwuwartościowej wynoszącej od ok. 5 do 960 mg/dm³ w Wełninie (Witczak i Świąder, 2010; Lisik i Szczepański, 2014). Wody te zawierają zazwyczaj inne składniki swoiste – jodki, rzadziej żelazo lub fluorki. Poza złożami wód podziemnych zaliczonych do kopalni wody siarczkowe wypływają w źródłach m.in. w Nieborowie (wody potencjalnie lecznicze), Lubeni, Straszydłu i Owczarach oraz są ujmowane w otworach wiertniczych (Jasnos, 2011). Wysokie zawartości siarkowodoru, przekraczające niekiedy 100 mg/dm³, stwierdzono w piezometrach zlokalizowanych wokół zlikwidowanych kopalń siarki rodzimej w okolicach Tarnobrzega.

Na obszarze prowincji platformy paleozoicznej wody siarczkowe występują w osiarkowanych wapieniach purbeku (jura górna) w środkowej części antyklinorium środkowopolskiego (Paczyński i Płochniewski, 1996). Ich obecność udokumentowano w Wieńcu-Zdroju i Inowrocławiu. W pierwszym z wymienionych uzdrowisk reprezentują one typ chemiczny SO₄-Cl-Ca-Na, S, charakteryzują się mineralizacją wynoszącą 3,3 g/dm³ i zawartością siarkowodoru ok. 1 mg/dm³. W Inowrocławiu ujęto wody siarczkowe typu Cl-Na o mineralizacji 13,1 g/dm³, zawartości siarkowodoru ok. 6 mg/dm³ i temperaturze na wypływie do 23°C. Na obszarze antyklinorium środkowopolskiego lecznicze wody siarczkowe typu Cl-Na o mineralizacji 9,1 g/dm³ i stężeniu siarkowodoru 2,4 mg/dm³ udokumentowano również w utworach paleogenu w miejscowości Kotowice. Siarkowódor bywa składnikiem swoistym wód termalnych monokliny przedsudeckiej. W Koszutach występuje on w stężeniu 1,1 mg/dm³ w wodach typu Cl-Na o mineralizacji 8,2 g/dm³ ujętych w utworach jury dolnej, natomiast w Dużej Wólce, gdzie ujęto wody Cl-Na-Ca o mineralizacji 3,0 g/dm³ w obrębie osadów neogenu, zawartość tego składnika wynosi 11,4 mg/dm³.

Wody siarczkowe, w których pochodzenie siarkowodoru jest związane z procesami powstawania siarczanów wskutek utleniania siarczków metali (głównie pirytu FeS₂ występującego w postaci rozproszonego okruszczenia w skałach osadowych i krystalicznych), a następnie ich redukcji, występują na obszarze Karpat zewnętrznych oraz Karpat wewnętrznych, a także Sudetów i bloku przedsudeckiego.

Na obszarze Karpat zewnętrznych wody siarczkowe występują w uzdrowisku Wapienne oraz w licznych źródłach, z których ponad 120 zinwentaryzowano i szczegółowo opisano (Rajchel, 2000). Wody lecznicze w Wapiennem, związane z kredowymi warstwami inoceramowymi, udokumentowano w dwóch źródłach i dwóch otworach eksploatacyjnych. Reprezentują one wody typu HCO₃-Ca-Mg i HCO₃-Ca-Na o mineralizacji 0,4–0,5 g/dm³ i zawartości siarkowodoru rzędu 1,0–3,5 mg/dm³. Wody siarczkowe wypływające w karpaccich źródłach w obrębie utworów fliszowych reprezentują zróżnicowane typy chemiczne. Ich mineralizacja zmienia się od 0,4 do 3,6 g/dm³, a zawartość siarkowodoru od 1,0 do 50,0 mg/dm³, na ogół jednak nie przekracza 10 mg/dm³. Geneza H₂S w wodach o najwyższych stężeniach tego gazu (10–50 mg/dm³) jest przedmiotem kontrowersji. Dyskutowana jest teza dotycząca magmowego pochodzenia tego składnika (Rajchel, 2000; Rajchel i in., 2007).

W Karpatach wewnętrznych charakter wód siarczkowych mają wody termalne z niektórych ujęć w obrębie niecki podhalańskiej. W Bańskiej Niżnej i Poroninie, w wodach typu SO₄-(HCO₃)-Cl-Na-Ca o mineralizacji 1,0–3,1 g/dm³ występuje siarkowódor w ilości do 10 mg/dm³.

Siarka dwuwartościowa w stężeniach 1,9–3,4 mg/dm³ jest również składnikiem swoistym nisko zmineralizowanych (0,2 mg/dm³) leczniczych radonowych wód termalnych typu HCO₃-Na wypływających w Łądku-Zdroju. Pojawia się ona również w zmiennych ilościach (do 4,3 mg/dm³) w ujęciu szczaw numer 3 Marchlewski w Kudowie-Zdroju oraz w ujęciach nisko zmineralizowanych wód radonowych (nieco ponad 2 mg/dm³) w Przerzeczynie-Zdroju, jednak ze względu na znaczną zmienność zawartości nie stanowi obecnie leczniczego składnika swoistego tych wód.

3.2.3. Wody radonowe

Wody radonowe są swoistymi wodami leczniczymi zawierającymi radon, a dokładnie jego izotop ^{222}Rn , w ilości nie mniejszej niż 74 Bq/dm^3 . W Polsce ^{222}Rn jest jedynym składnikiem promieniotwórczym, który nadaje wodom właściwości lecznicze. Należy do uranowo-radowego szeregu promieniotwórczego. Powstaje w wyniku rozpadu promieniotwórczego α izotopu radu (^{226}Ra). Charakteryzuje się okresem połowicznego rozpadu wynoszącym ok. 3,8 doby. Produkty jego rozpadu są również izotopami promieniotwórczymi.

Radon jest gazem dobrze rozpuszczalnym w wodach, z którymi może być transportowany na stosunkowo niewielkie odległości, w sprzyjających warunkach do 200 m (Przylibski, 2007b). Największe jego stężenia w wodach podziemnych występują w strefach złóż uranu, jednak na ogół jego obecność jest związana z rozproszonym okruszczeniem minerałami rudnymi uranu skał krystalicznych, szczególnie w strefach kruchych deformacji tych skał (Przylibski, 2005). Stężenie aktywności radonu w wodach zależy od zawartości minerałów będących źródłem jego powstania, współczynnika emanacji rosnącego w strefach spękań, objętości i prędkości przepływu wód oraz mieszania się różnych składowych wód na drodze przepływu.

Najwyższe stężenia ^{222}Rn , przekraczające 1500 Bq/dm^3 , a miejscami nawet 2000 Bq/dm^3 , są charakterystyczne dla wód współczesnej infiltracji o niskiej mineralizacji (często poniżej $0,2 \text{ g/dm}^3$), które występują w systemach płytkiego przepływu w strefach dezintergracji skał krystalicznych (Przylibski, 2007b, 2013). Niższe aktywności tego składnika są spotykane w wodach zmineralizowanych – szczywach, wodach chlorkowych, do których radon jest dostarczany w wyniku mieszania się składowej głębszego przepływu wód (wody zmineralizowane) ze składową płytkiego przepływu zawierającego radon. Według innego schematu radon może rozpuszczać się bezpośrednio w wodach o uformowanym składzie chemicznym, w pobliżu stref ich drenażu lub ujęć.

W Polsce wody radonowe występują niemal wyłącznie w prowincji sudeckiej. Stanowią przedmiot badań prowadzonych przez zespół Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej, pod kierownictwem dr. hab. T.A. Przylibskiego. Na obszarze bloku przedsudeckiego swoiste



Ujęcie termalnych wód radonowych L-2 Zdzisław w Łądku-Zdroju
(fot. B. Ciekot)

wodorowęglanowe wody radonowe o mineralizacji 0,4–0,6 g/dm³ i maksymalnym stężeniu ²²²Rn wynoszącym 215 Bq/dm³ są wykorzystywane do celów leczniczych w uzdrowisku Przerzeczyn-Zdrój. Ujęto je w proterozoiczno-paleozoicznych skałach granitoidowych strefy dyslokacyjnej Niemczy. Występowanie wód radonowych na obszarze bloku zostało również potwierdzone w rejonie intruzji granitoidowej Strzegomia–Sobótki oraz na północnych zboczach Ślęży, gdzie w źródłach wypływają wody z zawartością radonu dochodzącą do 229 Bq/dm³ (Przylibski, 2005).

W regionie sudeckim wody radonowe występują dość powszechnie. Typowa zawartość radonu w wodach tego regionu wynosi od 3 do 1000 Bq/dm³ (Przylibski i in., 2004; Przylibski, 2007b), natomiast maksymalna, stwierdzona w wypływie ze sztolni na zboczach Śnieżnika, sięgać może niemal 3000 Bq/dm³ (Ciężkowski, 1990). Na obszarze Sudetów radonowe wody lecznicze udokumentowano w dziewięciu miejscowościach, w tym w siedmiu statutowych uzdrowiskach. Są to wody o zróżnicowanym składzie i mineralizacji, zawierające w większości przypadków również inne składniki swoiste, decydujące o ich przydatności do celów balneoterapeutycznych. Szczawy radonowe stanowią podstawowy surowiec leczniczy w Długopolu-Zdroju, Jedlinie-Zdroju, Szczawnie-Zdroju i Świeradowie-Zdroju. Najwyższe stężenia radonu sięgające do 870 Bq/dm³ występują w ujęciach szczaw Świeradowa-Zdroju, określanego mianem uzdrowiska radonowego, gdzie oprócz szczaw radonowych występują również ultrasłódki radonowe wody siarczanowe i wodorowęglanowe pozbawione CO₂, o zawartości radonu sięgającej do 2000 Bq/dm³. W pozostałych wymienionych uzdrowiskach maksymalna zawartość radonu w szczawach wynosiła od 140 Bq/dm³ (Długopole-Zdrój) do 250 Bq/dm³ (Szczawno-Zdrój).

Występujące w ujęciu Duszniki-Zdrój B-3 szczawy radonowe, o zawartości radonu do 92 Bq/dm³, nie są wykorzystywane do zabiegów balneoterapeutycznych, udostępniono je natomiast w punkcie czerpalnym Jacek. Poza uzdrowiskami lecznicze szczawy radonowe występują w Jeleniowie i Szczawninie, gdzie stężenie radonu wynosi odpowiednio do 110 Bq/dm³ i do 155 Bq/dm³.

Radon jest również jednym ze składników leczniczych, swoistych wód termalnych ujmowanych w Cieplicach-Zdroju i Łądku-Zdroju. W pierwszym z wymienionych uzdrowisk występuje w wodach tylko jednego ujęcia (otw. 2 (Sobieski)), osiągając zawartość do 165 Bq/dm³. W Łądku-Zdroju radon w stężeniu farmakodynamicznie czynnym jest obecny w wodach wszystkich ujęć w ilości do 1340 Bq/dm³.

Potencjalnie lecznicze wody radonowe udokumentowano również w naturalnych wypływach w Kowarach, Sosnowce i Szklarskiej Porębie, w których maksymalne stężenia radonu wynoszą odpowiednio 540 Bq/dm³, 315 Bq/dm³ i 1720 Bq/dm³.

Pojedynczy pomiar radoczynności wykonany w ujęciu Frombork IGH-1 zlokalizowanym w regionie basenu bałtyckiego wskazał na możliwość występowania w nim wód radonowych. Kwestia obecności radonu zostanie wyjaśniona prawdopodobnie w trakcie badań hydrogeologicznych, które przewidziano do wykonania w związku z planami zagospodarowania ujęcia.

3.2.4. Wody jodkowe

Jodki (I⁻) w stężeniu równym lub większym niż 1 mg/dm³ stanowią jeden ze składników swoistych wód leczniczych. W środowisku skalnym jod występuje w znacznym rozproszeniu, nie tworząc większych naturalnych nagromadzeń, jednak łatwo podlega ługowaniu i jest dość często występującym składnikiem wód podziemnych (Kabata-Pendias i Pendias, 1979). W Polsce do wód podziemnych przedostaje się skutek uwalniania się z osadów sedimentujących w środowisku morskim, głównie ilów, a także w wyniku rozkładu substancji organicznej. Ponieważ jod jest pierwiastkiem stosunkowo lotnym, nie podlega on koncentracji podczas ewaporacji wód morskich.

Zawartość jodu w wodach podziemnych zmienia się od ilości śladowych do ok. 200 mg/dm³ (Macioszczyk i Dobrzyński, 2007), przy czym o leczniczych wodach jodkowych możemy mówić w przypadku jego stężenia równego lub większego niż 1 mg/dm³.

Wysokie stężenia jodu w solankach i wodach zmineralizowanych są spotykane dosyć często, szczególnie w Karpatach i na obszarze zapadliska przedkarpackiego. Powszechne jest tu występowanie wód o zawartości jodu powyżej 50 mg/dm³, m.in. w utworach miocenu zapadliska przedkarpackiego (np. rejon

Zabłocia i Bochni). Maksymalna stwierdzona zawartość jodu w wodach prowincji karpackiej wynosi 199 mg/dm^3 . Jest to zarazem najwyższe stężenie jodu w wodach podziemnych Polski. W wodach leczniczych, wykorzystywanych w balneoterapii, stężenie jodu jest niższe i nie przekracza na ogół 20 mg/dm^3 , np. Busku-Zdroju wynosi 18 mg/dm^3 , w Rabce-Zdroju $15\text{--}19 \text{ mg/dm}^3$, a w Goczałkowicach ok. 20 mg/dm^3 .

W nizinnej części Polski zawartość jodu jest wyraźnie niższa i wynosi zazwyczaj kilka mg/dm^3 , maksymalnie dochodząc do $15\text{--}30 \text{ mg/dm}^3$ w utworach kambru, dewonu (w regionie lubelskim), karbonu, triasu i jury. Nieco wyższe stężenia tego pierwiastka obserwuje się na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (do 50 mg/dm^3) oraz w osadach permu, gdzie przekracza ono 70 mg/dm^3 . Na tym tle wyróżniają się utwory dewonu niecki pomorskiej, gdzie w wodach stwierdzono obecność jodu w ilości 150 mg/dm^3 .

Ze względu na podobną genezę jodki najczęściej towarzyszą sedymentacyjnym solankom morskim typu Cl-Na, o znikomym stopniu odnawialności zasobów, praktycznie pozbawio-



Ujęcie chlorkowych wód jodkowych Grudziądz IG-1 w Maruszy (fot. K. Kalitka)



Ujęcie solanek jodkowych G-2 w obrębie złoża Łapczyca (fot. A. Felter)

nych kontaktu z wodami współczesnej infiltracji. Najwyższe zawartości jodu są charakterystyczne dla stagnujących solanek pochodzenia relikтового, charakteryzujących się wysokim stopniem przeobrażenia, wyłączonych z aktywnego obiegu wody, a także dla solanek okalających niektóre złoża ropy naftowej. Dlatego też pierwiastek ten jest traktowany jako wskaźnik przy poszukiwaniach złóż węglowodorów. Wody podziemne pochodzenia infiltracyjnego są pozbawione większych zawartości jodu, który jest obecny w nich jedynie w ilościach śladowych.

3.2.5. Wody żelaziste

Jednym z najczęściej występujących swoistych składników wód podziemnych Polski jest żelazo dwuwartościowe (Fe^{2+}), które w stężeniach nie mniejszych niż 10 mg/dm^3 stanowi o właściwościach leczniczych wód. Farmakologicznie czynne stężenia tego składnika towarzyszą często szczawom i wodom kwasowęglowym oraz wysoko zmineralizowanym wodom chlorkowym. Obecność żelaza w wodach podziemnych jest wynikiem wietrzenia minerałów skał magmowych (m.in. piroksenów, amfiboli, biotyty i piryty) oraz w mniejszym stopniu minerałów skał osadowych (m.in. piryty, markasytu, syderyty i hematytu) (Macioszczyk i Dobrzyński, 2007). Istotne znaczenie dla jego udziału, szczególnie w wodach zawierających rozpuszczony dwutlenek węgla, mają również procesy wietrzenia krzemianów, glinokrzemianów oraz węglanów, a także utleniania i hydrolizy minerałów siarczkowych (Rajchel, 2012). Niewielkie jego ilości mogą dostarczać także procesy rozkładu substancji organicznej. Zasadniczymi czynnikami warunkującymi zawartość żelaza w wodach podziemnych oraz stopień jego utlenienia są pH

oraz warunki utleniająco-redukcyjne. Żelazo występuje na dwóch stopniach utlenienia – jako jony Fe^{2+} (żelazawe), nietrwałe w warunkach utleniających, i Fe^{3+} (żelazowe), nietrwałe w warunkach redukcyjnych. W płytko występujących wodach Fe^{2+} ulega wytrącaniu lub rozpuszczaniu w zależności od warunków środowiska. Procesy utleniania Fe^{2+} do Fe^{3+} zachodzą intensywnie przy wypływie wód na powierzchnię. Pod ich wpływem z rozpuszczonych w wodzie soli żelaza wydziela się kłaczkowaty osad wodorotlenku żelaza trójwartościowego. Aktywny udział w przebiegu procesów utleniająco-redukcyjnych mają bakterie żelaziste. Produkty procesów utleniania żelaza towarzyszą zazwyczaj naturalnym wypływom szczaw i wód kwasowęglowych, tworząc charakterystyczne rudobrazowe osady o charakterze ochr, zwane rudawkami (Świdziński, 1972).

Żelazo dwuwartościowe w stężeniach farmakologicznie czynnych stanowi składnik licznych ujęć szczaw zlokalizowanych w Karpatach zewnętrznych oraz w Sudech. Jego obecność stwierdzono m.in. w wodach wypływających w Andrzejówce (do $11,7 \text{ mg/dm}^3$), Iwoniczu-Zdroju (do 31 mg/dm^3), Jastrzębiku (do 15 mg/dm^3), Krynicy-Zdroju (do 65 mg/dm^3), Łom-



Wypływ szczaw żelazistych z charakterystycznym osadem, tzw. rudawką, w Łomnicy-Zdroju (fot. J. Stożek)

nicy-Zdroju (do 27 mg/dm³), Miliku (do 22 mg/dm³), Muszynie (do 22 mg/dm³), Wysowej-Zdroju (do 12 mg/dm³), Złockiem (do 41 mg/dm³), Żegiestowie-Zdroju (do 82 mg/dm³) oraz Długopolu-Zdroju (do 55 mg/dm³), Dusznikach-Zdroju (do 22 mg/dm³), Jedlinie-Zdroju (do 39 mg/dm³), Szczawinie (do 19 mg/dm³) i Świeradowie-Zdroju (do 45 mg/dm³) (Ciężkowski, 1990; Rajchel, 2012). Na ogół jednak stężenia tego składnika nie przekraczają 20 mg/dm³, wyższe występują zdecydowanie rzadziej. Zawartość żelaza w wodach ujęć podlega dużym wahaniom, sięgającym często ponad 100% wartości.

Wodami żelazistymi są również wysoko zmineralizowane lecznicze wody chlorkowe oraz chlorkowe wody termalne udokumentowane w wielu miejscowościach na obszarze prowincji platformy paleozoicznej oraz prowincji karpackiej. Najwyższymi stężeniami żelaza charakteryzują się lecznicze jodkowe wody chlorkowe w Goczałkowicach-Zdroju (do 70 mg/dm³), Świnoujściu (do 60 mg/dm³) oraz w Busku-Zdroju (do 44 mg/dm³).

Nałęczów jest uzdrowiskiem, w którym podstawową rolę kuracji pełnią żelaziste wody wodorowęglanowe typu HCO₃-Ca-Mg, Fe o mineralizacji 0,5–0,7 g/dm³ i zawartości Fe²⁺ rzędu 10–14 mg/dm³. Są one eksploatowane ze źródła Żelaziste-Celińskiego oraz z otworu Barbara.

3.2.6. Wody fluorkowe

Fluorkowe wody lecznicze o zawartości jonów fluorkowych (F⁻) co najmniej 2 mg/dm³, są ujmowane w Polsce stosunkowo rzadko, głównie w regionie sudeckim. Obecność fluorków w wodach podziemnych jest wynikiem wietrzenia minerałów bogatych we fluor – przede wszystkim fluorytów, fluoroapatytów, kriolitu oraz fluoronośnych biotytów, hornblendy i turmalinów. Jego stężenie jest zależne od składu jonowego wody, w tym od zawartości wapnia. W wodach bogatych w wapń zawartość fluoru jest znikoma ze względu na niską rozpuszczalność fluorytu (Macioszczyk i Dobrzyński, 2007).

Wody wzbogacone w jon fluorkowy są znane z ujęć słabo zmineralizowanych wód termalnych Cieplic Śląskich-Zdroju i Łądku-Zdroju. Najwyższa zawartość fluorków, rzędu 12–14 mg/dm³ występuje w wodach głębokich ujęć C-1 w Cieplicach Śląskich-Zdroju i L-2 Zdzisław w Łądku-Zdroju. Zawartość fluorków w ogólnej mineralizacji w wodach Łądku-Zdroju dochodzi do 27% mvali. Stanowią one tym samym jeden z głównych składników tych wód, decydując o ich podstawowym typie chemicznym HCO₃-F-Na. Na obszarze Sudetów fluorki w stężeniu 2–5 mg/dm³ również są obecne w szczawach żelazistych radonowych ujęcia J-300 Charlotta w Jedlinie-Zdroju oraz w wodach kwasowęglowych ujęcia Marianna w Bystrzycy Kłodzkiej.

Sporadycznie fluorki stanowią składnik leczniczy wód uzdrowisk prowincji karpackiej. W stężeniu do 6 mg/dm³ wystę-



Ujęcie leczniczych termalnych wód fluorkowych, krzemowych C-1 w Cieplicach Śląskich -Zdroju (fot. J. Stożek)

pują w wysoko zmineralizowanych termalnych wodach jodkowych ujęcia Ustroń U-3A oraz do 4,5 mg/dm³ w chlorkowych wodach siarczkowych ujęcia numer 15 Henryk w Busku-Zdroju.

Należy wspomnieć również o anomalii fluorkowej Żuław (rejon Gdańska i Tczewa), która rozpoznano w wodach kredy i lokalnie czwartorzędu (Kozerski i in., 1987). Zawartość fluorków sięga tu od 1,2 do 3,2 mg/dm³, lokalnie przekraczając nawet 5 mg/dm³.

3.2.7. Wody krzemowe

Lecznicze wody krzemowe zawierają krzem w postaci kwasu metakrzemowego (H₂SiO₃) o stężeniu co najmniej 70 mg/dm³. Obecność tego składnika w wodach jest związana z rozpuszczaniem kwarcu i chalcedonu oraz wietrzeniem minerałów krzemianowych (w tym kaolinitów). Procesom rozpuszczania sprzyja m.in. wysoka temperatura, kwaśny odczyn wód przy jednoczesnej obecności fluorków oraz intensywność rozwoju organizmów, np. okrzemek (Macioszczyk i Dobrzyński, 2007).

Na obszarze kraju wody z zawartością tego składnika są ujmowane stosunkowo rzadko. Kwas metakrzemowy w stężeniach farmakodynamicznie czynnych występuje w niektórych ujęciach leczniczych wód termalnych i szczaw w prowincji sudeckiej oraz Krynicy-Zdroju w regionie Karpat zewnętrznych.

Najwyższą, nieznacznie przekraczającą 140 mg/dm³ zawartość kwasu metakrzemowego stwierdzono w źródłach oraz odwiertach ujmujących fluorkowe wody termalne w Cieplicach Śląskich-Zdroju oraz w ujęciu szczaw Duszniki-Zdrój B-1 na obszarze Sudetów. W szczawach termalnych w Grabinie w regionie bloku przedsudeckiego stężenie tego składnika sięga 127 mg/dm³ (Czerski i Wojtkowiak, 1992). Nieco niższa zawartość kwasu metakrzemowego, rzędu 100–120 mg/dm³, charakteryzuje szczawy w otworach: Pieniawa Chopina w Dusznikach-Zdroju, K-200 w Kudowie-Zdroju oraz 4 (Jan II) w Czerniawie-Zdroju. Przy zawartości poniżej 100 g/dm³ jest on składnikiem leczniczych szczaw wypływających w źródle Renata w Długopolu-Zdroju oraz szczaw potencjalnie leczniczych źródła Maria w Starych Bobrownikach (Szczytna).



Sztolnia z wypływem źródła szczaw krzemowych Renata w Długopolu-Zdroju
(*fol. B. Ciekot*)

W Krynicy-Zdroju kwas metakrzemowy jest składnikiem szczaw występujących w ujęciu Zdrój Główny oraz w otworach: 3, 5 (Tadeusz), 8 i Jan 13a. Maksymalne jego stężenie sięga tu do ponad 110 mg/dm³.

3.3. WODY TERMALNE

Wody podziemne osiągające na wypływie z ujęć temperaturę 20°C lub wyższą udokumentowano na obszarze kraju w ponad 70 ujęciach służących do ich eksploatacji. Ze względu na właściwości fizyczno-chemiczne oraz sposób wykorzystania są one zaliczane do kopalin jako wody lecznicze (lecznicze wody termalne) lub jako wody termalne. Z uwagi na niewielką liczbę ujęć eksploatacyjnych, zasadnicze znaczenie dla rozpoznania warunków geotermicznych i złożowych oraz obszarów perspektywicznych do ujmowania wód termalnych, mają badania wykonane w kilku tysiącach głębokich otworów hydrogeologicznych, badawczych i poszukiwawczych. Przy wykorzystaniu pochodzących z nich informacji opracowano serię atlasów geotermalnych obejmujących Niż Polski (Górecki, 2006a, b), Karpaty Zachodnie (Górecki, 2011), zapadlisko przedkarpackie (Górecki, 2012) oraz Karpaty Wschodnie (Górecki, 2013), stanowiącą kompendium wiedzy o wodach termalnych, energii geotermalnej oraz możliwościach ich wykorzystania.

Temperatura wód podziemnych jest zależna od głębokości występowania poziomów wodonośnych, wartości strumienia ciepłego oraz właściwości termicznych skał w profilu geologicznym, a zwłaszcza ich przewodnictwa ciepłego (Szewczyk, 2007). Powierzchniowy strumień ciepły ma dwie składowe: kondukcyjną związaną z przewodnictwem ciepłym skał i konwekcyjną, w której ciepło jest przenoszone w wyniku ruchu wód podziemnych. Jego przestrzenne zróżnicowanie pozwala na wydzielenie obszarów o korzystnych właściwościach geotermicznych. Obok ciepła transportowanego z głębi Ziemi jego niewielkie ilości mogą pochodzić z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych występujących w skałach magmowych. Do występowania wód termalnych, oprócz warunków termicznych, zasadnicze znaczenie mają warunki hydrogeologiczne określające możliwość występowania wód w środowisku skalnym, ich zasobność, odnawialność oraz systemy przepływu.

Występowanie wód termalnych w Polsce jest związane z trzema głównymi jednostkami geologicznymi: platformą paleozoiczną oraz Sudetami i Karpatami wraz z ich przedgórzami. Platforma prekambryjska, z uwagi na budowę geologiczną oraz warunki geotermiczne, charakteryzuje się ogólnie słabymi warunkami pod względem występowania i ujmowania tego rodzaju wód. Nie oznacza to jednak całkowitego braku możliwości ujęcia wód termalnych. W kilku miejscach w północnej części prowincji, w regionie basenu bałtyckiego i wyniesienia Łeby, w utworach mezozoiku oraz permu, w otworach o głębokości od 426 do 984 m ujęto wody typu Cl-Na, (I), (F) o temperaturze na wypływie wynoszącej od 21°C (otw. Lidzbark Warmiński GT-1) do 24°C (otw. Frombork IGH-1 i Krynica IG-1) i mineralizacji od 1,0 do 38,8 g/dm³. Wody te są (Gołdap) lub mogą być wykorzystywane w lecznictwie uzdrowiskowym.

W odróżnieniu od platformy prekambryjskiej, platforma paleozoiczna charakteryzuje się korzystniejszymi warunkami występowania wód termalnych. Wody termalne występują tu w osadowych skałach mezozoiku i paleozoiku, tworzących rozległe nieckowate struktury o charakterze zbiorników, tj. synklinoria szczecińsko-miechowskie oraz brzeżne, rozdzielone antyklinorium środkowopolskim. Szczególnie korzystnymi warunkami do ujmowania wód termalnych cechują się zbiorniki kredy dolnej i jury dolnej, zwłaszcza w północno-zachodniej i środkowej części synklinorium szczecińsko-miechowskiego i niecki warszawskiej (położonej na obszarze synklinorium brzeżnego) oraz w północnej części monokliny przedsudeckiej. Mimo znacznej głębokości występowania poziomów zbiornikowych i ich izolacji od powierzchni terenu są one zasilane wodami infiltracyjnymi. Obszarami zasilania są przede wszystkim strefy brzeżne struktur (w których budujące je skały osadowe tworzą wychodnie pod osadami kenozoiku) oraz strefy tektoniczne (Ciężkowski i Kapuściński, 2011). Wody przepływając z brzeżnych części basenów ku ich osiom ulegają mineralizacji i ogrzaniu oraz mieszaniu z wodami wgłębny.

Wody podziemne ujmowane w zbiorniku kredy dolnej charakteryzują się temperaturą na wypływie od 23°C (otw. 5 w Grodzisku) do 71°C (otw. GT-2 w Poddębicach), mineralizacją od 0,2 g/dm³ do



Ujęcia wód termalnych w Bańskiej Niżnej – na pierwszym planie PGP-1, na drugim – PGP-3 (fot. M. Socha)

100,0 g/dm³ oraz wydajnością od 16,0 m³/h do 200,0 m³/h. Są to głównie wody chlorkowe, których lokalnie występująca bardzo wysoka mineralizacja jest związana z ascencją solanek. Na obszarach położonych w pobliżu stref zasilania spotykane są również wody wodorowęglanowe o mineralizacji poniżej 1,0 g/dm³ (Grodzisko, Łódź, Mszczonów i Poddębice). Głębokość występowania poziomów zbiornikowych waha się od 759 m do 2447 m, na większości obszaru nie przekracza jednak 1500 m (Hajto, 2008). Wody termalne ujmowane z utworów kredy dolnej są wykorzystywane do produkcji ciepła oraz w rekreacji (Mszczonów, Poddębice i Uniejów).

Wodonośne utwory jury dolnej występujące poniżej dolnokredowych stanowią najbardziej perspektywiczny zbiornik geotermalny w niżowej części kraju z uwagi na znaczne zasoby dyspozycyjne zakumulowanej energii i dużą powierzchnię zbiornika. Szacuje się, że w osiowej części niecki łódzkiej temperatura w stropie zbiornika może osiągać 100°C, a wydajność – 300 m³/h (Hajto, 2008). Wody termalne tego zbiornika udostępniono w wielu ujęciach, lecz tylko nieliczne z nich zagospodarowano. Służą one do zaopatrzenia ciepłowni geotermalnych w Pyrzycach i Stargardzie Szczecińskim oraz ośrodków rekreacyjnych w Poznaniu (otw. Swarzędz IG-1) i Maruszy (otw. Grudziądz IG-1). Ze zbiornika jury dolnej są ujmowane na ogół wody typu Cl–Na, (I), (Fe) o temperaturze od 21°C (otw. Jamno IG-3 w Chłopach) do 69°C (otw. Stargard Szczeciński GT-2) i mineralizacji od 2,2 do 132,0 g/dm³. Wydajność otworów osiąga od 5,4 m³/h do 225,0 m³/h.

W południowej części platformy paleozoicznej, pozbawionej utworów wodonośnych kredy dolnej i jury dolnej, w kilku otworach udokumentowano zasoby eksploatacyjne wód termalnych występujących w poziomach o mniejszym znaczeniu użytkowym – środkowotriasowym (Wojnów), permsko-triasowym (Ozimek) i karbońsko-permsko-triasowym (Wołczyn). W pobliżu uskoku brzeżnego w Dużej Wólce ujęto wody termalne występujące w osadach neogenu.

W Sudetach i na obszarze bloku przedsudeckiego zasadnicze znaczenie dla formowania wód termalnych ma tektonika blokowa, która powodowała powstanie wydzwigniętych obszarów zasilania (m.in. Karkonosze, Góry Bystrzyckie, Góry Orlickie i Masyw Śnieżnika) oraz głębokich rozłamów skał krystalicznych. Rozłamy te umożliwiają infiltrację wód opadowych w głąb górotworu, ich podziemny przepływ wzdłuż spekań, dzięki czemu możliwe jest przeniesienie ciepła z ośrodka skalnego o wyższej

temperaturze oraz, lokalnie, drenaż ogrzanych wód w obrębie obniżeń terenu, w strefach krzyżowania się uskoków. Tego rodzaju systemy formowania się wód termalnych są określane mianem infiltracyjnych systemów hydrogeotermicznych (Dowgiałło, 2008). Głębokość przepływu wód termalnych Sudeców oszacowano na podstawie średniego gradientu geotermicznego wynoszącego ok. $2,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, na co najmniej 2500–3000 m, a w okolicach Łądka-Zdroju na ponad 4000 m (Ciężkowski i in., 2011). Cechami charakterystycznymi wód termalnych Sudeców jest ich występowanie na różnych głębokościach oraz niska mineralizacja. Wodom tym towarzyszy nierzadko dwutlenek węgla, radon oraz podwyższone wartości fluorków, siarczków i kwasu metakrzemowego. Dlatego też niemal wszystkie znane ich wystąpienia są zaliczane do grupy wód leczniczych. Z uwagi na specyficzne warunki formowania i występowania wód termalnych na obszarze prowincji sudeckiej wyznaczono sudecki region geotermiczny (Dowgiałło, 2001).

W prowincji sudeckiej wody termalne ujęto w ośmiu miejscowościach: Cieplicach Śląskich-Zdroju, Dusznikach-Zdroju i Łądku-Zdroju (lecznicze wody termalne), Stanisławowie, Karpnikach oraz Grabinie, a także w otworach badawczych Jeleniów SOH-1158 i Krosnowice 11R. Ich eksploatacja jest prowadzona jedynie w Cieplicach Śląskich-Zdroju i Łądku-Zdroju, gdzie wypływają na powierzchnię w źródłach oraz są ujmowane w otworach o głębokości odpowiednio 2002,5 m (otw. Cieplice C-1) oraz 700,5 m (otw. L-2 Zdzisław). W Łądku-Zdroju wody termalne charakteryzują się bardzo niską mineralizacją wynoszącą $0,2\text{ g}/\text{dm}^3$ oraz temperaturą od 20 do 29°C na wypływie ze źródeł i ok. 45°C z ujęcia L-2 Zdzisław. Wydajność eksploatacyjna poszczególnych ujęć, w tym źródeł, wynosi od $1,2$ do $45,0\text{ m}^3/\text{h}$. W Cieplicach Śląskich-Zdroju mineralizacja wód jest wyższa i wynosi od $0,4$ do $0,6\text{ g}/\text{dm}^3$, a temperatura wód na wypływie od 20 do 87°C (otw. C-1). W odwierconych w 2014 r. w sąsiedztwie Cieplic Śląskich-Zdroju ujęciach Karpniki KT-1 i Stanisławów ST-1 ujęto wody termalne o mineralizacji ok. $0,5\text{ g}/\text{dm}^3$, temperaturze na wypływie wynoszącej odpowiednio 54°C i 37°C i zasobach eksploatacyjnych $44,0\text{ m}^3/\text{h}$ i $20,5\text{ m}^3/\text{h}$. Z ujęcia GT-1 w Dusznikach-Zdroju o głębokości 1695 m oraz Odra 5-1/Lech w Grabinie o głębokości 545 m uzyskano samowypływ unikalnych w skali kraju szczaw termalnych o temperaturze 35°C i 31°C . Z uwagi na obecność rozpuszczonego dwutlenku węgla charakteryzuje je stosunkowo wysoka mineralizacja wynosząca odpowiednio $3,4\text{ g}/\text{dm}^3$ i $10,0\text{ g}/\text{dm}^3$. Szczawy termalne o temperaturze rzędu 20 – 22°C ujęto również w otworach badawczych Jeleniów SOH-1150 i Krosnowice 11R.

Warunki występowania i formowania wód termalnych na obszarze prowincji karpackiej są bardzo zróżnicowane z uwagi na styl budowy geologicznej tej części kraju. W Karpatkach wewnętrznych obszarem infiltracyjnego zasilania wód podziemnych, w tym wód termalnych niecki podhalańskiej, jest obszar Tatr. Wody, systemem szczelin, migrują w rejon niecki, gdzie część ich strumienia trafia do skał zbiornikowych i ogrzewa się wraz ze wzrostem głębokości przepływu. Skałami zbiornikowymi niecki podhalańskiej są wapień i dolomity triasu, piaskowce i skały węglanowe jury oraz utwory eocenu węglanowego zalegające pod serią utworów fliszu podhalańskiego. Miąższość stref wodonośnych jest zmienna i wynosi od 100 do 700 m , a strop zbiornika zapada z południa na północ, od głębokości ok. 1000 m do ok. 3000 m w rejonie Chochołowa (Chowaniec i in., 1997, 2011; Kępińska, 2001; Małecka, 2003). Wraz z odległością od strefy zasilania w związku z obecnością szczelnej bariery, jaką stanowi pieniński pas skałkowy zmniejsza się prędkość przepływu wód, co powoduje zróżnicowanie ich składu chemicznego i temperatury w północnej i południowej części zbiornika (Chowaniec, 2009). W części południowej, położonej w sąsiedztwie strefy zasilania, mineralizacja wód nie przekracza $0,4\text{ g}/\text{dm}^3$, a temperatura uzyskana na wypływie ze zlokalizowanych tam otworów osiąga maksymalnie 37°C , podczas gdy w części północnej wartości te wynoszą odpowiednio $3,1\text{ g}/\text{dm}^3$ i 86°C (otw. Bańska PGP-1). Wody termalne występują pod ciśnieniem artezyjskim, co sprzyja ich eksploatacji. Wydajność otworów zlokalizowanych w obrębie niecki podhalańskiej jest zróżnicowana i osiąga do $550\text{ m}^3/\text{h}$ (otw. Bańska PGP-1). Obecnie na obszarze niecki wody termalne są ujmowane w 15 otworach wiertniczych i wykorzystywane w energetyce cieplnej (Geotermia Podhalańska w Bańskiej Niżnej) i rekreacji (Bukowina Tatrzańska, Białka Tatrzańska, Szaflary i Zakopane).

W Karpatkach zewnętrznych wody termalne występują zarówno w utworach fliszowych, jak i w skałach ich podłoża. Cechują się zdecydowanie słabszymi parametrami hydrogeologicznymi od spo-

tykanych w niecce podhalańskiej. Skomplikowana budowa geologiczna sprawia, że wody termalne są rozpoznawane raczej punktowo, zwykle w uprzywilejowanych strefach, związanych m.in. z nieciągłościami tektonicznymi. Charakteryzują się wysoką mineralizacją, ograniczonymi zasobami i brakiem lub słabą odnawialnością. Z dotychczasowych badań wynika, że flisz zewnętrzno-karpacki jest mało perspektywnym kolektorem do uzyskania wód termalnych w znaczących ilościach (Chowaniec, 2009; Hajto, 2014). Relatywnie korzystne warunki występują w rejonie Rabki-Zdroju i Poręby Wielkiej, gdzie uzyskano wydajność do 16,1 m³/h wody o mineralizacji odpowiednio 24 i 28 g/dm³ i temperaturze odpowiednio 28 i 42°C na wypływie (otw. Rabka IG-2 i otw. Poręba IG-1). Ujęte tam wody termalne są związane z warstwami krośnieńskimi jednostki grybowskiej, stanowiącymi podłoże płaszczowiny margurskiej (Chowaniec i in., 2012). W rejonie Karpat wschodnich w Lubatówce udokumentowano występowanie niespotykanych w tej części kraju termalnych wód kwasowęglowych. Z piaskowców ciężkowickich uzyskano wody o mineralizacji 16,0–19,0 g/dm³ i temperaturze 21–25°C. Dość dobre warunki występowania wód termalnych istnieją także w podłożu zachodniej części Karpat zewnętrznych, gdzie wody są związane ze spękanymi i skrasowiałymi dolomitami i wapieniami dewońskimi oraz zlepieńcami miocenu i ujęto je m.in. w otworze Ustroń U-3 i U-3a oraz w otworze Jaworze IG-1 i IG-2. Temperatura ujętych wód osiągnęła tu 32°C. Na obszarze Karpat fliszowych wody o najwyższej temperaturze, rzędu 84°C i mineralizacji ok. 7,0 g/dm³ uzyskano w otworze poszukiwawczym Wiśniowa 1.

W zapadlisku przedkarpackim wody termalne występują w utworach miocenu, mezozoiku oraz paleozoiku. Charakteryzują się zróżnicowaną temperaturą wynoszącą od 20 do ponad 60°C oraz wysoką mineralizacją, która w głębszych poziomach może przekraczać 250 g/dm³ (Sowizdział i Górecki, 2013). Występowanie wód termalnych w tym regionie udokumentowano jedynie w otworze Busko C-1 w Busku-Zdroju. Z utworów kredy jest eksploatowana lecznicza woda siarczkowa typu Cl-Na o temperaturze dochodzącej na wypływie do 25°C.

4. EKSPLOATACJA WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

Zasady i warunki prowadzenia eksploatacji wód podziemnych zaliczonych do kopalin oraz poprzedzających ją prac związanych z poszukiwaniem, rozpoznawaniem i dokumentowaniem zasobów wód określa ustawa *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. oraz towarzyszące jej przepisy wykonawcze. Poszukiwanie wód leczniczych, termalnych i solanek może być prowadzone na podstawie projektu robót geologicznych, opracowanego zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20.12.2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji*, zatwierdzonego przez właściwy organ administracji geologicznej. W przypadku gdy głębokość projektowanego otworu przekracza 100 m lub gdy jest on zlokalizowany na terenie istniejącego obszaru górniczego, prace wiertnicze należy prowadzić na podstawie planu ruchu zakładu górniczego. W przypadku gdy wykonanie projektowanego otworu może znacząco wpływać na stan środowiska naturalnego, niezbędne jest uzyskanie decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych (dla otworów o głębokości powyżej 1000 m). Wyniki prac wiertniczych oraz badań hydrogeologicznych należy przedstawić w dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wody leczniczej, termalnej lub solanki, opracowanej zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 8.05.2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej*. Dokumentacja ta powinna zawierać m.in. granice proponowanego obszaru i terenu górniczego. Eksploatacja wód podziemnych zaliczonych do kopalin jest prowadzona na podstawie koncesji geologicznej na ich wydobywanie wydanej przez właściwy organ administracji geologicznej, w obrębie wyznaczonego obszaru górniczego. Koncesja jest wydawana na podstawie wniosku, do którego dołącza się m.in. dokumentację hydrogeologiczną ustalającą zasoby eksploatacyjne ujęć (określające maksymalną wielkość wydobywania wód w jednostce czasu przy uwzględnieniu określonej depresji ich zwierciadła) przyjętą przez organ administracji geologicznej, oraz projekt zagospodarowania złoża

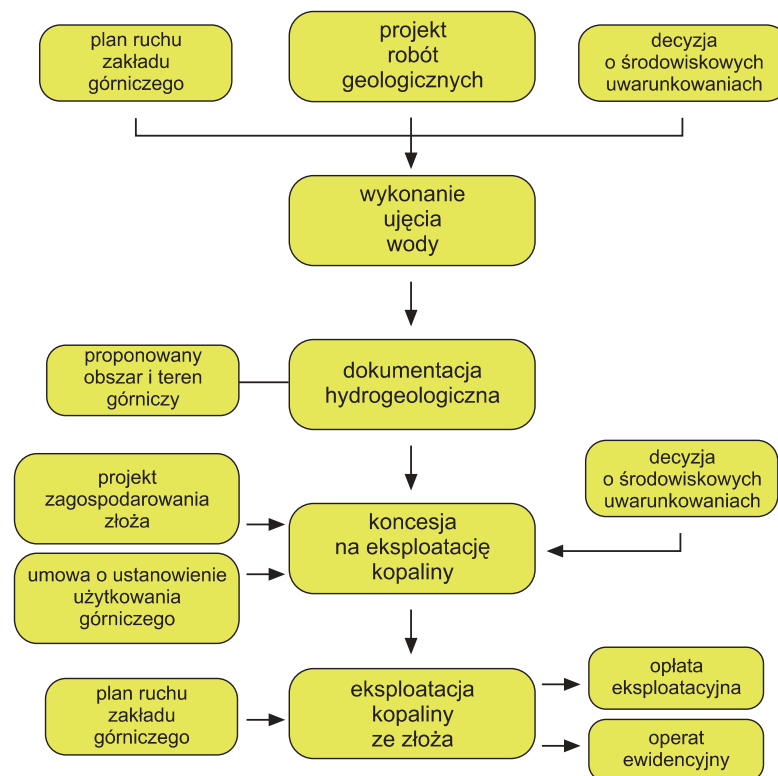


Fig. 4.1. Uwarunkowania formalnoprawne poszukiwania i wydobywania wód podziemnych zaliczonych do kopalin

(PZZ). Poza ustaloną wielkością zasobów eksploatacyjnych dokumentacja hydrogeologiczna powinna zawierać wyniki badań warunków oraz parametrów hydrogeologicznych utworów wodonośnych, ocenę właściwości fizyczno-chemicznych ujętych wód, przewidywane zmiany jakości i ilości wód w trakcie eksploatacji oraz informacje dotyczące technicznych warunków racjonalnej eksploatacji ujęcia i granice proponowanego obszaru górniczego. PZZ jest sporządzany zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24.04.2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż* na podstawie dokumentacji hydrogeologicznej przy jednoczesnym uwzględnieniu uwarunkowań techniczno-ekonomicznych prowadzenia eksploatacji wód. Zawiera założenia dotyczące sposobu eksploatacji złoża wód, jego racjonalnego wykorzystania oraz ochrony, a także ochrony złóż kopalin towarzyszących i sposobu ograniczenia ujemnego wpływu eksploatacji na środowisko. Z uwzględnieniem dokumentacji hydrogeologicznej i PZZ organ koncesyjny wyznacza granice obszaru i terenu górniczego dla danego złoża kopaliny. Prawidłowo sporządzona dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód wraz z projektem zagospodarowania złoża oraz koncesją na ich wydobywanie z właściwie wyznaczonym obszarem górniczym, warunkują prowadzenie bezpiecznej i racjonalnej gospodarki złożem oraz osiągnięcie zaplanowanych efektów gospodarczych. Właściwie prowadzona eksploatacja wód odbywa się zgodnie z planami zagospodarowania złóż, wyłącznie w obrębie ustanowionych obszarów górniczych, zaś wielkość wydobywania z poszczególnych ujęć jest rejestrowana i dostosowana do ustalonych dla nich zasobów eksploatacyjnych. Wraz z udzieleniem koncesji na eksploatację wód podziemnych zaliczonych do kopalin przedsiębiorca jest zobowiązany do zawarcia z właścicielem złoża, tj. Skarbem Państwa, umowy o ustanowieniu użytkowania górniczego. Jeśli działalność, na którą uzyskano koncesję, może znacząco wpływać na środowisko, należy uzyskać decyzję o uwarunkowaniach środowiskowych.

W związku z wejściem w życie nowej ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r., od 1.01.2012 r. wydawanie decyzji właściwych dla organów administracji geologicznej w zakresie wód podziemnych

zaliczonych do kopalin znajduje się w kompetencji marszałków województw. Według wcześniej obowiązującej ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* z 1994 r. organem administracji geologicznej upoważnionym do ich wydawania był minister środowiska.

Eksploatacja kopaliny ze złoża jest prowadzona przez zakład górniczy na podstawie planu ruchu zakładu górniczego. W trakcie eksploatacji użytkownik złoża uiszcza tzw. opłatę eksploatacyjną oraz ma obowiązek sporządzenia operatu ewidencyjnego, określającego ilość wydobytej kopaliny w okresie rozliczeniowym.

Schemat uwarunkowań formalnoprawnych związanych eksploatacją wód podziemnych zaliczonych do kopalin i wcześniejszym ich poszukiwaniem przedstawiono na fig. 4.1.

4.1. KONCESJE GEOLOGICZNE

Koncesje geologiczne stanowiące dokument uprawniający do wydobywania kopalin, w tym wód leczniczych, termalnych i solanek w obrębie ustanowionych obszarów górniczych, są wydawane przez organy administracji geologicznej na co najmniej 3 lata i nie dłużej niż na 50 lat. Według stanu na 31.12.2014 r. na obszarze kraju obowiązywało 80 koncesji geologicznych na wydobywanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin, występujących w złożach zlokalizowanych na obszarze 82 miejscowości, przy czym część koncesji i właściwych dla nich obszarów górniczych obejmowała więcej niż jedną miejscowość (tab. 4.1). Porównanie z łączną liczbą udokumentowanych złóż (126) wskazuje, że zagospodarowanych zostało nieco ponad 65% z nich. Spośród 82 udokumentowanych złóż wód leczniczych, koncesje na wydobywanie wydano dla 63 z nich. W przypadku wód termalnych na 43 złoża przypadało 16 koncesji. Koncesją objęto również jedyne w kraju złożo solanek.

Z uwagi na zmianę organu koncesyjnego, która nastąpiła w odniesieniu do wód podziemnych zaliczonych do kopalin, w związku z wejściem w życie nowej ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r., wśród obowiązujących koncesji znajdowały się zarówno te wydane przez ministra środowiska na mocy przepisów ustawy z 1994 r., jak i wydane przez marszałków województw zgodnie z ustawą z 2011 r.



Widok wiertni w trakcie wykonywania ujęć wód leczniczych w Goldapi
(fot. Archiwum PWiK w Goldapi)

Tabela 4.1

Zestawienie informacji o złożach objętych koncesjami geologicznymi na wydobywanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin (wg stanu na dzień 31.12.2014 r.)

Nazwa złoża/ miejsowość	Nazwa obszaru górniczego	Użytkownik złoża	Data wydania koncesji	Data ważności koncesji
Wody lecznicze				
Andrzejówka	Muszynianka ¹	Spółdzielnia Pracy Muszynianka	21.12.2006	21.12.2026
Busko-Zdrój	Busko-Północ	Hydrotechnika Sp. z o.o.	16.04.2010	16.04.2060
	Busko II	Uzdrowisko Busko Zdrój SA	27.10.1992	27.10.2042
Ciechocinek	Ciechocinek	Przedsiębiorstwo Uzdrowiskowe Ciechocinek SA	10.11.1992	09.11.2042
Cieplice Śl.-Zdrój	Cieplice	Uzdrowisko Cieplice Sp. z o.o. – Grupa PGU	04.01.1993	04.01.2043
Czerniawa-Zdrój	Czerniawa-Zdrój	Uzdrowisko Świeradów-Czerniawa Sp. z o.o. – Grupa PGU	30.09.1992	30.09.2042
Dębowiec	Dębowiec III	Kopalnia i Warzelnia Solanek dr Zabłocka Sp. z o.o.	23.04.2013	31.12.2050
Długopole-Zdrój	Długopole-Zdrój	Uzdrowisko Łądek-Długopole SA	30.10.1992	26.09.2042
Dobrowoda	Dobrowoda	FNSZZ. Przemysłu Lekkiego w Łodzi	26.05.2010	26.05.2040
Duszniki-Zdrój	Duszniki-Zdrój	Zespół Uzdrowisk Kłodzkich SA – Grupa PGU	16.07.1993	16.07.2043
Goczałkowice-Zdrój	Goczałkowice-Zdrój I	Uzdrowisko Goczałkowice-Zdrój Sp. z o.o.	15.05.2013	31.12.2020
Gołdap	Gołdap I i II	PWiK Sp. z o.o.	10.10.2013	10.10.2063
Horyniec-Zdrój	Horyniec	Uzdrowisko Horyniec Sp. z o.o.	30.10.1992	30.10.2042
Inowrocław	Inowrocław I i II	PWiK Sp. z o.o.	28.12.2012	31.12.2042
Iwonicz-Zdrój	Iwonicz ²	Uzdrowisko Iwonicz SA	30.09.1992	30.09.2042
Jastrzębik	Galicjanka II ³	Galicjanka-Energia Południowe Farmy Wiatrowe	15.02.2013	14.02.2033
Jedlina-Zdrój	Jedlina-Zdrój	Uzdrowisko Szczawno-Jedlina SA	15.04.1993	30.09.2042
Jeleniów	Kudowa ⁴	Zespół Uzdrowisk Kłodzkich SA Grupa PGU	16.07.1993	16.07.2043
Kamień Pomorski	Kamień Pomorski	Uzdrowisko Kamień Pomorski Sp. z o.o.	03.12.1992	29.05.2032
Kołobrzeg	Kołobrzeg II	Uzdrowisko Kołobrzeg SA	27.10.1992	27.10.2032
Konstancin-Jeziorna	Konstancin I	Uzdrowisko Konstancin-Zdrój SA	23.04.2013	22.04.2063
Kraków-Mateczny	Mateczny I	IPR Polska Sp. z o.o.	17.02.2005	17.02.2035
Krynica-Zdrój	Krynica Dolna	PW Mineral Complex Sp. z o.o.	31.07.2007	31.07.2027
	Krynica Zdrój I	Uzdrowisko Krynica-Żegiestów SA	22.01.2013	31.12.2043
	Powroźnik-Krynica-Zdrój ⁵	PW Mineral Complex Sp. z o.o.	27.12.2012	31.12.2032
	Szczawiczne II	ZPHU. Inex Sp. z o.o.	17.03.2004	31.12.2033
Krzeszowice	Krzeszowice I	SPZOZ Ośrodek Rehabilitacji Narządu Ruchu Krzeszowice	31.10.2000	31.10.2020
Kudowa-Zdrój	Kudowa ⁴	Zespół Uzdrowisk Kłodzkich SA – Grupa PGU	16.07.1993	16.07.2043
Las Winiarski	Las Winiarski	Hydrogeotechnika Sp. z o.o.	21.03.2008	21.03.2033
Łądek-Zdrój	Łądek-Zdrój	Uzdrowisko Łądek-Długopole SA	30.10.1992	26.09.2042

Tabela 4.1 cd.

Nazwa złoża/ miejsowość	Nazwa obszaru górniczego	Użytkownik złoża	Data wydania koncesji	Data ważności koncesji
Lubatówka	Iwonicz ²	Uzdrowisko Iwonicz SA	30.09.1992	30.09.2042
Łomnica-Zdrój	Łomnica-Zdrój	Łomniczanka Sp. z o.o.	26.09.2014	25.09.2034
Marusza	Marusza	Geotermia Grudziądz Sp. z o.o.	10.06.2005	31.12.2025
Milik	Muszynianka ¹	Spółdzielnia Pracy Muszynianka	21.12.2006	21.12.2026
Muszyna	Muszyna Inex	ZPHU Inex Sp. z o.o.	18.03.2013	31.12.2033
	Muszynianka II	Spółdzielnia Pracy Muszynianka	15.12.2012	31.12.2032
	Szczawnik-Cechini	PRBiT Cechini	14.02.2013	13.02.2033
Nałęczów	Nałęczów II	Zakład Lecznicy Uzdrowisko Nałęczów SA	29.04.2013	28.04.2043
Piwniczna-Zdrój	Piwniczna Zdrój II	Spółdzielnia Pracy Piwniczanka	01.04.1995	31.12.2035
Polanica-Zdrój	Polanica-Zdrój	Zespół Uzdrowisk Kłodzkich SA – Grupa PGU	16.07.1993	16.07.2043
Polańczyk	Polańczyk	Gminny Zakład Komunalny Sp. z o.o. w Polańczyku	31.07.2000	31.07.2020
Połczyn-Zdrój	Połczyn	Uzdrowisko Połczyn SA	27.10.1992	27.10.2032
Powroźnik	Galicjanka II ³	Galicjanka-Energia Południowe Farmy Wiatrowe	15.02.2013	14.02.2033
	Powroźnik - Krynica-Zdrój ⁵	PW Mineral Complex Sp. z o.o.	27.12.2012	31.12.2032
	Tylicz I ⁶	Multivita Sp. z o.o.	21.08.1992	21.08.2017
Przerzeczyn-Zdrój	Przerzeczyn	Uzdrowisko Przerzeczyn Sp. z o.o.	18.12.1992	18.12.2042
Rabka-Zdrój	Rabka Zdrój	Uzdrowisko Rabka SA	20.05.2013	19.05.2033
Rymanów-Zdrój	Rymanów	Uzdrowisko Rymanów SA	23.09.1992	23.09.2042
Solec-Zdrój	Solec-Zdrój	Uzdrowisko Solec Zdrój Sp. z o.o.	27.10.1992	27.10.2023
Sopot	Sopot	PTH Kąpielisko Morskie Sopot Sp. z. o.o.	19.10.2004	19.10.2024
Stary Wielisław	Stary Wielisław	Sandigo Sp. z. o.o.	21.01.2011	21.01.2021
Swoszowice	Swoszowice	Uzdrowisko Kraków Swoszowice Sp. z. o.o.	28.12.1992	31.12.2032
Szczawa	Szczawa	Euro-Code S.J. K.J. Morzywołek	27.01.1994	31.12.2034
Szczawina	Szczawina I	Esta Krystyna Jarawska	30.10.1992	26.09.2042
Szczawnica	Szczawnica I	Uzdrowisko Szczawnica SA	09.06.1993	09.06.2063
Szczawnik	Muszyna Zdrój	Rozlewnia Wód Mineralnych Sopel	07.01.2013	31.12.2032
Szczawno-Zdrój	Szczawno Zdrój	Uzdrowisko Szczawno-Jedlina SA	30.09.1992	30.09.2042
Świeradów-Zdrój	Świeradów-Zdrój	Uzdrowisko Świeradów-Czerniawa Sp. z o.o. – Grupa PGU	30.09.1992	30.09.2042
Świnoujście	Świnoujście	Uzdrowisko Świnoujście SA	17.06.2013	15.04.2043
Tylicz	Tylicz I ⁶	Multivita Sp. z o.o.	21.08.1992	11.02.2017
Ustroń	Ustroń I	Przedsiębiorstwo Uzdrowiskowe Ustroń SA	15.03.2014	31.12.2034
Wapienne	Wapienne	Ośrodek Wczasowo-Lecznicy M. Drobenko	01.03.2013	31.12.2033

Tabela 4.1 cd.

Nazwa złoża/ miejsowość	Nazwa obszaru górniczego	Użytkownik złoża	Data wydania koncesji	Data ważności koncesji
Welnin	Welnin	Malinowe Hotele Sp. z o.o.	28.10.2003	28.10.2023
Wieniec Zdrój	Wieniec	Uzdrowisko Wieniec-Zdrój Sp. z o.o.	13.12.1993	31.12.2043
Wojkowa	Galicjanka	Galicjanka-Energia Sp. z o.o.	01.04.2011	01.04.2031
Wysowa-Zdrój	Wysowa	Uzdrowisko Wysowa SA	09.11.2012	08.11.2032
Zabłocie	Zabłocie-Korona	Solanka z Zabłocia Sp. z o.o.	18.08.2010	18.08.2030
Złockie	Muszyna Zdrój	Rozlewnia Wód Mineralnych Sopel	07.01.2013	31.12.2032
Zubrzyk	Zubrzyk	Masspol Sp. z o.o.	06.12.2006	06.12.2026
Żegiestów-Zdrój	Żegiestów-Cechini	PRBiT Cechini	04.04.2014	03.04.2034
Wody termalne				
Bańska Niżna	Podhale 1 ⁷⁾	PEC Geotermia Podhalańska SA	01.08.2005	01.08.2025
Białka Tatrzańska	Białka	Park Wodny Bania Sp. z o.o.	03.08.2010	03.08.2040
Bukowina Tatrzańska	Bukowina	Bukowiańskie Towarzystwo Geotermalne Sp. z o.o.	06.12.2006	06.12.2026
Mszczonów	Mszczonów	Geotermia Mazowiecka SA	14.03.2003	14.03.2028
Poddębice	Poddębice	Geotermia Poddębice Sp. z o.o.	30.12.2011	30.12.2036
Poręba Wielka	Poręba Wielka	Gorczańskie Wody Termalne	03.12.2013	31.12.2035
Poronin	Poronin	P.P.U.H. Hereška	22.08.2012	22.08.2042
Poznań	Swarzędz IGH-1	Termy Maltańskie Sp. z o.o.	14.03.2013	14.03.2033
Pyrzyce	Pyrzyce	Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o.	20.12.1996	20.12.2026
Stargard Szczeciński	Stargard Szczeciński I	G-Term Enerig Sp. z o.o.	12.04.2007	12.04.2017
Szymoszkowa (Zakopane)	Szymoszkowa	Dorado Sp. z o.o.	04.03.2009	04.03.2034
Tarnowo Podgórne	Tarnowo Podgórne GT-1	TGK TP-Kom Sp. z o.o.	14.12.2012	14.12.2062
Toruń	Toruń	Geotermia Toruń Sp. z o.o.	31.05.2013	30.11.2033
Uniejów	Uniejów	Geotermia Uniejów Sp. z o.o.	05.02.2007	05.02.2020
Witów	Witowskie Cieplice	Witowskie Cieplice Miasteczko Wodne Sp. z o.o.	22.03.2011	22.03.2036
Zakopane	Zakopane	Polskie Tatry SA	01.07.1998	01.07.2028
Solanki				
Łapczyca	Łapczyca	Zakład Przeróbki Solanek Jodowo-Bromowych Salco S.j.	28.03.1994	31.12.2042

Koncesje i obszary górnicze obejmujące sąsiadujące miejscowości: ¹ Andrzejówkę i Milik; ² Iwonicz-Zdrój i Lubatówkę; ³ Jastrzębik i Powroźnik; ⁴ Kudowę-Zdrój i Jeleniów; ⁵ Krynicę-Zdrój i Powroźnik; ⁶ Tylicz i Powroźnik; ⁷ Bańską Niżną i Białą Dunajec.

4.2. STAN I STOPIEŃ WYKORZYSTANIA ZASOBÓW EKSPLOATACYJNYCH

Niesłabnące zainteresowanie przedsięwzięciami związanymi z zagospodarowaniem wód podziemnych zaliczonych do kopalin sprawia, że wielkość udokumentowanych zasobów eksploatacyjnych oraz samej eksploatacji podlega dość dynamicznemu wzrostowi (fig. 4.2). W ciągu ostatnich 15 lat, od 2000 do 2014 r., zasoby eksploatacyjne zwiększyły się o blisko 50%, a wydobycie wzrosło o ponad 180%. Dynamiczne zmiany zostały spowodowane z jednej strony dokumentowaniem nowych złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin, w szczególności wód termalnych, oraz zwiększaniem zasobów eksploatacyjnych już istniejących, a z drugiej powstawaniem nowych ciepłowni geotermalnych, termalnych ośrodków rekreacyjnych i uzdrowisk oraz wzrostem zapotrzebowania dotychczasowych użytkowników. Do wzrostu wielkości zasobów przyczyniły się również zmiany legislacyjne z 2006 r., w wyniku których do kopalin zaliczono większą liczbę złóż oraz uproszczenie procedur wprowadzone przez ustawę *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. związanych z poszukiwaniem złóż i zmianą organu administracji geologicznej właściwego dla wód zaliczonych do kopalin.

Według stanu na 31.12.2014 r. wody podziemne zaliczone do kopalin udokumentowano w ponad 400 ujęciach zlokalizowanych na obszarze całego kraju – otworach hydrogeologicznych (studniach), źródłach, szybach, sztolniach oraz wypływach w wyrobiskach górniczych, w 126 złożach. Ich zasoby eksploatacyjne wynosiły łącznie 6,22 tys. m³/h, natomiast wydobycie roczne 11,12 mln m³ (tab. 4.2).

Złoża wód leczniczych, które udokumentowano w 79 miejscowościach, pod względem liczności przeważały nad złożami wód termalnych występujących w 46 miejscowościach oraz solankami – w jednej miejscowości. Pomimo wyraźnie większej liczności złóż wód leczniczych ich zasoby eksploatacyjne stanowiły jedynie 25,8% łącznej wielkości zasobów wód podziemnych zaliczonych do kopalin. Największa część zasobów eksploatacyjnych – 74,1%, przypadała na wody termalne występujące w mniej licznych złożach. Dysproporcja wynika z tego, że wiele ujęć wód leczniczych, szczególnie cenionych szczaw i wód kwasowęglowych, charakteryzuje się niewielkimi zasobami eksploatacyjnymi, wynoszącymi często poniżej 1 m³/h. Ujęcia wód termalnych są zlokalizowane zazwyczaj w zasobnych strukturach basenowych Podhala oraz platformy paleozoicznej, które umożliwiają uzyskanie dużych wydajności, wynoszących od kilkudziesięciu do kilkuset m³/h, warunkujących funkcjonowanie zakładów geotermalnych i termalnych ośrodków rekreacyjnych. Skalę zapotrzebowania na wody termalne, głównie ze strony takich właśnie użytkowników, ilustruje wielkość wydobycia. W 2014 r. wynosiło ono ponad 9,2 mln m³, co stanowiło niemal 83% rocznego poboru wszystkich rodzajów wód podziemnych zaliczonych do kopalin. Spośród wód leczniczych największe znaczenie pod względem wielkości wydobycia (1,2 mln m³) miały wspomniane szczawy i wody kwasowęglowe, poszukiwane i intensywnie eksploatowane do celów leczniczych i rozlewniczych. Lecznicze wody chlorkowe udokumentowane na ogół w obrębie zasobnych zbiorników niżowej części kraju przeważały pod względem wielkości zasobów (niemal 50% łącznej wielkości zasobów).



Głowica ujęcia termalnych wód siarczkowych w Cudzynowicach w trakcie trwania robót geologicznych (fot. B. Wiktorowicz)

Tabela 4.2

Wielkość zasobów eksploatacyjnych i wydobycia wód podziemnych zaliczonych do kopalni oraz wód potencjalnie leczniczych w 2014 r. (na podstawie Skrzypczyka i Sokolowskiego, 2015)

Rodzaj wód	2014 r.		
	Zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	Wydobycie [m ³ /r]	Liczba ¹ złóż
Wody lecznicze, w tym:	1 608,5	1 908 162,2	79
chlorkowe	776,3	306 788,7	
szczawy i wody kwasowęglowe	582,8	1 205 756,1	
pozostałe	249,4	395 617,4	
Wody termalne ²	4 609,7	9 214 129,0	46
Solanki	3,7	3 630,4	1
Łącznie	6 221,9	11 125 921,6	126

¹ Z uwagi na współwystępowanie różnych typów wód w poszczególnych złożach nie podano liczby złóż leczniczych w podziale na chlorkowe, szczawy i kwasowęglowe oraz pozostałe.

² Wody lecznicze, termalne ze złoża w Uniejowie wykazano jako wody termalne.

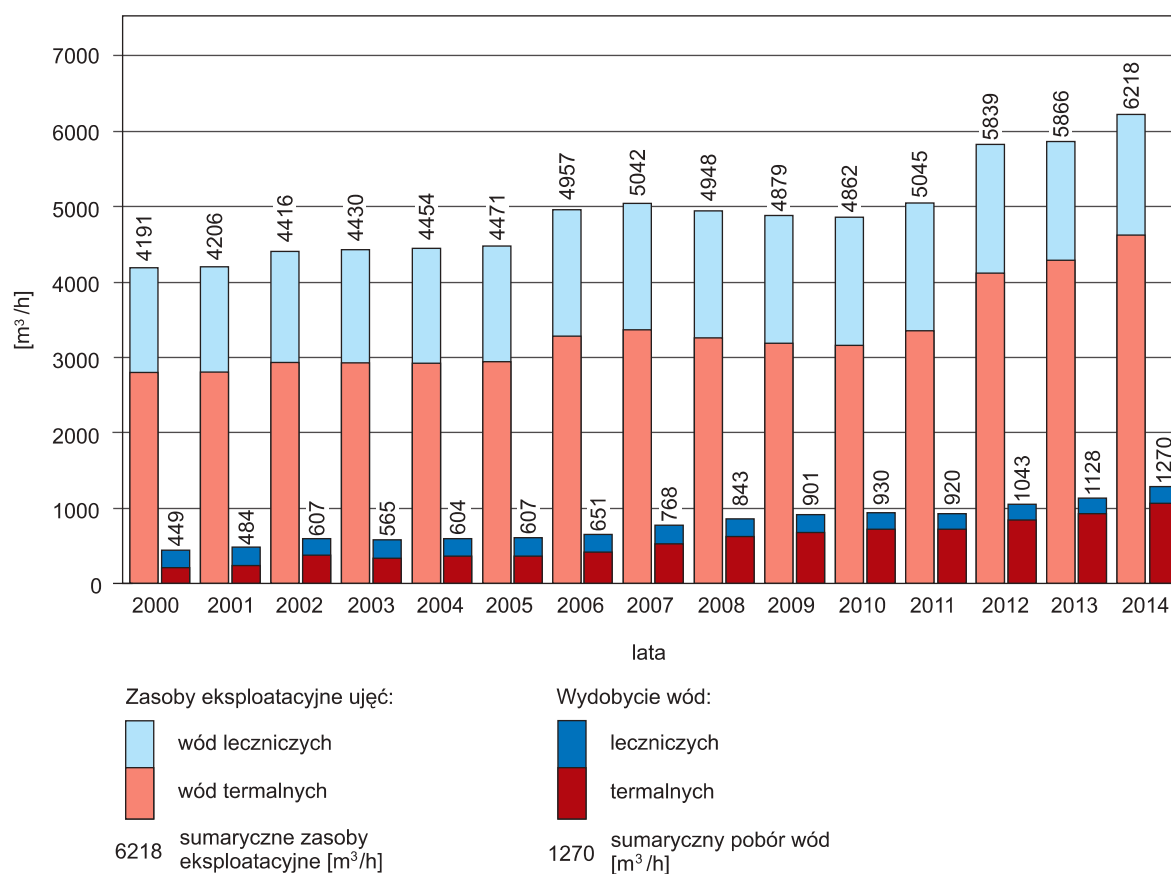


Fig. 4.2. Zmiany wielkości zasobów eksploatacyjnych wód podziemnych zaliczonych do kopalni oraz ich wydobycia w latach 2000–2014 (wg Skrzypczyka, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005; Skrzypczyka i Sokolowskiego, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015)

Tabela 4.3

Wielkość zasobów i wydobycia wód podziemnych zaliczonych do kopalin w 2014 r. w podziale na główne jednostki hydrogeologiczne (na podstawie Skrzypczyka i Sokółowskiego, 2015)

Prowincja hydrogeologiczna	Liczba złóż		Zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	Wydobycie [m ³ /rok]
	ogółem	użytkowanych		
Platformy prekambryjskiej	6	2	281,7	34 661,0
Platformy paleozoicznej	45	17	3 409,5	4 372 127,3
Sudecka	20	11	533,4	1 092 844,9
Karpacka	55	41	1 997,3	5 626 288,4
Łącznie	126	71	6 221,9	11 125 921,6

Z porównania zasobów eksploatacyjnych w układzie regionalnym wynika, że największa ich wielkość przypadła na obszar prowincji platformy paleozoicznej – 3409,5 m³/h, (tab. 4.3), z czego zdecydowaną większość, wynoszącą ok. 81% (2770,4 m³/h), stanowiły zasoby wód termalnych. Drugie miejsce pod względem wielkości zasobów eksploatacyjnych (1997,3 m³/h) zajmowała prowincja karpacka, w przypadku której udział zasobów wód termalnych w ogólnej wielkości zasobów eksploatacyjnych jest równie wysoki i wynosi niemal 78%. Na obszarze prowincji karpackiej znajdowała się również największa liczba złóż (55), stanowiąca niemal połowę wszystkich złóż wód zaliczonych do kopalin w kraju. W przypadku prowincji sudeckiej zasoby eksploatacyjne w wysokości 533,4 m³/h udokumentowano niemal wyłącznie dla wód leczniczych (17 z 20 złóż). Najmniejszą liczbą złóż i zasobami eksploatacyjnymi charakteryzuje się prowincja platformy prekambryjskiej. W tamtejszych sześciu złożach zasoby eksploatacyjne wynoszą jedynie 281,70 m³/h.

W 2014 r. spośród 126 złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin, użytkowanych było jedynie 71, przy czym wielkość zasobów eksploatacyjnych użytkowanych złóż stanowiła ponad 58% ich łącznej wartości (3641,07 m³/h). Najintensywniejsza eksploatacja wód podziemnych zaliczonych do kopalin miała miejsce na obszarze prowincji karpackiej. Pobór wód wynosił tu 5,6 mln m³, z czego ok. 5 mln m³ przypadało na wody termalne basenu podhalańskiego, w tym ponad 71% na złożo w Bańskiej Niżnej, którego wody są wykorzystywane do zaopatrzenia ciepłowni geotermalnej i termalnych ośrodków rekreacyjnych. W tym samym okresie wydobycie wód w obrębie prowincji platformy paleozoicznej,

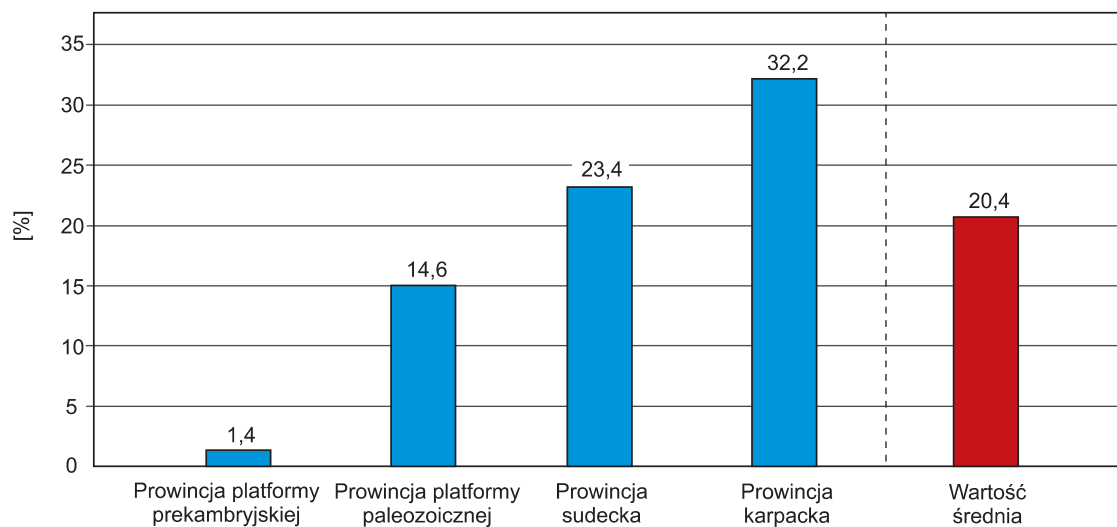


Fig. 4.3. Stopień wykorzystania zasobów eksploatacyjnych w 2014 r. w podziale na główne jednostki hydrogeologiczne (na podstawie Skrzypczyka i Sokółowskiego, 2015)

prowadzone również w znacznej mierze w celu produkcji energii cieplnej i zaopatrzenia termalnych ośrodków rekreacyjnych, było niemal o 23% niższe i wynosiło 4,4 mln m³. Na obszarze prowincji sudeckiej wydobyto 1,1 mln m³ wód, tj. niespełna 10% łącznej wielkości dla całego kraju – zaopatrzenia rozlewni i uzdrowisk. W prowincji platformy prekambryjskiej, gdzie wody były wykorzystywane jedynie w dwóch uzdrowiskach, wielkość wydobycia wynosiła nieco ponad 34 tys. m³, czyli ok. 0,3% w skali kraju.

Stopień wykorzystania zasobów wynikający z porównania wielkości wydobycia i zasobów eksploatacyjnych wynosi w skali kraju nieco ponad 20%, jednak jego zróżnicowanie zarówno dla poszczególnych rodzajów wód podziemnych zaliczonych do kopalni, a co za tym idzie regionalne, jest bardzo wyraźne. Zdecydowanie największy stopień wykorzystania zasobów wynoszący prawie 23% charakteryzuje wody termalne, w przypadku solanek jest to ponad 11%, a wód leczniczych – niemal 14%. Oznacza to, że rezerwy zasobów wszystkich rodzajów wód podziemnych zaliczonych do kopalni stwarzają możliwości do dalszego dynamicznego rozwoju przedsięwzięć związanych z ich wykorzystaniem.

W układzie regionalnym największym stopniem wykorzystania zasobów wynoszącym ponad 32% odznacza się prowincja karpacka, z intensywnie eksploatowanymi ujęciami wód termalnych i szczaw, do celów produkcji ciepła, rozlewnictwa, balneoterapii oraz w marginalnym stopniu wytwarzania produktów zdrojowych (fig. 4.3). Mniejszym stopniem wykorzystania zasobów charakteryzuje się prowincja sudecka, pomimo że na jej obszarze znajduje się najintensywniej eksploatowane złożo wód leczniczych w Polsce – Szczawno-Zdrój, dla którego stopień wykorzystania zasobów wynosi ok. 89%. Na obszarze prowincji platformy paleozoicznej wskaźnik ten wynosi niespełna 15%, a na obszarze prowincji platformy prekambryjskiej niewiele ponad 1%.

W najbliższym czasie należy spodziewać się utrzymania tendencji wzrostu liczby złóż, wielkości zasobów eksploatacyjnych oraz intensywności wykorzystania ich do celów rekreacyjnych i balneoterapeutycznych. Obecnie w kilku miejscowościach są prowadzone prace związane z poszukiwaniem i rozpoznawaniem wód termalnych. Kolejne projekty oczekują na realizację.

Informacje o zasobach wód podziemnych zaliczonych do kopalni oraz wielkości poboru są corocznie publikowane w opracowaniu pt. *Bilans zasobów złóż kopalni*, wydawanym przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy.

5. ZAGOSPODAROWANIE WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

Użytkowanie wód zmineralizowanych i swoistych, w tym termalnych, ma bardzo długą, sięgającą tysięcy lat, historię. Z pewną emfazą można stwierdzić, że wody te, wykorzystywane do celów związanych z ogrzewaniem, utrzymywaniem higieny, leczeniem i wypoczynkiem, towarzyszyły rozwojowi cywilizacji.

Również w Polsce ich zagospodarowywanie ma długą, mierzoną w setkach lat, tradycję, związaną początkowo z warzeniem soli jadalnej, następnie z balneoterapią i wytwarzaniem produktów zdrojowych, aż po rozlewnictwo i produkcję ciekłego dwutlenku węgla oraz ciepła. Opinię o zasobności naszego kraju w wody lecznicze, termalne i solanki, które na mocy przepisów prawa zaliczono do kopalni, potwierdza liczba udokumentowanych złóż (126 – wg stanu na dzień 31.12.2014 r.).

Przełom lat 80. i 90. XX w. przyniósł radykalne zmiany intensywności oraz sposobu użytkowania wód. Początek zmianom dał dynamiczny rozwój przemysłu rozlewniczego, nastawionego na butelkowanie wód o doskonałych walorach smakowych – przede wszystkim kwasowęglowych i szczaw. Zdecydowana większość krajowych rozlewni, w których butelkuje się naturalne wody mineralne, ulokowano w dolinie Popradu w prowincji karpackiej i na ziemi kłodzkiej w prowincji sudeckiej. Stałemu wzrostowi produkcji wód butelkowanych towarzyszy rosnąca eksploatacja wód leczniczych, a także poszukiwanie i dokumentowanie nowych ich zasobów. W dolinie Popradu istnieje dziś ponad 100 ujęć służących głównie zaopatrzeniu rozlewni.

Na lata 90. XX w. przypada również początek wykorzystywania wód termalnych Podhala do celów gospodarczych oraz budowa pierwszej ciepłowni geotermalnej, która obecnie dostarcza ciepło do Zako-

panego i kilku mniejszych miejscowości. Kolejne pięć ciepłowni powstało na obszarze Polski niżowej już w XXI w. (patrz rozdz. 5.3). Zakłady te borykają się wprawdzie z problemami natury ekonomicznej i technologicznej, lecz powstawanie i rozwój ciepłowni geotermalnych w kraju można uważać za przesądzone, pomimo że cena energii z wód termalnych jest mniej konkurencyjna w stosunku do ceny energii z paliw kopalnych. Z uwagi na potrzebę optymalnego wykorzystania eksploatowanych wód za wskazane uważa się połączenie produkcji ciepła z funkcjami rekreacyjnymi i balneoterapią. Po 2005 r. powstało 11 kompleksów rekreacyjnych z basenami napełnianymi wodami termalnymi, z których trzy stanowią przykład kaskadowego wykorzystania tych wód (patrz rozdz. 5.4). Obiekty te cieszą się dużym zainteresowaniem ze strony użytkowników, stanowiąc ponadlokalną atrakcję o charakterze nie tylko rekreacyjnym, lecz również turystycznym. Osiągają one doskonałe wyniki finansowe, co ma szczególnie istotne znaczenie w przypadku nadal mało rentownych zakładów ciepłowniczych.

Oceniając perspektywy rozwoju inwestycji z wykorzystaniem wód termalnych w naszym kraju należy podkreślić, że ich zastosowanie w rekreacji i lecznictwie w przyszłości ma szansę odgrywać pierwszoplanową rolę. Korzystne zmiany zachodzą również w wykorzystaniu wód do celów balneoterapeutycznych, w szczególności w lecznictwie uzdrowiskowym. Polska ma w tym względzie wieloletnie bogate tradycje i rozwinięty rynek tego typu usług. Rosnące zapotrzebowanie na terapię wykorzystującą naturalne surowce lecznicze, moda na odpoczynek w ośrodkach typu *spa* oraz rozwijająca się turystyka uzdrowiskowa powodują stale rosnący napływ kuracjuszy do uzdrowisk, a tym samym polepszanie ich stanu ekonomicznego, prowadzące do ich rozwoju oraz modernizacji bazy zabiegowej i pobytowej.

5.1. BALNEOTERAPIA

Zażywanie kąpiei oraz picie w celach terapeutycznych wód wyróżniających się szczególnymi właściwościami organoleptycznymi – smakiem, zapachem lub temperaturą, jest jedną z najstarszych metod leczenia, rozpowszechnioną i cenioną również współcześnie. Początkowo stosowanie wód do celów leczniczych było oparte wyłącznie na przesłankach empirycznych. Później, zwłaszcza w drugiej połowie XX w., właściwości lecznicze stosowanych wód w większości przypadków potwierdzono wynikami badań klinicznych (Latour i Ponikowska, 2008). Na podstawie badań klinicznych oraz analiz właściwości fizyczno-chemicznych wód ustalono ogólne wskazania dotyczące ich stosowania oraz sposobu wykorzystania.

Praktyczne zastosowanie wód leczniczych, a ponadto gazów i borowin w leczeniu schorzeń, szczególnie o charakterze przewlekłym, oraz w rehabilitacji i profilaktyce, jest domeną balneoterapii. Zabiegi wykonywane przy użyciu naturalnych surowców leczniczych są oparte na zastosowaniu bodźców fizjologicznych, z jakimi organizm styka się w warunkach naturalnych, lecz skumulowanych w określonej dawce, cyklu i czasie. W wyniku takiego działania organizm reaguje uruchomieniem odpowiednich bodźców adaptacyjnych, które wpływają na poprawę sprawności jego mechanizmów regulacyjnych (Kochański, 2002).

Wody lecznicze stosowane w balneoterapii powinny mieć właściwości wymienione w ustawie *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r., tj. charakteryzować się brakiem zanieczyszczeń chemicznych i mikrobiologicznych, naturalną zmiennością cech fizycznych i chemicznych oraz odpowiednią mineralizacją i/lub zawartością co najmniej jednego ze składników swoistych: żelaza dwuwartościowego, fluorków, jodków, siarki dwuwartościowej, kwasu metakrzemowego, radonu, dwutlenku węgla. Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 13.04.2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów oceny oraz świadectwa potwierdzającego te właściwości*, cechą swoistą wód leczniczych jest również ich temperatura wynosząca na wypływie co najmniej 20°C. Takie wody powinny mieć dodatkowo świadectwo potwierdzające ich właściwości lecznicze, wydane na podstawie udokumentowanych badań prowadzonych co najmniej przez 3 lata, określające aktualną kwalifikację balneochemiczną wód oraz wskazujące właściwy sposób wykorzystania ich w zabiegach.

Do celów balneoterapeutycznych najczęściej są wykorzystywane szczawy, wody chlorkowe, siarczanowe i siarczkowe, radonowe, zarówno chłodne, jak i termalne, o mineralizacji do 80 g/dm³. Ich zróżnicowany skład sprawia, że spektrum terapeutycznych zastosowań oraz form zabiegów jest bardzo szerokie. Zasadniczymi zabiegami wykonywanymi z wykorzystaniem wód leczniczych są kąpiele lecznicze, w tym suche kąpiele kwasowęglowe oraz inhalacje i kuracja pitna (krenoterapia). Ponadto stosuje się okłady i kompresy oraz płukania i przepłukiwania jam ciała. Zabiegi balneoterapeutyczne mają działanie miejscowe, a w przypadku kąpieli również ogólnousprawniające. Kąpiele w wodach leczniczych stosowane są głównie w schorzeniach narządów ruchu, dermatologicznych, neurologicznych, kardiologicznych oraz naczyń obwodowych. Kuracja pitna, zależnie od składu wody, jest stosowana w leczeniu m.in. chorób układu pokarmowego, moczowego, cukrzycy i otyłości. Inhalacje wodami leczniczymi (wziewania) mają działanie polegające na przywróceniu prawidłowej czynności wydzielniczej i oddechowej śluzówki, dzięki czemu ulega poprawie funkcjonowanie górnych i dolnych dróg oddechowych (Kochański, 2002). Szczególny rodzaj inhalacji stanowią solankowe wziewania okołotęśniowe. Poza Ciechocinkiem, słynącym z największych i najstarszych w kraju tęśni, leczniczych wziewań okołotęśniowych zażywać można również w Gołdapi, Inowrocławiu, Konstancinie-Jeziornie, Rabce-Zdroju, Dębowcu i Wieliczce, a wkrótce również w Jaworzu, Legionowie i Radlinie. Najbardziej unikalną formą wziewań jest subterraneoterapia polegająca na wykorzystaniu leczniczych właściwości klimatu podziemnych komór pogórnicych. Obecnie w Polsce funkcjonują dwa ośrodki subterraneoterapii – podziemne uzdrowisko w kopalni soli w Wieliczce oraz emanatorium radonowe w sztolni dawnej kopalni uranu w Kowarach.

Zabiegi balneoterapeutyczne powinny być stosowane ściśle według zaleceń lekarskich, określających czas ich trwania, dawkę, częstotliwość oraz odpowiedni ilościowo cykl. Z uwagi na możliwość zatruć (przy nadmiernej zawartości we wdychanym powietrzu dwutlenku węgla lub siarkowodoru uwalnianych z wód) szczególnej ostrożności i przestrzegania zasad bezpieczeństwa wymaga stosowanie kuracji z użyciem szczaw i wód siarczkowych. Względny bezpieczeństwa (częstotliwość i czas trwania zabiegów) powinny być brane pod uwagę również przy zabiegach z zastosowaniem wód radonowych ze względu na promieniowanie alfa oraz wód fluorkowych z uwagi na niewielką rozpiętość pomiędzy dawką leczniczą i toksyczną.

Zabiegi lecznicze z wykorzystaniem naturalnych surowców leczniczych są świadczone w uzdrowiskach, które dysponują ich złożami oraz odpowiednią bazą zabiegową. Sporadycznie, leczenie przy wykorzystaniu miejscowych wód leczniczych jest prowadzone w miejscowościach niemających statusu uzdrowiska.

5.1.1. Uzdrowiska i obszary ochrony uzdrowiskowej

Kompleksowe leczenie chorób przewlekłych, rehabilitacja różnego typu niesprawności i profilaktyka przy użyciu wód leczniczych jest prowadzona najczęściej w uzdrowiskach. Nowoczesne leczenie uzdrowiskowe, poza naturalnymi tworzywami leczniczymi, wykorzystuje inne metody fizjoterapii, m.in.: fizykoterapię, hydroterapię, kinezyterapię, klimatoterapię, a ponadto dietetykę farmakologię, psychologię i pedagogikę (Straburzyńska-Lupa i Straburzyński, 2008). Niebagatelne znaczenie mają również czynniki środowiskowe – krajobraz, szata roślinna, brak zanieczyszczeń środowiska i cisza, tworzące warunki sprzyjające terapii oraz profilaktyce chorób.

W celu wykorzystania oraz ochrony naturalnych surowców leczniczych i szczególnych warunków środowiskowych w Polsce powstało 45 uzdrowisk statutowych, z których 41 dysponuje złożami wód leczniczych (tzw. zdrojowiska) (fig. 5.1, tab. 5.1). Największa ich liczba istnieje w województwach dolnośląskim (10) i małopolskim (7). Polskie uzdrowiska mają zróżnicowane profile lecznicze, formy i zakres świadczonych usług. Służą terapii zarówno osób dorosłych, jak i dzieci. Leczenie chorób w uzdrowiskach jest szczególnie korzystne, gdyż stosowane metody nie wywołują skutków ubocznych, efekty utrzymują się długo, a koszty terapii są stosunkowo niskie. W 2010 r. w uzdrowiskach przebywało 573 tys. kuracjuszy, a liczba udzielonych zabiegów leczniczych przekroczyła 30,2 mln (Bubla i in., 2011).



Fig. 5.1. Lokalizacja uzdrowisk, w których są wykorzystywane wody lecznicze (wg stanu na 31.12.2014 r.)

Zasady dotyczące funkcjonowania uzdrowisk reguluje *Ustawa z dnia 28.07.2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych*. W celu uzyskania statusu uzdrowiska obszar (gmina lub jej część) musi spełnić szereg warunków, wśród których znajdują się potwierdzenie w formie świadectwa właściwości leczniczych złożeń naturalnych surowców leczniczych i leczniczego klimatu, posiadanie właściwej infrastruktury technicznej w zakresie gospodarki wodno-ściekowej, energetycznej, usuwania odpadów i transportu zbiorowego oraz spełnianie określonych wymogów w stosunku do środowiska, wynikających z przepisów o ochronie środowiska. Niezbędne jest również istnienie na obszarze ubiegającym się o status uzdrowiska, zakładów i urzędzeń lecznictwa uzdrowiskowego oraz stref ochrony uzdrowiskowej, wyznaczanych w celu ochrony naturalnych surowców leczniczych, warunków przyrodniczych oraz urzędzeń uzdrowiskowych. Status uzdrowiska jest nadawany na drodze rozporządzenia przez Radę Ministrów, po uprzednim opracowaniu operatu uzdrowiskowego i zatwierdzeniu go przez ministra zdrowia.

Należy przewidywać, że zapotrzebowanie na usługi uzdrowiskowe będzie wzrastało. Od kilku lat jest obserwowany rosnący udział kuracjuszy samodzielnie finansujących pobyty lecznicze w uzdrowiskach, w tym osób z zagranicy korzystających z oferty polskich uzdrowisk. Szanse rozwoju należy upatrywać również w rosnącej popularności turystyki uzdrowiskowej oraz mody na zdrowy tryb życia. Krótkie, kilkudniowe pobyty w ośrodkach oferujących usługi typu *wellness and spa* zlokalizowanych w uzdrowiskach wspomagają regenerację organizmu, utrzymanie kondycji zdrowotnej i umożliwiają korzystanie z aktywnego wypoczynku.

Tabela 5.1

Zestawienie informacji o uzdrowiskach, w których są wykorzystywane wody lecznicze (informacje o kierunkach leczniczych na podstawie www.mz.gov.pl, wg stanu na 31.12.2014 r.)

Uzdrowisko Rodzaj Okres rozpoczęcia działalności	Kierunki lecznicze (choroby)	Charakterystyka wód leczniczych¹ Zabiegi, do których używa się wód leczniczych
Busko-Zdrój nizinne 1828 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, osteoporoza, skóry	woda mineralna, swoista (siarczkowa, jodkowa, żelazista, fluorkowa), termalna (dostarczana z ujęć miejscowych oraz ze złóż w Lesie Winiarskim i Dobrowodzie) kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje, kuracja pitna
Ciechocinek nizinne 1836 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, naczyń obwodowych, górnych dróg oddechowych, cukrzyca, otyłość, osteoporoza, kobiece (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa), termalna kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje (w tym okołotężniowe), kuracja pitna, płukania przyzębia
Cieplice Śląskie-Zdrój podgórskie 1281 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, osteoporoza, nerek i dróg moczowych, oka i przydatków oka (leczenie dorosłych i dzieci)	woda słabo zmineralizowana, swoista (fluorkowa, krzemowa, radonowa), termalna kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje, kuracja pitna, płukania jamy ustnej, płukania oczu
Czerniawa-Zdrój podgórskie I poł. XIX w.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych i dolnych dróg oddechowych, cukrzyca, osteoporoza (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna, swoista (szczawa, krzemowa, żelazista) kąpiele wannowe, kuracja pitna
Długopole-Zdrój podgórskie I poł. XIX w.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, naczyń obwodowych, układu trawienia, cukrzyca, krwi i układu krwiotwórczego (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna, swoista (szczawa, krzemowa, żelazista) woda swoista (szczawa, żelazista, radonowa) (pozyskiwanie CO ₂ ze szczaw do celów leczniczych) kąpiele wannowe, suche kąpiele CO ₂ , kuracja pitna
Duszniki-Zdrój podgórskie 1769 r.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, naczyń obwodowych, dolnych dróg oddechowych, układu trawienia, osteoporoza, kobiece	woda mineralna, swoista (szczawa, krzemowa, żelazista, radonowa), termalna mineralne kąpiele wannowe, kuracja pitna
Goczałkowice-Zdrój nizinne 1862 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, osteoporoza (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa, żelazista) kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje

Tabela 5.1 cd.

Uzdrowisko Rodzaj Okres rozpoczęcia działalności	Kierunki lecznicze (choroby)	Charakterystyka wód leczniczych Zabiegi, do których używa się wód leczniczych
Gołdap nizinne 2000	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, dolnych dróg oddechowych, układu trawienia, kobiece	woda mineralna, swoista (fluorkowa), termalna kąpiele wannowe, inhalacje (w tym okołotężniowe), kuracja pitna
Horyniec-Zdrój nizinne II poł. XIX w.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, osteoporoza, skóry, kobiece	woda swoista (siarczkowa) kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, kuracja pitna
Inowrocław nizinne 1876 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, naczyń obwodowych, układu trawienia	woda mineralna (solanka), swoista (siarczkowa), termalna kąpiele wannowe, inhalacje (w tym okołotężniowe)
Iwonicz-Zdrój podgórskie II poł. XVII w.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, dolnych dróg oddechowych, układu trawienia, otyłość, osteoporoza, skóry, kobiece	woda mineralna i słabo zmineralizowana, swoista (kwasowęglowa, jodkowa) kąpiele wannowe, inhalacje, kuracja pitna
Jedlina-Zdrój górskie XVII/XVIII w.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych i dolnych dróg oddechowych, układu trawienia, nerek i dróg moczowych	woda mineralna, swoista (szczawa, fluorkowa, żelazista, radonowa) kąpiele wannowe, inhalacje, kuracja pitna
Kamień Pomorski nadmorskie II poł. XIX w.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, dolnych dróg oddechowych	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa) kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje
Kołobrzeg nadmorskie 1830 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych i dolnych dróg oddechowych, cukrzyca, otyłość, endokrynologiczne, osteoporoza, skóry (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa, żelazista) kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje, kuracja pitna
Konstancin-Jeziorna nizinne 1917 r.	układu nerwowego, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych dróg oddechowych	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa, żelazista), termalna inhalacje okołotężniowe

Tabela 5.1 cd.

Uzdrowisko Rodzaj Okres rozpoczęcia działalności	Kierunki lecznicze (choroby)	Charakterystyka wód leczniczych Zabiegi, do których używa się wód leczniczych
Krynica-Zdrój górskie I poł. XIX w.	układu nerwowego, reumatologiczne, górnych dróg oddechowych, układu trawienia, cukrzyca, kobiece, nerek i dróg moczowych, krwi i układu krwiotwórczego	woda mineralna, swoista (szczawa lub kwasowęglowa, żelazista, krzemowa); woda swoista (szczawa lub kwasowęglowa, żelazista); woda mineralna, swoista (szczawa, jodkowa) – typu Zuber (pozyskiwanie CO ₂ ze szczaw do celów leczniczych) kąpiele wannowe, suche kąpiele CO ₂ , inhalacje, kuracja pitna
Kudowa-Zdrój podgórskie 1636 r.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, naczyń obwodowych, układu trawienia, endokrynologiczne, krwi i układu krwiotwórczego (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna, swoista (krzemowa, szczawa, żelazista) (pozyskiwanie CO ₂ ze szczaw do celów leczniczych) kąpiele wannowe, suche kąpiele CO ₂ , kuracja pitna
Łądek-Zdrój górskie 1241 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, naczyń obwodowych, osteoporoza, skóry, kobiece	woda słabo zmineralizowana, swoista (fluorkowa, radonowa, siarczkowa), termalna kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje radonowe, kuracja pitna
Muszyna-Złockie podgórskie I poł. XX w.	reumatologiczne, górnych dróg oddechowych, układu trawienia, endokrynologiczne	woda mineralna, swoista (szczawa, żelazista, jodkowa) kąpiele wannowe, kuracja pitna
Nałęczów nizinne 1878 r.	kardiologiczne i nadciśnienie	woda słabo zmineralizowana, swoista (żelazista) kuracja pitna
Piwniczna-Zdrój podgórskie 1884 r.	reumatologiczne, górnych i dolnych dróg oddechowych, układu trawienia	woda mineralna, swoista (szczawa, żelazista) inhalacje, kuracja pitna, płukanie
Polanica-Zdrój podgórskie 1828 r.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych dróg oddechowych, układu trawienia	woda mineralna, swoista (szczawa); woda słabo zmineralizowana, swoista (kwasowęglowa) kąpiele wannowe, suche kąpiele CO ₂ , kuracja pitna

Tabela 5.1 cd.

Uzdrowisko Rodzaj Okres rozpoczęcia działalności	Kierunki lecznicze (choroby)	Charakterystyka wód leczniczych Zabiegi, do których używa się wód leczniczych
Polańczyk podgórskie 1977 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych i dolnych dróg oddechowych, cukrzyca, endokrynologiczne	woda mineralna; woda mineralna, swoista (jodkowa) kąpiele wannowe, kuracja pitna
Połczyn-Zdrój nizinne XVII/XVIII w.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, otyłość, osteoporoza, kobiece	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa) kąpiele wannowe, inhalacje
Przerzeczyn-Zdrój nizinne I poł. XIX w.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne	woda słabo zmineralizowana, swoista (radonowa) kąpiele wannowe, kąpiele basenowe
Rabka-Zdrój górskie 1864 r.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych i dolnych dróg oddechowych, cukrzyca, otyłość, skóry (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa), termalna kąpiele wannowe, inhalacje, kuracja pitna (Szczawa)
Rymanów-Zdrój podgórskie 1876 r.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górnych i dolnych dróg oddechowych, nerek i dróg moczowych (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna, swoista (jodkowa, kwasowęglowa, szczawa) kąpiele wannowe, inhalacje, kuracja pitna
Solec-Zdrój nizinne I poł. XIX w.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, osteoporoza, skóry	woda mineralna (solanka), swoista (siarczkowa, jodkowa) (dostarczana z ujęć miejscowych oraz ze złóż w Welninie) kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje
Sopot nadmorskie 1823 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, dolnych dróg oddechowych, osteoporoza (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa) kąpiele wannowe, inhalacje
Swoszowice nizinne 1811 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, osteoporoza, skóry	woda mineralna, swoista (siarczkowa) kąpiele wannowe, kuracja pitna

Tabela 5.1 cd.

Uzdrowisko Rodzaj Okres rozpoczęcia działalności	Kierunki lecznicze (choroby)	Charakterystyka wód leczniczych Zabiegi, do których używa się wód leczniczych
Szczawnica górskie 1828 r.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, górných i dolnych dróg oddechowych, otyłość	woda mineralna, swoista (szczawa, jodkowa) kąpiele wannowe, inhalacje, kuracja pitna, płukanie
Szczawno-Zdrój podgórskie XVII w.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne, górných i dolnych dróg oddechowych, układu trawienia, cukrzyca, otyłość, osteoporoza, nerek i dróg moczowych	woda mineralna, swoista (radonowa, szczawa) kąpiele wannowe, inhalacje, kuracja pitna
Świeradów-Zdrój górskie 1755 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, naczyń obwodowych, górných i dolnych dróg oddechowych, cukrzyca, osteoporoza, skóry, kobiece (leczenie dorosłych i dzieci)	woda słabo zmineralizowana, swoista (radonowa, szczawa); woda mineralna, swoista (szczawa, krzemowa, żelazista) kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje, kuracja pitna, płukanie
Świnoujście nadmorskie 1822 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górných i dolnych dróg oddechowych, otyłość, endokrynologiczne, osteoporoza, skóry (leczenie dorosłych i dzieci)	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa, żelazista) kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje
Uniejów nizinne 2012 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, naczyń obwodowych, skóry	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa), termalna kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje
Ustka nadmorskie I poł. XIX w.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, górných dróg oddechowych, dolnych dróg oddechowych, endokrynologiczne	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa) wody lecznicze nie są wykorzystywane
Ustroń podgórskie 1804 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, naczyń obwodowych, górných i dolnych dróg oddechowych, cukrzyca, otyłość, osteoporoza	woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa, żelazista, fluorkowa) termalna kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje, kuracja pitna, płukanie
Wapienne podgórskie XVII w.	ortopedyczno-urazowe, reumatologiczne	woda słabo zmineralizowana, swoista (siarczkowa) kąpiele wannowe, inhalacje

Tabela 5.1 cd.

Uzdrowisko Rodzaj Okres rozpoczęcia działalności	Kierunki lecznicze (choroby)	Charakterystyka wód leczniczych Zabiegi, do których używa się wód leczniczych
Wieniec-Zdrój nizinne 1923 r.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, kardiologiczne i nadciśnienie, dolnych dróg oddechowych, osteoporoza	woda mineralna, swoista (siarczkowa) kąpiele wannowe, kuracja pitna
Wysowa-Zdrój górskie XVIII w.	ortopedyczno-urazowe, układu nerwowego, reumatologiczne, górnych i dolnych dróg oddechowych, układu trawienia, cukrzyca, otyłość, osteoporoza, nerek i dróg moczowych	woda mineralna, swoista (żelazista, jodkowa, szczawa) kąpiele wannowe, inhalacje, kuracja pitna
Żegiestów-Zdrój górskie 1846 r.	reumatologiczne, układu trawienia, nerek i dróg moczowych	woda mineralna, swoista (żelazista, szczawa) kąpiele wannowe, kuracja pitna

¹ Wody słabo zmieneralizowane – mineralizacja <1 g/dm³, wody mineralne – mineralizacja ≥1–35 g/dm³, solanki – mineralizacja ≥35 g/dm³.



Basen leczniczy w Zakładzie Przyrodolecznictwa w Łądku-Zdroju
(fot. Archiwum Uzdrowiska Łądek-Długopole SA)



Tężnia solankowa w Ciechocinku
(fot. Archiwum Uzdrawiska Ciechocinek SA)



Wnętrze pijalni wód leczniczych w Kudowie-Zdroju
(fot. A. Felter).

Poza uzdrowiskami statutowymi istnieją inne obszary, na których są planowane inwestycje związane z leczeniem uzdrowiskowym. Najbliższe realizacji celu są gminy Latoszyn oraz Skierniewice-Maków (na planszy *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin* oznaczone jako Skierniewice), mające status obszarów ochrony uzdrowiskowej. Spełniają one niemal te same kryteria co uzdrowiska, lecz nie prowadzą działalności leczniczej ze względu na brak infrastruktury uzdrowiskowej – sanatoriów, szpitali, zakładów przyrodoleczniczych, których powstanie jest planowane w najbliższym czasie.

5.1.2. Inne miejscowości, w których wody lecznicze są wykorzystywane w balneoterapii

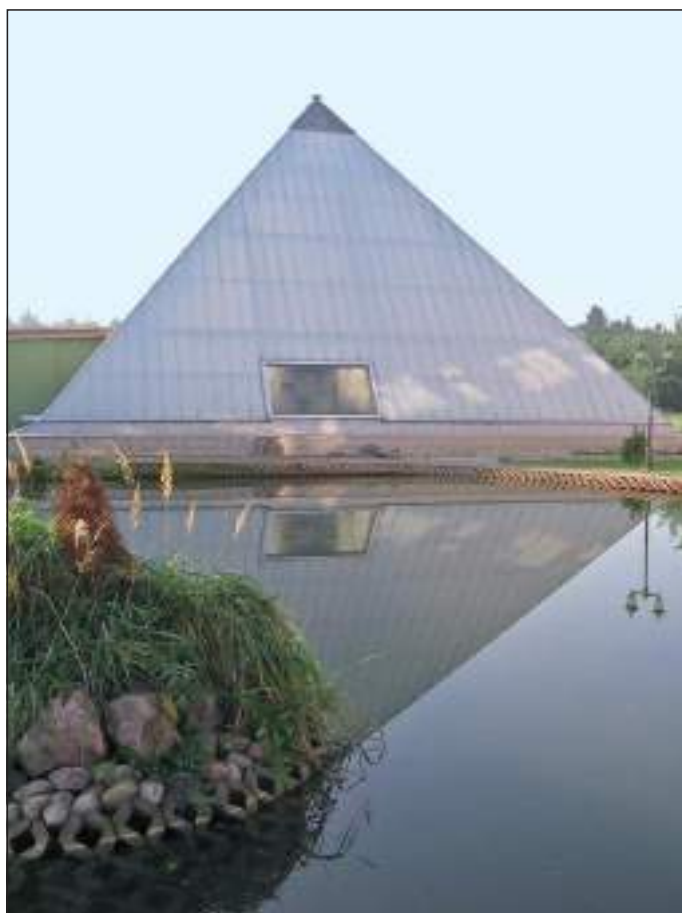
Zabiegi balneoterapeutyczne z wykorzystaniem wód leczniczych pochodzących z miejscowych złóż są świadczone również w kilku miejscowościach niemających statusu uzdrowisk. Rodzaj oferowanych kuracji jest zależny od bazy zabiegowej, jaką dysponują ośrodki lecznicze oraz ich zasadniczego profilu działalności.

W Krzeszowicach i Rzeszowie wody są wykorzystywane w warunkach szpitalnych na zasadach podobnych do istniejących w tego typu placówkach działających w uzdrowiskach. Ośrodek Rehabilitacji Narządu Ruchu Krzeszowice SP ZOZ wykorzystuje lecznicze mineralne wody siarczkowe ujęte w Zdroju Głównym w terapii schorzeń ortopedycznych, reumatycznych oraz dysfunkcji układu nerwowego. Zakład balneologiczny działający przy Szpitalu Miejskim im. Jana Pawła II w Rzeszowie, wykorzystujący wody chlorkowe z ujęcia S-2,

służy pacjentom szpitala oraz leczącym się w trybie ambulatoryjnym, cierpiącym na schorzenia reumatyczne i ortopedyczne.

Lecznicze kąpiele solankowe (wannowe i basenowe) przy wykorzystaniu leczniczych wód chlorkowych z zawartością jodków z otworu Grudziądz IG-1 w Maruszy są świadczone w powstałym w 2006 r. zakładzie rehabilitacji i balneologii należącym do NZOZ Geotermia Grudziądz. Wpływają korzystnie na choroby skóry, schorzenia ortopedyczno-urazowe, neurologiczne, nerwice oraz otyłość. Zabiegi lecznicze odbywają się w systemie ambulatoryjnym.

Wody lecznicze są wykorzystywane również w obiektach, które poza znaczeniem balneologicznym służą promocji i popularyzacji miejscowości, stanowiąc atrakcję turystyczną. Przykładem tego rodzaju połączenia funkcji jest stylowa pijalnia wód mineralnych powstała w 2010 r. w Szczawie. Są w niej wykorzystywane miejscowe szczawy mineralne z ujęć: Dziedzilla, Hanna oraz Szczawa II. Podobny charakter mają również tężnie solankowe powstałe w Dębowcu i Radlinie oraz Legionowie (w budowie). Okazała tężnię uruchomiono również w Wieliczce, gdzie



Piramida Solna z tężnią solankową w Grudziądzu
(*fol. A. Krawiec*)

w 2014 r. udokumentowano wody lecznicze wypływające w obrębie wyrobisk dawnej kopalni soli (Witczak i in., 2014). W wyrobiskach tych już od 1958 r. jest prowadzona już subterraneoterapia wspomagająca leczenie schorzeń dróg oddechowych.

5.2. ROZLEWNICTWO

Wody lecznicze stanowią cenny surowiec wykorzystywany również w przemyśle rozlewniczym. Z uwagi na właściwości fizyczno-chemiczne charakteryzują się one doskonałymi walorami smakowymi oraz profilaktyczno-zdrowotnym oddziaływaniem na organizm człowieka. Najwyżej cenione są wody wodorowęglanowe z naturalną zawartością dwutlenku węgla – szczawy i wody kwasowęglowe, rzadziej są wykorzystywane wody chlorkowe. W przeszłości butelkowano również wody siarczanowe.

Obecnie na obszarze kraju funkcjonują 22 rozlewnie wykorzystujące wody lecznicze, zlokalizowane w 16 miejscowościach, z których 10 ma status uzdrowiska (fig. 5.2, tab. 5.2). Większość zakładów (11) znajduje się w rejonie doliny Popradu, noszącej miano polskiego zagłębia rozlewniczego, co wynika zarówno z tradycji tej dziedziny przemysłu, jak i z powszechności występowania szczaw. Przyjmuje się, że kolebką polskiego rozlewnictwa jest Krynica-Zdrój, w której w 1806 r. powstała pierwsza rozlewnia wody, zaopatrywana w wodę ze źródła Zdrój Główny, które nadal jest wykorzystywane do tego celu (Ciężkowski, 1993).

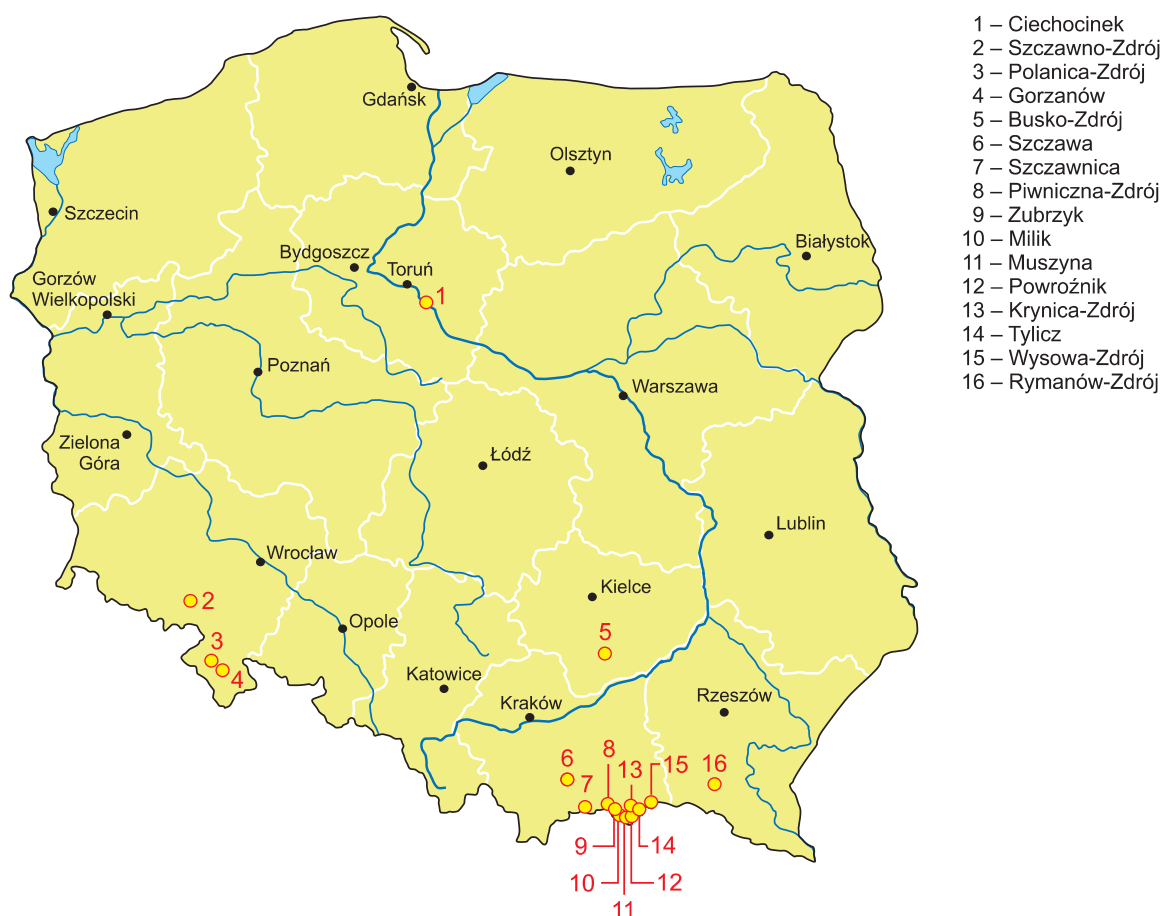


Fig. 5.2. Lokalizacja rozlewni, w których są wykorzystywane wody lecznicze w Polsce (wg stanu na 31.12.2014 r.)



Linia produkcyjna wody mineralnej Piwniczanka w Piwnicznej-Zdroju
(*fol. Archiwum Spółdzielni Pracy Piwniczanka*)

Wody lecznicze są rozlewane do opakowań i konfekcjonowane jako naturalne wody mineralne, lub rzadziej, jako wody lecznicze (tab. 5.2), przy czym definicje dotyczące wód mineralnych i leczniczych stosowane w rozlewnictwie różnią się od używanych w hydrogeologii. Butelkowane wody lecznicze są traktowane jako produkty lecznicze i podlegają przepisom wynikającym z ustawy z dnia 6.09.2001 r. *Prawo farmaceutyczne*. Zgodnie z wymienioną ustawą są to wody, których skład chemiczny i właściwości fizyczne warunkują określone działanie lecznicze, potwierdzone wynikami badań farmakologicznych i klinicznych, i powinny być stosowane na zalecenie lekarza w ściśle określonej objętości i w limitowanym czasie. Uznanie tych wód za lecznicze leży w kompetencjach Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego, który prowadzi ich rejestr. Większość butelkowanych wód podziemnych zaliczonych do kopalin spełnia powyższe warunki, jednak z uwagi na skomplikowaną procedurę związaną z formalnym uznaniem ich za wody lecznicze, są sprzedawane jako naturalne wody mineralne, zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 31.03.2011 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródłanych i wód stołowych*. Naturalną wodą mineralną jest każda woda podziemna, spełniająca określone w wymienionym rozporządzeniu warunki dotyczące m.in. oceny jej właściwości pod względem fizyczno-chemicznym i bakteriologicznym. Rozporządzenie klasyfikuje ponadto wody butelkowane według mineralizacji, stopnia nasycenia dwutlenkiem węgla oraz pochodzenia tego gazu. Woda podziemna jest uznawana za naturalną wodę mineralną przez Głównego Inspektora Sanitarnego w drodze obwieszczenia, na podstawie oceny i zaliczenia jej do właściwej grupy rodzajowej dokonanej przez Państwowy Zakład Higieny (Rajchel, 2012). Naturalne wody mineralne powinny także figurować w krajowym i europejskim rejestrze wód butelkowanych.

Niektóre naturalne wody mineralne wymagają odpowiedniego przygotowania przed procesem butelkowania. Są one na ogół odgazowywane, usuwa się z nich nadmiar żelaza, manganu i jonu amonowego. Uzdatnianie wody zachodzi wyłącznie przy użyciu tlenu w tzw. wieży oksydacyjnej i przepuszczeniu wody przez żwirowe zbiorniki filtracyjne, gdzie odbywa się osadzanie wytrąconych w wyniku utleniania związków. Tak przygotowana woda jest najczęściej gromadzona w beczcieniowych zbiornikach buforowych, a następnie podawana pompami do urządzeń linii rozlewniczej. W przypadku gdy produktem końcowym jest woda gazowana, woda jest ponadto nasycana dwutlenkiem węgla w saturatorze. Gaz ten jest również czynnikiem stabilizującym skład chemiczny wody. W przypadku butelkowania wód leczniczych proces przygotowania wody ogranicza się jedynie do jej filtrowania.

Tabela 5.2

**Zestawienie informacji o rozlewniach wykorzystujących wody lecznicze i ich produktach
(wg stanu na 31.12.2014 r.)**

Miejscowość	Producent	Nazwa handlowa wody	Typ chemiczny wody Mineralizacja [g/dm ³]	Rodzaj wody
Busko-Zdrój	Uzdrowisko Busko-Zdrój SA	Buskowieńka	$\frac{\text{Cl-HCO}_3\text{-Na-Ca}}{1,6}$	naturalna woda mineralna
Ciechocinek	Uzdrowisko Ciechocinek SA	Krystynka	$\frac{\text{Cl-Na}}{3,4}$	naturalna woda mineralna
Gorzanów	WWM Mineral Sp.j.	Mineral	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca}}{1,0}$	naturalna woda mineralna
		Familijna	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca}}{1,0}$	naturalna woda mineralna
Krynica-Zdrój	Uzdrowisko Krynica-Żegiestów SA	Słotwinka	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Mg-Na-Ca}}{3,9}$	woda lecznicza
		Jan	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca}}{0,6}$	woda lecznicza
		Zuber	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Na, I}}{24,1}$	woda lecznicza
		Krynicańka	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca}}{2,0}$	naturalna woda mineralna
	PW Mineral Complex Sp. z o.o.	Krynica Minerale	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca}}{1,9}$	naturalna woda mineralna
	ZPHU INEX Sp. z o.o.	Muszyna	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}}{1,5}$	naturalna woda mineralna
Milik	Spółdzielnia Pracy Muszynianka	Muszynianka Plus	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Mg-Ca}}{2,1}$	naturalna woda mineralna
Muszyna	RWM Sopol Sp. z o.o.	Muszyna Zdrój	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}}{1,6}$	naturalna woda mineralna
	Polskie Zdroje Sp. z o.o.	Muszyńskie Zdroje	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Mg-Na-Ca}}{3,9}$	naturalna woda mineralna
	PRBT St. i J. Cechini Sp. j.	Muszyna	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}}{1,9}$	naturalna woda mineralna
		Muszyna-Stanisław	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca}}{2,3}$	naturalna woda mineralna
	Spółdzielnia Pracy Muszynianka	Muszynianka	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Mg-Ca}}{1,9}$	naturalna woda mineralna
Piwniczna-Zdrój	Spółdzielnia Pracy Piwniczanka	Piwniczanka	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-Na}}{1,7}$	naturalna woda mineralna
Polanica-Zdrój	Uzdrowiska Kłodzkie SA – Grupa PGU	Wielka Pieniawa	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca}}{1,4}$	woda lecznicza ¹
		Staropolanka	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca}}{0,9}$	naturalna woda mineralna
		Staropolanka 2000	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca}}{2,1}$	naturalna woda mineralna

Tabela 5.2 cd.

Miejscowość	Producent	Nazwa handlowa wody	Typ chemiczny wody Mineralizacja [g/dm ³]	Rodzaj wody
Powroźnik	Galicjanka RP Sp. z o.o.	Galicjanka	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}}{1,9}$	naturalna woda mineralna
	PW Mineral ComplexS Sp. z o.o.	Muszyna Minerale	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca}}{2,4}$	naturalna woda mineralna
Rymanów-Zdrój	Uzdrowisko Rymanów SA	Celestynka	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca}}{1,3}$	naturalna woda mineralna
Szczawa	Euro-Code Sp.j. K.J. Morzywołek	Szczawa Minerale	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}}{1,7}$	naturalna woda mineralna
Szczawnica	Uzdrowisko Szczawnica SA	Helena	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}}{1,9}$	woda lecznicza
		Jan	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Cl-Na, I}}{4,8}$	woda lecznicza
		Stefan	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Cl-Ca-Na}}{4,0}$	woda lecznicza
		Józefina	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Cl-Na, I}}{5,3}$	woda lecznicza
		Józef	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Cl-Na, I}}{11,0}$	woda lecznicza
Szczawno-Zdrój	Uzdrowisko Szczawno-Jedlina SA	Mieszko	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Na}}{3,2}$	woda lecznicza
		Dąbrówka	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}}{1,8}$	woda lecznicza
		Anka	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}}{2,0}$	naturalna woda mineralna
Tylicz	Multivita Sp. z o.o.	Kropla Mineralów	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-Na}}{1,3}$	naturalna woda mineralna
Wysowa	Uzdrowisko Wysowa SA	Henryk	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}}{5,2}$	woda lecznicza
		Józef	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Cl-Na, Fe}}{2,3}$	woda lecznicza
		Franciszek	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Cl-Na, I}}{16,0}$	woda lecznicza
		Wysowianka	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Na-Ca, Fe}}{2,9}$	naturalna woda mineralna
Zubrzyk	Masspol Sp. z o.o.	Zdroje Piwniczna	$\frac{\text{HCO}_3\text{-Na-Mg-Ca}}{2,0}$	naturalna woda mineralna

¹ Środek Spożywczy Specjalnego Przeznaczenia Żywnościowego.

W przemyśle rozlewniczym obserwuje się stały rozwój technologii oraz usprawnianie procesów produkcyjnych. Obecnie stosowane maszyny są złożonymi urządzeniami o wysokim stopniu automatyzacji oraz dużej wydajności. Rozwija się również sam przemysł rozlewniczy wód podziemnych zaliczonych

do kopalni, któremu towarzyszy zwiększanie zasobów eksploatacyjnych wód oraz rozbudowa i modernizacja istniejących już zakładów.

Wielkość rocznego spożycia wód butelkowanych systematycznie wzrasta – z $0,1 \text{ dm}^3/\text{osobę}$ w latach 50. XX w. do ok. $74 \text{ dm}^3/\text{osobę}$ w 2011 r. (Kucharski i Sokołowski, 2007; Rajchel, 2012).

Na planszy *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalni w Polsce* zaznaczono również rozlewnie, których funkcjonowanie zostało zawieszono w ostatnich kilku latach.

5.3. CIEPŁOWNICTWO

Od początku lat 90. XX w. wykorzystanie wód termalnych stało się w kraju przedmiotem szczególnego zainteresowania, które początkowo wynikało z uzasadnionego przekonania, że stanowią one powszechnie występujące i tanie źródło energii cieplnej. W tym czasie powstało sześć ciepłowni geotermalnych (fig. 5.3, tab. 5.3), których budowa i funkcjonowanie pozwoliły na zebranie informacji dotyczących optymalnych warunków do realizacji tego rodzaju inwestycji, ich faktycznych kosztów oraz ryzyka inwestycyjnego i geologicznego. Do najistotniejszych czynników warunkujących efektywność tego rodzaju przedsięwzięć należą parametry hydrogeologiczne ujmowanych poziomów wodonośnych (temperatura wód, ich mineralizacja, wydajność i ciśnienie złożowe oraz głębokość występowania), wśród których zasadnicze znaczenie odgrywa temperatura i wydajność (Igliński i in., 2010).

Ciepłownie geotermalne powstały na obszarach charakteryzujących się najkorzystniejszymi w skali kraju warunkami do występowania i ujmowania wód termalnych – na obszarze niecki podhalańskiej (ciepłownia w Bańskiej Niżnej) oraz nieckach szczecińskiej (ciepłownie w Pyrzycach i Stargardzie)



Fig. 5.3. Lokalizacja ciepłowni geotermalnych w Polsce (wg stanu na 31.12.2014 r.)

Tabela 5.3

Zestawienie informacji o ciepłowniach geotermalnych w Polsce (wg stanu na 31.12.2014 r.)

Nazwa instalacji Rok powstania	Rodzaj instalacji Otwory eksploatacyjne Otwory chłonne	Zasoby wód termalnych [m ³ /h] Temp. na wypływie [°C]	Moc zainstalowana ¹		Sprzedaż ciepła w 2013 r. ¹		Wykorzystanie towarzyszące
			całkowita	z geotermii	całkowita	z geotermii	
			MW _t	MW _t	TJ/r	TJ/r	
Bańska Nizna– Biały Dunajec 1994	1 dublet 1 triplet Bańska IG-1 Bańska PGP-1 Bańska PGP-3 Biały Dunajec PAN-1 Biały Dunajec PGP-2	670 86	80,8	40,7	376,0	286,5	geotermalny kompleks rekreacyjny
Mszczonów 2001	jednootworowa Mszczonów IG-1	60 40	10,2	2,7	56,9	15,1	geotermalny kompleks rekreacyjny
Poddębice 2013	jednootworowa Poddębice GT-2	190 71	3,8	3,8	17,0–19,0	17,0–19,0	geotermalny basen rekreacyjny
Pyrzyce 1996	2 dublety Pyrzyce GT-1 Pyrzyce GT-3 Pyrzyce GT-2 Pyrzyce GT-4	340 62	48,0	14,8	100,0	60,0	brak
Stargard Szczeciński 2005 ²⁾	1 dublet Stargard Szczeciński GT-2 Stargard Szczeciński GT-1	200 69	10,0	10,0	91,0	91,0	brak
Uniejów 2006	1 triplet Uniejów PIG/AGH-2 Uniejów IGH-1 Uniejów PIG/AGH-1	120 67	5,0	3,2	17,8	8,9	geotermalny kompleks rekreacyjny, zabiegi lecznicze

¹ Na podstawie Kepińskiej, 2013.² Powtórne uruchomienie po zmianach właścicielskich w 2012 r.

Szczecińskim), łódzkiej (ciepłownie w Poddębicach i Uniejowie) i warszawskiej (ciepłownia w Mszczonowie). Dysponują one łącznie 16 otworami, z których 9 jest przeznaczonych do eksploatacji wód, a 7 do ich zatłaczania. W otworach eksploatacyjnych ujęto poziomy wodonośne występujące na głębokości od ok. 1490 m (otw. Pyrzyce GT-3) do niemal 2780 m (otw. Bańska IG-1), uzyskując temperatury wód na



Stacja pomp ciepłowni geotermalnej (Geotermia Podhalańska) w Bańskiej Niżnej
(*fot. Archiwum PEC Geotermia Podhalańska SA*)

wypływie od 40°C (otw. Mszczonów IG-1) do 86°C (otw. Bańska PGP-1). Według klasyfikacji Pająka i Bujakowskiego (2013) wody wykorzystywane w polskich ciepłowniach zaliczają się do średniotemperaturowych nośników ciepła (przedział temperatur 60–100°C), które jest odbierane przy użyciu wymienników ciepła. Jedynie wody ujęte w Mszczonowie należą do nośników niskotemperaturowych (temperatury 25–60°C) i do odbioru ich ciepła jest wykorzystywana absorpcyjna pompa ciepła. Wszystkie ciepłownie mają dodatkowe szczytowe źródła ciepła, którymi na ogół są kotłownie gazowe.

Wydajności ujęć wynoszą od 60 m³/h (otw. Mszczonów IG-1) do 550 m³/h (otw. Bańska PGP-1). Największymi łącznymi zasobami wód termalnych, rzędu 960 m³/h, dysponuje PEC Geotermia Podhalańska SA – najdłużej funkcjonujący i największy tego typu obiekt w Polsce. W 2014 r. eksploatacja wód do zaopatrzenia krajowych ciepłowni termalnych wyniosła niemal 70% łącznego wydobycia wód termalnych.

Mineralizacja wód wykorzystywanych w ciepłowniach zmienia się w zakresie od 0,4 g/dm³ (otw. Mszczonów IG-1 i otw. Poddębice GT-1) do 132,0 g/dm³ (otw. Stargard GT-2). Jej wysoka wartość jest czynnikiem niekorzystnie wpływającym na warunki eksploatacji złóż. Z uwagi na to, a także na ochronę zasobów wód, cztery polskie ciepłownie geotermalne – w Bańskiej Niżnej, Pyrzycach, Stargardzie Szczecińskim i Uniejowie, zaprojektowano jako działające w układach zamkniętych z zastosowaniem dubletów geotermalnych. W układzie takim woda termalna wydobyta ze złoża otworem eksploatacyjnym jest przesyłana do wymiennika ciepła, gdzie oddaje energię cieplną wodzie (płynowi) obiegu technicznego, zasilającego następnie sieć ciepłowniczą. Po odebraniu ciepła, jako woda schłodzona, jest zatłaczana otworem chłonnym do poziomu wodonośnego, z którego została wydobyta, gdzie ulega powtórnemu ogrzaniu (fig. 5.4). Tego rodzaju rozwiązanie pozwala z jednej strony na uniknięcie konieczności utylizacji wód zmineralizowanych, stanowiących zagrożenie dla środowiska przyrodniczego na powierzchni Ziemi, z drugiej zaś na utrzymanie reżimu hydraulicznego złoża oraz ochronę i odnawialność jego zasobów.

W praktyce eksploatacja otworów chłonnych jest kosztowna z uwagi na duże zużycie energii niezbędnej do zatłoczenia wód do górotworu oraz kłopotliwa ze względu na procesy kolmatacji, ograniczające chłonność otworów. Innym możliwym rozwiązaniem problemu utylizacji wykorzystanych energetycznie wód termalnych jest ich zrzut do kanalizacji lub bezpośrednio do cieków powierzchniowych, po uprzednim rozcieńczeniu wód wysoko zmineralizowanych oraz ich schłodzeniu. Rozwiązanie to jest

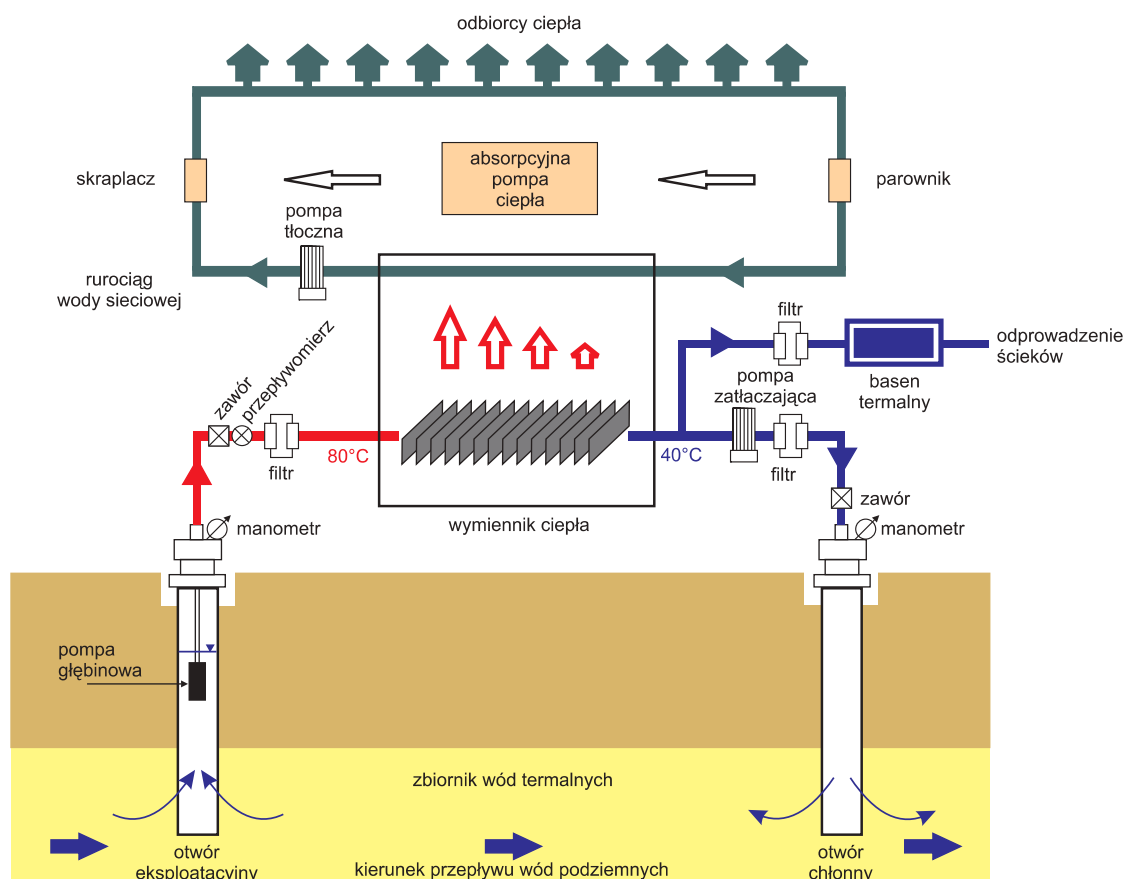


Fig. 5.4. Schemat funkcjonowania instalacji ciepłowni geotermalnej z zastosowaniem dubletu geotermalnego

stosowane, na szerszą skalę w Uniejowie, Mszczonowie i Poddębicach, a także w Bańskiej Niżnej, gdzie pewna objętość wód nie może być zatłoczona do górotworu. Z uwagi na niską mineralizację odpowiadającą kryteriom dla wód pitnych, wody po odebraniu ich ciepła, są wykorzystywane do celów komunalnych oraz rekreacyjnych (Mszczonów i Poddębice).

Jednym ze sposobów na poprawę efektywności przedsięwzięć wykorzystujących energię wód termalnych jest kaskadowe wykorzystanie ich potencjału. Polega ono na wieloetapowym zagospodarowaniu wód termalnych do różnych celów, ustawionych w kolejności według malejącej temperatury. System kaskadowego wykorzystania ma szczególne znaczenie w przypadku wód o wysokiej pierwotnej temperaturze. W przypadku zakładów w Bańskiej Niżnej, Uniejowie i Poddębicach część wód po odebraniu ciepła jest wykorzystywana do zasilania basenów termalnych. W Bańskiej Niżnej schłodzone wody termalne ponadto są wykorzystywane eksperymentalnie w hodowli ryb, uprawie warzyw i suszeniu drewna.

5.4. REKREACJA

Wykorzystanie wód termalnych, w tym termalnych wód leczniczych, do zaopatrzenia obiektów pełniących funkcje rekreacyjne, nastawionych na turystykę masową, jest w Polsce zjawiskiem stosunkowo nowym. Zasobność w wody termalne niecki podhalańskiej i platformowej części Polski oraz rosnące zainteresowanie aktywnym wypoczynkiem sprawiły, że w latach 2006–2014 oddano do użytku 11 geotermalnych ośrodków rekreacyjnych (fig. 5.5; tab. 5.4). W lutym 2015 r. otwarto najnowszy, 12. w kraju tego typu obiekt położony w Szaflarach, a kilka kolejnych znajduje się na różnych etapach realizacji. Re-



Fig. 5.5. Lokalizacja ośrodków rekreacyjnych, w których są wykorzystywane wody termalne w Polsce (wg stanu na 31.12.2014 r.)

Rekreacyjne ośrodki geotermalne są popularnymi miejscami nie tylko codziennego i weekendowego wypoczynku mieszkańców regionu lecz również celem dłuższych pobytów, szczególnie gdy oferują usługi balneoterapeutyczne lub usługi typu *wellness and spa*. Wykorzystywane w nich wody są termalnymi wodami leczniczymi (Cieplice Śląskie-Zdrój i Marusza) lub *stricto* termalnymi (Białka Tatrzańska, Bukowina Tatrzańska, Mszczonów, Poddębice, Poznań, Szaflary, Szymbarkowa i Zakopane), które z uwagi na zazwyczaj stosunkowo wysoką mineralizację lub zawartość farmakodynamicznie czynnych składników swoistych mogą również mieć właściwości lecznicze.

Obecnie do celów rekreacyjnych są użytkowane wody o mineralizacji od 0,4 do 79,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęć od 27 do 86°C. Wody o stosunkowo niskiej temperaturze na wypływie z ujęcia, która wynikać może nie tylko z warunków geologicznych (Szymbarkowa), lecz również ze sposobu eksploatacji (Marusza), wymagają podgrzania przed napełnieniem nimi basenów. Wody o bardzo wysokiej temperaturze trafiają do basenów po uprzednim schłodzeniu w instalacjach służących do produkcji ciepła (Bańska Niżna, Uniejów i Poddębice). Wody o wysokiej mineralizacji są rozcieńczane (Marusza). Zarówno temperatura, jak i mineralizacja wód są parametrami określającymi ich przydatność do zaopatrzenia obiektów o określonym przeznaczeniu (tab. 5.5).

Termalne ośrodki rekreacyjne w Polsce wykorzystują własne instalacje jednotworowe (Białka Tatrzańska, Bukowina Tatrzańska, Marusza, Szymbarkowa i Zakopane) lub są zaopatrywane z ujęć wykorzystywanych przez ciepłownie termalne (Mszczonów, Poddębice, Bańska Niżna i Uniejów) i uzdrowiska (Cieplice Śląskie-Zdrój). W przypadku kompleksów rekreacyjnych w Szaflarach i Uniejowie, zasilanych z ujęć, w których temperatura wody na wypływie jest relatywnie wysoka (odpowiednio 86°C i 67°C), ciepło wód jest odbierane na wymiennikach w ciepłowni geotermalnej, a następnie

Tabela 5.4

Zestawienie informacji o funkcjonujących ośrodkach rekreacyjnych wykorzystujących wody termalne
(wg stanu na 31.12.2014 r.)

Nazwa Lokalizacja ośrodka Rok otwarcia	Nazwa złoża Wykorzystywane ujęcia	Temp. wody [°C] na wypływie z ujęcia w basenie	Informacje o basenach termalnych
Terma Białka Białka Tatrzańska 2011	Białka Tatrzańska Białka Tatrzańska GT-1	77 32–40	4 baseny zewnętrzne i 4 wewnętrzne o łącznej pow. ok. 1400 m ² i głębokości do 1,5 m.
Termy Bukovina Bukowina Tatrzańska 2008	Bukowina Tatrzańska Bukowina Tatrzańska PIG/PNIG-1	67 30–38	Kompleks 12 basenów wewnętrznych i zewnętrznych o łącznej powierzchni 1885 m ² i głębokości do 1,5 m.
Termy Cieplickie Cieplice Śląskie-Zdrój 2014	Cieplice Cieplice C-1	67–87 27–36	2 baseny termalne wewnątrzno-zewnętrzne o powierzchni 254 m ² i głębokości do 1,6 m. W celu obniżenia temperatury woda termalna jest mieszana z wodą zwykłą. Pozostałe baseny sportowe i rekreacyjne oraz brodziki wypełnione wodami zwykłymi.
Geotermia Grudziądz Grudziądz 2006	Marusza Grudziądz IG-1	40 ¹ 32–36	3 baseny: główny, z przeciw prądem i brodzik dla dzieci wypełnione wodą o mineralizacji 20–40 g/dm ³ oraz jacuzzi z wodą o mineralizacji 79 g/dm ³ . Całkowita powierzchnia basenów – 120 m ² . Głębokość do 1,2 m. Woda wymaga podgrzania przed podaniem do basenów.
Termy Mszczonów Mszczonów 2008	Mszczonów Mszczonów IG-1	40 32–34	Całoroczny basen zewnętrzny połączony z basenem wewnętrznym, o powierzchni 190 m ² i głębokości do 1,3 m. Czynne sezonowo. 2 baseny zewnętrzne – rekreacyjny i sportowy, o łącznej powierzchni 763 m ² oraz zewnętrzny brodzik dla dzieci.
Baseny Termalne w Poddębicach Poddębice 2012	Poddębice Poddębice GT-1	71 28–35	3 baseny zewnętrzne, o łącznej powierzchni 880m ² , czynne sezonowo.
Termy Maltańskie Poznań 2011 (2013) ²⁾	Poznań Swarzędz IGH-1	36 28–34	3 baseny – wewnętrzny, całoroczny basen zewnętrzny oraz sezonowy basen zewnętrzny. Pozostałe baseny (łącznie 15, w tym sportowy basen olimpijski) wypełnione wodami zwykłymi. Całkowita powierzchnia basenów 4931 m ² .
Gorący Potok Szaflary 2015	Bańska Niżna Bańska IG-1, Bańska PGP-1	86 32–39	18 całorocznych basenów zewnętrznych o łącznej powierzchni ok. 2500 m ² .

Tabela 5.4 cd.

Nazwa Lokalizacja ośrodka Rok otwarcia	Nazwa złoża Wykorzystywane ujęcia	Temp. wody [°C] na wypływie z ujęcia w basenie	Informacje o basenach termalnych
Termy Szaflary Szaflary 2008	Bańska Niżna Bańska IG-1, Bańska PGP-1	86 30–38	2 całoroczne baseny zewnętrzne i 2 baseny wewnętrzne, o łącznej powierzchni 970 m ² i głębokości do 1,2 m.
Termy Uniejów Uniejów 2008	Uniejów Uniejów PIG/AGH-2	67 33–36	2 baseny solankowe o łącznej powierzchni 349 m ² i głębokości 1,1–1,2 m.
Aqua Park Zakopane Zakopane 2006	Zakopane Zakopane IG-1	37 32	Zewnętrzny całoroczny basen rekreacyjno-leczniczy o powierzchni 400 m ² i głębokości do 1,2 m. 3 baseny wewnętrzne – sportowe i rekreacyjne wypełnione wodami zwykłymi.
Polana Szymoszkowa Zakopane 2007 (2009) ²⁾	Szymoszkowa Szymoszkowa GT-1	27 30	2 sezonowe baseny zewnętrzne o głębokości do 1,4 m i 1,6 m oraz łącznej powierzchni 4100 m ² . Woda wymaga podgrzania przed podaniem do basenów.

¹ Temperatura wody na wypływie przy eksploatacji z wydajnością 20 m³/h.

² Rok rozpoczęcia wykorzystywania wód termalnych w obiekcie.

Tabela 5.5

Przydatność zmineralizowanych wód termalnych wykorzystywanych do kąpieli według (a) Paczyńskiego i Płochniewskiego (1996) oraz (b) Góreckiego (2006a)

Basen	Temperatura [°C]	Mineralizacja [g/dm ³]
Rekreacyjny	24–30	≤35
Rekreacyjno-leczniczy	28–32	<40
Leczniczy	28–37	<50

Kąpiel	Temperatura [°C]	Mineralizacja [g/dm ³]
Rekreacyjna	24–30	<35
Rekreacyjno-lecznicza	28–32	<40
Lecznicza	28–42	≤60

część wód o odpowiednio niższej temperaturze jest wykorzystywana do napełnienia basenów (Hałaj i Kępińska, 2013). Tego typu rozwiązania stanowią przykład najefektywniejszego, tzw. kaskadowego wykorzystania wód termalnych. Innym sposobem optymalizacji wykorzystania energii cieplnej wód użytkowanych w basenach jest odzyskiwanie tzw. ciepła odpadowego, na dopływie lub na odpływie wód z basenów. Może ono zostać wykorzystane do ogrzewania pomieszczeń kompleksów rekreacyjnych, niekiedy w stopniu zapewniającym im niezależność od zewnętrznych źródeł ciepła. Tego typu



Basen termalny w Bukowinie Tatrzańskiej
(*fol. A. Felter*)

zaawansowane technologicznie rozwiązania zastosowano m.in. w Termie Białka i Termach Cieplickich (Jarczewski i Huculak, 2013). Wśród termalnych ośrodków rekreacyjnych przeważają ośrodki całoroczne dysponujące basenami zewnętrznymi i wewnętrznymi, wyposażone w atrakcje wodne, sauny, gabinety odnowy biologicznej i rehabilitacyjne (Białka Tatrzańska, Bukowina Tatrzańska i Uniejów). Zagospodarowanie wód termalnych do celów rekreacyjnych cieszy się dużym zainteresowaniem ze strony inwestorów. Planowane i realizowane przedsięwzięcia zmierzające do ujęcia i wykorzystania wód stawiają zwykle jako cel budowę basenów termalnych wraz z towarzyszącymi usługami leczniczymi oraz usługami typu *wellness and spa*. Jest to w pełni uzasadnione z uwagi na wzrost zamożności społeczeństwa, modę na zdrowy tryb życia oraz rosnące znaczenie turystyki jako działu gospodarki.

5.5. WYTWARZANIE PRODUKTÓW ZDROJOWYCH

Wytwarzanie produktów zdrojowych – soli leczniczych oraz butelkowanie leczniczych solanek są obecnie dość rzadko spotykanymi sposobami wykorzystania wysoko zmineralizowanych wód leczniczych i solanek występujących w kraju. Taki sposób zagospodarowania wymienionych wód jest spotykany jedynie w siedmiu miejscowościach (fig. 5.6; tab. 5.6). Tymczasem tradycja warzenia soli sięga czasów prehistorycznych, kiedy to wykorzystywano wody słone wypływające w źródłach m.in. w Małopolsce (Wieliczka, Bochnia), Wielkopolsce (Białobrzegi i Pызdry), na Kujawach (Otłoczyn, Raciążek, Słońsk i Zgłowiączka) i Pomorzu (Kołobrzeg) (Zabel, 1990; Brodacki, 2009). Solanka po oczyszczeniu była odparowywana (warzona) aż do krystalizacji soli. Już wówczas wykorzystywano metodę wstępnego odparowywania solanki w tężniach, których pozostałości pochodzące z II–IV w. n.e. odkryto na terenie Inowrocławia (Pastuszka, 2011).

Tradycyjna panwiowa metoda warzenia jest wykorzystywana obecnie w czterech zakładach do wytwarzania soli leczniczych. W Lubatówce, Dębowcu i Ciechocinku surowcem są wody lecznicze o mineralizacji od 19,5 do 46,7 g/dm³, natomiast w Łapczycy solanki o mineralizacji 140,0–170,0 g/dm³.



Warzelnia soli leczniczych w Ciechocinku, zdjęcie archiwalne
(fot. Archiwum Przedsiębiorstwa Uzdrawiskowego Ciechocinek SA)



Warzelnia soli leczniczych w Lubatówce
(fot. Archiwum Uzdrawiska Iwonicz SA)



Fig. 5.6. Lokalizacja zakładów, w których wytwarza się produkty zdrojowe w Polsce (wg stanu na 31.12.2014 r.)

Warzelnie w Lubatówce, Łąpczycy i Dębowcu powstały w drugiej połowie XX w. W Ciechocinku jest stosowana oryginalna metoda warzenia soli opracowana i wdrożona w pierwszej połowie XIX w. Wydobywana z otworu 11 (Grzybek) chlorkowa woda lecznicza z zawartością jodu i żelaza, o mineralizacji $46,7 \text{ g/dm}^3$, jest przesyłana do zespołu tężni złożonego z trzech obiektów o długości od 333 do 719 m i wysokości niemal 16 m, ustawionych w kształcie litery U. Wzniesiono je w latach 1824–1859. Woda wtlaczana na szczyty tężni spływając po wypełniającej je faszynie ulega odparowaniu, w wyniku czego następuje stopniowy wzrost jej mineralizacji do ok. 290 g/dm^3 na ostatniej tężni. Tak stężona solanka jest pompowana do zbiorników w warzelni soli, gdzie następuje dalsze jej odparowywanie i krystalizacja poprzez ogrzewanie w temperaturze 45°C w otwartych panwiach opalanych drewnem. Produkowana w ten sposób sól lecznicza, ze względu na wysoką wilgotność produktu, nosi nazwę szlamu leczniczego. Część zatężonej solanki jest rozlewana do butelek jako *Ciechociński ług leczniczy*. W warzelni jest wytwarzana również sól jadalna. Ciechocińska warzelnia wraz z tężniami stanowi unikalny zespół zabytkowych inżynierjno-technicznych obiektów uzdrowiskowych.

Lecznicze wysoko zmineralizowane wody chlorkowe są butelkowane w Dębowcu, Kołobrzegu, Rabce-Zdroju oraz w Zabłociu, i sprzedawane pod nazwą solanek. Lecznicze sole i solanki są wykorzystywane do przygotowywania kąpiele, okładów, płukań i inhalacji w warunkach domowych, często stosowanych na zalecenie lekarza jako kontynuacja kuracji uzdrowiskowej. Odbiorcami są również gabinety balneologiczne, ośrodki rehabilitacyjne, wellness and spa oraz uzdrowiska, w których wysoko zmineralizowane wody chlorkowe nie występują.

Rosnące zainteresowanie zdrowym trybem życia oraz dbałością o jakość stosowanych produktów sprawia, że coraz powszechniej są produkowane preparaty kosmetyczno-pielęgnacyjne zawierające wody lecznicze (często termalne) lub borowiny, firmowane przez znane uzdrowiska.

Tabela 5.6

**Zestawienie informacji o wytwarzanych produktach zdrojowych
(wg stanu na 31.12.2014 r.)**

Nazwa miejscowości producent	Nazwa ujęcia mineralizacja [g/dm ³]	Nazwa produktu sposób stosowania
Ciechocinek Przedsiębiorstwo Uzdrowisko Ciechocinek SA	11 (Grzybek) 46,7	Ciechociński ług leczniczy inhalacje, kąpiele, okłady
Dębowiec Kopalnia i Warzelnia Solanek dr Zabłocka Sp. z o.o.	D-2, ST-5 35,0	Zabłocka sól termalna kąpiele
		Zabłocka sól uzdrowiskowa kąpiele
		Zabłocka solanka termalna kąpiele, okłady
		Zabłocka mgiełka solankowa inhalacje, płukania jamy ustnej i gardła
Kołobrzeg Uzdrowisko Kołobrzeg SA	7 (Warcisław) 56,3	Solanka Kołobrzaska inhalacje, kąpiele
Lubatówka Uzdrowisko Iwonicz SA	12 19,5	Iwoniczka sól jodowo-bromowa inhalacje, kąpiele
Łapczyca Zakład Przeróbki Solanek Jodowo-Bromowych-Salco S.J.	G-2, S-5 140,0–170,0	Bocheńska sól lecznicza kąpiele
Rabka-Zdrój Uzdrowisko Rabka SA	Krakus 25,2	Rabczańska sól jodowo-bromowa inhalacje, płukania jamy ustnej, kąpiele
Zabłocie Solanka z Zabłocia Sp. Z o.o.	Korona 42,0	Solanka inhalacyjna inhalacje, płukania jamy ustnej i gardła
		Solanka kąpielowa kąpiele

5.6. WYTWARZANIE CIEKŁEGO DWUTLENKU WĘGLA

Dwutlenek węgla znajduje szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach gospodarki, m.in. w przemyśle chemicznym, wydobywczym i rolno-spożywczym. Unikatowa w skali kraju technologia pozyskiwania gazu z nasyconych nim szczaw jest stosowana w zakładach wytwarzania ciekłego dwutlenku węgla w Dusznikach-Zdroju oraz w Krynicy-Zdroju, które uruchomiono w latach 20. i 30. XX w. Proces

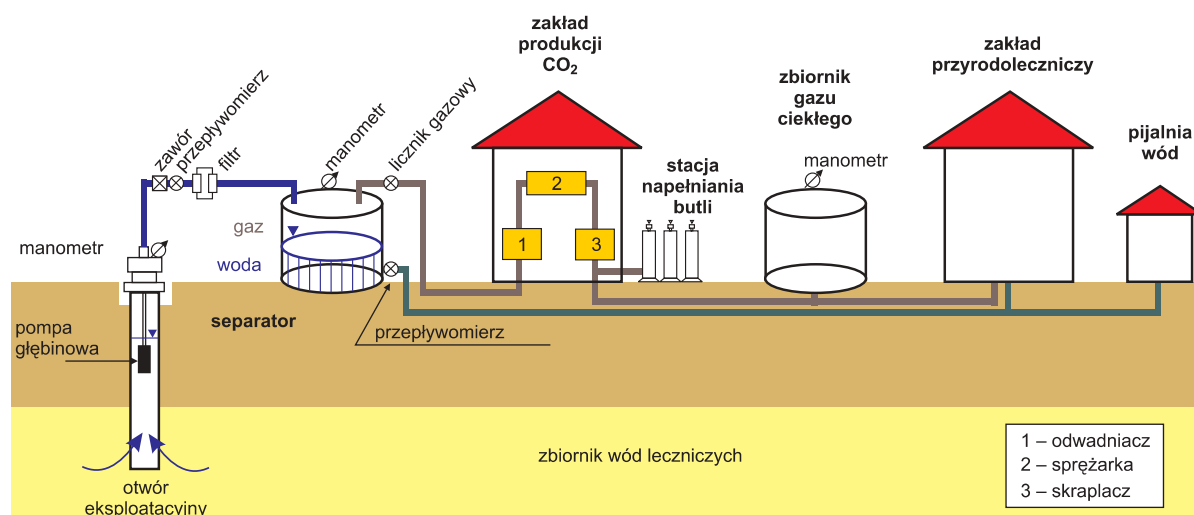


Fig. 5.7. Schemat linii technologicznej wytwarzania ciekłego dwutlenku węgla przy wykorzystaniu gazu pochodzącego ze szczaw



Linia produkcyjna ciekłego dwutlenku węgla w Dusznikach-Zdroju (fot. J. Sokołowski)

pozyskiwania dwutlenku węgla rozpoczyna się od oddzielenia gazu od wody. Odbywa się to w separatorach umieszczonych na głowicach ujęć (otw. Pieniawa Chopina, otw. Jan Kazimierz, otw. Duszniki-Zdrój B-4 i B-39 w oraz otw. Zuber I–IV w Krynicy-Zdroju) (fig. 5.7). Z separatora gaz i częściowo odgazowana woda są odprowadzane osobnymi rurociągami. Dwutlenek węgla przemieszcza się do zbiornika magazynowego lub bezpośrednio do zakładu, w którym jest poddawany trójstopniowemu sprężaniu. Po między kolejnymi stopniami sprężania jest osuszany i, w miarę potrzeby, odsiarczany. Po ostatnim stopniu sprężania (7–9 MPa) jest kierowany do skraplacza, w którym pod wpływem schłodzenia przechodzi do stanu ciekłego. Ze skraplacza jest doprowadzany do stanowisk napełniania butli lub wysokociśnieniowego zbiornika, w którym jest magazynowany, a następnie transportowany do miejsc odbioru (Krynica-Zdrój).

Dwutlenek węgla występujący w dusznickich szczawach charakteryzuje się dużą czystością (do 99,9%), nie wymaga więc oczyszczania i odznacza się wysokimi walorami smakowymi. Skroplony gaz nie jest magazynowany lecz nalewany bezpośrednio do butli. Głównymi odbiorcami są producenci i konserwatorzy gaśnic śniegowych oraz butli spawalniczych. Gaz jest wykorzystywany również do napełniania aparatów do nasycania napojów gazowanych (głównie piwa) oraz tradycyjnie w lecznictwie – do wodnych i suchych

kąpieli kwasowęglowych i krioterapii. Możliwości produkcyjne zakładu wynoszą ok. 1450 kg/8 h, natomiast wielkość produkcji zależy od zapotrzebowania odbiorców.

Gaz pozyskiwany w Krynicy-Zdroju, z uwagi na zawartość siarkowodoru wpływającego niekorzystnie na walory smakowe, w procesie skraplania jest poddawany oczyszczaniu. Jego część po skropleniu jest magazynowana w zbiorniku mieszczącym 26 ton ciekłego CO₂ w temperaturze od -16 do -28°C pod ciśnieniem od 1,3 do 2,0 MPa. Stamtąd jest on rurociągiem przesyłany do rozlewni wód mineralnych Krynica oraz do Starych Łazienek Mineralnych, w których odbywają się suche i wodne kąpiele kwasowęglowe. Podobnie jak w Dusznikach-Zdroju, gazem są napełniane również butle. Roczna produkcja wytwórni wynosi ok. 200 ton.

Łącznie w obydwu zakładach skrapla się ok. 3% naturalnie wydobywającego się endogenicznego dwutlenku węgla (Ciężkowski, 2002). Gaz ten nie jest zaliczany do kopalin, lecz bywa dokumentowany jako kopalina towarzysząca szczawom. Jego zasoby eksploatacyjne wynoszące łącznie ok. 505 m³/h udokumentowano dla ujęć szczaw w Dusznikach-Zdroju (Fistek i Fistek, 1998), Krynicy-Zdroju (Ciężkowski i in., 1999) oraz w Grabinie (Czerski i in., 1990).

6. ODPROWADZANIE WÓD ZUŻYTYCH I NIETYKORZYSTANYCH

Użytkowanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin w różnych dziedzinach gospodarki powoduje powstawanie pewnych objętości wód zużytych i nie wykorzystanych, traktowanych jako ścieki, które powinny zostać odprowadzone w taki sposób, żeby stwarzały jak najmniejsze zagrożenie i obciążenie dla środowiska naturalnego. Zagrożenie to może wynikać z mineralizacji wód, ich temperatury oraz, w przypadku wykorzystania wód w balneoterapii lub rekreacji – zanieczyszczeń bakteriologicznych. Konieczność utylizacji wydobytych wód wpływa na koszty funkcjonowania podmiotów gospodarczych wykorzystujących te wody, w stopniu zależnym od przyjętego rozwiązania.



Chłodnia wentylatorowa służąca do schładzania wykorzystanych wód termalnych w Bańskiej Niznej (Geotermia Podhalańska) (fot. J. Sokołowski)

Rozwiązaniem stosowanym przez większość uzdrowisk i ośrodków rekreacyjnych jest odprowadzanie zużytych wód do sieci kanalizacji miejskiej, w której wody te są rozcieńczane przez ścieki komunalne w stopniu umożliwiającym poddanie ich procesom biologicznego i chemicznego oczyszczania. Nieliczne uzdrowiska dysponują lub projektują budowę własnych oczyszczalni przeznaczonych wyłącznie do sanitacji wód pokąpielowych (Busko-Zdrój i Solec-Zdrój). Jedynie w uzdrowisku Ustroń, gdzie ujęto lecznicze wody termalne o wysokiej mineralizacji (ok. $130,0 \text{ g/dm}^3$) jest stosowana metoda zwrotnego zatłaczania wód pozabiegowych po ich uprzednim oczyszczeniu, do eksploatowanego poziomu wodonośnego. Funkcjonujący tu od kilkunastu lat układ eksploatacyjno-chłonny złożony z dwóch otworów eksploatacyjnych (otw. U-3 i otw. U-3A) oraz otworu chłonnego (otw. C-1) jest pierwszym tego typu w kraju przeznaczonym do zatłaczania wód leczniczych.

Wody o stosunkowo niskiej mineralizacji i niezanieczyszczone biologicznie, pochodzące m.in. złoźni geotermalnych, są odprowadzane na podstawie pozwoleń wodnoprawnych, bezpośrednio do cieków powierzchniowych lub kolektorów odprowadzających oczyszczone ścieki komunalne. Wody odprowadzane w ten sposób muszą odpowiadać kryteriom wynikającym z *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18.11.2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego*. Dotyczą one m.in. ich składu chemicznego i bakteriologicznego oraz właściwości fizycznych, w tym temperatury, która nie powinna przekraczać 35°C . Z uwagi na zawartość w wodach zaliczonych do kopalin podwyższonych stężeń mikrośladników, w tym baru, boru, bromków, fluorków, strontu i metali ciężkich, zastosowanie tej metody utylizacji jest w znacznym stopniu ograniczone (Tomaszewska i Pająk, 2012).

Zakłady geotermalne, z wyjątkiem Geotermii Mazowieckiej w Mszczonowie i Geotermii Poddębice, wykorzystujące wody termalne o mineralizacji poniżej 1 g/dm^3 , dysponują dubletami lub tripletami otworów geotermalnych, służącymi do eksploatacji wód w systemie zamkniętym. Tego rodzaju rozwiązanie pozwala na zminimalizowanie kosztów środowiskowych oraz jest sposobem ochrony zasobów wód. Pomimo niebudzących wątpliwości zalet, wykorzystanie dubletów geotermalnych stanowi jednocześnie ograniczenie do uzyskiwania przez ciepłownie geotermalne dużych mocy, z uwagi na ograniczoną i obniżającą się w trakcie eksploatacji chłonność otworów, wynikającą z procesów kolmatacji zachodzących w strefie przyodwiertowej, strefie czynnej i samej instalacji, a także jej korozji. Na podstawie przeprowadzonych badań i obserwacji stwierdzono, że już we wstępnym etapie użytkowania dubletów ich właściwości chłonne są o $\frac{1}{3}$ mniejsze niż możliwości eksploatacyjne (Biernat i in., 2009). Ocenia się, że proporcje między możliwościami eksploatacyjnymi i chłonnymi odwiertów wynoszą średnio 1:0,4–0,6 (Kępińska i Bujakowski, 2011). Procesy kolmatacji zachodzą w głównej mierze w wyniku wytrącania się z wody substancji stałych na skutek zmian jej temperatury (schładzania). Intensywność przebiegu kolmatacji wynika wprost z właściwości fizyczno-chemicznych wody i zawartości rozpuszczonych gazów, przede wszystkim dwutlenku węgla i siarkowodoru (Tomaszewska, 2013). W przypadkach istotnego ograniczenia chłonności stosuje się mechaniczne i chemiczne zabiegi oczyszczania otworów, m.in. miękkie kwasowanie, zastosowanie inhibitorów ograniczających wytrącanie się śladników stałych lub inwersję obiegu wód, tj. zmianę funkcji otworów – z eksploatacyjnej na chłonną i odwrotnie.

W zakładach ciepłowniczych w Pyrzycach i Stargardzie Szczecińskim niemal cała objętość wydobytych wód jest zwrotnie zatłaczana. Do wód powierzchniowych (rzek: Kanał Młyński i Ina) są odprowadzane głównie zanieczyszczone wody pozostające po procesach technologicznych (do 5% ogólnego wydobycia). W ciepłowni Geotermia Podhalańska w Bańskiej Niżnej pewna część wód po odebraniu ciepła jest zatłaczana, a pozostała po dodatkowym schłodzeniu w basenach chłodniczych (chłodnie wentylatorowe) jest odprowadzana do rzeki Biały Dunajec. W Uniejowie, z uwagi na ograniczenie chłonności otworów przeznaczonych do zatłaczania oraz stosunkowo niską mineralizację wód, wykorzystane wody po uprzednim schłodzeniu są zrzucane do cieków powierzchniowych.

W Mszczonowie i Poddębicach, ze względu na niską mineralizację wód oraz ich właściwości fizyczno-chemiczne, wody po odebraniu ciepła i odpowiednim uzdatnieniu służą do zaopatrzenia sieci

wodociągowych. Istnieją również technologie umożliwiające wykorzystanie do celów komunalnych wód o wyższej mineralizacji po ich uprzednim odsoleniu (Tomaszewska, 2013).

7. PERSPEKTYWY UJMOWANIA I ZAGOSPODAROWANIA WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

Przedsięwzięcia związane z ujmowaniem i zagospodarowywaniem wód podziemnych zaliczonych do kopalin, oprócz ryzyka ekonomicznego właściwego dla praktycznie wszystkich inwestycji gospodarczych, są obciążone ryzykiem geologicznym. Wynika ono z niedostatecznego rozpoznania warunków hydrogeologicznych, które skutkować może nieosiągnięciem oczekiwanego efektu w postaci ujęcia wody o określonych parametrach eksploatacyjnych.

Podstawę rozpoznania warunków występowania wód zaliczonych do kopalin oraz wód zmineralizowanych i swoistych na obszarze kraju stanowi ponad 400 istniejących ujęć wód podziemnych zaliczonych do kopalin oraz kilka tysięcy głębokich otworów badawczych, w których przeprowadzono badania hydrogeologiczne, niestety często o dyskusyjnej wiarygodności. Wyniki tych badań, mimo że nie w pełni miarodajne i obciążone błędami wynikającymi ze stosowanych technik badawczych oraz sposobu wiercenia otworów, pozwalają na wskazanie obszarów predysponowanych do lokalizowania inwestycji zmierzających do wykorzystania tego typu wód.

Ryzyko geologiczne oraz koszty prac związanych z ujmowaniem wód zaliczonych do kopalin mogą zostać zredukowane w przypadku zagospodarowania istniejących i dotychczas niewykorzystywanych ujęć. Ograniczeniem w przypadku tego rodzaju inwestycji są nieznanymi stan techniczny ujęć, kwestie własności gruntów, na których ujęcia są położone i prawa do informacji geologicznej oraz lokalizacja ujęć, niekiedy niegwarantująca optymalnych warunków do ekonomicznego powodzenia przedsięwzięcia związanego z ich wykorzystaniem. Przy zagospodarowywaniu wód zaliczonych do kopalin, a szczególnie w przypadku zagospodarowania energii wód termalnych, w celu wiarygodnego określenia perspektywy powodzenia przedsięwzięcia, obok wskaźników geologiczno-złożowych, należy uwzględnić szereg innych kryteriów, takich jak uwarunkowania środowiskowe, techniczne, ekonomiczne oraz społeczne (Socha, 2008).

W ostatnich latach obserwuje się wzrost liczby inwestycji związanych z poszukiwaniem i ujmowaniem wód podziemnych zaliczonych do kopalin. Z uwagi na dobre wyniki ekonomiczne większości termalnych ośrodków rekreacyjnych szczególnym zainteresowaniem cieszą się przedsięwzięcia zmierzające do zagospodarowania wód termalnych w celach rekreacyjnych. Miarą zainteresowania jest liczba zatwierdzonych projektów robót geologicznych wykonywanych w celu ujmowania wód oraz liczba obowiązujących koncesji na ich poszukiwanie i rozpoznawanie wydanych przez Ministra Środowiska na podstawie nieobowiązującej już ustawy z dnia 4.02.1994 *Prawo geologiczne i górnicze* (tab. 7.1). Według stanu na dzień 31.12.2014 r. pozostawały w mocy łącznie 34 projekty robót geologicznych i koncesje – 10 dla wód leczniczych i 24 dla wód termalnych. Inwestycje znajdowały się na różnym etapie zaawansowania. W przypadku większości z nich prace nie zostały rozpoczęte, głównie ze względu na brak możliwości ich sfinansowania. Inne znajdują się w fazie realizacji robót geologicznych lub na etapie dokumentowania.

Na planszy *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin* zaznaczono miejsca, w których są planowane lub realizowane roboty geologiczne mające na celu ujęcie wód leczniczych i termalnych do celów eksploatacyjnych. Ze względu na czytelność mapy pominięto te inwestycje, które mają na celu zwiększenie zasobów już udokumentowanych i eksploatowanych złóż (m.in. Busko-Zdrój, Pyrzyce, Szczawina, Tylicz i Żegiestów-Zdrój) lub są ograniczone do wykonania otworów piezometrycznych (Welecz). W grupie inwestycji w trakcie realizacji znalazły się ujęcia wód termalnych zlokalizowane w Gostyninie i Piasecznie, których, pomimo że odwiercono je przed kilkoma laty, dotychczas nie udokumentowano.

Tabela 7.1

Informacje o planowanych i realizowanych inwestycjach związanych z ujmowaniem wód podziemnych zaliczonych do kopalni, zestawione na podstawie zatwierdzonych projektów robót geologicznych oraz obowiązujących koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie (wg stanu na 31.12.2014 r.)

Miejscowość	Województwo	Inwestor	Podstawa prac	Stan prac
Wody lecznicze				
Andrzejówka Milik	małopolskie	Spółdzielnia Pracy Muszynianka	koncesja	nierozpoczęte
Busko-Zdrój	świętokrzyskie	Uzdrowisko Busko Zdrój SA	projekt	nierozpoczęte ¹
Dąbki	zachodniopomorskie	FH Hurt-Detal-Delacja Danuta Urbanowicz	projekt	nierozpoczęte
Mielnik	podlaskie	Gmina Mielnik	projekt	nierozpoczęte
Szczawina	dolnośląskie	Esta Krystyna Jarawska	projekt	nierozpoczęte
Sokołowsko	dolnośląskie	Gmina Mieroszów	projekt	nierozpoczęte
Sól	śląskie	A. Szczotka, J. Waligóra	projekt	nierozpoczęte
Tylicz	małopolskie	Multivita Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte
Welecz	świętokrzyskie	Uzdrowisko Busko-Zdrój SA	projekt	nierozpoczęte ²
		Hydrogeotechnika Sp. z o.o.	projekt	nierozpoczęte ²
Żegiestów-Zdrój	małopolskie	PRBiT Cechini, St. i J. Cechini Sp. J.	koncesja	w realizacji
Wody termalne				
Bałtów	świętokrzyskie	DLF Inwest Sp. z o.o.	projekt	nierozpoczęte
Bukowina Tatrzańska	małopolskie	Bukowiańskie Towarzystwo Geotermalne Sp. z o.o	projekt	nierozpoczęte
Bystrzyca Kłodzka	dolnośląskie	Kopalnie Odkrywkowe Surowców Drogowych Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte
Celejów	lubelskie	Termy Celejów Sp. z o.o.	projekt	w realizacji
Cudzynowice	świętokrzyskie	Starostwo Powiatowe w Kazimierzy Wielkiej	projekt	w realizacji
Dobra	opolskie	Venator Investum Sp. Z o.o.	projekt	nierozpoczęte
Frombork	warmińsko-mazurskie	Wodociągi Fromborskie Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte ²
Inowrocław	kujawsko-pomorskie	Geothermal Energy Resource Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte
Jedlina-Zdrój	dolnośląskie	Zakład Instalacji Sanitarnych i Budownictwa Drogowego	koncesja	nierozpoczęte
Koło	wielkopolskie	Geothermal Energy Resource Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte
Konin	wielkopolskie	Geotermia Konin Sp. z o.o.	projekt	w realizacji
Kutno	łódzkie	Geothermal Energy Resource Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte
Lipowa	dolnośląskie	Finadvice Polska Development Sp. z o.o.	koncesja	w realizacji
Łódź	łódzkie	Centrum Transferu Technologii Politechniki Łódzkiej Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte
Nysa	dolnośląskie	Nyska Energetyka Ciepła-Nysa Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte
Olsztyn	śląskie	Goldgreen Sp. z o.o.	projekt	nierozpoczęte
Pabianice	łódzkie	Geothermal Energy Resource Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte
Pakoszów	dolnośląskie	Bielarnia Hessa Sp. z o.o.	projekt	nierozpoczęte
Piechowice	dolnośląskie	Jerzy Jończa	projekt	nierozpoczęte
Podgórzyn	dolnośląskie	Produkcja i Sprzedaż Ryb Ogląza Jan	koncesja	nierozpoczęte
Pyrzyce	zachodniopomorskie	Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte ³
Sulisław	opolskie	BTC Sp. z o.o.	projekt	nierozpoczęte
Szklarska Poręba	dolnośląskie	Termy Jan Grogsgaard	projekt	nierozpoczęte
Włocławek	kujawsko-pomorskie	Geothermal Energy Resource Sp. z o.o.	koncesja	nierozpoczęte

¹ Piezometr. ² Rekonstrukcja otworu. ³ Otwór chłonny.

7.1. WODY LECZNICZE I POTENCJALNIE LECZNICZE

Wody podziemne charakteryzujące się mineralizacją co najmniej $1,0 \text{ g/dm}^3$ lub zawartością składników swoistych w stężeniach przyjętych dla wód leczniczych występują na obszarze Polski dość często, z wyłączeniem wschodniej części platformy prekambryjskiej (rejon wisznicki), paleozoicznego cokołu Gór Świętokrzyskich, pienińskiego pasa skałkowego oraz Tatr. Obszary Sudetów i bloku przedsudeckiego, a także północno-wschodniej części platformy prekambryjskiej (rejony augustowski i białowieski) są słabo rozpoznane, lecz potencjalnie perspektywiczne dla rozpoznania tego rodzaju wód.

Opinia dotycząca zasobności w wody zmineralizowane i swoiste jest uzasadniona z regionalnego punktu widzenia i może zostać przyjęta w niniejszym opracowaniu z uwagi na jego przeglądowy charakter. Traktując jednak zagadnienie występowania, a przede wszystkim możliwości ujmowania i zagospodarowania tego rodzaju wód bardziej szczegółowo, należy stwierdzić, że są one bardzo zróżnicowane (patrz rozdz. 2 i 3). Powszechność występowania dotyczy przede wszystkim wód chlorkowych, których wykorzystanie jest możliwe głównie w balneoterapii, a przy odpowiednio wysokiej temperaturze wód również w rekreacji i ciepłownictwie. Przy poszukiwaniu i rozpoznawaniu wód leczniczych należy wziąć również pod uwagę, że ich odpowiednio wysoka mineralizacją lub zawartość składników swoistych stwierdzone na podstawie wstępnych badań nie są wyłącznymi warunkami kwalifikującymi wody jako lecznicze. Dopiero właściwie i wielokrotnie przeprowadzone badania laboratoryjne decydują o możliwości wykorzystywania ich w lecznictwie. Przed ich wykonaniem wody zmineralizowane lub swoiste określane być mogą jako wody potencjalnie lecznicze.

Na planszy *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* zaznaczono obszary występowania przydatnych do zagospodarowania wód:

- chlorkowych,
- szczaw i kwasowęglowych,
- siarczanowych i siarczkowych,
- siarczkowych,
- radonowych.

W przypadku trzech pierwszych rodzajów wód zasięg obszarów zaznaczono według propozycji Paczyńskiego i Płochniewskiego (1996) po drobnych korektach wprowadzonych na podstawie wyników badań hydrogeologicznych. Obszary występowania wód siarczkowych w Karpatach zaznaczono na podstawie mapy występowania źródeł wód siarczkowych autorstwa Raichel (Raichel, 2000), natomiast – wód radonowych naniesiono na mapę zgodnie z granicami wyznaczonymi przez Przylibskiego (Przylibski, 2005, 2013).

Porównując możliwości ujmowania i zagospodarowania wód zmineralizowanych i swoistych w jednostkach hydrogeologicznych należy stwierdzić, że najmniej perspektywnym obszarem jest prowincja platformy prekambryjskiej. Możliwości ujmowania wód zmineralizowanych są tu ograniczone do wód chlorkowych,



Niezagospodarowane ujęcie szczaw w Szczytnej
(fot. A. Felter)

niekiedy z zawartością jodu lub fluoru, chłodnych lub o temperaturze nieznacznie przekraczającej 20°C. Stosunkowo najkorzystniejsze warunki hydrogeologiczne mają utwory mezozoiczne w regionie basenu bałtyckiego i wyniesienia Łeby. Są tu zlokalizowane dotychczas niezagospodarowane ujęcia chlorkowych wód termalnych w Krynicy Morskiej (Krynica Morska IG-1) oraz Fromborku (Frombork IGH-1), które z uwagi na stosunkowo niską temperaturę wód na wypływie mogą być wykorzystane jedynie do celów leczniczych lub w rekreacji. Wstępne oceny wskazują również na potencjalnie lecznicze właściwości wód otworów Hel IG-1 w Jastarni oraz Gdańsk IG-1 w Jantarze.

Zdecydowanie korzystniejsze warunki do ujmowania wód zmineralizowanych i swoistych charakteryzują prowincję platformy paleozoicznej. Na jej obszarze chlorkowe wody lecznicze udokumentowano w 16 miejscowościach, zazwyczaj w trakcie wiercenia otworów badawczych, z których jedynie część zagospodarowano. Wody chlorkowe o temperaturze na wypływie od 21 do 37°C występujące w nieczynnych otworach w Łagowie, Kotuniu i Trzebnicy, formalnie zaliczono do wód leczniczych. Z uwagi na dosyć powszechną zawartość składników swoistych – jodków, siarczków i fluorków, większość pozostałych nieczynnych ujęć wód termalnych zlokalizowanych na obszarze platformy paleozoicznej może znaleźć zastosowanie w balneoterapii, w także rekreacji. W środkowej części jednostki – w rejonie Wieńca-Zdroju, oraz w południowej – w rejonie Krzeszowic, i w południowo-zachodniej wyznaczono obszary perspektywiczne dla występowania cenionych w lecznictwie uzdrowiskowym wód siarczkowych (Paczyński i Płochniewski, 1996; Dowgiałło, 2007c). Obecności wód siarczkowych można spodziewać się również w rejonie występowania czap gipsowych wysadów solnych (m.in. okolice Wapna). Do celów leczniczych mogą być również ujmowane wody zabarwione, występujące strefowo w środkowej Wielkopolsce w utworach miocenu, zawierające humusowe związki organiczne o potwierdzonym badaniami działaniu terapeutycznym (Górski i in., 2014).

Najbardziej rozległą strefę perspektywiczną dla ujmowania wód siarczanowych i siarczkowych wyznaczono na obszarze zapadliska przedkarpackiego, wzdłuż jego granicy z prowincją platformy paleozoicznej. Występujące w jej obrębie wody siarczkowe, zarówno siarczanowe, jak i chlorkowe, są często ujmowane i dość intensywnie eksploatowane, szczególnie w rejonie Buska-Zdroju i Solca-Zdroju oraz w mniejszym stopniu w Swoszowicach i Krzeszowicach. Możliwość zwiększenia zasobów eksploatacyjnych tych wód jest limitowana odnawialnością siarkowodoru (Dowgiałło, 2007c) oraz, z uwagi na stosunkowo niewielką pojemność poziomów wodonośnych, wydajnością pojedynczych ujęć. O stopniu zainteresowania zagospodarowaniem świadczy fakt, że w 2014 r. udokumentowano dwa nowe złoża – w Lipie i Piestrzcu, a w 2015 r. siarczkowe wody termalne odkryto w Cudzynowicach. Znaczenie użytkowe mogą mieć również wody siarczkowe występujące na obszarze Karpat fliszowych, których obecność stwierdzono w ponad 120 źródłach (Rajchel, 2000), z których kilka ma wstępnie potwierdzone analizami laboratoryjnymi właściwości potencjalnie lecznicze (Nieborów, Lesko, Komańcza i Czarna Góra).

Szczególnie cenione w lecznictwie uzdrowiskowym i przemyśle rozlewniczym szczawy występują w Karpatach zewnętrznych oraz w Sudetach i na obszarze bloku przedsudeckiego, na ograniczonych obszarach.

W południowej części doliny Popradu (od Leluchowa na południu po Krynice-Zdrój na północy) stopień zagospodarowania szczaw jest dość wysoki. Znaczna część rejonu jest objęta koncesjami na wydobycie i znajduje się w obrębie obszarów górniczych wyznaczonych w celu ochrony złóż. Istnieje możliwość zwiększenia zasobów szczaw zwykłych oraz chlorkowych z istniejących złóż, natomiast perspektywiczne dla poszukiwania nowych złóż są obszary położone w okolicach Piwnicznej-Zdroju, Mochnaczki, Muszynki czy Głębokiego, gdzie szczawy i wody kwasowęglowe są znane z naturalnych źródeł (Chowaniec, 2009; Chowaniec i Freiwald, 2010). Podobne możliwości istnieją w okolicy Szczawy, Krościenka nad Dunajcem i Szczawnicy, a także w rejonie bieszczadzkiem, w okolicach Rabego.

Możliwości zwiększania zasobów istniejących złóż szczaw i wód kwasowęglowych oraz rozpoznawania i zagospodarowania nowych, istnieją również w prowincji sudeckiej – przede wszystkim w subrejonie wewnątrznosudeckim (obszary kłodzki i wałbrzyski) oraz w rejonie niemodlińskim. Poszukiwanie nowych obszarów występowania tych wód powinno zostać poprzedzone dokładnym rozpoznaniem warunków tektonicznych, gdyż ich występowanie jest związane na ogół z obecnością głębokich

rozłamów w obrębie skał krystalicznych, a także młodopaleozoicznych i kredowych skał osadowych (Dowgiałło, 2007c). Spośród 17 złóż szczaw udokumentowanych na obszarze prowincji sudeckiej jako wody lecznicze, obecnie użytkowanych jest jedynie osiem. Poza złożami niewykorzystane pozostają również pojedyncze otwory eksploatacyjne i badawcze, ujmujące tego rodzaju wody zlokalizowane m.in. w Bystrzycy Kłodzkiej, Krosnowicach, Szczytnej i Zdrojowisku.

Na obszarze prowincji sudeckiej, zarówno w Sudetach, jak i na bloku przesudeckim zaznaczono rozległe obszary występowania wód radonowych o zasięgu wyznaczonym przez Przylibskiego (Przylibski 2005, 2013). Wody te zagospodarowano, w niewielkim stopniu jedynie w renomowanych uzdrowiskach – Łądku-Zdroju, Szczawnie-Zdroju, Świeradowie-Zdroju i Przerzeczynie-Zdroju.

Jako najbardziej predysponowane do realizacji inwestycji związanych z użytkowaniem wód do celów leczniczych należy wskazać miejscowości, w których funkcjonują już renomowane ośrodki lecznicze zajmujące się terapią przewlekłych schorzeń, w których zabiegi z zastosowaniem wód leczniczych stanowiłyby nowy dodatkowy rodzaj usługi medycznej. Inną grupę stanowią atrakcyjnie położone miejscowości, szczególnie nadmorskie i górskie, cieszące się dużą popularnością wśród turystów. Możliwość kuracji wodami leczniczymi towarzyszyłaby atrakcyjnym oferowanym przez kurorty.

W przypadku butelkowania wód leczniczych zasadnicze znaczenie mają walory smakowe wynikające ze składu chemicznego i mineralizacji wód, dlatego też głównym celem prac poszukiwawczych i rozpoznawczych, inicjowanych przez przedsiębiorstwa tej branży, są szczawy i wody kwasowęglowe występujące na obszarze popradzkim oraz w mniejszym stopniu – kłodzkim.

7.2. WODY TERMALNE

Występowanie wód termalnych w Polsce jest związane z trzema jednostkami strukturalno-tektonicznymi – platformą paleozoiczną, Karpatami i zapadliskiem przedkarpackim oraz Sudetami i blokiem przedsudeckim. Platforma prekambryjska z uwagi na warunki geologiczne i geotermiczne charakteryzuje się najmniejszym potencjałem do wykorzystania tego rodzaju wód (Hajto, 2014).

W skali kraju do najbardziej perspektywicznych pod względem ujmowania i zagospodarowania wód termalnych należą obszary niecki podhalańskiej, gdzie wody termalne występują w utworach mezozoicznych i paleogeńskich, oraz antyklinorium szczecińsko-miechowskie, antyklinorium brzeżne i północna część monokliny przedsudeckiej, w obrębie których zasobne poziomy wód termalnych występują w utworach jury dolnej i kredy dolnej. Wymienione obszary mają dobre rozpoznanie warunków hydrogeologicznych, które w znacznym stopniu ogranicza ryzyko geologiczne, sprzyjając planowaniu i realizacji prac związanych z poszukiwaniem nowych złóż wód termalnych.

Na obszarze Karpat zewnętrznych i zapadliska przedkarpackiego oraz Sudetów i bloku przedsudeckiego rozpoznanie jest zdecydowanie słabsze, często o charakterze punktowym. Szczególnie w Sudetach i bloku przedsudeckim, gdzie występowanie wód termalnych jest związane z głębokimi strefami dyslokacyjnymi, poszukiwanie obszarów występowania wód termalnych powinno poprzedzać dokładne rozpoznanie tektoniki (Dowgiałło, 2007c).

Na podstawie informacji opublikowanych w serii atlasów geotermalnych Polski opracowanych dla Niżu Polskiego (Górecki i in., 2006a, b), Karpat Zachodnich (Górecki, 2011), zapadliska przedkarpackiego (Górecki, 2012) oraz Karpat Wschodnich (Górecki, 2013), na planszy *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* zaznaczono obszary charakteryzujące się występowaniem potencjalnie najlepszych warunków geologicznych i hydrogeologicznych do lokalizowania inwestycji, których głównym celem jest pozyskanie energii cieplnej z wód termalnych. Do ich wyznaczenia przyjęto kryteria wydajności – co najmniej 60 m³/h, i temperatury – nie mniej niż 40°C w stropie poziomu wodonośnego, przyjmując wartości zbliżone do charakteryzujących wody termalne ujmowane w Mszczonowie do celów ciepłowniczych i rekreacyjnych. Dodatkowo, przy wyznaczaniu obszarów perspektywicznych wzięto pod uwagę również niezwykle istotny czynnik, jakim jest mineralizacja wód zakładając, że jej maksymalna wartość nie powinna przekraczać 80 g/dm³. Powyższych kryteriów nie za-



**Niezagospodarowane ujęcie wód termalnych
Frombork IG-1 (fot. J. Sokółowski)**

stosowano w przypadku niecki podhalańskiej. Ze względu na jej szczególny charakter i unikalne walory wskazano niemal cały jej obszar (południowa granica położona ok. 1 km od granicy z Tatrami) jako perspektywiczny dla ujmowania wód termalnych (Chowaniec i Freiwald, 2010).

Kryteria zastosowane do wyznaczenia obszarów perspektywicznych, choć mają charakter arbitralny, wydają się być uzasadnione ze względów gospodarczych i technologicznych. Pozwalają na wskazanie obszarów o najlepszych według obecnego stanu wiedzy warunkach hydrogeologicznych i geotermicznych do realizacji projektów zagospodarowania wód termalnych. Należy podkreślić, że wyznaczenie obszarów perspektywicznych poza pewnym aspektem subiektywizmu przy przyjmowaniu parametrów brzegowych, jest również obarczone błędem wynikającym ze zróżnicowania stopnia rozpoznania geologicznego kraju oraz zróżnicowania możliwych do osiągnięcia wartości maksymalnych przyjętych parametrów.

Stosując powyższe kryteria na terytorium niżowej części kraju wyznaczono obszary perspektywiczne w obrębie zbiorników kredy dolnej oraz jury dolnej. Dla zbiornika jury dolnej zasięg obszaru odpowiada w przybliżeniu zasięgowi niecek szczecińskiej i łódzkiej oraz niecki warszawskiej i południowej części niecki pomorskiej, obejmując również centralną część antyklinalium środkowopolskiego. W przypadku zbiornika kre-

dy dolnej wyznaczony obszar obejmuje niekę szczecińską oraz fragmenty niecek mogileńsko-łódzkiej i warszawskiej. W zasięgu wyznaczonych obszarów są zlokalizowane wszystkie krajowe ciepłownie geotermalne (6) oraz niemal wszystkie geotermalne ośrodki rekreacyjne (11 z 12), a także wiele udokumentowanych i dotychczas niezagospodarowanych ujęć wód termalnych m.in. w Głębockim, Głównie, Mrówkach, Łabędziu i Zawadce. Z obydwu zbiorników istnieją możliwości ujmowania wód o temperaturze i wydajności przekraczającej w istotny sposób wartości przyjęte jako kryteria. Temperatura w stropie zbiornika jury dolnej sięgać może ponad 120°C, a w stropie kredy dolnej ponad 90°C (Hajto, 2008).

W zapadlisku przedkarpackim obszary perspektywiczne wyznaczono w obrębie zbiorników neogeońskich, mezozoicznych i paleozoicznych, których rozpoznanie jest zróżnicowane w zależności od głębokości występowania. Najkorzystniejsze warunki do ujmowania wód termalnych, wyznaczone w na podstawie przyjętych kryteriów, występują w okolicach Lubaczowa, Biłgoraja, Leżajska, Mielca, Buska-Zdroju oraz Brzeska. Są one głównie związane z utworami miocenu, kredy górnej (cenomanu) oraz jury środkowej i dolnej. W przypadku zbiorników miocenijskich należy brać pod uwagę ograniczoną ich pojemność, która może mieć wpływ na utrzymanie parametrów eksploatacyjnych ujęć. Zagospodarowanie zasobów wód termalnych występujących w obrębie wyznaczonych obszarów perspektywicznych może łączyć kilka celów – wykorzystanie energii geotermalnej za pomocą pomp ciepła z balneoterapią oraz rekreacją (Sowizdział i Górecki, 2013).

Inaczej wygląda sytuacja w Karpatach zewnętrznych, gdzie ze względu na dużą zmienność budowy geologicznej trudno jest wyznaczyć strefy o jednolitych warunkach. Obszar ten cechuje się niskim potencjałem geotermalnym, co w sposób szczególny dotyczy osadów fliszowych, charakteryzujących

się słabymi parametrami hydrogeologicznymi (Hajto, 2014). Zbiorniki wód termalnych w utworach fliszowych (głównie piaskowcach) mają zazwyczaj ograniczoną pojemność, a zasoby wód są nieodnawialne lub słabo odnawialne. Pomimo ogólnie niekorzystnych warunków istnieje możliwość występowania obszarów o lepszych parametrach hydrogeologicznych, w strefach nasunięć tektonicznych oraz, w zachodniej części regionu, w podłożu Karpat. Obszary perspektywiczne wyznaczono zgodnie z przyjętymi kryteriami w okolicach Bielska-Białej (zbiornik dewońsko-karboński), a także w okolicach m.in. Bochni, Brzeska, Tarnowa, Rzeszowa i Przemyśla (zbiorniki: mioceński, górnokredowy i środkowojurajski). Wykorzystanie wód termalnych na obszarze Karpat fliszowych, podobnie jak w przypadku zapadliska przedkarpackiego, powinno być związane z rekreacją i balneoterapią oraz zagospodarowaniem ciepła eksploatowanych wód poprzez zastosowanie pomp ciepła.

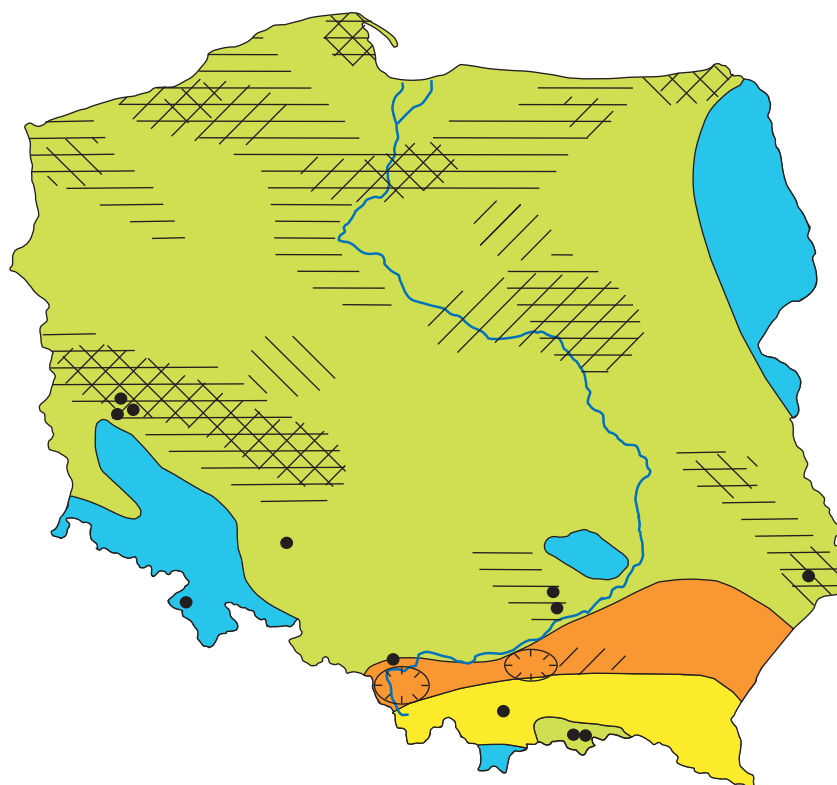
Obszar Sudetów i niecki przed-sudeckiej zaklasyfikowano w całości jako perspektywiczny dla ujmowania wód termalnych o niskim stopniu rozpoznania. Strefami szczególnie predysponowanymi do występowania wód termalnych są głębokie rozłamy w skałach krystalicznych i w występujących regionalnie utworach młodszego paleozoiku i kredy, umożliwiające infiltrację wód w głąb górotworu i ich podziemny przepływ wzdłuż spękań. Należą one do systemów o zróżnicowanej orientacji. Ich przebieg dobrze koreluje się ze znanymi wystąpieniami wód termalnych. Wzdłuż przebiegu rozłamów wyznaczono strefy perspektywiczne dla poszukiwania wód termalnych (Przylibski, 2007b). Na obecnym etapie rozpoznania warunków hydrogeologicznych i geotermalnych prowincji sudeckiej najbardziej istotne wydaje się wytypowanie drożnych stref tektonicznych uprzywilejowanych do drenażu wód głębokiego przepływu (Krawczyk i in., 2011).

7.3. SOLANKI

Występujące na obszarze kraju stężone solanki charakteryzujące się wysoką zawartością jodu, bromu, magnezu, boru, potasu i litu, mogą stanowić cenny surowiec w przemyśle chemicznym, służący do pozyskiwania określonych pierwiastków i substancji chemicznych (fig. 7.3).



Obudowane źródło solanek w Soli
(*fol. J. Sokołowski*)



Ocena wód jako surowca do produkcji:

jodu		bromu	
zawartość od kilkudziesięciu do 150 mg/dm ³ obszary wysoko perspektywiczne		zawartość ponad 200 mg/dm ³ obszary perspektywiczne	
zawartość od kilku do kilkudziesięciu mg/dm ³ obszary perspektywiczne		magnezu	
zawartość od kilku do kilkunastu mg/dm ³ obszary mało perspektywiczne		zawartość ponad 2000 mg/dm ³ obszary perspektywiczne	
śladowe ilości obszary nieperspektywiczne		potasu	
obszary szczególnie korzystne		zawartość ponad 1000 mg/dm ³ obszary perspektywiczne	
		litu	
		zawartość ponad 10 mg/dm ³	

Fig. 7.3. Obszary perspektywnego występowania solanek stanowiących surowiec chemiczny (wg Płochniewskiego, 1978)

Tego rodzaju zastosowanie wód było przedmiotem badań prowadzonych od lat 50. XX w. W ich wyniku stwierdzono, że solanki występujące w utworach miocenu zapadliska przedkarpackiego, na głębokości 500–1000 m, a w szczególności w złożach w okolicach Dębowca–Skoczowa i Bochni–Łapczyca–Gdowa, zawierają dostateczną ilość jodu (105–130 mg/dm³) do przemysłowego ich wykorzystania (Chajec, 1966; Płochniewski, 1978). Obiecujące były również wyniki badań wód występujących we wschodniej części zapadliska – w okolicach Przemyśla, Lubaczowa i Rzeszowa, a także Karpat fliszowych – w okolicach Krosna, Jasła i Gorlic, gdzie zawartości jodu w solankach sięgają 30–40 mg/dm³ (Kut, 2008). Najnowsze badania wskazują jako perspektywiczne dla wykorzystania w przemyśle chemicznym również wysoko zmineralizowane wody występujące w innych rejonach zapadliska przedkarpackiego – w Machowej, Podgórskiej Woli i Żukowicach (Zamojcin, 2012).

W latach 1950–1954 prowadzono w Dębowcu doświadczalną produkcję jodu przy wykorzystaniu solanek o zawartości tego pierwiastka powyżej 100 mg/dm³, a następnie w latach 70. XX w., po udoskonaleniu

technologii, w skali półtechnicznej – w Łapczycy. Nowej opatentowanej w 2006 r. metody, opracowanej w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Górnictwa Surowców Chemicznych „Chemkop”, umożliwiającej pozyskiwanie tego pierwiastka przy jego zawartości w wodzie rzędu 40 mg/dm^3 dotychczas nie wdrożono.

8. ZAGROŻENIA I OCHRONA WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

Złoża wód podziemnych zaliczonych do kopalin, szczególnie użytkowane, są narażone na działanie wielu czynników, które stanowią potencjalne lub faktyczne zagrożenie dla stanu ich zasobów i jakości. Zagrożenia te są wywołane na ogół bezpośrednią lub pośrednią działalnością człowieka, która może spowodować zanieczyszczenie wód, zmianę ich właściwości fizyczno-chemicznych oraz zmniejszenie wydajności i zasobów (Macioszczyk i Mikołajków, 2006).

Podatność złóż na wpływ niekorzystnych zjawisk lub procesów jest zróżnicowana i zależy zazwyczaj od głębokości występowania poziomów wodonośnych, ich izolacji od powierzchni terenu oraz sposobu zasilania. Najbardziej zagrożone są wody występujące w otwartych strukturach hydrogeologicznych (zasilanych przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych), w których poziomy wodonośne występują na niewielkich głębokościach i są pozbawione izolacji od powierzchni terenu. Ryzyko utraty naturalnych parametrów jakościowych i ilościowych jest najmniejsze w przypadku wód w strukturach zakrytych, odznaczających się brakiem lub utrudnioną wymianą wód, zalegających na znacznych głębokościach i oddzielonych od powierzchni terenu miąższą serią osadów słaboprzepuszczalnych, charakterystycznych dla złóż wód chlorkowych niżowej części Polski.

Przyczyny zagrożeń pochodzenia antropogenicznego są różnorodne (tab. 8.1), na ogół dobrze zdefiniowane i możliwe do szybkiego zidentyfikowania przy wykorzystaniu wyników badań stacjonarnych i odpowiedniej ich interpretacji. Ich negatywny wpływ na jakość lub zasoby wód podziemnych pojawia się zazwyczaj stopniowo, pozwalając na podjęcie odpowiednich środków zapobiegawczych. Najistotniejsze zagrożenia jakości i ilości zasobów dotyczą płytko występujących złóż szczaw zlokalizowanych w południowej części kraju. Rozwój uzdrowisk sprawia, że na ich obszarach są lokowane wielkopowierzchniowe obiekty hotelowe oraz sportowo-rekreacyjne, których budowa powoduje degradację unikalnych walorów wód. Przykładami tego rodzaju inwestycji są m.in. ośrodki narciarskie w Piwnicznej-Zdroju oraz Świeradowie-Zdroju, wybudowane w bezpośrednim sąsiedztwie ujęć wód leczniczych, zablokowany projekt budowy toru saneczkowo-bobslejowo-skeletonowego na Górze Parkowej w Krynicy-Zdroju na obszarze zasobowym szczaw i w bezpośrednim



Nieudokumentowane ujęcie szczaw w Czerniawie-Zdroju
(fot. J. Stożek)

Tabela 8.1

Wybrane zagrożenia antropogeniczne wód podziemnych zaliczonych do kopalin oraz ich skutki

Rodzaj zagrożenia	Typowe procesy
Nadmierna eksploatacja wód	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utrata właściwości fizyczno-chemicznych wód w wyniku nadmiernej i skoncentrowanej eksploatacji na małym obszarze na skutek zmiany dróg przepływu wód (i gazów). 2. Spadek temperatury w złożu spowodowany nadmierną eksploatacją wód termalnych w zamkniętym systemie wodonośnym (dublet otworów). 3. Spadek wydajności ujęć. 4. Oddziaływanie na siebie sąsiednich ujęć. 5. Zmniejszenie ciśnienia w eksploatowanej warstwie, umożliwiające ascenzję wód zasolonych z podłoża lub dopływ wód słodkich z poziomów nadległych lub obszarów sąsiadujących.
Oddziaływania przemysłu, gospodarki komunalnej i rolnictwa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zmiany lub degradacja jakościowa, ilościowa i sanitarna płytkich poziomów wodonośnych w wyniku dopływu zanieczyszczeń. 2. Zmiany warunków gruntowo-wodnych na skutek m.in. ograniczenia infiltracji wód opadowych.
Nieracjonalna gospodarka przestrzenna	<p>Zmiany zasobów i jakości wód na skutek zagospodarowywania obszarów zasilania wód podziemnych zaliczonych do kopalin, ich przepływu i sąsiedztwa ujęć w tym:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zabudowywania i utwardzania powierzchni na obszarach zasilania. 2. Wznoszenie budynków wymagających głębokiego fundamentowania lub intensywnych robót ziemnych na obszarach zasilania i przepływu wód oraz płytkiego występowania dróg migracji dwutlenku węgla. 3. Budowa i urządzenie obiektów sportowo-rekreacyjnych, w tym sztucznie naśnieżanych tras zjazdowych w sąsiedztwie ujęć. 4. Wyrąb zadrzewienia na obszarach zasilania lub w strefach zagrożonych ruchami masowymi.
Eksploatacja innych kopalin i nieracjonalna gospodarka ich złożami	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zanik wód lub obniżenie ich zwierciadła i wydajności w wyniku prowadzenia odwodnień górniczych. 2. Zmiany jakości i zasobów na skutek prowadzenia robót górniczych przy użyciu materiałów wybuchowych, które mogą powodować powstawanie nowych dróg przepływu wód i gazów lub zamknięcie istniejących. 3. Zanieczyszczenie i/lub skażenie poziomów wodonośnych wskutek braku zabezpieczenia i likwidacji otworów wiertniczych, złej izolacji poziomów wodonośnych w zlikwidowanych otworach.

sąsiedztwie ich ujęć czy budowa apartamentowca w Krynicy-Zdroju, w związku z którą wykonane głębokie wkopy spowodowały uruchomienie nowych dróg migracji dwutlenku węgla i w efekcie spadek zawartości tego gazu w źródle Jan (Rajchel, 2012; Czop, 2014). Wzrost intensywności wydobywania wód do celów balneoterapeutycznych i rozlewniczych na obszarach o ograniczonych zasobach eksploatacyjnych wywołał spadek mineralizacji wód leczniczych i zmineralizowanych w rejonie Buska-Zdroju, Iwonicza-Zdroju i Rymanowa-Zdroju.

Naturalnym (geogenicznym) zjawiskiem niekorzystnie wpływającym na eksploatację wód podziemnych, przede wszystkim płytko występujących wód leczniczych, jest ich współwystępowanie w jednym systemie wodonośnym z wodami zwykłymi. Zaburzenie równowagi hydrodynamicznej spowodowane eksploatacją ujęcia może prowadzić do utraty właściwości wód leczniczych, jak również do pogorszenia się jakości wód zwykłych, przy czym oddziaływanie to może mieć charakter zarówno ilościowy, jak i jakościowy. Wśród naturalnych zagrożeń wód podziemnych zaliczonych do kopalin znajdują się również m.in. procesy erozji, trzęsienia ziemi, osuwiska i powodzie, występujące najczęściej niespodziewanie i charakteryzujące się gwałtownym przebiegiem, w związku z czym przeciwdziałanie im jest niezwykle trudne i bardzo kosztowne.

W przypadku wód termalnych dodatkowym zagrożeniem może być spadek temperatury w złożu. Dotyczy to tzw. dubletów geotermalnych, w których wykorzystana, schłodzona woda jest zatłaczana do ujmowanego poziomu wodonośnego. Z drugiej strony zabieg ten pozwala na zachowanie stałej objętości wody w słabo odnawialnych poziomach wodonośnych. Realnym zagrożeniem dla złóż wód termalnych jest też nadmierna eksploatacja, prowadząca do spadku ciśnienia w złożu, co w skrajnym przypadku może skutkować ascencją z głębszych poziomów lub dopływem wód chłodnych z warstw nadległych. Przykładem terenu, w którym eksploatacja może skutkować spadkiem ciśnienia w złożu jest niecka podhalańska, gdzie wody termalne są wykorzystywane bardzo intensywnie zwłaszcza w rekreacji, a także w energetyce. Budowa geologiczna tej struktury (układ warstw) oraz skupienie wielu inwestycji na niewielkim obszarze powodują znaczne zagrożenie, zwłaszcza jeśli chodzi o ciśnienie złóż wód termalnych.

Zagrożeniem dla środowiska naturalnego może być zrzut zużytych wód termalnych do cieków powierzchniowych. W jego wyniku następuje wzrost zasolenia wód powierzchniowych, a także wzrost temperatury, co niekorzystnie wpłynie na lokalną florę i faunę powierzchniowych wód płynących. Zrzut powierzchniowy połączony z nadmierną eksploatacją wód termalnych może także skutkować wychłodzeniem złoża i spadkiem temperatury eksploatowanych wód.

Z uwagi na znaczenie gospodarcze, często unikatowy charakter oraz wzrost intensywności zagrożeń, wody podziemne zaliczone do kopalin powinny być objęte ścisłą ochroną, wynikającą zarówno z ich przynależności do wód podziemnych, jak i do złóż surowców o istotnym znaczeniu użytkowym.

Zgodnie z ustawą *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. w celu ochrony złóż wód leczniczych, termalnych i solanek oraz środowiska naturalnego ustanawia się dla nich obszary i tereny górnicze. Prawidłowo wyznaczony obszar górniczy ma zabezpieczyć złożę przed zmianami jakości wód i warunków hydrodynamicznych spowodowanych przez czynniki zewnętrzne (Ciężkowski i Kapuściński, 2011). Teren górniczy, którego powierzchnia w przypadku wód zaliczonych do kopalin jest na ogół tożsama z obszarem górniczym, jest ustanawiany w celu ochrony środowiska przyrodniczego i ogranicza przestrzeń objętą szkodliwym oddziaływaniem robót górniczych. Szczegółowe zasady racjonalnej gospodarki złożem określa projekt zagospodarowania złoża. Wskazuje on m.in. optymalny wariant wykorzystania zasobów złoża, z uwzględnieniem warunków geologicznych jego występowania, wymagania w zakresie ochrony środowiska, bezpieczeństwa powszechnego oraz zagospodarowania powstałych odpadów i ścieków.

W przypadku wód leczniczych najskuteczniejszą formą ochrony są strefy ochrony uzdrowiskowej (A, B i C) wyznaczone na podstawie przepisów sanitarnych i ochrony zdrowia na obszarach uzdrowisk zgodnie z ustawą *o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych* z 2005 r. W strefach obowiązują szczegółowo opisane ograniczenia, mające na celu ochronę warunków sanitarnych i zasobów naturalnych surowców leczniczych. W strefie A, w której znajdują się ujęcia wód leczniczych, obowiązuje m.in. zakaz lokowania obiektów uciążliwych. Objęcie strefą ochrony uzdrowiskowej A całości lub istotnej części obszaru zasobowego wód leczniczych stanowiłoby najlepszą formę jego ochrony (Czop, 2014). W przypadku wód termalnych najskuteczniejszą formą ochrony jest eksploatacja na określonym poziomie i, o ile to możliwe, zatłaczanie zużytych wód do złoża.

Z uwagi na przynależność do kopalin wody lecznicze, termalne oraz solanki nie podlegają przepisom wynikającym z ustawy z dnia 18.07.2001 r. *Prawo wodne*. Dla ujęć tych wód nie istnieje obowiązek m.in. wyznaczania stref ochrony bezpośredniej i pośredniej. W przeciwieństwie do zwykłych wód podziemnych wody zaliczone do kopalin nie są objęte krajowym monitoringiem zasobów i jakości. Zakłady górnicze, jako podmioty odpowiedzialne za eksploatację złóż, prowadzą systematyczne pomiary i obserwacje w ujęciach w celu kontroli stanu zasobów oraz właściwości fizyczno-chemicznych eksploatowanych wód. Z uwagi na walory i znaczenie wód jako kopalin, ich współwystępowanie z wodami zwykłymi i przynależność do wód podziemnych, jest niezbędna budowa i wdrożenie krajowego systemu monitoringu również w odniesieniu do tych wód, szczególnie charakteryzujących się odnawialnością zasobów występujących na niewielkich głębokościach i w systemach szczelinowych (w przypadku których więź hydrauliczna sięga na głębokość setek lub nawet tysięcy metrów), na obszarach współwystępowania z wodami zwykłymi oraz o ograniczonych zasobach.

LITERATURA

- BARBIER E., 2002 — Geothermal energy technology and current status: an overview. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, 6.
- BIERNAT H., KULIK S., NOGA B., 2009 — Możliwości pozyskania energii odnawialnej i problemy związane z eksploatacją ciepłowni geotermalnych wykorzystujących wody termalne z kolektorów porowych. *Prz. Geol.*, 57, 8.
- BOJARSKI L. (red.), 1996 — Atlas hydrochemiczny i hydrodynamiczny paleozoiku i mezozoiku oraz ascenzyjnego zasolenia wód podziemnych na Niżu Polskim. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BOJARSKI L., SADURSKI A., 2000 — Wody podziemne głębokich systemów krążenia na Niżu Polskim. *Prz. Geol.*, 48, 7.
- BOJARSKI L., SOKOŁOWSKI A., 1996 — Wpływ ascenzyjnej lateralnej na zasolenie wód kambru. *Prz. Geol.*, 44, 1.
- BRODACKI J., 2009 — Biały skarb. *Mówią Wieki*, 12, 599.
- BUBLA B., GAWRON M., JAKÓBIK K., JANCZY M., KRÓL D., SMOLEŃ M., 2011 — Lecznictwo uzdrowiskowe w Polsce w latach 2000–2010. Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Krakowie.
- CHAJEC W., 1966 — Kompleksowe wykorzystanie solanek jodkowo-bromkowych na przykładzie złóż Dębowca k/Skoczowa oraz Łączycy k/Bochni. *Zesz. Nauk. AGH*, 139, 11.
- CHOWANIEC J., 2007 — Niecka podhalańska — najbardziej perspektywiczny zbiornik wód termalnych w Polskich Karpatach. [W:] Współczesne Problemy Hydrogeologii, 13 (red. A. Szczepański, E. Kmieciak, A. Żurek). WGGIOŚ AGH, Kraków.
- CHOWANIEC J., 2009 — Studium hydrogeologii zachodniej części Karpat polskich. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 434.
- CHOWANIEC J., DŁUGOSZ P., DROZDOWSKI B., NAGY S., WITCZAK W., WITEK K., 1997 — Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód termalnych niecki podhalańskiej. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- CHOWANIEC J., FREIWALD P. (red.), 2010 — Atlas hydrogeoróżnorodności województwa małopolskiego. Depart. Roln. i Geol. Urz. Marsz. Woj. Małop., Zesp. Geol., Kraków.
- CHOWANIEC J., FREIWALD P., OPERACZ T., 2012 — Różnorodność wód podziemnych województwa małopolskiego i ich wykorzystanie. *Ann. UMCS. Sec. B Geogr., Geol., Miner. Petrogr.*, 67, 2.
- CHOWANIEC J., NAGY S., OWSIAK P., WITEK K., FREIWALD P., OPERACZ T., PATORSKI R., 2011 — Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód termalnych niecki podhalańskiej z uwzględnieniem transgranicznego przepływu wód. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- CHRZĄSTOWSKI J., WĘCŁAWIK S., 1986 — Występowanie i wykorzystanie wód mineralnych Karpat oraz ich przedpola. *Gosp. Sur. Miner.*, 2, 3–4.
- CHOWANIEC J., ZUBER A., CIĘŻKOWSKI W., 2007 — Prowincja karpacka. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski. T. 2. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CIĘŻKOWSKI W., 1983 — Jednostka hydrogeologiczna szczaw Gór Izerskich. *Kwart. Geol.*, 27, 3.
- CIĘŻKOWSKI W., 1990 — Studium hydrogeochemii wód leczniczych Sudetów polskich. *Pr. Nauk. Inst. Geotech. PWroc.*, 60, Wrocław.
- CIĘŻKOWSKI W. (red.), 1993 — Butelkowane wody mineralne Polski. Izba Gosp. Uzdrowiska Polskie, Wrocław.
- CIĘŻKOWSKI W. (red.), 2002 — Występowanie i dokumentowanie i eksploatacja endogenicznego dwutlenku węgla w Polsce. Wydaw. WTN, Wrocław.
- CIĘŻKOWSKI W., JÓZEFKO I., SCHMALZ A., WITCZAK S., 1999 — Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód podziemnych i dwutlenku węgla (jako kopaliny towarzyszącej) ze złoża w uzdrowisku Krynica oraz ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych (zwykłych oraz leczniczych i o właściwościach leczniczych) w zlewni Krynicy. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- CIĘŻKOWSKI W., KAPUŚCIŃSKI J., 2011 — Wyznaczenie granic obszaru i terenu górniczego dla złóż wód podziemnych uznanych za kopaliny. Poradnik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- CIĘŻKOWSKI W., MICHNIEWICZ M., PRZYLIBSKI T. A., 2011 — Wody termalne na Dolnym Śląsku. [W:] Mezozoik i kenozoik Dolnego Śląska (red. A. Żelazniewicz, J. Wojewoda, W. Ciężkowski). WIND, Wrocław.
- CZERSKI M., FISTEK J., RAFALSKI Z., WOJTKOWIAK A., 1990 — Aneks do dokumentacji zasobów termalnej wody mineralnej w kategorii C w Grabinie (otwór Odra 5/I). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- CZERSKI M., WOJTKOWIAK A., 1992 — Szczawy termalne w Grabinie. Mat. III Konf. Problemy hydrogeologiczne południowo-zachodniej Polski. Pożywna, 10–12.09.1992. Wrocław.

- CZERSKI M., ZAWISTOWSKI K., 2009 – Zarys budowy geologicznej Sudetów. [W:] Mapa zagospodarowania wód zaliczonych do kopalin występujących na obszarze prowincji sudeckiej (Felter A., Czerski M., Kielczawa B., Liber E., Sokołowski J., Szewczyk J., Czarniecka-Januszczzyk U., Myciuk K., Palak D., Rojek A.). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- CZOP M., 2014 — Nowoczesne zasady ochrony zasobów wód mineralnych i leczniczych w warunkach współczesnych zagrożeń antropogenicznych. Mat. Resortowego szkolenia służb geologiczno-górnictwa. Krynica-Zdrój 11–13.12.2014 r.
- DADLEZ R., MAREK S., POKORSKI J. (red.), 2000 — Mapa geologiczna Polski bez utworów kenozoiku. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J., 1971 — Studium genezy wód zmineralizowanych w utworach mezozoicznych Polski północnej. *Biul. Geol. UW*, **13**.
- DOWGIAŁŁO J., 1978 — Pochodzenie dwutlenku węgla w szczawach Karpat i Sudetów na obszarze Polski. *Biul. Inst. Geol.*, **312**, 4.
- DOWGIAŁŁO J., 1980 — Poligenetyczny model karpaccich wód chlorkowych i niektóre jego konsekwencje. Współczesne Problemy Hydrogeologii Regionalnej. Jachranka. T. 1. Wydaw. Geol., Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J., 2001 — Sudecki region geotermiczny (SRG) – określenie, podział, perspektywy poszukiwawcze. Współczesne Problemy Hydrogeologii Regionalnej. T. 10. Wydaw. UWroc., Wrocław.
- DOWGIAŁŁO J., 2007a — Zagadnienia prawne i terminologiczne. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski. T. 2. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J., 2007b — Prowincja platformy prekambryjskiej. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski. T. 2. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J., 2007c — Przegląd regionalny wód zmineralizowanych, termalnych oraz uznanych za lecznicze. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski, t. II: Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J., 2008 — Stan rozpoznania zasobów wód termalnych regionu sudeckiego i perspektyw ich wykorzystania. Mat. I Ogólnopolskiego Kongresu Geotermalnego, Radziejowice 17–19.10.2007. Kraków.
- DOWGIAŁŁO J., FISTEK J., 2003 — New findings in the Wałbrzych-Kłodzko geothermal sub-region (Sudetes, Poland). *Geothermics*, **32**.
- DOWGIAŁŁO J., FISTEK J., 2007 — Prowincja sudecka. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski. T. 2. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J., KLECZKOWSKI A. S., MACIOSZCZYK T., RÓŻKOWSKI A. (red.), 2002 — Słownik hydrogeologiczny. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J., PACZYŃSKI B., 2002 — Podział regionalny wód leczniczych Polski. [W:] Ocena zasobów dyspozycyjnych wód potencjalnie leczniczych. Poradnik metodyczny (red. B. Paczyński). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DYJOR S., 1975 — Młodotrzeciorzędowe ruchy tektoniczne w Sudetach i na bloku przedsudeckim. Late Tertiary tectonic movements in the Sudety Mts. and Fore-Sudetic block. Mat. I Kraj. Symp. Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce, 1: 121–132. Wydaw. Geol., Warszawa.
- DYREKTYWA Komisji 2003/40/WE z 16.05.2003 r. ustanawiająca wykaz, stężenia graniczne i wymogi w zakresie etykietowania dla składników naturalnych wód mineralnych oraz warunki zastosowania powietrza wzbogaconego w ozon do oczyszczania naturalnych wód mineralnych i wód źródłanych.
- FISTEK J., 1977 — Szczawy Kotliny Kłodzkiej i Gór Bystrzyckich. *Biul. Geol. UW*, **22**.
- FISTEK J., 2004 — Projekt prac geologicznych dla udokumentowania zasobów dyspozycyjnych wód leczniczych i potencjalnie leczniczych Ziemi Kłodzkiej i obszaru jeleniogórskiego. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- FISTEK J., FISTEK A., 1998 — Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych wód leczniczych (szczaw) Dusznik-Zdroju. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- GÓRECKI W. (red.), 2006a — Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim. AGH, Kraków.
- GÓRECKI W. (red.), 2006b — Atlas zasobów geotermalnych formacji paleozoicznej na Niżu Polskim. AGH, Kraków.
- GÓRECKI W. (red.), 2011 — Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat Zachodnich. AGH, Kraków.
- GÓRECKI W. (red.), 2012 — Atlas geotermalny zapadliska przedkarpacciego. AGH, Kraków.
- GÓRECKI W. (red.), 2013 — Atlas geotermalny Karpat Wschodnich. AGH, Kraków.
- GÓRSKI J., LATOUR T., SIEPAK M., DROBNIK M., SZIWA D., 2014 – Wody zabarwione w utworach miocenu środkowej Wielkopolski. *Stud. i Pr. z Geogr. i Geol.*, **40**, 91.

- HAJTO M., 2008 — Baza zasobowa wód termalnych na niżu polskim – geologiczne i hydrogeologiczne uwarunkowania obszarów perspektywicznych. *Kwart. AGH Geologia*, **34**, 3.
- HAJTO M., 2014 — Wody termalne polskich Karpat. Mat. Resortowego szkolenia służb geologiczno-górnictwa. Krynica-Zdrój 11–13.12.2014 r.
- HAŁAJ E., KEPIŃSKA B., 2013 — Stan i perspektywy rozwoju geotermalnej balneoterapii i rekreacji w Polsce. [W:] *Rekreacyjne wykorzystanie wód geotermalnych w krajach Grupy Wyszehradzkiej* (red. M. Deja, M. Huculak, W. Jarczewski). Instytut Rozwoju Miast, Kraków.
- IGLIŃSKI B., BUCZKOWSKI R., CICHOSZ M., PIECHOTA G., 2010 — *Technologie geoenergetyczne*. Wydaw. Nauk. UMK, Toruń.
- INTERNATIONAL Chronostratigraphic Chart (v 2015/01) — (<http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale> – stan na 31.03.2015 r.)
- JARCZEWSKI W., HUCULAK M., 2013 — Rekreacyjne ośrodki geotermalne w Polsce. [W:] *Rekreacyjne wykorzystanie wód geotermalnych w krajach Grupy Wyszehradzkiej* (red. M. Deja, M. Huculak, W. Jarczewski). Instytut Rozwoju Miast, Kraków.
- JARZĄBEK-GAŁĄZKOWA H., WROTNOWSKA B., 1967 — Strefowość hydrochemiczna wschodniej części Nizżu Polskiego. *Prz. Geol.*, **15**, 12.
- JASNOS J., 2011 — Występowanie wód mineralnych, swoistych, leczniczych, termalnych oraz solanek na obszarze zapadliska przedkarpackiego i północnej części Karpat zewnętrznych. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, **50**, 1–2.
- JASNOS J., 2012 — Charakterystyka wód mineralnych, swoistych, leczniczych oraz solanek. [W:] *Atlas geotermalny zapadliska przedkarpackiego* (red. W. Górecki). AGH, Kraków.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H., 1979 — *Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym*. Wydaw. Geol. Warszawa.
- KEPIŃSKA B., 2001 — Warunki hydrotermalne i termiczne podhalańskiego systemu geotermalnego w rejonie otworu biały Dunajec PAN 1. *Stud., Rozpr., Monogr.*, **93**.
- KEPIŃSKA B., (red.), 2004 — *Badania warunków termicznych podhalańskiego systemu geotermalnego przy zastosowaniu nowej metody oksyreaktywnej analizy termicznej (OTA) i metod mineralogicznych*. Wydaw. Sigma, Kraków.
- KEPIŃSKA B., 2013 — Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce, 2012–2013. *Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, **52**, 1.
- KEPIŃSKA B., BUJAKOWSKI W. (red.), 2011 — Wytyczne projektowe poprawy chłonności skał zbiornikowych w związku z zatłaczaniem wód termalnych w polskich zakładach geotermalnych. Wydaw. EJB, Kraków.
- KOCHAŃSKI J. W., 2002 — *Balneologia i hydroterapia*. Wydaw. AWF, Wrocław.
- KOLAGO C., PICH J., PŁOCHNIEWSKI Z., 1971 — *Mapa wód mineralnych Polski w skali 1:1 000 000*. Wydaw. Geol., Warszawa.
- KOLAGO C., PŁOCHNIEWSKI Z., 1977 — Charakter wód mineralnych w przystropowej strefie ich występowania na obszarze Polski północno-wschodniej. *Kwart. Geol.*, **21**, 2.
- KOTARBA M., 1988 — Geochemiczne kryteria genezy gazów akumulowanych w serii węglonośnej górnego karbonu niecki wałbrzyskiej. *Zesz. Nauk. AGH, Geologia*, **42**.
- KOZERSKI B., MACIOSZCZYK A., PAZDRO Z., SADURSKI A., 1987 — Fluor w wodach podziemnych w rejonie Gdańska. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **57**.
- KRAWCZYK J., ALEKSANDROWSKI P., CHOWANIEC J., SKRZYPCZYK L., FARBISZ J., GRZEGORCZYK K., BIEL A., 2011 — Projekt prac geologicznych dla określenia perspektywicznych rejonów i stref występowania wód termalnych na obszarze Sudetów Środkowych i Wschodnich wraz z blokiem przedsubdeckim. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- KUCHARSKI M., SOKOŁOWSKI J., 2007 — Wykorzystanie wód leczniczych w rozlewnictwie. [W:] *Hydrogeologia regionalna Polski. T. 2. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane* (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUT A., 2008 — Czy nasze miasto zamieni się w Krosno-Zdrój? (www.krosno24.pl – stan na 31.03.2015 r.)
- LATOUR T., PONIKOWSKA I., 2008 — Naturalne wody lecznicze – właściwości i zastosowania. *Aptekarz Polski*, **24**, 2.
- LEŚNIAK P., 1985 — Open CO₂ underground water system in West Carpathians (South Poland) – chemical and isotope evidence. *Chem. Geol.*, **49**.
- LEŚNIAK P., WĘCŁAWIK A., 1984 — Zbiornik tzw. szczaw z płaszczowiny magurskiej jako otwarty względem CO₂ system wód podziemnych. *Prz. Geol.*, **32**, 11.

- LISIK R., SZCZEPAŃSKI A., 2014 — Siarczkowe wody lecznicze w części zapadliska przedkarpackiego. Hydrogeotechnika, Kielce–Kraków.
- MACIOSZCZYK A., DOBRZYŃSKI D., 2007 — Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. PWN, Warszawa.
- MACIOSZCZYK A., MIKOŁAJKÓW J., 2006 — Zagrożenia zasobów wód podziemnych. Rodzaje zanieczyszczeń. [W:] Podstawy hydrogeologii stosowanej, (red. A. Macioszczyk), Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa.
- MAŁECKA D., 2003 — The thermal waters of Podhale, southern Poland: history of research, genesis and utility. *Geol. Quart.*, **47**, 3.
- MUFFLER L.P.J., CATALDIR., 1978 — Methods for regional assessment of geothermal resources. *Geothermics*, **7**.
- OSZCZYPKO N., ZUBER A., 2002 — Geological and isotopic evidence of diagenetic waters in the Polish Flysch Carpathians. *Geol. Carpathica*, **53**, 4.
- PACZYŃSKI B., PŁOCHNIEWSKI Z., 1996 — Wody mineralne i lecznicze Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 — Hydrogeologia regionalna Polski. T. 2. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PAJAŁK L., BUJAKOWSKI W., 2013 — Porównanie cen energii cieplnej pochodzącej z instalacji geotermalnych z cenami konwencjonalnych źródeł energii na podstawie taryf rozliczeniowych obowiązujących w 2013 r. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, **52**, 1.
- PASTUSZKA M., 2011 — Starożytne tężnie z Inowrocławia. (archeowiesci.pl/2011/02/28 – stan na 31.03.2015 r.)
- PLEWA M. (red.), 1996 — Badania ciepła radiogenicznego skał krystalicznych i osadowych obszaru sudeckiego. *Pr. Geol. Kom. Nauk. Geol. PAN*, **141**.
- PŁOCHNIEWSKI Z., 1978 — Polish mineral waters as chemical raw materials. Mat. Int. Symp. Hydrogeochemistry of Mineralized Waters, Cieplice-Spa, 31-st May – 3rd June 1978.
- POROWSKI A., 2006 — Origin of mineralized waters in the Central Carpathian Synclinorium, SE Poland. *Stud. Geol. Pol. Hydrogeol. Hydrogeochem.*, **125**, 1.
- POWISZ B., 2013 — Szlakiem wód leczniczych i termalnych w Małopolsce. Depart. Środ. Urz. Marsz. Woj. Małopol., Zesp. Geol., Kraków.
- PRZYLIBSKI T. A., 2005 — Radon składnik swoisty wód leczniczych Sudetów. Oficyna Wydaw. PWroc., Wrocław.
- PRZYLIBSKI T.A., 2007a — Radon as a natura radioactive tracer for studying crystalline rock aquifers – a few usage concepts. Selected hydrogeologic problems of the Bohemian massif and of other hard rock terrains in Europe. *Acta Univ. Wratislaviensis. Hydrogeol.*, **76**.
- PRZYLIBSKI T.A. (red.), 2007b — Studium możliwości rozpoznania nowych wystąpień wód zmineralizowanych, swoistych i termalnych na obszarze bloku przedsudeckiego. PWroc., Inst. Górn., Wrocław.
- PRZYLIBSKI T. A., 2013 — Wody radonowe. [W:] Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin występujących na obszarze Ziemi Kłodzkiej w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami (A. Felter, T.A. Przylibski, L. Skrzypczyk, M. Socha, J. Sokołowski, J. Stożek, A. Gryczko-Gostyńska). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- PRZYLIBSKI T. A., MAMONT-CIEŚLA K., KUSYK M., DORDA J., KOZŁOWSKA B., 2004 — Radon concentrations in groundwaters of the Polish part of the Sudety Mountains (SW Poland). *J. Environ. Radioact.*, **75**, 2.
- RAJCHEL L., 2000 — Źródła wód siarczkowych w Karpatach polskich. *Geologia AGH*, **26**, 3.
- RAJCHEL L., 2012 — Szczawy i wody kwasowęglowe Karpat Polskich. Wydaw. Nauk. AGH, Kraków.
- RAJCHEL L., DULIŃSKI M., RAJCHEL J., 2007 — Ziemia Muszyńska – dziedzictwo epok geologicznych. [W:] Współczesne problemy hydrogeologii. T. 13 (red. A. Szczepański, E. Kmiecik, A. Żurek). WGGIOŚ AGH, Kraków.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 20.12.2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. 2011 Nr 288, poz. 1696).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 24.04.2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż (Dz.U. 2012 poz. 511).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 8.05.2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2014 poz. 596).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 18.11.2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014 poz. 1800).

- ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 13.04.2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów oceny oraz świadectwa potwierdzającego te właściwości (Dz.U. 2006 Nr 80, poz. 565).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 31.03.2011 r. w sprawie naturalnych wód mineralnych, naturalnych wód źródłanych i wód stołowych (Dz.U. 2011 Nr 85, poz. 466).
- SKRZYPCZYK L., 2001 — Wody lecznicze, mineralne i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2000 r. (red. S. Przeniosło). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., 2002 — Wody lecznicze. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2001 r. (red. S. Przeniosło). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., 2003 — Wody lecznicze. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2002 r. (red. S. Przeniosło). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., 2004 — Wody lecznicze. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2003 r. (red. S. Przeniosło). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., 2005 — Wody lecznicze. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2004 r. (red. S. Przeniosło). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2006 — Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2005 r. (red. S. Przeniosło, A. Malon). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2007 — Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2006 r. (red. M. Gientka, A. Malon, M. Tymiński). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2008 — Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2007 r. (red. M. Gientka, A. Malon, J. Dyląg). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2009 — Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2008 r. (red. S. Wołkiewicz, A. Malon, M. Tymiński). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2010 — Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2009 r. (red. S. Wołkiewicz, A. Malon, M. Tymiński). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2011 — Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2010 r. (red. M. Szuflicki, A. Malon, M. Tymiński). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2012 — Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2011 r. (red. M. Szuflicki, A. Malon, M. Tymiński). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2013 — Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2012 r. (red. M. Szuflicki, A. Malon, M. Tymiński). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2014 — Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2013 r. (red. M. Szuflicki, A. Malon, M. Tymiński). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- SKRZYPCZYK L., SOKOŁOWSKI J., 2015 — Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2014 r. (red. M. Szuflicki, A. Malon, M. Tymiński). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- SOCHA M., 2008 — Geośrodowiskowe uwarunkowania wykorzystania energii wód termalnych paleogeńsko-mezozoicznego zbiornika podhalańskiego. [pr. doktor.]. Arch. Wydziału Geologii UW, Warszawa.
- SOKOŁOWSKI J., SOKOŁOWSKA J., PLEWA S., NAGY S., KROKOSZYŃSKA M., KRZYSIEK U., NEY R., 1995 — Geothermal provinces and basins in Poland. Polish Geothermal Association and Polish Academy of Science, MEERC, Kraków.
- SOWIŹDZAŁ A., GÓRECKI W., 2013 — Możliwości wykorzystania energii geotermalnej w rejonie zapadliska przedkarpackiego. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony*, 52, 2.
- STRABURZYŃSKA-LUPA A., STRABURZYŃSKI G., 2008 — Fizjoterapia z elementami klinicznymi. T. 1. Wydaw. Lek. PZWL, Warszawa.
- SZEWczyk J., 2007 — Strumień ciepły a temperatura i mineralizacja wód. [W:] Hydrogeologia regionalna Polski, t. II: Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- SZEWCZYK J., 2009 — Warunki geotermiczne prowincji sudeckiej. [W:] Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin występujących na obszarze prowincji sudeckiej w skali 1:500 000 wraz z objaśnieniami (A. Felter, M. Czerski, B. Kielczawa, E. Liber, J. Sokołowski, J. Szewczyk, U. Czarniecka-Januszczyk, U. Myciuk, D. Palak, A. Rojek, 2009). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- ŚWIDZIŃSKI H., 1972 — Geologia i wody mineralne Krynicy. *Pr. Geol. Komis. Nauk. Geol. PAN*, **70**.
- TADYCH J., RASAŁA M., TADYCH A., 2011 — Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Poddebice GT-2 w miejscowości Poddebice. Termohouse, Tadych J. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- TOMASZEWSKA B., PAJĄK L., 2012 — Geothermal water resources management – economic aspects of their treatment. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 201, 4.
- TOMASZEWSKA B., 2013 — Utylizacja schłodzonych wód termalnych. Problemy i propozycje rozwiązań alternatywnych. *Technika Poszukiwań Geologicznych. Geotermia. Zrównoważony Rozwój*, **53**, 1.
- USTAWA z dnia 4.02.1994 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz.U. 1994 Nr 27, poz. 96, ze zm.).
- USTAWA z dnia 18.07.2001 r. *Prawo wodne* (tekst jedn. Dz.U. 2015, poz. 469).
- USTAWA z dnia 6.09.2001 r. *Prawo farmaceutyczne* (Dz. U. 2001 Nr 126, poz. 1381, ze zm.).
- USTAWA z dnia 28.07.2005 r. *o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych* (Dz.U. 2012, poz. 651).
- USTAWA z dnia 9.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (tekst jedn. Dz.U. 2015, poz. 196).
- WAGNER R. (red.), 2008 — Tabela stratygraficzna Polski. Polska pozakarpaska. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WĘCŁAWIK S., 1991 — Kompleksowa metodyka badań ochrony surowców balneologicznych przed oddziaływaniem przemysłu. *Studia i Rozprawy CPPGSMiE PAN*, **11**.
- WIKTOROWICZ B., 2014 — Wody termalne niecki łódzkiej – zielona energia z wnętrza ziemi. Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.
- WITCZAK S., ADAMCZYK A., 1994 — Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczenia. *Bibl. Monit. Środ. PIOŚ*, Warszawa.
- WITCZAK S., GÓRKA J., RAJCHEL L., SZYBIST A., BIEDROŃSKI G., 2014 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód leczniczych z wypływu W-VI-32 (Komora Z-32) zlok. na poziomie VI i z wypływu W-VII-16 (Komora Layer, d. Fornalska 2) zlok. na poziomie VII w Kopalni Soli Wieliczka. Krakowskie Przeds. Geolog. ProGeo Sp. z o.o. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- WITCZAK S., ŚWIĄDER A., 2010 — Analiza składników swoistych wód siarczkowych rejonu Buska-Zdroju. [W:] Wody siarczkowe w rejonie Buska-Zdroju (red. R. Lisik). Hydrogeotechnika, Kielce.
- ZABEL B., 1990 — Dzieje Kołobrzeskich solanek. *Bibl. Kołobrzeska*, **6**.
- ZAMOJCIN J., 2012 — Analiza możliwości wykorzystania solanek jodkowo-bromkowych towarzyszących złożom ropnogazowym. *Nafta – Gaz. R.*, **68**, 12.
- ZNOSKO J., PAJCHŁOWA M., 1968 — Atlas geologiczny Polski w skali 1:2 000 000. Wydaw. Geol., Warszawa.
- ZUBER A., 2007a — He-4 excess versus C-14 ages in thermal waters of Łądek and Cieplice Spas in comparison with other known systems. Selected hydrogeologic problem of the Bohemian massif and of other hard rock terrains in Europe. *Acta Univ. Wratislaviensis. Hydrogeol.*, 76.
- ZUBER A. (red.), 2007b — Metody znacznikowe w badaniach hydrogeologicznych. Poradnik metodyczny. Oficyna Wydaw. PWroc. Wrocław.

SŁOWNIK TERMINÓW

- Ascenzja** – Wznoszący (wstępujący) ruch wody podziemnej (często z dużej głębokości) w środowisku skalnym pod wpływem różnicy wysokości hydraulicznych (zazwyczaj poprzez strefy dyslokacyjne) (wg *Dowgiałły i in., 2002*).
- Balneologia** – Dział medycyny, nauka zajmująca się badaniem właściwości leczniczych wód podziemnych i peloidów, a także współdziałających czynników środowiskowych (wg *Dowgiałły i in., 2002*).
- Balneoterapia** – Dział medycyny zajmujący się leczeniem różnych schorzeń i rehabilitacją – przywracaniem choremu sprawności fizycznej, przy zastosowaniu wód leczniczych, gazów naturalnych lub naturalnych mułów organicznych (wg *Dowgiałły i in., 2002*).
- Cieplownictwo** – tu: Pozyskiwanie energii cieplnej z wód termalnych, wykorzystywanej w celu ogrzewania lub klimatyzowania pomieszczeń, ogrzewania wody (tzw. ciepłej) doprowadzanej siecią wodociagową do odbiorców lub utrzymania prawidłowego funkcjonowania innych instalacji i urządzeń.
- Dublet geotermalny** – System eksploatacyjny wód termalnych oparty na parze otworów połączonych rurociągiem. Jeden z nich jest otworem eksploatacyjnym służącym do wydobywania wód drugi zaś otworem chłonnym służącym do zatłaczania wykorzystanych wód do poziomu wodonośnego, z którego wcześniej zostały wydobyte, w celu m.in. odbudowy części zasobów (wg *Dowgiałły i in., 2002*).
- Energia geotermalna** – [1] Całkowita ilość energii (ciepła) nagromadzonej w skorupie ziemskiej, do danej głębokości, w odniesieniu do określonego obszaru bilansowego (obliczeniowego) oraz średniej rocznej temperatury na powierzchni ziemi (wg *Muffler i Cataldi, 1978*).
[2] Ciepło Ziemi zgromadzone w systemach hydrotermalnych lub w suchych skałach. Energia pierwotna, będąca pozostałością po procesach formowania się planety oraz energia powstająca w wyniku procesów rozpadu pierwiastków promieniotwórczych (wg *Barbiera, 2002*).
- Gradient geotermiczny** – Przyrost temperatury na jednostkę przyrostu głębokości wewnątrz Ziemi poniżej strefy termicznie neutralnej. Jednostką miary gradientu geotermicznego jest przyrost temperatury w °C na przyrost głębokości (zazwyczaj na 100 m) (wg *Dowgiałły i in., 2002*).
- Inwersja hydrogeochemiczna** – Zaburzenia naturalnej pionowej strefowości hydrogeochemicznej, najczęściej zakłócenie naturalnego wzrostu mineralizacji wód wraz z głębokością. Inwersja hydrogeochemiczna obejmuje wówczas anomalną strefę (anomalię hydrogeochemiczną), w której pojawia się spadek mineralizacji wód wraz z głębokością. Przyczyny inwersji hydrogeochemicznej mogą być naturalne (klimatyczne, litologiczno-mineralogiczne, hydrodynamiczne) i antropogeniczne (wywołane zanieczyszczeniami) (wg *Dowgiałły i in., 2002*).
- Kierunki lecznicze uzdrowisk** – Profile schorzeń leczonych w poszczególnych uzdrowiskach wyznaczone przy uwzględnieniu właściwości leczniczych występujących naturalnych surowców leczniczych oraz klimatu, dostępnych zakładów i urządzeń lecznictwa uzdrowiskowego oraz specjalistycznej kadry medycznej, a także osiągnięć w leczeniu danego profilu schorzeń w uzdrowisku. Kierunki lecznicze dla poszczególnych uzdrowisk ustala minister właściwy do spraw zdrowia (wg *Ustawy z dnia 28.07.2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym...*).
- Koncesja geologiczna** – tu: Decyzja administracyjna, pozwolenie na wyłączność poszukiwania, rozpoznawania lub wydobywania kopaliny ze złoża (wg *Dowgiałły i in., 2002*).
Według obowiązującej *Ustawy z dnia 9.06. 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze* w przypadku wód zaliczonych do kopalin jest wymagana jedynie koncesja na ich wydobywanie. W mocy pozostaje kilkanaście koncesji na poszukiwanie wód zaliczonych do kopalin wydanych na podstawie wcześniej obowiązujących przepisów.
- Mineralizacja wody** – Podstawowa cecha chemiczna wody określana w badaniach hydrogeologicznych, m.in. przy ocenie jakości wody i różnego rodzaju klasyfikacjach wód. Oblicza się ją sumując stężenia wszystkich składników mineralnych wody. Jest ona wyrażana w mg/dm³ lub g/dm³ (wg *Dowgiałły i in., 2002*).
- Mofeta** – Miejsce wydobywania się na powierzchnię ziemi gazu (ekshalacji) o temperaturze powyżej 100°C, głównie dwutlenku węgla pochodzącego z odgazowania głębokich stref skorupy ziemskiej.
- Naturalna woda mineralna** – Woda podziemna wydobywana jednym lub kilkoma ujęciami naturalnymi lub wierconymi, różniąca się od wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi pierwotną czystością pod względem chemicznym i mikrobiologicznym oraz charakterystycznym stabilnym składem mineralnym, a w określo-

nych przypadkach także właściwościami mającymi znaczenie fizjologiczne, powodującymi korzystne oddziaływanie na zdrowie ludzi (wg *Ustawy z dnia 25.08.2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia*).

Naturalne surowce lecznicze – Gazy lecznicze, wody lecznicze i peloidy, których właściwości lecznicze potwierdzono na zasadach określonych w *Ustawie z dnia 28.07.2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym...* (wg <http://www.mz.gov.pl> – stan na 31.03.2015).

Obszar górniczy – Przestrzeń, w granicach, której przedsiębiorca jest uprawniony do wydobywania kopaliny oraz prowadzenia robót górniczych niezbędnych do wykonywania koncesji (wg *Ustawy z dn. 09.06.2011 r. Prawo geologiczne i górnicze*).

Obszar ochrony uzdrowiskowej – Obszar wydzielony w celu ochrony oraz przyszłego wykorzystania do celów lecznictwa uzdrowiskowego znajdujących się na jego obszarze naturalnych surowców leczniczych, obecnie niedysponujący zakładami i urządzeniami lecznictwa uzdrowiskowego, spełniający warunki określone w *Ustawie z dnia 28.07.2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych*, tj. mający złoża naturalnych surowców leczniczych o potwierdzonych właściwościach leczniczych; mający klimat o potwierdzonych właściwościach leczniczych; spełniający określone w przepisach o ochronie środowiska wymagania w stosunku do środowiska; mający infrastrukturę techniczną w zakresie gospodarki wodno-ściekowej, energetycznej, w zakresie transportu zbiorowego, a także prowadzący gospodarkę odpadami oraz, któremu nadano status obszaru ochrony uzdrowiskowej.

Obszar perspektywiczny – tu: Obszar, w obrębie którego nie udokumentowano występowania złóż wód leczniczych, termalnych i solanek ale istnieją przesłanki o możliwości ich występowania.

Obszar zasilania – Obszar, na którym opady atmosferyczne lub wody powierzchniowe przenikają bezpośrednio lub pośrednio (przez utwory przykrywające) do poziomu wodonośnego (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Peloidy – Naturalne tworzywa organiczno-mineralne, powstałe w wyniku procesów geologicznych z udziałem wody i mikroorganizmów. Należą do nich borowiny, osady wód nisko zmineralizowanych oraz zmineralizowanych (wg *Kochańskiego, 2002*).

Poziom wodonośny – Zbiorowisko wód podziemnych pozostające w łączności hydraulicznej, czyli warstwa wodonośna w obrębie utworów warstwowych lub strefa wodonośna w obrębie utworów szczelinowych bądź kawernowych (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Poziom wodonośny – [1] W szerokim znaczeniu wodonośiec, zbiorowisko wód podziemnych (w strefie saturacji) pozostające w łączności hydraulicznej, czyli warstwa wodonośna w obrębie utworów warstwowych albo strefa wodonośna w obrębie utworów szczelinowych lub kawernowych. W węższym znaczeniu używa się pojęcia poziom wodonośny do oznaczenia jednostki podrzędnej w stosunku do piętra wodonośnego (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

[2] Warstwa lub zespół warstw wodonośnych należących do określonego stratygraficznie kompleksu litologiczno-facjalnego, zawierający w porach, szczelinach i kawernach wolną wodę (wg *Góreckiego, 2006a*).

Projekt robót geologicznych – Dokument wymagany ustawą *Prawo geologiczne i górnicze*, pozwalający na wykonywanie robót geologicznych. Projekt powinien określać: cel zamierzonych robót oraz sposób ich osiągnięcia; rodzaj dokumentacji geologicznej mającej powstać w wyniku robót geologicznych; harmonogram robót geologicznych; przestrzeń, w obrębie której mają być wykonywane roboty geologiczne; przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska, w tym wód podziemnych, sposób likwidacji wyrobisk, otworów wiertniczych, rekultywacji gruntów, a także czynności mające na celu zapobieżenie szkodom powstałym wskutek wykonywania zamierzonych robót. Projekt wymaga zatwierdzenia w drodze decyzji przez właściwy organ administracji geologicznej (wg *Ustawy z dn. 09.06.2011 r. Prawo geologiczne i górnicze*).

Rekreacja – tu: Wykorzystanie wód leczniczych i termalnych w basenach kąpielowych dostępnych bez nadzoru lekarza.

Rozlewnictwo (inaczej butelkowanie) – [1] Napełnianie opakowań jednostkowych wodami podziemnymi w celu ich zbycia (wg *Kucharskiego i Sokołowskiego, 2007*) (patrz rozdz. 1.2.).

[2] Napełnianie opakowań wodami leczniczymi (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

tu: Napełnianie opakowań wodami leczniczymi przeznaczonymi do spożycia (wg *Paczyńskiego i Sadurskiego, 2007*).

Solanka – [1] Woda podziemna o zawartości rozpuszczonych składników mineralnych stałych, nie mniejszej niż 35 g/dm³ (wg *Ustawy z dn. 09.06.2011 r. Prawo geologiczne i górnicze*).

[2] Woda o mineralizacji ogólnej wynoszącej co najmniej 35 g/dm^3 , której głównymi składnikami rozpuszczonymi są jony: chlorkowy, sodowy i wapniowy (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

W opracowaniu przyjęto zasadę, że do solanek zalicza się tylko te wody o mineralizacji powyżej 35 g/dm^3 , które są wykorzystywane do przemysłowej produkcji soli. Wody o podobnej mineralizacji, z których otrzymuje się sól leczniczą, są traktowane jako wody lecznicze.

Solanka silna – Woda podziemna o mineralizacji ogólnej powyżej 150 g/dm^3 (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Stopień geotermiczny – Przyrost głębokości wewnątrz Ziemi poniżej strefy termicznie neutralnej, któremu towarzyszy jednostkowy przyrost temperatury. Jednostką miary stopnia geotermicznego jest liczba metrów na 1°C przyrostu temperatury. Stopień geotermiczny stanowi odwrotność gradientu geotermicznego (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Strefy ochrony uzdrowiskowej – Części obszaru uzdrowiska (obszaru ochrony uzdrowiskowej), określone w statucie uzdrowiska, wydzielone w celu ochrony czynników leczniczych i naturalnych surowców leczniczych, walorów środowiska oraz urządzeń uzdrowiskowych (wg *Ustawy z dnia 28.07.2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym...*).

Szczawa – Woda lecznicza, swoista zawierająca, co najmniej 1000 mg/dm^3 wolnego dwutlenku węgla (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Teren górniczy – Przestrzeń objęta przewidywanymi szkodliwymi wpływami robót górniczych zakładu górniczego (wg *Ustawy z dn. 09.06.2011 r. Prawo geologiczne i górnicze*).

Typ chemiczny wody – typ chemiczny (hydrochemiczny) wody – Określenie składu chemicznego wody, zwykle na podstawie dominujących jonów i składników swoistych, słowne lub za pomocą symboli chemicznych, w formie uzależnionej od zastosowanej klasyfikacji hydrochemicznej. Szczegółowe informacje znajdują się w rozdziale 3.

Uzdrowisko – Obszar, na terenie którego jest prowadzone lecznictwo uzdrowiskowe, wydzielony w celu wykorzystania i ochrony znajdujących się na jego obszarze naturalnych surowców leczniczych, spełniający warunki określone w *Ustawie z dnia 28.07.2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych* i któremu nadano status uzdrowiska.

W opracowaniu uwzględniono tylko te uzdrowiska, które mają na swoim terenie złoża wód leczniczych. Miejscowości będące uzdrowiskami oprócz naturalnych surowców leczniczych (wód, gazów i torfów) powinny charakteryzować się klimatem o właściwościach leczniczych oraz dysponować fachowym personelem służby zdrowia i urządzeniami umożliwiającymi prowadzenie lecznictwa, rehabilitacji i profilaktyki.

Warzelnictwo – Gałąź przemysłu zajmująca się warzeniem soli uzyskiwanej poprzez odparowanie wód o wysokiej mineralizacji (zwykle solanek).

Wiek wód podziemnych – [1] Czas jaki upłynął od infiltracji wody atmosferycznej lub od zamknięcia wody zawartej w osadach dennych zbiornika przez serię osadów nieprzepuszczalnych (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

[2] Termin umowny, którym określa się czas jaki upłynął od momentu infiltracji wody atmosferycznej lub od momentu uformowania się składu izotopowego jej składników w wyniku procesów fizyczno-chemicznych zachodzących w strefie przypowierzchniowej do czasu poboru próbki wody podziemnej (wg <http://www.psh.gov.pl/leksykon/> – stan na 31.03.2015 r.).

Woda chlorkowa – Woda z dominacją jonu chlorkowego. W wielu klasyfikacjach hydrochemicznych przeważa ona oznaczając przekroczenie nawet 70% mvali stężeń podstawowych anionów. Wody chlorkowe mają charakter wysoko zmineralizowanych wód słonych i solanek (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

tu: Wody, w których składzie anionowym jon chlorkowy ma największą zawartość wyrażoną w % mvali.

Woda fluorkowa – Woda lecznicza, swoista, zawierająca co najmniej $2,0 \text{ mg/dm}^3$ jonu fluorkowego (F^-) (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Woda glauberska – Woda lecznicza lub zmineralizowana, w której udział jonu siarczanowego i sodowego przekracza 20% mvali (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Woda hipertermalna – Woda lecznicza, swoista o temperaturze powyżej 40°C (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Woda hipotermalna – Woda lecznicza, swoista o temperaturze wyższej niż 20°C i równej lub niższej niż 35°C (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Woda homeotermalna – woda lecznicza, swoista o temperaturze wyższej niż 35°C i równej lub niższej niż 40°C (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Woda jodkowa – Woda lecznicza, swoista, zawierająca co najmniej $1,0 \text{ mg/dm}^3$ jonu jodkowego (I^-) (wg Dowgiałły i in., 2002).

Woda krzemowa – Woda lecznicza, swoista, zawierająca, co najmniej 70 mg/dm^3 kwasu metakrzemowego (H_2SiO_3) (wg Dowgiałły i in., 2002).

Woda kwasowęglowa – Woda lecznicza, swoista, zawierająca od 250 do 999 mg/dm^3 wolnego dwutlenku węgla (wg Dowgiałły i in., 2002).

Woda lecznicza – Woda podziemna, która pod względem chemicznym i mikrobiologicznym nie jest zanieczyszczona. Cechuje się naturalną zmiennością właściwości fizycznych i chemicznych. Spełnia co najmniej jeden z warunków wymienionych w tabeli.

Kryteria określające cechy fizyczne i chemiczne wód leczniczych

L.p.	Zawartość w 1 dm^3 wody, nie mniej niż:
1	1000 mg rozpuszczonych składników mineralnych stałych
2	10 mg Fe^{2+} (jonu żelazawego)
3	2 mg F^- (jonu fluorkowego)
4	1 mg I^- (jonu jodkowego)
5	1 mg S^{2-} (siarki dwuwartościowej)
6	$70 \text{ mg H}_2\text{SiO}_3$ (kwasu metakrzemowego)
7	74 Bq Rn (radonu)
8	niezwiązanego CO_2 (dwutlenku węgla) a) $250\text{--}1000 \text{ mg}$ b) $>1000 \text{ mg}$

(wg Ustawy z dn. 09.06.2011 r. Prawo geologiczne i górnicze)

Woda mineralna (zmineralizowana) – Woda podziemna zawierająca co najmniej 1 g/dm^3 rozpuszczonych składników stałych (wg Dowgiałły i in., 2002).

Woda podziemna zaliczona do kopalini – Woda lecznicza, termalna i solanka (wg Ustawy z dn. 09.06.2011 r. Prawo geologiczne i górnicze).

Woda potencjalnie lecznicza – Woda mineralna lub swoista, mająca właściwości fizyczno-chemiczne zbliżone do wód leczniczych, która w przyszłości może zostać zaliczona do kopalini. Woda ta bywa określana również mianem wody o właściwościach leczniczych.

Woda radonowa – Woda lecznicza, swoista, w której natężenie promieniowania jądrowego rozpuszczonych składników gazowych (głównie radonu) i/lub stałych (głównie radu) wynosi co najmniej 2 nCi/dm^3 (74 Bq) (wg Dowgiałły i in., 2002).

Woda siarczanowa – Woda z przewagą jonu siarczanowego (wg Dowgiałły i in., 2002).

Woda siarczkowa – Woda lecznicza zawierająca co najmniej 1 mg/dm^3 siarki oznaczalnej jodometrycznie, występującej w postaci siarkowodoru (H_2S), jonu hydrosiarczkowego (HS^-), wielosiarczków (H_2S_x przy $x = 2\text{--}6$) oraz w jonie tiosiarczanowym (S_2O_3^-) (wg Dowgiałły i in., 2002).

Woda słabo zmineralizowana – Woda podziemna o mineralizacji ogólnej $1\text{--}3 \text{ g/dm}^3$.

Woda swoista – Woda podziemna (mineralna lub słodka), zawierająca jeden lub więcej składników farmakologicznie czynnych w ilościach nie niższych niż współczynniki farmakodynamiczne tych składników wskazanych w powyższej tabeli (poz. 2–8) i/lub woda termalna (wg Dowgiałły i in., 2002).

Woda średnio zmineralizowana – Woda podziemna o mineralizacji ogólnej $>3\text{--}10 \text{ g/dm}^3$.

Woda termalna – Woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie mniejszą niż 20°C , z wyjątkiem wody pochodzącej z odwadniania wyrobisk górniczych (wg Ustawy z dn. 09.06.2011 r. Prawo geologiczne i górnicze).

Woda wodorowęglanowa – Woda z przewagą jonu wodorowęglanowego (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Woda wysoko zmineralizowana – Woda podziemna o mineralizacji ogólnej $>10\text{--}35\text{ g/dm}^3$.

Woda zwykła (inaczej woda słodka) – Woda podziemna o mineralizacji ogólnej poniżej 1 g/dm^3 .

Woda żelazista – Woda lecznicza, swoista, zawierająca, co najmniej 10 mg/dm^3 jonu żelazawego (Fe^{2+}) (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Wtłaczanie (zatłaczanie) wód do górotworu – Wprowadzanie wód z odwodnień wyrobisk górniczych, wód złożowych oraz wykorzystanych wód leczniczych, wód termalnych i solanek polegające na ich wtłaczaniu otworami wiertniczymi do formacji geologicznych, izolowanych od użytkowych poziomów wodonośnych (wg *Ustawy z dn. 09.06.2011 r. Prawo geologiczne i górnicze*).

Wydajność studni – Objętość wody uzyskana w określonych warunkach hydrogeologicznych i technicznych oraz przy określonej depresji zwierciadła wody podczas pompowania lub samowypływu z otworu studziennego w jednostce czasu (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Wydajność źródła – Ilość wody wypływającej ze źródła w jednostkach objętości na jednostkę czasu (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Wytwarzanie ciekłego dwutlenku węgla – Produkcja dwutlenku węgla z gazu występującego w środowisku geologicznym. Proces polegający na separacji gazu z wód podziemnych (szczaw) i jego sprężaniu w celu skroplenia.

Wytwarzanie produktów zdrojowych – tu: Pojęcie stosowane w odniesieniu do warzenia soli, wytwarzania szlamów i ługów oraz konfekcjonowania wysoko zmineralizowanych wód leczniczych i solanek, wykorzystywanych do zabiegów leczniczych – kąpiele, okładów i inhalacji.

Zakład górniczy – Wyodrębniony technicznie i organizacyjnie zespół środków służących bezpośrednio do wykonywania działalności regulowanej ustawą *Prawo geologiczne i górnicze*, w zakresie wydobywania kopalin ze złóż [...] oraz przygotowaniem wydobytej kopaliny do sprzedaży [...] (wg *Ciężkowskiego i Kapuścińskiego, 2011*).

Zasoby dyspozycyjne – Ilość wód podziemnych zbiornika lub jego części nadających się i możliwych do wykorzystania gospodarczego przy zachowaniu ograniczeń związanych z wymaganiami ochrony środowiska naturalnego (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

Zasoby eksploatacyjne – Ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z ujęcia w danych warunkach hydrogeologicznych i techniczno-ekonomicznych, z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę i przy zachowaniu wymogów ochrony środowiska (wg *Rozp. Min. Śr. z dn. 08.05.2014 r. w sprawie dokumentacji...*).

Zasoby geotermalne – Ciepło pochodzące z mediów o temperaturze wynoszącej co najmniej 20°C (wg *Góreckiego, 2012*).

Złoże kopaliny – Naturalne nagromadzenie minerałów i skał oraz innych substancji, których wydobywanie może przynieść korzyść gospodarczą (wg *Ustawy z dn. 09.06.2011 r. Prawo geologiczne i górnicze*).

Wody podziemne zaliczone do kopalin są specyficzną grupą kopalin, wyróżniającą się często m.in. odnawialnością zasobów oraz przemieszczaniem się (ruchem) w ośrodku skalnym. Z tego też względu zamiennie stosowany jest termin – złoża wód podziemnych.

Złoże wód podziemnych – Zbiorowisko wód podziemnych, którego eksploatacja może przynosić korzyść gospodarczą (wg *Dowgiałły i in., 2002*).

W niniejszym opracowaniu do złóż wód leczniczych zalicza się te, które zaliczono do kopalin na podstawie aktów prawnych obowiązujących do 2011 r. (zgodnie z art. 203 ust. 1 ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r.) oraz udokumentowane w okresie późniejszym. Do grupy złóż wód termalnych zaliczono miejsca występowania wód o temperaturze na wypływie wynoszącej co najmniej 20°C i ustalonych zasobach eksploatacyjnych. Do złóż solanek zaliczono miejsca występowania wód o mineralizacji co najmniej 35 g/dm^3 i o udokumentowanych zasobach eksploatacyjnych, wykorzystywane do przemysłowej produkcji soli, niebędące jednocześnie wodami leczniczymi lub termalnymi.

Zbiornik wód podziemnych – Zespół przepuszczalnych utworów wodonośnych o znaczeniu użytkowym, którego granice są określone parametrami hydrogeologicznymi lub warunkami hydrodynamicznymi oraz warunkami formowania się zasobów.

Zasoby odnawialne wód podziemnych – Ilość wód podziemnych pochodzących z zasilania infiltracyjnego opadów i wód powierzchniowych oraz dopływających do granic obszaru bilansowego.

CHARAKTERYSTYKA ZŁOŻ WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

WODY LECZNICZE

Andrzejówka (gm. Muszyna, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

W Andrzejówce istnieją cztery otwory wiertnicze (A-1, A-2, A-5 i M-3) wykonane w latach 2000–2003. Głębokość ujęć, zafiltrowanych w piaskowcach eocenu, wynosi od 106 do 150 m. Ujęto nimi szczawy typu: $\text{HCO}_3\text{--Mg--Na--Ca}$ o mineralizacji 1,9–2,9 g/dm³, $\text{HCO}_3\text{--Na--Mg}$ o mineralizacji 4,8 g/dm³ i $\text{HCO}_3\text{--Mg, Fe}$ o mineralizacji 6,0 g/dm³. Zawartość CO_2 w wodach sięga ponad 1100 mg/dm³. Zasoby eksploatacyjne poszczególnych ujęć wnoszą od 0,9 do 7,2 m³/h (łącznie 14,6 m³/h). Eksploatacja wody jest prowadzona na potrzeby rozlewni naturalnych wód mineralnych, należącej do Spółdzielni Pracy Muszynianka, w obrębie obszaru górniczego Muszynianka. W 2014 r. pobór wód wyniósł 25 752 m³.

Busko-Zdrój (gm. Busko-Zdrój, pow. buski, woj. świętokrzyskie; **E8**)

W Busku-Zdroju występują dwa zasadnicze typy wód leczniczych: w utworach kredy górnej (piaski i piaskowce cenomanu oraz margle kimerydu) występują nisko i średnio zmineralizowane wody siarczkowe, zaś w stropowej części utworów jury górnej pozbawione siarkowodoru wysoko zmineralizowane wody chlorkowe zawierające jod.

Występowanie wód siarczkowych w Busku-Zdroju znane było od dawna z licznych naturalnych wypływów. W XVIII w., w czasie poszukiwań soli kamiennej, stwierdzono ich występowanie także w szybach i odwiertach. Pierwszy otwór studzienny o głębokości 44 m wykonano w 1893 r. Przed II wojną światową w uzdrowisku istniało już 12 studni wierconych z wodami leczniczymi. Obecnie w uzdrowisku jest 7 studni (B-4b, B-8b, B-13, B-16a, B-17, B-20 i B-21) ujmujących lecznicze wody siarczkowe z utworów kredy górnej o głębokości od 55 do 305 m. Wody należą do typu Cl--Na, S, I , o mineralizacji ok. 13–15 g/dm³. Zawartość siarczków wynosi od 17 do 47 mg/dm³, zaś jodków do 2 mg/dm³. Podczas poszukiwań ropy naftowej, w 1947 r. w zlikwidowanym obecnie otworze B-14, ujęto wody typu Cl--Na, I, (Fe) praktycznie pozbawione siarkowodoru. Występowały one w górnourajskich wapieniach, poniżej strefy wód siarczkowych. Wody te uznano za lecznicze i ujęto kolejnymi dwoma studniami (B-15 i B-19) o głębokości 500 i 590 m. Wody należą do typu $\text{Cl--Na, I, (F), (Fe)}$ o mineralizacji rzędu 23–71 g/dm³. Zawartość jodków waha się od 7 do 18 mg/dm³. W ostatnim czasie odwiercono najgłębszy w uzdrowisku otwór C-1 (głębokość 663 m), w którym z utworów kredy górnej ujęto wody typu Cl--Na--Ca, S, I o mineralizacji 12,4 g/dm³ i temperaturze na wypływie ok. 25°C. Zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć wynoszą łącznie 31,7 m³/h. Wody są wykorzystywane przez Uzdrowisko Busko-Zdrój SA do potrzeb zakładów przyrodolecznicych oraz rozlewni wody Buskowieńka (obszar górniczy Busko II). Koncesję na wydobywanie wód z otworu C-1 otrzymało przedsiębiorstwo Hydrogeotechnika Sp. z o.o. (obszar górniczy Busko-Północ). W 2014 r. całkowity pobór wody z obydwu obszarów górniczych wyniósł 78 902 m³.

Ciechocinek (gm. Ciechocinek, pow. aleksandrowski, woj. kujawsko-pomorskie; **C6**)

Historia odkrycia wód leczniczych w Ciechocinku jest związana z występowaniem wypływów wysoko zmineralizowanych wód chlorkowych w pobliskim Słońsku, gdzie już od XIII w. warzono sól ze słonych źródeł. W 1791 r. rozpoczęto wiercenia za złożami soli, uwieńczone odkryciem słonych wód w Ciechocinku. W celu wytwarzania soli zbudowano warzelnię oraz tężnię, a w latach 30. XIX w. rozpoczęto działalność uzdrowiskową. Obecnie w Ciechocinku istnieje 8 ujęć wód leczniczych, ujmujących wody termalne i lecznicze. Wody termalne udostępniono za pomocą trzech ujęć, z których najstarsze (Terma I) wykonano w 1932 r. Ostateczna głębokość odwiertu wynosi 757 m. Z ujęcia jest eksploatowana termalna woda typu Cl--Na, I, (S) o mineralizacji 43,5 g/dm³. Temperatura na wypływie, przy eksploatacji rzędu 4–5 m³/h, wynosi 26–28°C. Ujęcie ma zatwierdzone zasoby eksploatacyjne w ilości 135,0 m³/h. W 1952 r. odwiercono ujęcie Terma II o głębokości 1365 m, z którego jest eksploatowana woda termalna typu Cl--Na, I, Fe o mineralizacji 53,4 g/dm³. Z ujęcia eksploatuje się ok. 1–2 m³/h wody o temperaturze 28–32°C, przy zasobach eksploatacyjnych 70,0 m³/h. W trzecim z otworów ujmujących wody termalne (Terma III) w trakcie wiercenia w utworach triasowych na głębokości ponad 1521 m natrafiono na wodę typu Cl--Na o mineralizacji przekraczającej 70 g/dm³. Ze względu na niewielką wydajność w obrębie warstw triasu otwór zlikwidowano do głębokości 1450 m. Po nieudanej rekonstrukcji jest on obecnie nieużywany. W nieczynnym otworze podczas badań hydrogeologicznych temperatura wody wynosiła 37°C. Pozostałe ujęcia dostarczają wód leczni-

czych o temperaturze znacznie niższej niż 20°C. Otwór nr 11 (Grzybek) o głębokości 415 m ujmuje wodę z piaskowców jury środkowej. Odwiertem tym eksploatuje się wodę typu Cl-Na, I, Fe, o mineralizacji 46,9 g/dm³. Woda ta jest przepompowywana na tężnię, a następnie trafia do warzelnii soli. Otwór nr 19a odwiercono do głębokości 34 m na potrzeby produkcji wody mineralnej Krystynka. Z piaskowców i wapieni jury górnej udostępniono nim wodę chlorkową o mineralizacji 3,2 g/dm³. W uzdrowisku znajdują się także płytkie otwory (22–24 m), obecnie nieczynne, zafiltrowane w warstwach czwartorzędu. Były one wykorzystane okresowo w sezonach letnich w celu zaopatrzenia w wodę wyłączoną obecnie z użytkowania, odkrytego basenu solankowego. Mineralizacja wód z tych otworów była zmienna i wynosiła najczęściej od 2 do 8 g/dm³. Użytkownikami otworów eksploatacyjnych ujmujących wody z utworów triasu, jury i czwartorzędu, zlokalizowanych w obrębie obszaru górniczego Ciechocinek jest Przedsiębiorstwo Uzdrawiskowe Ciechocinek SA. Do zabiegów balneologicznych, warzenia soli i butelkowania są stosowane wysoko zmineralizowane wody chlorkowe z jodem, w tym wody termalne. W 2014 r. pobór wód wyniósł 96 107 m³ przy łącznych zasobach eksploatacyjnych ustalonych w wysokości 345 m³/h.

Cieplice Śląskie-Zdrój (m. Jelenia Góra, woj. dolnośląskie; I)

Lecznicze właściwości wód termalnych Ciepliec Śląskich-Zdroju są znane przynajmniej od XII w. Wody te występują w zdyslokowanych dolnokarbońskich granitach. Pierwotnie były one eksploatowane wyłącznie za pomocą źródeł, w późniejszym okresie na skutek zwiększonego zapotrzebowania na wodę związanego z rozwojem uzdrowiska, pogłębionych studniami. W latach 1971–1973 wykonano dwa głębokie otwory C-1 o głębokości 661 m i C-2 o głębokości 750 m. Otworem C-2 uzyskano wodę termalną o temperaturze 63°C i wydajności 10,0 m³/h na samowypływie. W 1997 r. pogłębiono otwór C-1 do głębokości 2002 m, uzyskując samowypływ wód termalnych z głębokości 1600 m o wydajności 45,0 m³/h przy temperaturze na wypływie 87°C. Obecnie eksploatacja wód leczniczych może być prowadzona pięcioma ujęciami, pozostałe nie mają ustalonych zasobów. Oprócz wymienionych otworów C-1 i C-2, są to źródła, niekiedy podwiercone do maksymalnej głębokości 60 m: Sobieski (temp. wody 20,5°C), Marysieńka (temp. wody 15–19°C) i Nowe (temp. wody 27°C). Wody ujęć cieplickich na ogół charakteryzują się mineralizacją 0,4–0,8 g/dm³ i typem chemicznym SO₄-HCO₃-Na-(Ca), F, (Si). Jedynie wody ze źródła Sobieski reprezentują typ HCO₃-SO₄-Na-Ca, F, Rn i osiagają mineralizację do 0,8 g/dm³. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć wód leczniczych wynoszą 56,5 m³/h. Ich użytkownikiem jest spółka Uzdrawisko Cieplice Sp. z o.o. – Grupa PGU, która wydobywa wody lecznicze w obrębie obszaru górniczego Cieplice i wykorzystuje je do celów balneologicznych i rekreacyjnych. W 2014 r. pobór wód wyniósł 153 006 m³.

Czerniawa-Zdrój (gm. Świeradów-Zdrój, pow. lubański, woj. dolnośląskie; E3)

Szczawy Czerniawy-Zdroju odkryto w 1783 r. w obecnie już nieistniejącym źródle Wiktoria. Ich występowanie jest związane ze zdyslokowanymi prekambryjskimi skałami metamorficznymi. W 1928 r. w sąsiedztwie źródła odwiercono otwór Jan o głębokości 91 m, ujmujący szczawy HCO₃-Ca-Mg, Fe o mineralizacji 1,1 g/dm³. Pomyślnie wyniki prac wiertniczych były powodem wykonania kolejnego otworu (Jan II) o głębokości 197 m, w którym nawiercono szczawy HCO₃-Ca-Mg, Fe, Si o mineralizacji 2,7 g/dm³, wysoko nasycone dwutlenkiem węgla (2240 mg/dm³). Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 1,7 m³/h. W związku z wyłączeniem z eksploatacji studni Jan, otwór ten stanowi podstawowe źródło wody leczniczej. Poza tym w miejscowości znajduje się wiele otworów ujmujących wody podobnego typu (łącznie z wymienionym pięć), jednak w większości nie mają one zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych i nie są wykorzystywane. Poza wymienionymi ujęciami szczaw, w uzdrowisku istnieją nieeksploatowana studnia oraz źródło. Były one do niedawna traktowane jako ujęcia swoistych wód radonowych. Użytkownikiem złoża, dla którego ustanowiono obszar górniczy Czerniawa jest Uzdrawisko Świeradów-Czerniawa Sp. z o.o. – Grupa PGU, wykorzystujące wody ujęcia Jan II do celów leczniczych. W 2014 r. pobór wód wyniósł zaledwie 10 m³, przy łącznych zasobach eksploatacyjnych ujęć w obrębie złoża sięgających 7,9 m³/h.

Dębowiec (gm. Dębowiec, pow. cieszyński, woj. śląskie; F6)

W rejonie miejscowości Dębowiec w latach 40. i 50. XX w. prowadzono prace poszukiwawczo-badawcze za ropą naftową i gazem ziemnym. W ramach realizowanego projektu wykonano ok. 40 odwiertów. W części z nich stwierdzono występowanie w piaszczysto-ilastych utworach miocenu (warstwy dębowieckie) wysoko zmineralizowanych wód chlorkowych ze znaczną zawartością jodu oraz bromu. W samym Dębowcu otworami D-2, St-5 i S-3 (gł. 452–557 m) ujęto wody typu Cl-Na, I, Fe o mineralizacji ok. 30–36 g/dm³. Z uwagi na dużą zawartość jodu – do 120 mg/dm³, wody używano początkowo do eksperymentalnego pozyskiwania tego pierwiastka, a następnie ujęcia przekazano Uzdrawisku Ustroń, które wykorzystywało je do produkcji soli leczniczych. Łączne zasoby eksploatacyjne trzech istniejących ujęć wynoszą 5,7 m³/h. Obecnie koncesję na eksploatację wód leczniczych z obszaru górniczego Dębowiec ma firma Kopalnia i Warzelnia Solanek dr Zabłocka Sp. z o.o., a woda jest wykorzystywana do produkcji soli leczniczych, leczniczo-kosmetycznych oraz butelkowania wody (stosowanej do celów kąpielowych i inhalacji). W 2014 r. pobór wód wyniósł 579 m³.

Długopole-Zdrój (gm. Bystrzyca Kłodzka, pow. kłodzki, woj. dolnośląskie; **E4, II**)

Wody lecznicze Długopola-Zdroju zalicza się do szczaw. Ich występowanie jest związane ze zdyslokowanymi proterozoicznymi łupkami łyszczykowymi. Tutejsze trzy źródła szczaw znajdują się w obrębie starej sztolni wykonanej w celu poszukiwania i eksploatacji łupków alunowych. Źródła Renata i Kazimierz są wypływami szczaw typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-Na, Fe, (Si)}$ o mineralizacji $1,0\text{--}1,2\text{ g/dm}^3$, zaś źródło Emilia szczaw radonowych tego samego typu o mineralizacji $0,9\text{ g/dm}^3$ i zawartości radonu rzędu 140 Bq/dm^3 . Zawartość wolnego dwutlenku węgla w szczawach wynosi $1800\text{--}2400\text{ mg/dm}^3$. Zasoby eksploatacyjne źródeł ustalono w wysokości $1,9\text{ m}^3/\text{h}$. Pobór w 2014 r. wyniósł $14\ 066\text{ m}^3$. Użytkownikiem ujęć zlokalizowanych w obrębie obszaru górniczego Długopole Zdrój jest Uzdrowisko Łądek-Długopole SA, które wykorzystuje wody w balneoterapii.

W odległości ok. 2 km na północ od ujęć uzdrowiska, w Długopolu Dolnym (otw. 6R), w utworach kredy górnej stwierdzono występowanie szczaw typu $\text{HCO}_3\text{-Na}$ o mineralizacji do $4,8\text{ g/dm}^3$ i zawartości jodu ($0,2\text{ mg/dm}^3$) oraz bromu ($1,5\text{--}3,0\text{ mg/dm}^3$), niespotykanych dotychczas w wodach podziemnych ziemi kłodzkiej.

Dobrowoda (gm. Busko-Zdrój, pow. buski, woj. świętokrzyskie; **E8**)

W 2006 r. w miejscowości Dobrowoda, położonej pomiędzy Buskiem-Zdrój i Solcem-Zdrój, odwiertem G-1 nawiercono wody typu $\text{Cl-SO}_4\text{-Na, I, S}$ o mineralizacji 14 g/dm^3 . Zawartość siarkowodoru w wodach sięga $90\text{--}100\text{ mg/dm}^3$. Wody ujęto na głębokości $162\text{--}300\text{ m}$ z utworów neogenu, kredy górnej (piaskowce przeławiczone marglami) oraz stropowych partii jury górnej (wapienie). Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w ilości $8,0\text{ m}^3/\text{h}$. W 2012 r. koncesjonariusz, tj. Federacja NSZZ Przemysłu Lekkiego w Łodzi, rozpoczęła eksploatację wód leczniczych w obszarze górniczym Dobrowoda, dostarczając je do Sanatorium Włókniarz w Busku-Zdroju. W 2014 r. pobór wód wyniósł $15\ 043\text{ m}^3$.

Duszniki-Zdrój (gm. Duszniki-Zdrój, pow. kłodzki, woj. dolnośląskie; **II**)

Występowanie szczaw w Dusznikach-Zdroju jest związane ze zdyslokowanymi proterozoicznymi łupkami łyszczykowymi i gnejsami. W latach 1909–1910 w miejscach naturalnych wypływów wód wykonano otwory o głębokości od 20 do 159 m, m.in. znane w całym kraju ujęcia Pieniawa Chopina oraz Jan Kazimierz. Na przełomie lat 60. i 70. XX w. w celu zwiększenia zasobów odwiercono kilka dodatkowych studni o głębokości $33\text{--}180\text{ m}$. Szczawy Dusznik-Zdroju należą do typów $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na-(Mg), (Fe), (Si)}$ i $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg, (Fe)}$ o mineralizacji $1,0\text{--}3,9\text{ g/dm}^3$. Jedno z ujęć zawiera dodatkowo radon w ilości ok. 90 Bq/dm^3 . Szczawy Dusznik-Zdroju mają podwyższoną temperaturę, wynoszącą od 11 do 19°C . W 2002 r. wykonano otwór Duszniki GT-1 o głębokości 1695 m, ujmujący dwa poziomy szczaw termalnych. Z interwału głębokości $193\text{--}534\text{ m}$ uzyskano samowypływ w ilości $20,0\text{ m}^3/\text{h}$ szczawy typu $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca-Mg, Fe, Si}$ o mineralizacji $3,5\text{ g/dm}^3$ i temperaturze 26°C , natomiast z interwału $552\text{--}1695\text{ m}$ wypływ $30,0\text{ m}^3/\text{h}$ szczawy o takim samym typie chemicznym, mineralizacji $3,4\text{ g/dm}^3$ i temperaturze 35°C . Zasoby eksploatacyjne ujęcia określono na $39,0\text{ m}^3/\text{h}$. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć wód leczniczych w Dusznikach-Zdroju wynoszą $107,5\text{ m}^3/\text{h}$, a wydobyte roczne $278\ 305\text{ m}^3$ (2014 r.). Użytkownikiem złoża, dla którego wyznaczono obszar górniczy Duszniki-Zdrój, jest Zespół Uzdrowisk Kłodzkich SA – Grupa PGU, wykorzystująca wodę do celów balneologicznych i do produkcji ciekłego dwutlenku węgla. W miejscowości i okolicach obserwuje się suche ekshalacje dwutlenku węgla.

Dziwnówek (gm. Dziwnów, pow. kamieński, woj. zachodniopomorskie; **A2**)

W 1988 r. wykonano otwór badawczy Dziwnówek 2, przekształcony z czasem w ujęcie wód leczniczych Józef. Otworem o głębokości 788 m ujęto drobnoziarniste piaskowce kwarcowe jury dolnej, uzyskując wody typu Cl-Na, I o mineralizacji $66,6\text{ g/dm}^3$ i temperaturze 20°C . Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą $30,0\text{ m}^3/\text{h}$. Ujęcie nie jest eksploatowane.

Głębokie (gm. Piwniczna-Zdrój, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

Wody lecznicze w rejonie Głębokiego odkryto już na początku XIX w. W 1877 r. opisano źródło Kinga, istniejące do dzisiaj. Ujęto je w postaci trzech wypływów, obecnie znajdujących się w stylowym drewnianym pawilonie. Poziom wodonośny stanowią spękane piaskowce eocenu. Zasoby eksploatacyjne źródła, określone w 1974 r., są niewielkie i wynoszą $0,3\text{ m}^3/\text{h}$. Wodę scharakteryzowano jako szczawę typu $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca-(Mg)}$ o mineralizacji $2,5\text{--}3,4\text{ g/dm}^3$. Złożę nie jest objęte koncesją i nie jest wykorzystywane do celów gospodarczych, stanowi natomiast ogólnodostępny punkt poboru wody.

Goczałkowice-Zdrój (gm. Goczałkowice-Zdrój, pow. pszczyński, woj. śląskie; **F6**)

Wody chlorkowe na terenie miejscowości Goczałkowice-Zdrój odkryto w 1856 r., w trakcie poszukiwań złóż soli. Odwiertem o głębokości 760 m z utworów karbonu ujęto wówczas wysoko zmineralizowane wody zawierające m.in. jod i brom. Kolejny otwór wykonano dopiero w 1923 r. Z uwagi na ograniczenie wydajności ujęć oraz niekorzystne zmiany jakości ujętych w nich wód, wynikające z wpływu górnictwa węglowego, obydwa otwory

zlikwidowano w I poł. lat 50. XX w. W ich miejsce odwiercono trzy otwory (GN-1, GN-2 i G-21) o głębokości od 490 do 580 m, zafiltrowane w obrębie utworów karbonu. Uzyskane wody należą do typu Cl–Na, I, Fe o mineralizacji rzędu 63–75 g/dm³. W nich również obserwowano systematyczne obniżanie się poziomu eksploatowanych wód. Obecnie zjawisko to na skutek ograniczenia działalności górniczej, nie postępuje. Łączna wielkość zasobów eksploatacyjnych ujęć wynosi 2,3 m³/h. Ujęcia te są położone w granicach obszaru górniczego Goczałkowice-Zdrój, a pobór wód wykorzystywanych do celów leczniczych przez Uzdrowisko Goczałkowice-Zdrój, w 2014 r. wyniósł 1209 m³.

Gołdap (gm. Gołdap, pow. gołdapski, woj. warmińsko-mazurskie; **A10**)

Wody lecznicze w Gołdapi odkryto dopiero w 2010 r., choć działalność uzdrowiskowa była tu prowadzona znacznie wcześniej. W miejscowości odwiercono dwa otwory eksploatacyjne GZ-1 i GZ-2 o głębokości 646 i 426 m, ujmujące wody odpowiednio z utworów jury środkowej i górnej oraz kredy górnej. W poziomie kredowym udokumentowano wody typu Cl–HCO₃–Na, F o mineralizacji 1,4 g/dm³, a z głębszego poziomu jurajskiego uzyskano wody Cl–Na o mineralizacji 6,3 g/dm³ i temperaturze na wypływie 22°C. Łączne zasoby eksploatacyjne obu ujęć wynoszą 22,0 m³/h. Dla złoża wód leczniczych w Gołdapi utworzono obszar górniczy Gołdap I i Gołdap II, którego użytkownikiem jest Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. W 2014 r. uruchomiono ujęcia oraz obiekty towarzyszące i wydobyto 5200 m³ wody.

Gorzanów (gm. Bystrzyca Kłodzka, kłodzki, woj. dolnośląskie; **II**)

Szczawy Gorzanowa są związane z piaskowcami i marglami kredy górnej. W miejscowości stwierdzono najwyższe wydajności ujęć szczaw w Sudetach, wynoszące kilkadziesiąt m³/h przy samowypływie. Pierwsze ujęcia wód zmineralizowanych w Gorzanowie wykonano w latach 20. i 40. XX w., a ujęte wody wykorzystywano w miejscowej rozlewni. W związku z koncepcją jej rozbudowy w latach 1966–1967 wykonano dwa nowe otwory, a w 1998 r. odwiercono otwór 7M o głębokości 124 m, który stanowi obecnie główne ujęcie szczaw w Gorzanowie. Ujmowane wody należą do typu HCO₃–Ca–Na i charakteryzują się mineralizacją 1,0–1,6 g/dm³. Z uwagi na to, że obecny przedsiębiorca, czyli Wytwórnia Wód Mineralnych Mineral S.J., eksploatuje na potrzeby rozlewni jedynie niewielką część złoża, brak jest aktualnych informacji dotyczących liczby pozostałych istniejących ujęć. W miejscowości istnieje obecnie co najmniej pięć ujęć szczaw i wód kwasowęglowych. Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne, na podstawie archiwalnych dokumentacji hydrogeologicznych, wynoszą nieco ponad 36 m³/h. Brak danych na temat wielkości wydobycia wód leczniczych.

Horyniec-Zdrój (gm. Horyniec-Zdrój, pow. lubaczowski, woj. podkarpackie; **E11**)

Wody siarczkowe w Horyńcu-Zdroju były znane ze źródeł wypływających nad rzeką Glinianiec. Pierwszy otwór eksploatacyjny odwiercono ok. 1913 r., a kolejny – o nazwie Róża – wykonano w 1928 r. Został on jednak zlikwidowany w 1959 r., a w jego miejsce odwiercono studnię Róża II o głębokości 22 m, którą eksploatowano przez samowypływ. Obecnie istnieją dwa ujęcia, Róża III odwiercona w 1971 r. oraz Róża IV z 1984 r., o głębokości odpowiednio 29 i 30 m, którymi nawiercono wody typu HCO₃–Ca–Na, S o mineralizacji 0,6–0,8 g/dm³. Zawartość siarkowodoru w istniejących ujęciach waha się w granicach 10–120 mg/dm³. Poziom wodonośny, w którym występują siarczkowe wody lecznicze jest zbudowany z mioceńskich wapieni litotamniowych zawierających wkładki gipsów i okruszczonych siarką margli oraz piaskowców i piasków baranowskich, przelawionych utworami ilasto-lupkowymi, przykrytych serią ilów krakowieckich. Zasoby dla obu ujęć położonych na obszarze górniczym Horyniec wynoszą łącznie 12,0 m³/h. W 2014 r. pobór wód wyniósł 15 427 m³. Wody są wykorzystywane do celów leczniczych przez Uzdrowisko Horyniec Sp. z o.o.

Inowrocław (gm. Inowrocław, pow. inowrocławski, woj. kujawsko-pomorskie; **C6**)

Początek działalności uzdrowiska na terenie Inowrocławia jest związany z założeniem w 1875 r. Towarzystwa Akcyjnego Solanki Inowrocławskie. Obecnie w Inowrocławiu znajdują się dwa otwory ujmujące wody lecznicze z poziomu górnourajskiego. Jako pierwszy odwiercono otwór numer 3 (1976 r.), obecnie Źródło Królowej Jadwigi, o głębokości 67 m, którym ujęto wody typu Cl–Na–Ca o mineralizacji 2,9 g/dm³. W 2010 r. odwiercono otwór IL-1 (Źródło Solankowe) o głębokości 495 m, którym ujęto wody w kawernie wykształconej w wapieniach. W otworze tym występują termalne solanki typu Cl–Na, S o mineralizacji dochodzącej do 13 g/dm³. Zawartości jonów siarki dwuwartościowej osiąga stężenie 9 mg/dm³. Najwyższa zmierzona temperatura wody na wypływie to 23,5°C. Łączne zasoby eksploatacyjne obu ujęć wynoszą 11,9 m³/h. W 2012 r. Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. udzieliło koncesji na wydobywanie wód leczniczych ze złoża do celów lecznictwa uzdrowiskowego oraz rekreacji. Tym samym utworzono obszary górnicze Inowrocław I i Inowrocław II. W 2014 r. pobór wód wyniósł 25 177 m³.

Iwonicz-Zdrój (gm. Iwonicz-Zdrój, pow. krośnieński, woj. podkarpackie; **F9**)

Pierwsze dokumenty dotyczące tutejszych źródeł wód leczniczych są datowane na 1520 r. i dotyczą źródła Karol, które przetrwało do czasów współczesnych. W latach 50. XX w. zaniechano jednak jego eksploatacji ze

względu na skażenie bakteriologiczne i demineralizację wody. Współczesny rozwój uzdrowiska i rozpoznanie warunków hydrogeologicznych były związane z poszukiwaniem złóż ropy naftowej. Obecnie uzdrowisko dysponuje dziewięcioma otworami (Elin 7, Emma, Iwoniec II, Iza 19, Karol 2, Zofia 3, Zofia 6, Klimkówka 25, Klimkówka 27) o głębokości 39–542 m, zafiltrowanymi w piaskowcach ciężkowickich (eocen–paleocen). Wody tutejszych ujęć reprezentują na ogół typ $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na}$, I, (F) o mineralizacji 1,5–13,1 g/dm^3 . Spotyka się też wody typu $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$, F o mineralizacji 0,5–0,7 g/dm^3 i typu $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$, (F), (Fe), (I) o mineralizacji 0,9 g/dm^3 . Zawartość dwutlenku węgla w nich jest zróżnicowana, pozwala jednak na zaliczenie wód czterech ujęć do grupy wód kwasowęglowych. Zasoby eksploatacyjne wynoszą łącznie 29,4 m^3/h . Otwory są zlokalizowane w obrębie obszaru górniczego Iwoniec. W 2014 r. pobór wód wykorzystywanych do celów balneologicznych przez Uzdrowisko Iwoniec SA wyniósł 11 966 m^3 . W ramach tej samej koncesji i obszaru górniczego Iwoniec jest eksploatowane złożo wód w miejscowości Lubatówka.

Jastrzębik (gm. Muszyna, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

W Jastrzębiku występują szczawy typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-(Mg)}$, (Fe) o mineralizacji 1,2–4,4 g/dm^3 . Wody te ujęto trzema otworami wiertniczymi (G-7, G-8 i G-10) o głębokości 100–108 m wykonanymi w 2001 r. Warstwę wodonośną stanowią piaskowce eocenu. Zasoby eksploatacyjne wymienionych otworów wynoszą od 0,4 do 1,8 m^3/h , łącznie 3,2 m^3/h . Woda jest eksploatowana przez firmę Galicjanka-Energia Południowe Farmy Wiatrowe, w ramach obszaru górniczego Galicjanka II, na potrzeby rozlewni wód mineralnych znajdującej się w Powroźniku. Pobór wód w 2014 r. wyniósł 4667 m^3 . W miejscowości istnieją ponadto liczne, nieujęte źródła szczaw oraz ekshalacje dwutlenku węgla. Na granicy ze wsią Złockie znajduje się mofeta im. H. Świdzińskiego, stanowiąca pomnik przyrody nieożywionej.

Jedlina-Zdrój (gm. Jedlina-Zdrój, pow. wałbrzyski, woj. dolnośląskie; **E4**)

Pierwsze wzmianki o wykorzystywaniu szczaw Jedliny-Zdroju do celów leczniczych pochodzą z I poł. XVIII w. Szczawy i wody kwasowęglowe występowały wówczas w pięciu źródłach wypływających z piaskowców karbonu górnego. Eksploatacja węgla kamiennego w wałbrzyskim zagłębiu węglowym spowodowała zanik źródeł. Pod koniec lat 60. XX w. wykonano dwa otwory (J-300 i J-600) o głębokości odpowiednio 312 i 320 m. Otworem J-300 z piaskowców karbonu górnego ujęto wodę kwasowęglową typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-Na}$, F, Fe, Rn, o mineralizacji 1,1 g/dm^3 i zawartość radonu dochodzącej do 200 Bq/dm^3 . W otworze J-600 z porfirów uzyskano wodę kwasowęglową typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-Na}$ o mineralizacji 2,1 g/dm^3 . Łączne zasoby eksploatacyjne studni wynoszą 5,7 m^3/h . Po kilkudziesięciu latach przerwy, w 2008 r., wznowiono eksploatację ujęcia J-300, nadając mu historyczną nazwę Charlotta. Właścicielem obydwu ujęć położonych w obrębie obszaru górniczego Jedlina-Zdrój jest spółka Uzdrowisko Szczawno-Jedlina, wykorzystująca wody do celów leczniczych. W 2014 r. ich pobór wyniósł 12 167 m^3 .

Jeleniów (gm. Lewin Kłodzki, pow. kłodzki, woj. dolnośląskie; **II**)

Występowanie szczaw Jeleniowa jest związane z zaburzonymi tektonicznie piaskowcami kredy górnej. Pierwotnie szczawy radonowe występowały w pogłębionym źródle, które dostarczało 1,8 m^3/h wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na}$, Fe o mineralizacji 2,5 g/dm^3 . W 1984 r. otworem J-150 o głębokości 85 m nawiercono szczawę, w której po awarii złoża w latach 80. XX w. pojawił się arsen w dużych stężeniach. Wodę scharakteryzowano jako szczawę $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$ o mineralizacji 1,0–1,2 g/dm^3 . Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 11,4 m^3/h . Ze względu na zawartość arsenu studnia nie jest eksploatowana. W znajdującym się w miejscowości otworze badawczym P-5 o głębokości 133 m uzyskano samowypływ szczawy typu $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$ o mineralizacji 2,3 g/dm^3 i temperaturze nieco powyżej 20°C. Otwór pozostawiono jako obserwacyjny, nie określając jego zasobów eksploatacyjnych. Złożo w Jeleniowie jest objęte obszarem górniczym Kudowa. Koncesję na wydobywanie wód leczniczych ma Zespół Uzdrowisk Kłodzkich SA – Grupa PGU. W miejscowości istnieją ponadto otwory ujmujące wodę typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ o mineralizacji rzędu 0,3–0,5 g/dm^3 , zawierające radon w stężeniach do 110 Bq/dm^3 .

Kamień Pomorski (gm. Kamień Pomorski, pow. kamieński, woj. zachodniopomorskie; **B2**)

W latach 1875–1881 uruchomiono w Kamieniu Pomorskim odwiert Edward I, który do połowy lat 70. XX w. był eksploatowany przez uzdrowisko. W 1973 r. wykonano ujęcie Edward II, w którym z piaskowców jury dolnej uzyskano samowypływ wody typu Cl-Na , I, Fe, o mineralizacji ok. 34 g/dm^3 . Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynosiły 44,7 m^3/h . Odwiert ten dostarczał wód do zabiegów balneologicznych do 2004 r. W 2009 r. wykonano nowy otwór zastępczy Edward III o głębokości 400 m. Ujęto nim wody znajdujące się pod ciśnieniem artezyjskim, o mineralizacji rzędu 34 g/dm^3 i typie chemicznym Cl-Na , I. Złożo jest objęte koncesją i ma wyznaczony obszar górniczy Kamień Pomorski. Użytkownik i koncesjonariusz, Uzdrowisko Kamień Pomorski Sp. z o.o., wykorzystuje wody do celów balneoterapeutycznych. Zasoby eksploatacyjne ujęcia Edward III wynoszą 15,0 m^3/h . Woda jest eksploatowana samowypływem. W 2014 r. pobór wód wyniósł 777 m^3 .

Kołobrzeg (gm. Kołobrzeg, pow. kołobrzski, woj. zachodniopomorskie; **A3**)

Na obszarze dzisiejszego Kołobrzegu początki osadnictwa datowane na VI–VII w., są związane z występowaniem w tym rejonie słonych źródeł oraz rozwojem warzelnictwa soli. W centrum miasta, w dolinie Parsęty na Wyspie Solnej, przetrwały dwa obudowane źródła wód chlorkowych numer 18 i 35 o mineralizacji ok. 51–53 g/dm³. Pierwsze otwory wiertnicze ujmujące wody do celów leczniczych w Kołobrzegu wykonano jeszcze przed 1901 r. (otw. Emilia i Warcisław). Po późniejszych rekonstrukcjach służą one do dzisiaj, podobnie jak pozostałe otwory wykonane na przełomie lat 50. i 60. XX wieku. Ponadto w 1989 r. w pobliskim Podczelu wykonano otwór Anasztazja, a w 2014 r. w centrum uzdrowiska nowe ujęcie Gustaw. Do celów leczniczych wykorzystuje się wody typu Cl–Na, I, (Fe) o mineralizacji na poziomie 52–61 g/dm³, pochodzące z siedmiu studni wierconych o głębokości 43–354 m. Wody z ujęcia Warcisław są konfekcjonowane jako produkt uzdrowiskowy Solanka Kołobrzaska. Część otworów jest zafiltrowana w warstwach jury środkowej, część ujmuje warstwy jury dolnej. W latach ubiegłych wody lecznicze także butelkowano. Kilka lat temu przzerwano eksploatację ujęcia 16A (Perła), z którego butelkowano wodę Perła Bałtyku (typu Cl–HCO₃–Na o mineralizacji ok. 2 g/dm³). Otwór ten powstał w 1965 r., a jego wiercenie zakończono na głębokości 46 m. Otwór 16B o głębokości 64 m, wykonany w 1970 r. jest również nieczynny. Ujęto nim wodę typu Cl–Na z czwartorzędowej warstwy wodonośnej. W zależności od wielkości poboru mineralizacja wody z tej studni ulegała zmianom od 1,4 do 6,6 g/dm³, średnio wynosi ok. 2 g/dm³. Łączne zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć w obrębie złoża wynoszą 109,3 m³/h. Złoże ma wyznaczony obszar górniczy Kołobrzeg II. W 2014 r. Uzdrowisko Kołobrzeg SA wyeksploatowało 12 010 m³.

Konstancin-Jeziorna (gm. Konstancin-Jeziorna, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie; **C9**)

Podwarszawska miejscowość z licznymi, malowniczymi willami i rezydencjami, otoczona kompleksami leśnymi, zyskała sławę uzdrowiska klimatycznego na początku XX w. W 1965 r. otworem Warszawa IG-1 o głębokości 1750 m ujęto tu wody typu Cl–Na, I, Fe o mineralizacji ok. 75 g/dm³ i temperaturze na wypływie 35°C, dzięki czemu możliwe było rozszerzenie oferty wykonywanych zabiegów leczniczych oraz budowa tężni solankowej, stanowiącej otwarte inhalatorium w parku zdrojowym. Warstwę wodonośną stanowią utwory jury dolnej i środkowej. Zasoby eksploatacyjne ujęcia zlokalizowanego na obszarze górniczym Konstancin wynoszą 9,1 m³/h. W 2014 r. pobór wód na potrzeby Uzdrowiska Konstancin-Zdrój SA, będącego koncesjonariuszem, wyniósł 2434 m³.

Kotowice (gm. Zgierz, pow. zgierski, woj. łódzkie; **D7**)

W 2010 r. odwiercono otwór Kotowice M-1 o głębokości 199 m (głębokość pierwotna 210 m), ujmujący wody typu Cl–Na, S o mineralizacji 9,1 g/dm³ i zawartości jonów siarki dwuwartościowej przekraczającej 2 mg/dm³. Poziomem wodonośnym są piaskowce oligocenu (paleogen) występujące na głębokości od ok. 120 m. Zasoby eksploatacyjne otworu przyjęto w wysokości 10,0 m³/h. Ujęcia do tej pory niezagospodarowano. Istnieją jednak plany budowy w Kotowicach ośrodka balneoterapeutycznego.

Kotuń (gm. Szydłowo, pow. pilski, woj. wielkopolskie; **B4**)

Odwierc Piła IG-1 w Kotuniu wykonano w 1984 r. Miał on głębokość całkowitą wynoszącą 5482 m. Po likwidacji dolnej części otworu jego obecna głębokość wynosi 1048 m. Otwór przystosowano do poboru wody leczniczej z piaskowców jury dolnej poprzez perforację rur okładzinowych. Ujęto nim wodę termalną typu Cl–Na o mineralizacji 6,5 g/dm³ i temperaturze 25,3°C. Podczas próbnej eksploatacji samowypływem uzyskano wydajność 6,3 m³/h, a w czasie pompowania ustalono zasoby eksploatacyjne w wysokości 15,7 m³/h. Od chwili wykonania otwór pozostaje niezagospodarowany.

Kraków-Mateczny (m. Kraków, woj. małopolskie; **E7**)

Występowanie wód leczniczych w Krakowie-Matecznym jest związane z mioceńskimi marglami, które zalegają w zagłębieniach stropu utworów jury. Wody lecznicze ujęto w 1898 r. otworem Stary Mateczny (Geo-1) o głębokości 36 m. Ze względu na zagrożenie zanieczyszczeniami wynikającymi z rozwoju infrastruktury miejskiej zlikwidowano go w 1959 r. Pięć lat wcześniej wykonano otwór Geo-2, który służył do momentu likwidacji w 1985 r. Obecnie istnieją trzy ujęcia wód leczniczych o głębokości 36–51 m, ujmujące wody siarczkowe różnych typów: otwór M-4 (z 1968 r.) z wodą typu SO₄–Cl–Na–Ca–Mg, S o mineralizacji 2,8 g/dm³, otwór M-3 (z 1983 r.) ujmujący wodę SO₄–Cl–Na–Mg–Ca, S o mineralizacji 4,5 g/dm³ oraz otwór Geo-2A (z 1985 r.) z wodą SO₄–Cl–Na, S o mineralizacji 1,7 g/dm³. Zawartość siarczków w wodach waha się od 1 do 8 mg/dm³. Obecnie łączne zasoby eksploatacyjne ujęć wynoszą 8,5 m³/h. Ujęcia są objęte obszarem górniczym Mateczny i koncesją na wydobywanie wód, którą dysponuje spółka IPR Polska. Wody do niedawna wykorzystywano w balneologii i zabiegach typu *spa*, a także prowadzono ich butelkowanie. W 2014 r. wód nie wykorzystywano do wymienionych celów.

Krościenko nad Dunajcem (gm. Krościenko nad Dunajcem, pow. nowotarski, woj. małopolskie, **F8**)

Szczawy i wody kwasowęglowe Krościenka i jego okolic są związane z utworami fliszowymi eocenu. Wykrycie źródeł wód leczniczych sięga 1822 r. Obecnie w miejscowości istnieje siedem ujętych źródeł o łącznych zasobach eksploatacyjnych 0,1 m³/h. Występujące tu wody to szczawy typu HCO₃-Cl-Na-(Ca), (I) o mineralizacji 1,5–5,9 g/dm³ (źródła Maria, Michalina, Stefan i Dzikie) oraz wody typu HCO₃-Na-Ca o mineralizacji 2,0 g/dm³ (źródło Z-2) i HCO₃-Cl-Na-Ca o mineralizacji 1,5–1,8 g/dm³ (źródła Z-1). Źródła Maria, Michalina i Stefan ujęto w formie ogólnodostępnych punktów czerpalnych.

Krynica-Zdrój (gm. Krynica-Zdrój, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

Pierwsze wzmianki dotyczące najstarszego ujęcia – źródła Zdrój Główny – pochodzą z 1796 r. W XIX w. znane były już źródła Jan (od 1918 r. ujęte w postaci 3 wypływów – A, B i C), Józef i Słotwinka. Pod koniec XIX w. nastąpił rozwój uzdrowiska, czego następstwem było wykonanie przed I wojną światową dwunastu ujęć, w tym otworów Zuber I i II. Pozostałe otwory wykonano w II poł. XX w., w latach 1951–1986. Obecnie w miejscowości znajduje się 30 ujęć, w tym 4 źródła i 1 głęboki otwór geotermalny Czarny Potok GT-1, którym nie uzyskano przyprywu wód. Głębokość większości otworów wynosi od 10 do 500 m, a otworów Zuber I–IV 803–936 m. Głównym użytkownikiem złoża jest Uzdrowisko Krynica-Żegiestów SA, które prowadzi eksploatację w obrębie obszaru górniczego Krynica Zdrój I. Pod opieką uzdrowiska znajdują się 23 ujęcia: 19 otworów oraz 4 źródła. Wody lecznicze, występujące w piaskowcach eocenu, zalicza się głównie do szczaw HCO₃-Ca-(Mg), (Fe) o mineralizacji 1,0–9,8 g/dm³. Występują tu także szczawy typu HCO₃-Mg-Na-Ca, Fe o mineralizacji 3,8 g/dm³; szczawy typu HCO₃-Ca-Na, Fe o mineralizacji 4,3 g/dm³; wody typu HCO₃-Ca o mineralizacji 0,7 g/dm³ oraz tzw. zuber, czyli szczawy typu HCO₃-Na-(Mg), (I) o mineralizacji 21,7–27,5 g/dm³. Otworami Zuber I–IV wydobywa się także dwutlenek węgla jako kopalinę towarzyszącą wodom. Gaz ten występuje w wodzie w ilości od ok. 300 do 3500 mg/dm³. W Krynicy-Zdroju znajdują się ponadto ujęcia wód leczniczych będące własnością innych podmiotów gospodarczych, m.in. Przedsiębiorstwa Wielobranżowego Mineral Complex Sp. z o.o., które uzyskało koncesję na wydobywanie wód z obszaru górniczego Krynica Dolna oraz Powroźnik-Krynica-Zdrój, a także Z.P.H.U. Inex Sp. z o.o., które prowadzi wydobywanie wody z terenów objętych obszarem górniczym Szczawiczne II. W obrębie wymienionych obszarów górniczych znajdują się otwory wiertnicze wykonane w latach 1995–2004 ujmujące poziom wodonośny w piaskowcach paleogenu. Otwory te udostępniają szczawy i wody kwasowęglowe typu HCO₃-Ca-(Mg), (Fe) o mineralizacji 0,9–4,0 g/dm³. Sumaryczne zasoby eksploatacyjne wód leczniczych we wszystkich krynickich ujęciach wynoszą 60,3 m³/h. W 2014 r. pobór wód wyniósł 84 390 m³. Woda jest wykorzystywana do celów balneologicznych oraz do produkcji butelkowanych wód leczniczych i mineralnych, a także do wytwarzania ciekłego dwutlenku węgla.

Krzeszowice (gm. Krzeszowice, pow. krakowski, woj. małopolskie; **E7**)

Pierwszy zapis o występowaniu źródeł siarczkowych w Krzeszowicach pochodzi z miejscowej kroniki parafialnej z 1625 r. Wiadomo również, że w 1770 r. w Krzeszowicach istniały dwa źródła wody leczniczej – Matki Boskiej oraz Żelaziste. W 1779 r. funkcjonowała już studnia szybowa – Zdrój Główny, która ciągle zaopatruje uzdrowisko w wodę leczniczą. Z utworów miocenu ujęto nią wody typu SO₄-Ca-Mg, S o mineralizacji 2,6–3,0 g/dm³. Obecnie poza Zdrojem Głównym istnieje drugie ujęcie leczniczych wód siarczkowych – otwór R-2 o głębokości 23 m. Ujęty w nim neogeński poziom wodonośny charakteryzuje się występowaniem wód typu SO₄-Ca, S o mineralizacji 2,5 g/dm³. Ujęcia od czasu wykonania w 1967 r. nie eksploatowano. Poza leczniczymi wodami siarczkowymi w Krzeszowicach ujęto również wody chlorkowe, które nie mają świadectwa potwierdzającego ich właściwości lecznicze. Nieczynny otwór S-2 o głębokości 85 m, odwiercony w 1965 r., ujmuje z utworów kredy i jury wodę typu Cl-SO₄-Na o mineralizacji wynoszącej 6,5 g/dm³. Łączne zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć wynoszą 7,2 m³/h. Ujęcia są położone w obrębie obszaru górniczego Krzeszowice i są objęte koncesją na wydobywanie wód, której posiadaczem jest SPZOZ Ośrodek Rehabilitacji Narządu Ruchu w Krzeszowicach. Wody siarczkowe są wykorzystywane w balneoterapii. W 2014 r. pobór wód wyniósł 2288 m³.

Kudowa-Zdrój (gm. Kudowa-Zdrój, pow. kłodzki, woj. dolnośląskie; **E4, II**)

Źródła szczaw w Kudowie-Zdroju są znane już od XVII w. Mają one związek z dyslokacjami w obrębie utworów kredy górnej (piaskowce) i permu (granity). Do 1966 r. szczawy eksploatowano wyłącznie ze źródeł i płytkich studni kopanych, w których były ujęte z czwartorzędowych piasków i żwirów tarasowych Potoku Kudowskiego, do których dopływ wód leczniczych następował ze spękanych margli kredowych. Z uwagi na częste skażenia bakteriologiczne płytkich ujęć, większość z nich zlikwidowano, a w zamian wykonano badawcze otwory wiertnicze do głębokości 25 m w celu rozpoznania występowania wód leczniczych w piaskowcach kredy górnej. Niektóre z otworów badawczych przystosowano do eksploatacji. Zrekonstruowano również stary „poniemiecki” otwór K-200, pogłębiając go do 205 m. Obecnie do eksploatacji wód leczniczych są wykorzystywane cztery ujęcia –

Źródło Górne, Moniuszko (gł. 24 m), Nowy Marchlewski (gł. 8 m) oraz K-200. Ujęte w nich wody charakteryzują się mineralizacją 1,9–3,4 g/dm³ i należą do szczaw typu HCO₃–Na–Ca, (Fe), (Si). Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć wód leczniczych wynoszą 17,7 m³/h. Złoże jest objęte obszarem górniczym Kudowa. Koncesję na wydobywanie wód ma Zespół Uzdrawisk Kłodzkich SA – Grupa PGU, który wykorzystuje je do celów leczniczych. Tą samą koncesją i obszarem górniczym jest objęte także złoże szczaw w Jeleniowie. W 2014 r. pobór wód leczniczych w Kudowie-Zdroju wyniósł 66 442 m³.

Las Winiarski (gm. Busko-Zdrój, pow. buski, woj. świętokrzyskie; **E8**)

W 2006 r. zakończono prace związane z ujęciem wód siarczkowych LW-1 Zuzanna w miejscowości Las Winiarski, położonej na północny-zachód od Buska-Zdroju. Głębokość ujęcia wynosi 163 m. W 2010 r. odwiercono drugi otwór eksploatacyjny LW-2 o głębokości 165 m. Ze zdyslokowanych piaskowców i piasków kredy górnej (cenomanu) ujęto wody typu Cl–Na, S, I o mineralizacji 12,7–14,1 g/dm³. Łączne zasoby ujęcia określono na 3,1 m³/h. Znajduje się ono w obrębie obszaru górniczego Las Winiarski. Koncesję na wydobywanie wód ma firma Hydrogeotechnika Sp. z o.o., która przesyła je rurociągiem do nieodległego Buska-Zdroju, gdzie są wykorzystywane do celów leczniczych. W 2014 r. pobór wód wyniósł 8648 m³.

Latoszyn (gm. Dębica, pow. dębicki, woj. podkarpackie; **E9**)

Początki lecznictwa wodami siarczkowymi w Latoszynie sięgają połowy XIX w. W tym czasie, nieistniejącą już studnią, ujęto naturalny wypływ wód. W latach 50. i na początku lat 70. XX w. w miejscowości odwiercono siedem otworów rozpoznawczych. Wody siarczkowe ujęto otworem W-1 o głębokości 30 m. W utworach miocenu nawiercono wody typu SO₄–Ca, S o mineralizacji 2,5 g/dm³. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 1,3 m³/h. Realizowane są plany zagospodarowania złoża do celów związanych z balneoterapią. Miejscowość uzyskała status obszaru ochrony uzdrowiskowej.

Łądek-Zdrój (gm. Łądek-Zdrój, pow. kłodzki, woj. dolnośląskie; **E4**)

Źródła radonowych wód termalnych (20–29°C) i wód chłodnych (17–19°C) ujęto w obudowanych zagłębieniach i studniach szybowych o głębokości od 2 do 10 m. Wody wypływają z silnie spękanych gnejsów Gierałtowskich. Wody te należą do typu HCO₃–Na, F, Rn, (S) o mineralizacji 0,2 g/dm³. Ich cechą charakterystyczną jest niska mineralizacja, obecność fluoru, siarkowodoru i wysoka zawartość radonu, ponad 1300 Bq/dm³. W 1973 r. odwiercono otwór L-2 (Zdzisław) o głębokości 700 m, w którym ze strefy silnie spękanych gnejsów uzyskano samowypływ wody o temperaturze 45°C typu HCO₃–Na, F, Rn, S i mineralizacji 0,2 g/dm³. Łączne zasoby eksploatacyjne wód leczniczych dla siedmiu ujęć wynoszą 59,8 m³/h. Wszystkie ujęcia są wykorzystywane do celów związanych z balneoterapią i znajdują się w obrębie obszaru górniczego Łądek-Zdrój. Koncesjonariuszem jest Uzdrawisko Łądek-Długopole SA. W 2014 r. pobór wód wyniósł 170 788 m³.

Leluchów (gm. Muszyna, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

Wody lecznicze w Leluchowie ujęto otworem L-4 wykonanym w 2000 r. Otwór o głębokości 183 m dostarcza z utworów eocenu szczawę HCO₃–Na o mineralizacji 5,7 g/dm³. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 0,4 m³/h. Do niedawna woda była użytkowana przez prywatnego przedsiębiorcę na potrzeby rozlewni wód mineralnych.

Lipa (gm. Zaklików, pow. stalowowolski, woj. podkarpackie; **E10**)

W ujęciu wybudowanym w 1959 r. dla nasycalni podkładów kolejowych PKP na głębokości 143 m w utworach miocenu nawiercono wody typu SO₄–Cl–HCO₃–Na–Ca, S o mineralizacji ok. 3 g/dm³. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 9,6 m³/h. Z uwagi na skład chemiczny tutejszych wód, zbliżony do wód leczniczych Buska-Zdroju, planowano w miejscowości budowę ośrodka leczniczego. W latach 60. XX w. na mocy obowiązującego prawa miejscowość zaliczono do potencjalnie uzdrowiskowych, jednak realizację planów zawieszono. W międzyczasie ujęcie zlikwidowano. Pomysł budowy uzdrowiska wskrzeszono w ostatnich latach. W 2014 r. na zlecenie Urzędu Gminy wykonano otwór studzienny o głębokości 254 m, ujmując nim z utworów miocenu wody typu SO₄–Ca–Na, S o mineralizacji 2,9 g/dm³. Zasoby eksploatacyjne otworu ustalono w wysokości 12,0 m³/h. Wody nie są jeszcze wykorzystywane.

Lubatówka (gm. Iwonicz-Zdrój, pow. krośnieński, woj. podkarpackie; **F9**)

Złoże wód leczniczych w Lubatówce jest eksploatowane przez Uzdrawisko Iwonicz SA w obrębie obszaru górniczego Iwonicz. Znajduje się tu kilka otworów wiertniczych wykonanych w latach 1955–1958 na potrzeby przemysłu naftowego, z których dwa przekazano Uzdrawisku w Iwoniczu-Zdroju i zaadaptowano do celów hydrogeologicznych (otw. Lubatówka 12 i 14) oraz jeden otwór wykonany przez Uzdrawisko w 1978 r. (otw. Lubatówka 15). Otworami 12 i 14 o głębokości ostatecznej wynoszącej odpowiednio 958 i 820 m ujęto kwasowęglowe wody termalne typu Cl–HCO₃–Na, I o mineralizacji rzędu 16–19 g/dm³ i temperaturze na wypływie od 21 do 25°C, występujące w piaskowcach ciężkowickich (eocen). Zasoby eksploatacyjne wymienionych ujęć wynoszą w sumie

11,7 m³/h. Złoże jest objęte obszarem górnictwem Kudowa. Właścicielem koncesji na wydobywanie wód leczniczych jest Uzdrawisko Iwonice SA. Wody są wykorzystywane do produkcji soli leczniczej. W 2014 r. pobór wód wyniósł 4471 m³.

Łagów (gm. Łagów, pow. świebodziński, woj. lubuskie; C3)

Na północ od Zielonej Góry, w miejscowości Łagów Lubuski z osadów jury dolnej ujęto wody lecznicze typu Cl–Na. Otworem Łagów Lubuski IG-1 o głębokości 749 m uzyskano wody o mineralizacji 6,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie 21,5°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 5,0 m³/h. Pod koniec lat 70. XX w. powstała koncepcja rozwoju uzdrowiska w Łagowie, jednak planów tych nie zrealizowano, a ujęcie jest nieczynne.

Łomnica-Zdrój (gm. Piwniczna-Zdrój, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; IV)

Wody lecznicze Łomnicy-Zdroju odkryto na początku XIX w. Pierwsze opisy źródeł pochodzą z 1863 r. W 1910 r. kilka z nich ujęto w ogólnodostępne źródła. Wybudowano także zakład kąpielowy i pijalnię, które były wykorzystywane do 1940 r. Otwory wykonano w dwóch okresach – pięć pierwszych w latach 1974–1975 (obecnie zlikwidowane), pozostałe w okresie 2000–2002. Obecnie złoże wód leczniczych jest udostępnione czterema otworami wiertniczymi. Głębokość ujęć wynosi 40–120 m. Z piaskowców eocenu ujmują one szczawy typu HCO₃–Ca–Mg–Na i HCO₃–Ca–Na–Mg o mineralizacji 1,6–3,6 g/dm³. Sumaryczne zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć wynoszą 14,0 m³/h. Złoże było do niedawna niezagospodarowane. W 2014 r. firma Łomniczanka Sp.z o.o. uzyskała koncesję na wydobywanie wód.

Marusza (gm. Grudziądz, pow. grudziądzki, woj. kujawsko-pomorskie; B6)

W rejonie Grudziądza wody termalne rozpoznano otworami Grudziądz 2 oraz Grudziądz IG-1. Do celów leczniczych jest wykorzystywana woda chlorkowa z utworów jury dolnej z ujęcia Grudziądz IG-1 w Maruszy. Jest to woda typu Cl–Na, I, Fe o mineralizacji 79,4 g/dm³. Jej temperatura, dla przyjętych zasobów eksploatacyjnych, wynosi 40,5°C. Przy obecnym, niewielkim poborze, temperatura na wypływie wynosi jednak tylko ok. 16–18°C. Otwór w Maruszy odwiercony w 1972 r. osiągnął głębokość 3070 m. Do 2002 r., kiedy to wykonano prace przygotowawcze do jego eksploatacji, otwór był niezagospodarowany. Po rekonstrukcji głębokość ujęcia wynosi 1700 m. Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 20,0 m³/h. Eksploatacja złoża do celów balneoterapeutycznych, rozpoczęta w 2005 r. i prowadzona przez firmę Geotermia Grudziądz Sp. z o.o., odbywa się w obrębie obszaru górnictwa Marusza. W 2014 r. pobór wód wyniósł 4158 m³.

Międzywodzie (gm. Dziwnów, pow. kamieński, woj. zachodniopomorskie; A2, B2)

W 1965 r. wykonano otwór Kamień Pomorski IG-1, który zakończono w utworach permu dolnego na głębokości 2810 m. Po przystosowaniu otworu do celów eksploatacyjnych jego głębokość wynosi 1150 m. Z piaskowców, margli, dolomitów oraz wapieni triasu górnego uzyskano wody typu Cl–Na, I o mineralizacji 93,6 g/dm³ i temperaturze ok. 20°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 1,4 m³/h. W późniejszym okresie ujęcie nie było eksploatowane.

Milik (gm. Muszyna, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; IV)

W Miliku znajduje się sześć otworów wiertniczych (K-1, M-2, M-4, M-6, M-9 i O-1) oraz kilka źródeł (m.in. Pod Przełęczą i Na Głębokim), ujmujących wody lecznicze występujące w piaskowcach eocenu. Poszczególne ujęcia wykonano w latach 1999–2009 r. do głębokości 60–150 m, udostępniając nimi szczawy HCO₃–Ca–Mg, (Fe) o mineralizacji 2,3–7,1 g/dm³. Zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć wynoszą łącznie 11,3 m³/h. Eksploatacja wód jest prowadzona w obrębie obszaru górnictwa Muszynianka (obejmującego również obszar miejscowości Andrzejówka) przez Spółdzielnię Pracy Muszynianka na potrzeby rozlewni naturalnych wód mineralnych. W 2014 r. pobór wód wyniósł 69 050 m³.

Muszyna (gm. Muszyna, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; F8, IV)

Pierwsze opisy występowania wód leczniczych Muszyny pochodzą z XV w. Obecnie, m.in. za sprawą rozwoju przemysłu rozlewniczego, znajdują się tu liczne ujęcia wód, należące do wielu przedsiębiorców: Spółdzielnia Pracy Muszynianka uzyskała koncesję w obrębie obszaru górnictwa Muszynianka II, ZPHU Inex Sp. z o.o. – w obrębie obszaru górnictwa Muszyna Inex, a PRBiT Cechini – w obrębie obszaru górnictwa Szczawnik-Cechini. Wody lecznicze, występujące w piaskowcach eocenu, są wykorzystywane głównie przez przemysł rozlewniczy, w mniejszym stopniu do kąpielii leczniczych i kuracji pitnej w pijalniach i ogólnodostępnych punktach poboru. Obecnie w Muszynie znajduje się 21 ujęć o głębokości 12–171 m. Najstarsze z nich, źródło Grunwald, było znane już w 1878 r. W obecnej formie ujęto je w 1985 r. Pierwsze otwory wiertnicze powstały w latach 1929 r. (otw. Antoni) i 1938 r. (otw. Piotr i Milusia), kolejne powstawały już po II wojnie światowej po 1969 r. Występujące w nich wody należą w większości do szczaw i wód kwasowęglowych typu HCO₃–(Ca)–Mg, (Fe) o mineralizacji 0,5–9,0 g/dm³. Rzadziej spotyka się szczawy typu HCO₃–Ca (otw. Stanisław) o mineralizacji 2,3–3,6 g/dm³ oraz

HCO₃–Mg–Na–(Ca), (Fe) (otw. Milusia, IN-1 i IN-2) o mineralizacji 2,7–6,0 g/dm³, a także typu HCO₃–Ca–Mg (otw. W-2) o mineralizacji 0,5 g/dm³. Zawartość CO₂ w wodach wynosi od 260 do ponad 3300 mg/dm³. Zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć wynoszą łącznie 37,1 m³/h. W 2014 r. pobór wód wyniósł 90 198 m³.

Nałęczów (gm. Nałęczów, pow. puławski, woj. lubelskie; **D10**)

Historia eksploatacji wód leczniczych w Nałęczowie jest związana z ujęciem trzech źródeł wypływających z utworów kredy górnej: Miłość, Nadzieja i Żelaziste (Celińskiego). W źródłach tych występują wody typu HCO₃–Ca–Mg, (Fe) o niskiej mineralizacji, wynoszącej 0,5–0,7 g/dm³. Zawartość dwuwartościowego żelaza, będącego składnikiem decydującym o właściwościach leczniczych, w wodach źródeł znacznie się obniżyła i obecnie jedynie w źródle Żelazistym osiąga wartości powyżej 10 mg/dm³. Leczniczy charakter mają także wody ujęte otworem wiertniczym Barbara (P-2) o głębokości 16 m, odwierconym w 1993 r. Ujmuje on wody typu HCO₃–Ca–Mg, Fe o mineralizacji wynoszącej nieco ponad 0,7 g/dm³ i zawartości dwuwartościowego żelaza do 14 mg/dm³. Do celów leczniczych (w pijalni) są wykorzystywane wody pochodzące z otworu i źródła Celińskiego. Wody ze źródła Miłość trafiają do sieci wodociągowej, zasilającej obiekty uzdrowiska, natomiast woda ze źródła Nadzieja nie jest zagospodarowana. Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne ujęć wód leczniczych wynoszą 26,0 m³/h. Użytkownikiem ujęć i posiadaczem koncesji na eksploatację wód w obrębie obszaru górniczego Nałęczów II jest Zakład Leczniczy Uzdrowisko Nałęczów SA. W 2014 r. pobór wód wyniósł 3277 m³.

Pietrzec (gm. Solec-Zdrój, pow. buski, woj. świętokrzyskie; **E8**)

W 2013 r. w miejscowości Pietrzec otworem Dar Natury o głębokości 90 m z wapieni i margli neogenu oraz kredy dolnej uzyskano przyływ wody SO₄–HCO₃–Ca, S o mineralizacji 2,1–2,5 g/dm³ i zawartości siarki dwuwartościowej wynoszącej niespełna 5 mg/dm³. Dla otworu ustalono zasoby eksploatacyjne w wysokości 6,0 m³/h. Woda ma być wykorzystywana do butelkowania oraz do celów leczniczych. Obecnie otwór jest nieczynny.

Piwniczna-Zdrój (gm. Piwniczna-Zdrój, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

Wody lecznicze Piwnicznej-Zdroju są znane od 1932 r., kiedy wykonano tu pierwszy otwór wiertniczy. Obecnie wody te są wykorzystywane przez Spółdzielnię Pracy Piwniczanka, głównie na potrzeby tutejszej rozlewni, w mniejszym stopniu do celów balneologicznych w odbudowanej w 1992 r. pijalni. Głównymi utworami wodonośnymi są piaskowce z Piwnicznej, piaskowce z Życzanowa i warstwy z Zarzecza wieku paleocen–eocen. W obrębie kompleksu piaskowcowo-lupkowego występują tu szczawy typu HCO₃–Ca–Mg–(Na), (Fe) o mineralizacji 3,4–3,9 g/dm³ oraz HCO₃–Na–Mg–(Ca), (Fe) o mineralizacji 4,7–8,3 g/dm³, a także wody kwasowęglowe HCO₃–Ca–Mg o mineralizacji 1,0–1,3 g/dm³. Zawartość dwutlenku węgla w szczawach wynosi 1000–2900 mg/dm³. Eksploatacja wód odbywa się w obrębie obszaru górniczego Piwniczna Zdrój II 10 otworami wiertniczymi o głębokości 32–177 m. Najstarsze ujęcia (otw. P-1, P-2) pochodzą z lat 1932–1937, ostatnie zaś wykonano w 2011 r. (P-16). Łącznie zasoby eksploatacyjne ujęć wynoszą 26,3 m³/h. W 2014 r. pobór wód wyniósł 85 396 m³.

Polanica-Zdrój (gm. Polanica-Zdrój, pow. kłodzki, woj. dolnośląskie; **II**)

Źródła szczaw w Polanicy-Zdroju są znane już od I poł. XVII w. Wody te występują w obrębie górnokredowego kompleksu wodonośnego. Historyczne wypływy wód na powierzchnię następowały na wychodniach piaskowców turonu środkowego. W 1904 r. wykonano pierwsze otwory ujmujące szczawy z piaskowców turonu środkowego: Wielka Pieniawa (gł. 31 m) i Pieniawa Józefa I (gł. 43 m). Eksploatacja otworów spowodowała zanik większości naturalnych źródeł, do dzisiaj zachowały się jedynie dwa z nich – Józef i Żelaziste. W latach 60. XX w. szczawy występujące w piaskowcach turonu dolnego i cenomanu ujęto otworem P-300 o głębokości 269 m, a w 1975 r. wykonano otwór Pieniawa Józefa II o głębokości 43 m. W 2004 r. odwiercono otwór zastępczy P-300a (gł. 260 m). Szczawy Polanicy-Zdroju należą do typu HCO₃–Ca, (Fe) o mineralizacji od 0,9 do 2,7 g/dm³ i zawartości wolnego dwutlenku węgla od 500 do 2700 mg/dm³. Łącznie w obrębie obszaru górniczego Polanica-Zdrój istnieje pięć otworów hydrogeologicznych przystosowanych do eksploatacji wód leczniczych o sumarycznych zasobach eksploatacyjnych 51,0 m³/h. Źródła Żelaziste i Józef, o wydajność odpowiednio 0,3 i 2,1 m³/h, nie mają udokumentowanych zasobów eksploatacyjnych. Posiadaczem koncesji jest Zespół Uzdrowisk Kłodzkich SA – Grupa PGU, wykorzystujący wody do celów balneoterapeutycznych oraz w dwóch rozlewniach wód. W 2014 r. pobór wód wyniósł 374 527 m³.

Polańczyk (gm. Solina, pow. leski, woj. podkarpackie; **F10**)

Lecznicze wody wodorowęglanowe ujęto otworem Polańczyk IG-1 odwierconym w 1972 r. o głębokości 1144 m w przelawionych łupkami piaskowcach oligocenu. Wody, należące do typu HCO₃–Na, (I), charakteryzują się mineralizacją 2,4 g/dm³. Ujęcie Polańczyk IG-1 stanowi podstawę zaopatrzenia w wodę leczniczą uzdrowiska, choć jego zasoby eksploatacyjne wynoszą jedynie 0,5 m³/h. Drugi z otworów ujmujących wody lecznicze, Polańczyk IG-2, wykonano w 1978 r. do głębokości 1000 m. Udostępniono nim głębszy poziom oligoceniński, charaktery-

zujący się obecnością wód typu Cl–HCO₃–Na, I o mineralizacji 8,9 g/dm³ i zawartości jodu sięgającej 26 mg/dm³. Otwór ten nie był dotychczas wykorzystywany. Jego zasoby eksploatacyjne wynoszą zaledwie 0,2 m³/h. Łączne zasoby eksploatacyjne wód leczniczych w obrębie obszaru górniczego Polańczyk wynoszą 0,7 m³/h. Użytkownikiem ujęć jest Gminny Zakład Komunalny Sp. z o.o. w Polańczyku. W 2014 r. pobór wody wyniósł 726 m³.

Połczyn-Zdrój (gm. Połczyn-Zdrój, pow. świdwiński, woj. zachodniopomorskie; B4)

Źródła wody leczniczej odkryto pod Połczynem już w 1688 r., a kilka lat później powstało uzdrowisko. W 1964 r. w Połczynie-Zdroju wykonano otwór badawczy Połczyn IG-1 o głębokości 2705 m, który po adaptacji do celów eksploatacyjnych spłycono do głębokości 1248 m. Ujęto utwory triasu górnego (kajpru), z których otrzymano wysoko zmineralizowane wody chlorkowe. Odwiert ten jest czynny do dzisiaj i eksploatuje do celów leczniczych wodę typu Cl–Na, I o mineralizacji ok. 75 g/dm³. Wydajność eksploatacyjna otworu wynosi 2,8 m³/h. W 2001 r. zakończono prace wiertnicze przy nowym odwiercie Połczyn 2, który ujmuje wodę z piaskowców retyku (trias górny) z głębokości 711–767 m. Ujęto nim wodę zwykłą o mineralizacji 0,7 g/dm³ typu HCO₃–Na. Ujęcie to jest nieczynne, jednak Uzdrowisko Połczyn SA rozważa możliwość jego pogłębienia w celu pozyskania wód leczniczych o wyższej mineralizacji. Wody lecznicze są wykorzystywane w lecznictwie uzdrowiskowym. W 2014 r. wielkość poboru wody w obrębie obszaru górniczego Połczyn wyniosła 2892 m³.

Powroźnik (gm. Muszyna, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; IV)

Złoże wód leczniczych w Powroźniku, podobnie jak w Muszynie, podlega intensywnej eksploatacji. Znajduje się tu 11 otworów, którymi ujęto wody lecznicze z piaskowców eocenu (piaskowców krynickich i warstw z Zarzecza). Należą one do kilku firm rozlewniczych prowadzących wydobywanie w obrębie trzech obszarów górniczych: Galicjanka II (Galicjanka-Energia Południowe Farmy Wiatrowe), Powroźnik – Krynica-Zdrój (P.W. Mineral Complex Sp. z o.o.) oraz Tylicz I (Multivita Sp. z o.o.). Pierwsze otwory wykonano w 1976 r. (otw. P-I i P-III), pozostałe w latach 1999–2003 do głębokości 70–197 m. Nawiercone wody zaklasyfikowano do szczaw HCO₃–Ca–(Mg), (Fe), (Si), (F) o mineralizacji 1,0–4,2 g/dm³ i HCO₃–Ca–Mg–(Na), (Fe) o mineralizacji 2,0–7,4 g/dm³. Zawartość CO₂ w szczawach wynosi 1900–3000 mg/dm³. Zasoby eksploatacyjne poszczególnych ujęć wynoszą od 0,4 do 5,9 m³/h, łącznie 23,7 m³/h. W 2014 r. pobór wód wyniósł 19 764 m³.

Przerzeczyn-Zdrój (gm. Niemcza, pow. dzierzoniowski, woj. dolnośląskie; E4)

Przerzeczyn-Zdrój jest jedynym miejscem występowania wód leczniczych zlokalizowanym na obszarze regionu bloku przedsudeckiego. W 1825 r. jako pierwsze do celów leczniczych ujęto wody źródła Siarczkowego wypływające z utworów aluwialnych w pobliżu rzeki Ślęzy. Były to wody typu HCO₃–Ca, S o mineralizacji 0,4 g/dm³. Eksploatację źródła zakończono w 1991 r. ze względu na pojawiające się cyklicznie skażenia bakteriologiczne. Wody lecznicze ujęto również w kilku odwiertach wykonanych na początku lat 70. XX w. Wody radonowe ujęto w studniach VIII (gł. 80 m) i XIII (gł. 79 m), a radonowo-siarczkowe w otworach II (gł. 77 m) i IX (gł. 151 m). Lecznicze wody Przerzeczyna-Zdroju należą do słabo zmineralizowanych (mineralizacja 0,4–0,6 g/dm³) wód swoistych typu HCO₃–Ca–Mg, Rn, (S), o zawartości radonu osiagającej powyżej 200 Bq/dm³ oraz siarczków ponad 2 mg/dm³. Kolektorem wód są prekambryjskie i paleozoiczne granodioryty i serpentynity oraz gnejsy, które uległy silnym deformacjom tektonicznym. Zasoby wód leczniczych w obrębie obszaru górniczego Przerzeczyn wynoszą łącznie dla czterech ujęć 7,7 m³/h. Użytkownikiem złoza jest Uzdrowisko Przerzeczyn Sp. z o.o., które wykorzystuje wody do celów leczniczych. W 2014 r. pobór wód wyniósł 8875 m³.

Rabka-Zdrój (gm. Rabka-Zdrój, pow. nowotarski, woj. małopolskie; F7)

Pierwsze informacje dotyczące naturalnych wypływów wysoko zmineralizowanych wód chlorkowych wykorzystywanych do warzenia soli pochodzą z XIII w. Występowanie tych wód jest związane z paleogeńskimi utworami fliszu karpackiego. Ich obecność stwierdzono otworami o głębokości od 19 do 1215 m. Najstarszą istniejącą studnię kopaną Krakus wykonano prawdopodobnie w połowie XIX w. Ujęto w niej wody typu Cl–Na, I o mineralizacji 25,2 g/dm³. W II poł. XIX w., już po zaprzestaniu warzenia soli, do potrzeb uzdrowiska eksploatowano również ujęcia Rafaela z wodami typu Cl–Na, I o mineralizacji na poziomie 17–25 g/dm³ oraz zlikwidowane już studnie Maria i szyb Kazimierz. W latach 1912–1929 wykonano kilka innych studni, które charakteryzowały się niewielkimi wydajnościami. W większości ich wody uległy również szybkiemu wysłodzeniu w związku z czym po kilku latach wyłączono je z eksploatacji, a następnie w latach 60 XX w. zlikwidowano. Do dziś istnieje wykonany w 1933 r. otwór Helena (gł. 450 m), którym ujęto wody typu Cl–Na, I o mineralizacji 18,7 g/dm³. W latach 1954–1957, wykonano odwiert Bolesław (gł. 105 m), a w latach 1966–1977 wykonano trzy następne wiercenia: Rabka 17 (zlikwidowany), 18 (gł. 120 m) i 19 (gł. 95 m). W dwóch ostatnich ujęto wody lecznicze typu Cl–Na, I o mineralizacji ok. 22–28 g/dm³. Z uwagi na rozwój uzdrowiska, a tym samym zapotrzebowanie na wodę leczniczą, w 1974 r. ukończono prace związane z budową ujęcia Rabka IG-1 (gł. 260 m), które dostarczyło wodę Cl–Na, I

o mineralizacji rzędu 22 g/dm^3 . Siedem lat później wykonano otwór Rabka IG-2 (gł. 1215 m), którym z warstw krośnieńskich ujęto wody typu Cl–Na, I o mineralizacji ok. 26 g/dm^3 i temperaturze 28°C . Występowaniu wód towarzyszą ekshalacje metanu. Obecnie w Rabce-Zdroju istnieje sześć ujęć, których łączne zasoby eksploatacyjne wynoszą $6,4 \text{ m}^3/\text{h}$. Wody są wykorzystywane przez Uzdrowisko Rabka SA do celów leczniczych oraz wytwarzania produktów zdrojowych. W 2014 r. pobór wód z obszaru górniczego Rabka Zdrój wyniósł 3299 m^3 .

Rymanów-Zdrój (gm. Rymanów, pow. krośnieński, woj. podkarpackie; F9)

Początki uzdrowiska w Rymanowie-Zdroju sięgają 1873 r. i są związane ze źródłami występującymi w korycie potoku Tabor. Połączono je później w trzy wypływy o nazwach Tytus, Klaudia i Celestyna. W latach 1959–1981 rozpoznano nowe typy wód leczniczych po wykonaniu pięciu otworów wiertniczych (RZ-1, RZ-2, RZ-4, RZ-5 i RZ-6). Najmłodsze z ujęć (RZ-7) pochodzi z 2012 r. Wydobywanie wód w obrębie obszaru górniczego Rymanów prowadzi Uzdrowisko Rymanów SA. Otworami o głębokości 178–588 m ujęto poziomy wodonośne w paleogeńskich piaskowcach ciężkowickich (eocen–paleocen), a otrzymane wody scharakteryzowano jako: szczawy Cl–(HCO₃)–Na, I o mineralizacji $8,1\text{--}8,9 \text{ g/dm}^3$ (źródło Tytus, Klaudia i Celestyna); wody Cl–Na, I (otw. RZ-1) o mineralizacji ok. 22 g/dm^3 oraz wody HCO₃–Cl–Na, (F), (I) o mineralizacji $1,7\text{--}7,6 \text{ g/dm}^3$ (pozostałe ujęcia). W przypadku ujęcia RZ-6 woda ma charakter kwasowęglowej. Zawartość dwutlenku węgla w wodach wynosi ok. $300\text{--}1300 \text{ mg/dm}^3$. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć wynoszą $19,6 \text{ m}^3/\text{h}$. W 2014 r. pobór wód wyniósł $12\,737 \text{ m}^3$. Woda jest wykorzystywana do celów balneoterapeutycznych (kąpiele lecznicze, inhalacje i kuracja pitna) oraz do produkcji butelkowanej wody mineralnej.

Solec-Zdrój (gm. Solec-Zdrój, pow. buski, woj. świętokrzyskie; E8)

W XVIII w. w Solcu-Zdroju i okolicy rozpoczęto eksploatację miejscowych wód zmineralizowanych, na bazie których uruchomiono warzelnię soli. W 1815 r. podczas poszukiwań soli kamiennej odkryto wypływające pod ciśnieniem wody słone o silnym zapachu siarkowodoru. Wybudowany w latach 20. XIX w. i istniejący do dzisiaj Szyb Solecki o głębokości 170 m (szyb górniczy z odwiertem), ujmujący z utworów kredy górnej wodę typu Cl–Na, I, S o mineralizacji rzędu $19\text{--}20 \text{ g/dm}^3$ dał początek uzdrowisku. Kolejne, nieistniejące już ujęcie, o głębokości 500 m wykonano dopiero w 1947 r. Nawiercono w nim na głębokości 80 m wody siarczkowe, zaś na 420 m wysoko zmineralizowane wody Cl–Na. Kolejny otwór (Solec 2 – Karol) o początkowej głębokości 222 m, ograniczonej następnie do 122 m, wykonano w 1966 r. Ujęto nim wodę typu Cl–Na, I, S o mineralizacji ok. 15 g/dm^3 . Wodę tego samego typu, lecz o nieznacznie większej mineralizacji (w przedziale $15\text{--}17 \text{ g/dm}^3$), nawiercono w otworze Solec 2B o głębokości 121 m. Wszystkie ujęcia są czynne i wykorzystywane do celów balneoterapeutycznych, a ich łączne zasoby eksploatacyjne wynoszą $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Użytkownikiem jest Uzdrowisko Solec Zdrój Sp. z o.o. W 2014 r. pobór wód z obszaru górniczego Solec-Zdrój wyniósł 5182 m^3 . Z uwagi na niewielkie wydajności ujęć, siarczkowe wody lecznicze są dostarczane również ze złoża Welnin. Miejscowość jest uzdrowiskiem statutowym.

Sopot (m. Sopot, woj. pomorskie; A6)

Otwór Sopot IG-1, nazywany obecnie ujęciem Św. Wojciecha, odwiercono w 1974 r. do głębokości 1173 m. Ostateczna głębokość ujęcia wynosi 839 m. Z utworów triasu dolnego (pstręgo piaskowca) ujęto wodę typu Cl–Na, I o mineralizacji ok. 42 g/dm^3 . Zasoby eksploatacyjne przy samowypływie wynoszą $44,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Woda jest wykorzystywana do celów balneoterapeutycznych przez PTH Kąpielisko Morskie Sopot Sp. z o.o. W 2014 r. pobór wód z obszaru górniczego Sopot wyniósł $29\,461 \text{ m}^3$.

Stare Bogaczowice (gm. Stare Bogaczowice, pow. wałbrzyski, woj. dolnośląskie; E4)

W Starych Bogaczowicach źródła szczaw znane były już w XIII w. Obecnie istnieje tu ok. 10 źródeł wypływających z piaskowców szarogłazowych i zlepieńców karbonu dolnego. Część z nich pogłębiono i wykorzystywano w przeszłości do celów rozlewniczych. Wody te należą do szczaw typu HCO₃–Na–Ca i charakteryzują się mineralizacją $1,8\text{--}2,8 \text{ g/dm}^3$ i zawartością dwutlenku węgla przekraczającą maksymalnie 1600 mg/dm^3 . Dwa źródła, Anna (gł. 3 m) i Dolne (gł. 2 m) udokumentowano, a ich łączne zasoby eksploatacyjne wynoszą $0,6 \text{ m}^3/\text{h}$. Obecnie woda ze złoża nie jest wykorzystywana.

Stare Rochowice (gm. Bolków, pow. jaworski, woj. dolnośląskie; E4)

Wystąpienia szczaw w Starych Rochowicach są znane już od XV w. W Europie udokumentowano zaledwie kilka miejsc ich występowania, m.in. w Vichy i Karlovych Varach. Historyczne źródła Bolko I (zanikłe) i Bolko II (zalane) ujmowały szczawy typu HCO₃–SO₄–Na–Ca i HCO₃–SO₄–Ca–Mg o mineralizacji rzędu $2\text{--}3 \text{ g/dm}^3$. Szczawy ujęto również w wykonanych w latach 1967–1968 sześciu otworach (obecnie istnieje pięć z nich: 1, 2, 4, 5 i 6) o głębokości od 18 do 80 m. Otwory zafiltrowane w utworach kambru i ordowiku ujmują szczawy typu: HCO₃–SO₄–Na–Ca, Fe o mineralizacji $4,1\text{--}6,7 \text{ g/dm}^3$, HCO₃–Ca–Na, Fe o mineralizacji $1,4 \text{ g/dm}^3$ i HCO₃–SO₄–Ca–Mg

o mineralizacji ok. 3 g/dm³. Łączne zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć wynoszą 41,0 m³/h. Pomimo unikatowego składu wody dotychczas nie były wykorzystywane.

Stary Wielisław (gm. Kłodzko, pow. kłodzki, woj. dolnośląskie; **II**)

Szczawy Starego Wielisławia Dolnego są związane z szeregiem dyslokacji w obrębie spękanych margli górno-kredowych. Obecnie wody te są znane z jednego źródła (drugie w ostatnich latach zanikło) i dwóch otworów wiertniczych: 3 o głębokości 97 i 4 o głębokości 268 m. Wody źródlane należą do typu HCO₃-Ca o mineralizacji 2,3 g/dm³ i zawartości CO₂ rzędu 2400–2500 mg/dm³. W otworach wykonanych w latach 70. i 80. XX w. wystąpił samowypływ szczaw typu HCO₃-Ca, Fe o mineralizacji 2,1–3,3 g/dm³ i zawartości CO₂ ok. 2300 mg/dm³. Łącznie zasoby eksploatacyjne szczaw w Starym Wielisławiu Dolnym wynoszą 20,8 m³/h. Koncesję na wydobywanie wód w obrębie obszaru górniczego Stary Wielisław ma firma Sandigo Sp. z o.o. Wody były wykorzystywane do celów rozlewniczych w miejscowej rozlewni. W 2014 r. w zakładzie wstrzymano produkcję.

Swoszowice (m. Kraków, woj. małopolskie; **E7, F7**)

Historia rozpoznania wód leczniczych w Swoszowicach ma związek z prowadzoną na obszarze miejscowości eksploatacją złoża siarki, którą zapoczątkowano w XV w., i której rozkwit przypadł na połowę XIX w. Wodę z wyrobisk odprowadzano sztolniami oraz studniami odwodnieniowymi. Obecnie istnieją dwa ujęcia wód leczniczych – Źródło Główne i Napoleon, które są pozostałością po prowadzonej działalności górniczej. Ujmują one wody typu SO₄-HCO₃-Ca-Mg, S o mineralizacji 2,3–2,8 g/dm³. Wody charakteryzują się wysoką zawartością siarkowodoru, rzędu 60–90 mg/dm³. Źródło Główne jest studnią szybowa o głębokości 10 m, natomiast Źródło Napoleon wypływa ze zlikwidowanej sztolni odwadniającej, o tej samej nazwie. Skład chemiczny wód leczniczych kształtuje miocenska seria gipsowa, w obrębie której występują. Zasoby eksploatacyjne obu ujęć wynoszą 6,2 m³/h, przy czym 6,0 m³/h przypada na Źródło Główne, a 0,16 m³/h na źródło Napoleon. Użytkownikiem złoża jest Uzdrowisko Kraków-Swoszowice Sp. z o.o. W 2014 r. pobór wód do celów balneoterapeutycznych z obszaru górniczego Swoszowice wyniósł 8763 m³.

Szczawa (gm. Kamienica, pow. limanowski, woj. małopolskie; **F8**)

Występowanie szczaw i wód kwasowęglowych w rejonie Szczawy jest związane z warstwami paleogeńskich piaskowców. Wody tego rodzaju wypływają w źródłach w dolinach Kamienicy oraz jej dopływów – Szczawy i Głębieńca. Część źródeł uległa zanikowi, prawdopodobnie na skutek wycinki lasów w Gorcach, inne zostały zlikwidowane w latach 90. XX w. przez ówczesnego właściciela – Uzdrowisko Rabka. Wody wypływające z zachowanych źródeł reprezentują zazwyczaj szczawy lub wody kwasowęglowe typu HCO₃-(Cl)-Na-Ca, o mineralizacji 1,0–3,0 g/dm³. Obecnie na obszarze miejscowości istnieje pięć ujęć wód leczniczych. Są to wykonane w latach 30. XX w. studnie Hanna, Krystyna i Dziedzilla o głębokości 6–9 m ze szczawami typu HCO₃-Cl-Na o mineralizacji 4,1–12,7 g/dm³ oraz pochodzące z lat 1977–1981 odwierty Szczawa I (głębokość 82 m) i Szczawa II (głębokość 100 m) ujmujące szczawy o wyższej mineralizacji (rzędu 17–28 g/dm³), o tym samym typie chemicznym. W 2000 r. odwiercono otwór EC-1 o głębokości 30 m, w którym ujęto wody HCO₃-Cl-Na-Ca o mineralizacji 13,4 g/dm³, praktycznie pozbawione dwutlenku węgla. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć wynoszą 2,5 m³/h. Koncesję na wydobywanie wód z obszaru górniczego Szczawa ma spółka Euro-Code, która prowadzi eksploatację głównie na potrzeby rozlewni wód mineralnych. W mniejszym stopniu wody są wykorzystywane do produkcji parafarmaceutyków oraz kuracji pitnej prowadzonej w uzdrowisku Rabka-Zdrój, a także w miejscowej pijalni. W 2014 r. pobór wód wyniósł 274 m³.

Szczawina (gm. Bystrzyca Kłodzka, pow. kłodzki, woj. dolnośląskie; **II**)

Wody lecznicze Szczawiny występują w obrębie proterozoicznych paragnejsów. W pogłębionym studnią źródle Studzienne o głębokości 6 m i otworze Szczawina I o głębokości 51 m ujęto słabo zmineralizowane szczawy typu HCO₃-Ca-Mg, Fe o mineralizacji 0,4–0,7 g/dm³. W ujętych szczawach pojawia się radon w stężeniach do ok. 150 Bq/dm³. Łączna wydajność eksploatacyjna ujęć w obrębie obszaru górniczego Szczawina I wynosi 3,4 m³/h. W nieodległej przeszłości wody były wykorzystywane przez rozlewnię, będącą własnością Uzdrowiska Łądek-Długopole SA. Obecnie zakład zlikwidowano, choć są plany jego ponownego uruchomienia przez nowego koncesjodawcę – firmę Esta Krystyna Jarawska.

Szczawnica (gm. Szczawnica, pow. nowotarski, woj. małopolskie; **F8**)

Eksploatację wód leczniczych, występujących w piaskowcach i towarzyszących im andezytach (paleogen-kreda górna), prowadzi Uzdrowisko Szczawnica SA. Znajdują się tu trzy otwory wiertnicze: PD-4 (gł. 30 m), Jan (gł. 33 m) i Józef (gł. 27 m), pięć źródeł: Wanda, Szymon, Magdalena, Stefan i Józefina (dwa ostatnie pogłębione otworem, odpowiednio do głębokości 6 i 15 m) oraz ujęcie górnicze – Pitoniakówka – będące szybem z dwoma chodnikami, podzielonymi na odrębne komory, z wyprowadzonymi trzema otworami kierunkowymi o długości

10–20 m z ostatniej z nich. Wspomniane źródła odkryto w XIX w., później wielokrotnie rekonstruowano. Ujęcie Pitoniakówka powstało w 1968 r., a otwór PD-4 w 1973 r. Poza tym w Szczawnicy znajdują się, wyłączony z eksploatacji otwór Jan-14 o głębokości 14 m i źródło Eskulap, pełniące rolę obserwacyjną. Wśród typów chemicznych wód leczniczych wyróżnia się szczawy: $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$, (I) o mineralizacji od niespełna 4 do ok. 26 g/dm^3 ; szczawy $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca}$ o mineralizacji $2,7\text{--}4,7 \text{ g/dm}^3$; wodę kwasowęglową $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ o mineralizacji $1,3 \text{ g/dm}^3$ oraz wodę $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$ o mineralizacji $1,2 \text{ g/dm}^3$. Zawartość CO_2 w wodach dochodzi do 4200 mg/dm^3 . Zasoby eksploatacyjne poszczególnych ujęć są bardzo niskie i wynoszą łącznie $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$. W 2014 r. pobór wód w obrębie obszaru górniczego Szczawnica I wyniósł 1296 m^3 . Woda jest wykorzystywana do celów balneoterapeutycznych (kąpiele lecznicze, inhalacje i kuracja pitna) w otwartej w 2013 r. rozlewni naturalnych wód leczniczych, a także jest udostępniona w ogólnodostępnych punktach poboru.

Szczawnik (gm. Muszyna, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

W latach 2001–2003 w Szczawniku z piaskowców eocenu za pomocą otworów SL-3 i Karol (CS-1) (gł. 200 m) ujęto wody lecznicze. Tutejsze wody to szczawy $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-(Na)}$ o mineralizacji $1,1\text{--}2,1 \text{ g/dm}^3$. Zasoby eksploatacyjne ujęć w obrębie obszaru górniczego Muszyna Zdrój wynoszą $3,4 \text{ m}^3/\text{h}$. Woda jest wykorzystywana do zaopatrzenia rozlewni wód butelkowanych należącej do firmy RWM Sopol. W 2014 r. pobór wód wyniósł 3110 m^3 . Ponadto we wsi znajduje się źródło Za Cerkwią, z którego wypływają szczawy typu $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca-Mg}$ o mineralizacji $2,6\text{--}3,0 \text{ g/dm}^3$. Źródło nie ma udokumentowanych zasobów eksploatacyjnych i jest wykorzystywane jako ogólnodostępny punkt czerpalny.

Szczawno-Zdrój (gm. Szczawno-Zdrój, pow. wałbrzyski, woj. dolnośląskie; **E4**)

W Szczawnie-Zdroju szczawy i wody kwasowęglowe wypływają z piaskowców szarogłazowych karbonu dolnego w rejonie doliny potoku Szczawnik. Część źródeł szczelinowych ujęto zbiorczo na głębokości 4–7 m (źródła: Dąbrówka, Mieszko, Młynarz i Marta), inne ujęto pojedynczo (źródła: W Podwórcu, W Chodniku, Ludwika i Apteczne). Wody źródeł należą do szczaw typu $\text{HCO}_3\text{-Na-(Ca)}$ lub $\text{HCO}_3\text{-Na-Mg}$ o mineralizacji od $0,7$ do $3,6 \text{ g/dm}^3$ i zawartości wolnego dwutlenku węgla od 350 do 2000 mg/dm^3 . Wody źródła Marta należą do szczaw radonowych, o zawartości radonu do 250 Bq/dm^3 . Wody są wykorzystywane w lecznictwie i rozlewnictwie. Użytkownikiem i koncesjonariuszem jest Uzdrowisko Szczawno-Jedlina SA. Łączna wydajność 10 źródeł jest niska, zasoby eksploatacyjne ustalono w wysokości $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$. W 2014 r. pobór wód z obszaru górniczego Szczawno Zdrój wyniósł 4225 m^3 .

Świeradów-Zdrój (gm. Świeradów-Zdrój, pow. lubański, woj. dolnośląskie; **E3**)

Występowanie szczaw w Świeradowie-Zdroju jest związane z prekambryjskimi granitognejsami izerskimi. Pierwsze wzmianki o tutejszych wodach leczniczych pochodzą z 1600 r. i dotyczą źródła Świętego. Do celów balneoterapeutycznych wody te są stosowane od przełomu XVIII i XIX w. Do II Wojny Światowej eksploatacja opierała się na naturalnych wypływach, w latach 50. XX w. odwiercono liczne otwory przeznaczone do celów eksploatacyjnych i badawczych. W części z nich ujęto wody lecznicze. W źródłach Górnym i Zofii występują szczawy $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg, Rn}$ o mineralizacji $0,4\text{--}0,9 \text{ g/dm}^3$. Szczawy nie zawierające radonu, należące do typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg, Rn}$, (F), (Si) o mineralizacji $0,6\text{--}1,0 \text{ g/dm}^3$ i typu $\text{HCO}_3\text{-Ca, Fe}$ o mineralizacji $2,5 \text{ g/dm}^3$ ujęto w odwiertach wykonanych w latach 1962–1970, z których najgłębszy osiągnął 600 m. Zawartość wolnego dwutlenku w szczawach Świeradowa-Zdroju waha się od 1700 do ponad 2500 mg/dm^3 . Pozostałe ujęcia, m.in. źródło Marii Curie Skłodowskiej, ujmują wody radonowe pozbawione wolnego dwutlenku węgla w ilościach zapewniających jego farmakodynamiczne oddziaływanie i nie są obecnie wykorzystywane. Są to wody o mineralizacji od $0,2$ do $0,5 \text{ g/dm}^3$ i typach chemicznych: $\text{HCO}_3\text{-Ca-Na-Mg}$, $\text{HCO}_3\text{-(SO}_4\text{)-Na-Ca}$, (F) i $\text{HCO}_3\text{-Na-Mg}$, F. Stężenie radonu w wodach sięga maksymalnie do niemal 2000 Bq/dm^3 . Łączne zasoby siedmiu ujęć wód leczniczych występujących w uzdrowisku wynoszą $20,0 \text{ m}^3/\text{h}$, w tym szczaw $2,7 \text{ m}^3/\text{h}$. Uzdrowisko Świeradów-Czerniawa Sp. z o.o. – Grupa PGU ma koncesję na wydobywanie wód z obszaru górniczego Świeradów-Zdrój. Są one wykorzystywane do celów leczniczych. W 2014 r. pobór wód wyniósł $10\,434 \text{ m}^3$.

Świnoujście (m. Świnoujście, woj. zachodniopomorskie; **B2**)

W Świnoujściu wody lecznicze ujęto w piaskowcach i piaskach kredy. Otworami Jantar (gł. 223 m), XXX-lecia (gł. 260 m) i Teresa (gł. 271 m), wykonanymi w latach 1963–1974, ujęto wody typu Cl-Na, I , (Fe), charakteryzujące się mineralizacją $41,8\text{--}46,0 \text{ g/dm}^3$. Sumaryczne zasoby eksploatacyjne ujęć wynoszą $10,5 \text{ m}^3/\text{h}$. W 2014 r. z obszaru górniczego Świnoujście Uzdrowisko Świnoujście SA wydobyło do celów leczniczych 6579 m^3 wody.

Trzebnica (gm. Trzebnica, pow. trzebnicki, woj. dolnośląskie; **D5**)

W miejscowości tej od dawna znane były źródła wód zmineralizowanych, zawierających żelazo i siarkę. Trzebnica funkcjonowała jako uzdrowisko od 1887 r. do kilku lat po drugiej wojnie światowej. W latach 70. XX w. wy-

konano odwiert Trzebnica IG-1 o głębokości ostatecznej 1300 m, w którym opróbowano dwa triasowe poziomy wodonośne. Pierwszy z nich, występujący na głębokości 646–844 m, charakteryzował się występowaniem wód termalnych typu $\text{SO}_4\text{--Cl--Ca--Na}$ o mineralizacji $3,9 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie 33°C . Drugi, na głębokości 1077–1258 m, cechował się występowaniem wód termalnych typu Cl--Na--Ca o mineralizacji $17,8 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze 37°C na wypływie. Ostatecznie zdecydowano o ujęciu głębszego poziomu wodonośnego (trias dolny), ustalając zasoby eksploatacyjne w wysokości $6,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Otwór pozostaje niezagospodarowany.

Tylicz (gm. Krynica-Zdrój, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

Eksploatację wód leczniczych ze złoża w Tyliczu (obszar górniczy Tylicz I) prowadzi tutejszy Zakład Produkcji Wód Mineralnych, należący do firmy Multivita Sp. z o.o. Dysponuje on czterema ujęciami szczaw i wód kwasowęglowych. Dwa z nich, otwory T-III Stanisław (gł. 50 m) i T-IX Ignacy (gł. 100 m) wykonane w latach 1991–1993, są położone w granicach administracyjnych Tylicza. Pozostałe są zlokalizowane na obszarze miejscowości Powroźnik i omówiono je przy opisie tamtejszego złoża. Poziom wodonośny ujęty otworami T-III i T-IX stanowią piaskowce paleogenu (eocen). Ujęte wody lecznicze są określone odpowiednio jako szczawa $\text{HCO}_3\text{--Ca--Na}$ o mineralizacji $2,1 \text{ g/dm}^3$ oraz woda kwasowęglowa $\text{HCO}_3\text{--Ca}$ o mineralizacji $1,0\text{--}1,1 \text{ g/dm}^3$. Zasoby eksploatacyjne ujęć wynoszą łącznie $7,4 \text{ m}^3/\text{h}$. W 2014 r. pobór wód wyniósł 3767 m^3 .

Poza wymienionymi ujęciami, w miejscowości znajdują się liczne źródła oraz inne otwory, w których stwierdzono występowanie wód o podobnym składzie i właściwościach, jednak ze względu na niestabilne warunki hydrogeologiczne i wysoką zawartość sodu, nie mają one ustalonych zasobów i pełnią obecnie rolę otworów obserwacyjnych. Ujmują one szczawy i wody kwasowęglowe $\text{HCO}_3\text{--Ca--(Mg)}$ o mineralizacji $0,3\text{--}3,0 \text{ g/dm}^3$ i $\text{HCO}_3\text{--Ca--Na}$ o mineralizacji $4,8\text{--}6,7 \text{ g/dm}^3$. Kilka źródeł stanowi ogólnodostępne punkty poboru wody.

Ustka (gm. Ustka, pow. słupski, woj. pomorskie; **A4**)

W wykonanym w 1979 r. otworze Ustka IGH-1 o głębokości 730 m, z piaskowców i zlepieńców permu, ujęto wody typu Cl--Na , I o mineralizacji ok. 34 g/dm^3 i temperaturze na wypływie 21°C . Wydajność eksploatacyjną ustalono na $31,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Ujęcie nie było dotychczas eksploatowane. Istnieją plany, zainicjowane przez Urząd Gminy w Ustce, budowy nowego ujęcia wód leczniczych. W 2014 r. wygasła koncesja geologiczna (którą miało Uzdrawisko Ustka Sp. z o.o.) na wydobywanie wody z obszaru górniczego Ustka.

Ustroń (gm. Ustroń, pow. cieszyński, woj. śląskie; **F6**)

Rozpoznanie wód leczniczych w Ustroniu było związane z poszukiwaniem lokalizacji nowego uzdrowiska przeznaczonego dla mieszkańców Górnego Śląska, po zaniku wód leczniczych w Jastrzębiu-Zdroju. Pierwszy z otworów, Ustroń 1, odwiercono w 1961 r. i stwierdzono w nim występowanie zmineralizowanych wód występujących w stropowej części utworów dewońskich. Następnie, na przełomie lat 60. i 70. XX w., w okolicy wykonano kilka otworów, m.in. Nierodzim H-1 i Międzyświecie H-2, w których ujęto wysoko zmineralizowane wody z utworów miocenu (warstwy dębowieckie). Ostatecznie zdecydowano o lokalizacji uzdrowiska w Ustroniu, gdzie w latach 1971–1972 odwiercono dwa otwory eksploatacyjno-badawcze Ustroń IG-2 (obecnie zlikwidowany, obok niego odwiercono później otwór U-3A) i Ustroń IG-3 (obecnie U-3). Do eksploatacji ujęto otwory dewonu, których strop nawiercono na głębokości 1320–1322 m. Występują w nich wody typu Cl--Na , I, Fe, F o mineralizacji od 110 do 135 g/dm^3 i temperaturze na wypływie rzędu $21\text{--}23^\circ\text{C}$. Zawartość jodu w tych wodach sięga $11\text{--}15 \text{ mg/dm}^3$, a dwuwartościowego żelaza do 16 mg/dm^3 . Obydwa otwory są obecnie eksploatowane przez Przedsiębiorstwo Uzdrawiskowe Ustroń SA, jednak ze względu na ograniczoną wielkość wydobycia temperatura wód na wypływie jest niższa niż zmierzona w trakcie badań. Dla otworów zatwierdzono zasoby eksploatacyjne o łącznej wielkości $2,2 \text{ m}^3/\text{h}$. W 2014 r. pobór wód z obszaru górniczego Ustroń I wyniósł 6343 m^3 . Wody pozabiegowe, po ich bakteriologicznym oczyszczeniu, są odprowadzane do otworu C-1, który odwiercono w tym celu w 1993 r. Ustroń jest jedynym uzdrowiskiem w kraju, w którym zastosowano ten sposób odprowadzania wykorzystanych wód.

Wapienne (gm. Sękowa, pow. gorlicki, woj. małopolskie; **F9**)

Źródła siarczkowe w Wapiennem i właściwości ich wód są znane co najmniej od XVII w. Do dziś istnieją dwa naturalne wypływy (źródła Kamila i Marta) niskozmineralizowanych (mineralizacja $0,4\text{--}0,5 \text{ g/dm}^3$) wód $\text{HCO}_3\text{--Ca--(Na)--(Mg)}$, S, wypływających z piaskowców kredy. Średnia zawartość siarkowodoru wynosi w nich od 2 do 4 mg/dm^3 . W 1975 r., w związku z planowanym rozwojem uzdrowiska, odwiercono dwa otwory eksploatacyjne W-1 i W-2 o głębokościach wynoszących odpowiednio 50 i 74 m, w których ujęto kredowy poziom wodonośny z wodami siarczkowymi identycznego typu, mineralizacji i zawartości siarkowodoru, jak w przypadku źródeł. Do tej pory studnie nie są wykorzystywane. Łączne zasoby eksploatacyjne wód leczniczych wynoszą $5,7 \text{ m}^3/\text{h}$. Na potrzeby miejscowego Ośrodka Wczasowo-Leczniczego M. Drobenko w 2014 r. z obszaru górniczego Wapienne wydobyto 1701 m^3 wody.

Welnin (gm. Solec-Zdrój, pow. buski, woj. świętokrzyskie; **E8**)

Otwór Welnin o głębokości 170 m odwiercono w 2002 r. W utworach jury górnej (wapienie przeławiczone marglami) nawiercono poziom wodonośny, z którego uzyskano wody typu Cl–Na, I, S o mineralizacji rzędu 31–40 g/dm³ i zawierające do 760 mg/dm³ siarkowodoru i siarczków. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 3,0 m³/h. Wody lecznicze są wykorzystywane do zaopatrzenia ośrodka Malinowe Hotele Sp. z o.o. w Solcu-Zdroju do celów leczniczych. W 2014 r. pobór wód z obszaru górniczego Welnin wyniósł 2016 m³. W miejscowości istniały wcześniej inne (obecnie zlikwidowane) ujęcia wód siarczkowych – Welnin 1 i 2.

Wieliczka (gm. Wieliczka, pow. wielicki, woj. małopolskie; **E8, F8**)

Wody lecznicze w Wieliczce udokumentowano w 2014 r. Ich ujęcia mają unikalny w skali kraju charakter – są to dwa wypływy oznaczone symbolami W-VI-32 (komora Z-32) i W-VII-16 (Komora Layer), zlokalizowane w wyrobiskach poeksploatacyjnych nieczynnej kopalni soli Wieliczka. Ujęte wody typu Cl–Na charakteryzują się mineralizacją wynoszącą odpowiednio 250 g/dm³ i 69 g/dm³. Ich dopływ następuje z utworów mioceńskiej serii siarczanowej. Zasoby eksploatacyjne udokumentowane dla wypływu W-VII-16 wynoszą 8,3 m³/h. Obecnie wody są wykorzystywane do warzenia soli. W przyszłości mogą znaleźć szersze zastosowanie w balneoterapii i do zasilania nowobudowanych tężni. W samej kopalni, będącej obiektem turystycznym i muzealnym, wpisanym od 1978 r. na listę światowego dziedzictwa kultury UNESCO, i jednocześnie podziemnym uzdrowiskiem, jest prowadzona rehabilitacja pulmonologiczna.

Wieniec-Zdrój (gm. Brześć Kujawski, pow. włocławski, woj. kujawsko-pomorskie; **C6, C7**)

Siarczkowe wody lecznicze odkryto w następstwie poszukiwań złóż węgla brunatnego. W latach 1898–1903 odwiercono kilka otworów, z których następował samowypływ wody o silnym zapachu siarkowodoru. Przed II wojną światową wykonano kolejne cztery otwory do maksymalnej głębokości 979 m. Obecnie wody typu SO₄–Cl–Ca–Na, S o mineralizacji 3,6 g/dm³ są eksploatowane otworem 3E o głębokości 130 m wykonanym w 1960 r. Stanowi on jedyne źródło zaopatrzenia w wodę leczniczą Uzdrowiska Wieniec-Zdrój Sp. z o.o. Woda jest też butelkowana w rozlewni wód mineralnych w Powroźniku. Zbiornikiem wód leczniczych są wapienie oolitowe jury górnej. Wydajność eksploatacyjna otworu 3E wynosi 15,0 m³/h. W 2014 r. pobór wód z obszaru górniczego Wieniec wyniósł 5918 m³.

Wojkowa (gm. Muszyna, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

We wsi Wojkowa w 2005 r. wykonano otwór eksploatacyjny 4 (S-4) do głębokości 80 m. Ujmuje on z paleogeńskich piaskowców drobnoziarnistych szczawy typu HCO₃–Ca–Mg o mineralizacji dochodzącej do 4 g/dm³. Zawartość dwutlenku węgla nie przekracza 2500 mg/dm³. Koncesję na wydobywanie wód z obszaru górniczego Galicjanka w 2011 r. otrzymała Galicjanka-Energia Sp. z o.o. Ustalone zasoby eksploatacyjne dla ujęcia wynoszą 2,1 m³/h. Ujęcie jest użytkowane przez rozlewnię naturalnych wód mineralnych Galicjanka. W 2014 r. pobór wód wyniósł 910 m³.

Wysowa-Zdrój (gm. Uście Gorlickie, pow. gorlicki, woj. małopolskie; **F9**)

Szczawy występujące w Wysowej-Zdroju i jej okolicy są znane z naturalnych wypływów, które w wyniku prowadzonej eksploatacji wód uległy niemal całkowitemu zanikowi. Poziom wodonośny, w którym występują wody lecznicze, jest zbudowany z paleogeńsko-kredowych utworów fliszowych – piaskowców przeławiczonych łupkami i marglami (seria gorlicka), pociętych dyslokacjami podłużnymi i poprzecznymi. Do lat 50. XX w. do celów leczniczych były wykorzystywane płytkie studnie kopane, w których ujmowano paleogeński poziom wodonośny występujący w piaskowcach. Do tego typu ujęć należy wykonana prawdopodobnie w 1921 r. studnia Józef I o głębokości 14 m. Występują w niej szczawy typu HCO₃–Cl–Na–Ca, Fe o mineralizacji 2,3 g/dm³. W tym samym okresie wykonano ujęcie Słone (głębokość 15 m) ze szczawami typu HCO₃–Na–Ca, Fe o mineralizacji 1,8 g/dm³. Młodsze ujęcia pochodzące z lat 1960–2002 to studnie wiercone o głębokości od 25 do 100 m, zafiltrowane w piaskowcach paleogenu i/lub kredy. Dostarczają one głównie szczaw typu HCO₃–Cl–Na, (I), (Fe) o mineralizacji od 2,1 g/dm³ (W-16 i W-24) do ok. 24,5 g/dm³ (Aleksandra), rzadziej HCO₃–Cl–Na–Ca, Fe. Łączne zasoby eksploatacyjne 14 ujęć szczaw wynoszą 11,9 m³/h. Użytkownikiem ujęć jest Uzdrowisko Wysowa SA, które ma koncesję na wydobywanie wód z obszaru górniczego Wysowa. Wody wykorzystuje się w lecznictwie uzdrowiskowym i rozlewni. W 2014 r. pobór wód wyniósł 18 844 m³.

Zabłocie (gm. Strumień, pow. cieszyński, woj. śląskie; **F6**)

Rozpoznanie występowania wód leczniczych w Zabłociu jest związane z prowadzeniem prac poszukiwawczych za węglem kamiennym. Istniejący do dzisiaj otwór Korona, który osiągnął głębokość 671 m, wykonano w 1892 r. Na głębokości 635 m z utworów miocenu ujęto nim wody typu Cl–Na, I, Fe o mineralizacji 42,3 g/dm³, o jednej z najwyższych w kraju zawartości jodu (120–140 mg/dm³). W 1949 r. odwiercono drugi otwór poszuki-

wawczy Tadeusz o głębokości 745 m, który następnie przystosowano do eksploatacji (z poziomu miocenu na głębokości 312–745 m) wód typu Cl–Na, I, Fe o mineralizacji 52,9 g/dm³, które również zawierają jod w ilości przekraczającej 100 mg/dm³. Łączne zasoby eksploatacyjne obydwu ujęć wynoszą 0,6 m³/h. W 2010 r. Minister Środowiska udzielił firmie Solanka z Zabłocia Sp. z o.o. koncesji na wydobywanie wód otworem Korona z obszaru górniczego Zabłocie-Korona. Są one butelkowane z przeznaczeniem do kąpieli i inhalacji. Pobór wody w 2014 r. wyniósł 150 m³.

Złockie (gm. Muszyna, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

Wody lecznicze ujęto 8 otworami wiertniczymi (Z-1, Z-2, Z-3, Z-6, Z-7, Z-8, Z-9 i SL-2) o głębokości od 70 do 400 m. Poziom wodonośny stanowią piaskowce eocenu i kredy górnej. Pierwsze ujęcie wykonano w 1963 r., kolejne w latach 1964–1973, a najmlodsze pochodzi z 2000 r. Eksploatowane wody to szczawy: HCO₃–Mg–Na–Ca, Fe o mineralizacji 3,3–20,5 g/dm³, HCO₃–Ca, (Fe) o mineralizacji 1,2–25,0 g/dm³, HCO₃–Mg–Na, Fe o mineralizacji 19,8–20,5 g/dm³, HCO₃–Ca–Mg–(Na), Fe o mineralizacji 3,7–6,9 g/dm³ oraz HCO₃–Na, I, Fe o mineralizacji ok. 25,0 g/dm³. Zasoby eksploatacyjne ujęć wynoszą łącznie 7,2 m³/h. Koncesję na wydobywanie wód leczniczych w obrębie obszaru górniczego Muszyna Zdrój ma Rozlewnia Wód Mineralnych Sopol. Wody są wykorzystywane w rozlewni oraz, w mniejszym stopniu, do zabiegów leczniczych w miejscowych sanatoriach. W 2014 r. pobór wód wyniósł 4003 m³. Na terenie miejscowości znajduje się ponadto kilka naturalnych wypływów szczaw (źródeł) oraz mofeta im. H. Świdzińskiego, stanowiąca pomnik przyrody nieożywionej, zlokalizowana w dnie potoku Złockiego, na granicy ze wsią Jastrzębik.

Zubrzyk (gm. Piwniczna-Zdrój, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

Wody lecznicze stwierdzono w formacji eoceńskich piaskowców z Piwnicznej otworami Z-2 (wykonanym w 2001 r. do głębokości 115 m) i Z-3a (wykonanym w 2007 r. do głębokości 131 m). Ujęcia dostarczają szczaw typu HCO₃–Ca–Mg–Na o mineralizacji 1,7–2,3 g/dm³, a ich zasoby eksploatacyjne wynoszą 3,6 m³/h. Otwory zao- patrują w surowiec tutejszą rozlewnię wód mineralnych należąca do firmy Masspol Sp. z o.o., która ma koncesję na wydobywanie wód na obszarze górniczym Zubrzyk. W 2014 r. pobór wód wyniósł 12 439 m³.

Żegiestów-Zdrój (gm. Muszyna, pow. nowosądecki, woj. małopolskie; **IV**)

Pierwsze wzmianki o naturalnych wypływach wód leczniczych w Żegiestowie-Zdroju, w tym o istniejącym do dzisiaj źródle Anna, pochodzą z 1847 r. Wody lecznicze występują w obrębie kompleksu piaskowcowego eocenu i należą do szczaw o zróżnicowanym składzie chemicznym. W źródle Anna wypływają szczawy typu HCO₃–Ca–Mg, Fe o mineralizacji 2,3–2,6 g/dm³. W otworze Żegiestów II (gł. 300 m) ujęto szczawy typu HCO₃–Mg–Na, Fe o mineralizacji 13 g/dm³, w ujęciu Zofia II (gł. 61 m) – typu HCO₃–Mg–Na–Ca o mineralizacji 5,1 g/dm³, a w ujęciu Andrzej II (gł. 300 m) – typu HCO₃–Mg, (Fe) o mineralizacji 10,1–14 g/dm³. Zasoby eksploatacyjne żegiestowskich ujęć wynoszą łącznie 4,9 m³/h. Obecnie szczawy są eksploatowane przez PRBiT Cechini Sp. J. do celów balneoterapeutycznych z ujęcia Zofia II w obszarze górniczym Żegiestów-Cechini. Pozostałe ujęcia znajdują się poza obszarem górniczym i obecnie nie są eksploatowane. Jedynie źródło Anna stanowi ogólnodostępny punkt czerpalny, z którego woda wydobywa się samoczynnie. W 2014 r. pobór wód leczniczych w Żegiestowie-Zdroju wyniósł 479 m³.

WODY TERMALNE

Bańska Niżna (z Białym Dunajcem) (gm. Szaflary, pow. nowotarski, woj. małopolskie; **F8, III**)

Geotermia Podhalańska SA jest użytkownikiem pięciu otworów (trzech eksploatacyjnych znajdujących się w Bańskiej Niżnej oraz dwóch chłonnych zlokalizowanych w Białym Dunajcu). Wiercenie najstarszego i najgłębszego na Podhalu otworu Bańska IG-1 – 5261 m (głębokość ostateczna 3943 m) ukończono w 1981 r. W poziomie wodonośnym występującym w osadach eocenu i triasu, udokumentowano wody termalne typu SO₄–Cl–Na–Ca, S, (F), (Fe) o mineralizacji ok. 2,5 g/dm³, występujące pod ciśnieniem artezyjskim. Ich temperatura na wypływie wynosi do 82°C, a zasoby eksploatacyjne udokumentowano w wysokości 120 m³/h. Drugi otwór, Biały Dunajec PAN-1, odwiercony w 1989 r. do głębokości 2394 m, pełni rolę otworu chłonnego. W wapieniach triasu środkowego (horyzont 2117–2394 m, ujęto nim wody tego samego typu co w otworze Bańska IG-1, o mineralizacji 2,6 g/dm³ i temperaturze na samowypływie wynoszącej 82°C. Kolejne dwa otwory Bańska PGP-1 i Biały Dunajec PGP-2, stanowiące obecnie dublet termalny, wykonano w latach 1996–1997. Otwór Bańska PGP-1 o głębokości 3242 m, ujmuje wody typu SO₄–Cl–Na–Ca, S, (F), (Fe), o mineralizacji 3,1 g/dm³ występujące w utworach węglanowych mezozoiku na głębokości 2731–3240 m. Ustalone zasoby eksploatacyjne tego ujęcia wynoszą 550 m³/h, a temperatura wód na wypływie osiąga 86°C. Otwór chłonny Biały Dunajec PGP-2 o głębokości 2450 m ujmuje wody tego samego typu

z utworów węglanowych paleogenu i triasu (2083–2450 m) i ma zdolności chłonne na poziomie 200 m³/h. W 2013 r. odwiercono otwór Bańska PGP-3 sięgający 3400 m, którym ujęto wody typu SO₄–Cl–Na–Ca, F, o mineralizacji 2,6 g/dm³ i temperaturze na wypływie wynoszącej 86°C, występujące w utworach paleogenu i triasu. Zasoby eksploatacyjne tego ujęcia ustalono w wysokości 290,0 m³/h. Łączne udokumentowane zasoby wód termalnych w Bańskiej wynoszą więc obecnie 960 m³/h. Koncesję na eksploatację wód termalnych w obszarze górniczym Podhale 1 ma PEC Geotermia Podhalańska SA. Wody termalne są wykorzystywane w ciepłowni geotermalnej w Bańskiej Niżnej, zaopatrującej w ciepło odbiorców m.in. w Zakopanem, a po odebraniu ciepła również do napełniania basenów kąpielowych w ośrodkach rekreacyjnych Termy Szaflary i Gorący Potok. W 2014 r. pobór wód wyniósł ponad 4003 tys. m³. Część wykorzystanych wód była zatłaczana do złoża, pozostałe po schłodzeniu trafiały do cieków powierzchniowych.

Białka Tatrzańska (gm. Bukowina Tatrzańska, pow. tatrzański, woj. małopolskie; **III**)

W 2007 r. w celu zaopatrzenia w wody termalne kompleksu basenów Terma Białka w Białce Tatrzańskiej wykonano otwór Białka Tatrzańska GT-1, którego głębokość osiągnęła 2500 m. W utworach triasu środkowego w interwale głębokości 2330–2472 m, ujęto wody typu SO₄–Cl–Na–Ca o mineralizacji 1,6–2,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie 77°C. Ustalone zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 32 m³/h. Koncesję na eksploatację wód termalnych z obszaru górniczego Białka ma firma Park Wodny Bania Sp. z o. o. Pobór wód w 2014 r. wyniósł 170 428 m³.

Bukowina Tatrzańska (gm. Bukowina Tatrzańska, pow. tatrzański, woj. małopolskie; **III**)

Otwór Bukowina Tatrzańska PIG/PNGiG o głębokości 3250 m (początkowa głębokość 3780 m) wykonano w 1991 r. W 1998 r. w wyniku przeprowadzono w nim roboty geologiczne w związku z planowanym zagospodarowaniem. W ich wyniku udostępniono poziom wodonośny występujący na głębokości 2390–2605 m w wapieniach marglistych triasu, jury i kredy, uzyskując dopływ wód typu SO₄–Ca–Na, S, o mineralizacji 1,6–1,7 g/dm³ i temperaturze wody na wypływie do 64°C. Wydajność ujęcia ustalono na poziomie 40,0 m³/h. W 2004 r. przeprowadzono powtórne badania hydrogeologiczne mające na celu ocenę stanu ujęcia i weryfikację zasobów eksploatacyjnych, które ostatecznie przyjęto w wysokości 48 m³/h, a temperaturę na wypływie ustalono w wysokości 67°C. Ujęte wody są wykorzystywane do napełniania basenów w aquaparku Termy Bukovina. Koncesję na eksploatację wód termalnych w obszarze górniczym Bukowina ma Bukowiańskie Towarzystwo Geotermalne Sp. z o. o. W 2014 r. pobór wód wyniósł 294 563 m³.

Chłopy (gm. Mielno, pow. koszaliński, woj. zachodniopomorskie; **A3, A4**)

W 1965 r. odwiercono głęboki otwór badawczy Jamno IG-3 (2200 m). Z utworów jury dolnej występujących na głębokości 855–901 m, uzyskano przypływ wody typu Cl–Na, I, Fe, o mineralizacji 72,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie 20–21°C. Maksymalna wydajność otworu wynosiła 7,6 m³/h, zaś zasoby eksploatacyjne ustalono na 5,4 m³/h. Z uwagi na skład chemiczny wód otworu nie zlikwidowano, zachowując go z przeznaczeniem do wykorzystania do celów leczniczych w przyszłości. Od tamtej chwili, mimo pojawiających się planów uruchomienia, otwór nie jest eksploatowany.

Czeszewo (gm. Miłosław, pow. wrzesiński, woj. wielkopolskie; **C5**)

W 1975 r. w miejscowości Czeszewo wykonano otwór wiertniczy Czeszewo IG-1 o głębokości 3626 m. Ujęto w nim jurajsko-triasowy poziom wodonośny udokumentowany na głębokości 930–973 m, stwierdzając występowanie wód termalnych typu Cl–Na o mineralizacji 4,6 g/dm³ i temperaturze na wypływie do 35°C. Dla otworu ustalono zasoby eksploatacyjne w wysokości 15,5 m³/h. Otworu dotychczas nie użytkowano.

Duża Wólka (gm. Grębocice, pow. polkowicki, woj. dolnośląskie; **D4**)

W 1976 r. odwiercono otwór Duża Wólka KGHM S-369-A o głębokości wynoszącej 422 m, ujmujący wody z poziomu neogeńskiego. Na głębokości 317 m udokumentowano w nim wody termalne typu Cl–Na–Ca, S o mineralizacji ok. 3 g/dm³. Temperatura ujętych wód na wypływie wynosiła do 24°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 10,6 m³/h.

Frombork (gm. Frombork, pow. braniewski, woj. warmińsko-mazurskie; **A7**)

Otwór Frombork IGH-1 wykonano w 1979 r. jako hydrogeologiczny otwór badawczy. Ostatecznie zakończono go w utworach triasu dolnego na głębokości 972 m. Z poziomu wodonośnego udokumentowanego na głębokości 804–968 m uzyskano samowypływ wód typu Cl–Na, I, Rn o mineralizacji 35 g/dm³ i temperaturze na wypływie wynoszącej 24°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 20,0 m³/h. W 2010 r. spółka Wodociągi Fromborskie Sp. z o.o. uzyskała koncesję na rozpoznawanie złoża wód termalnych w związku z realizacją projektu zmierzającego do wykorzystania wód z ujęcia do celów rekreacyjnych.

Furmanowa (gm. Zakopane, pow. tatrzański, woj. małopolskie; **III**)

Otworem Furmanowa PIG-1, odwierconym w 1990 r. do głębokości 2324 m, ujęto wody typu $\text{HCO}_3\text{-Na-Ca}$ o mineralizacji $0,6 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie 60°C . Ujęty poziom wodonośny jest zbudowany z piaskowców kredy i jury występujących na głębokości 2003–2324 m. Przyjęte zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą $90,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Jest ono niezagospodarowane.

Głębockie (gm. Ślesin, pow. koniński, woj. wielkopolskie; **C6**)

Głębokim otworem wiertniczym Ślesin IGH-1 (2570 m) wykonanym w 1979 r. udokumentowano wody termalne występujące na głębokości 2387–2529 m w piaskowcach kredy dolnej. Wody te reprezentują typ Cl-Na , I o mineralizacji $100,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie 49°C . Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą $16,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Otworu od momentu wykonania do dzisiaj nie wykorzystywano.

Główienka (gm. Pobiedziska, pow. poznański, woj. wielkopolskie; **C5**)

W 1984 r. na NE od Poznania, w okolicy północno-zachodniego brzegu jez. Biezdruchowo wykonano odwiert Pobiedziska IGH-1 o głębokości sięgającej 1575 m. Ujęto w nim wody termalne typu Cl-Na, Fe o mineralizacji ok. $87,5 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie wynoszącej 48°C występujące w utworach jury dolnej przedziale głębokości 1355–1575 m. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości $44,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Ujęcia dotychczas nie zagospodarowano.

Grabín (gm. Niemodlin, pow. opolski, woj. opolskie; **E5**)

W 1983 r. wykonano otwór badawczy Odra 5/I Lech o głębokości 545 m. Z utworów kredy i prekambriu, występujących w interwale głębokości 416–545 m, uzyskano samowypływ szczaw termalnych typu $\text{HCO}_3\text{-Na-Mg, Si, CO}_2$ o mineralizacji $10,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze 31°C . Dla ujęcia ustalono zasoby eksploatacyjne w wysokości $19,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Istniały plany wykorzystywania szczaw do celów rozlewniczych. Obecnie otwór znajduje się w złym stanie technicznym.

Grodzisko (gm. Rzgów, pow. łódzki, woj. łódzkie; **D7**)

Nieopodal Łodzi w miejscowości Grodzisko w 1960 r. odwiercono otwór badawczo-eksploatacyjny Grodzisko-5 o głębokości 901 m. Na głębokości 759 m nawiercono wody termalne typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ o temperaturze utrzymującej się w granicach 23°C i mineralizacji ok. $0,2 \text{ g/dm}^3$, występujące w piaskowcach oraz mułowcach kredy dolnej. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości $270,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Jaworze (gm. Jaworze, pow. bielski, woj. śląskie; **F6**)

Otwory Jaworze IG-1 i Jaworze IG-2 odwiercono w latach 1979–1980 w ramach badań zmierzających do znalezienia lokalizacji dla nowego uzdrowiska, które miało przejąć funkcje Jastrzębia-Zdroju, w związku z brakiem możliwości zaopatrzenia go w wody lecznicze. W pierwszym z nich sięgającym 1525 m, w utworach neogenu (miocen) na głębokości 1175–1443 m, ujęto wody termalne typu Cl-Na-Ca, Fe, I o mineralizacji $108,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze 23°C na wypływie. Jego zasoby eksploatacyjne określono na $0,9 \text{ m}^3/\text{h}$. W otworze Jaworze IG-2 o głębokości 1650 m w interwale 1242–1650 m stwierdzono występowanie w utworach neogenu i dewonu wód o podobnym typie chemicznym jak w otworze IG-1, mineralizacji wynoszącej $146,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie do 32°C . Przyjęte zasoby eksploatacyjne dla ujęcia ustalono w wysokości $4 \text{ m}^3/\text{h}$. Żaden z otworów nie jest użytkowany.

Karpniki (gm. Mysłakowice, pow. jeleniogórski, woj. dolnośląskie; **I**)

Otwór Karpniki KT-1 odwiercono w 2014 r. Jego głębokość przekracza 2000 m. Ujęto nim wody termalne typu $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Na, F, Rn}$ o mineralizacji $0,5 \text{ g/dm}^3$, wypływające ze spękanych granitów karbonu górnego występujących od głębokości ok. 1800 m. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą $44,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a temperatura wody na wypływie osiąga 54°C . Planuje się wykorzystanie wód do ogrzewania pomieszczeń pobliskiego pałacu pełniącego rolę hotelu oraz do zaopatrzenia mających powstać basenów termalnych. Ze względu na ochronę zasobów jest rozważane odwiercenie otworu chłonnego.

Kleszczów (gm. Kleszczów, pow. bełchatowski, woj. łódzkie; **D7**)

Otwór Kleszczów GT-1 o głębokości 1620 m, odwiercono w 2009 r. w ramach prac związanych z poszukiwaniem i rozpoznawaniem wód termalnych. Ujęto w nim jurajsko-triasowy poziom wodonośny występujący w przedziale głębokości od 1484 do 1620 m, charakteryzujący się obecnością wód termalnych typu Cl-Na o mineralizacji $8,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie dochodzącej do 52°C . Zasoby eksploatacyjne otworu zatwierdzono w wysokości $150,0 \text{ m}^3/\text{h}$. W 2011 r. wykonano otwór chłonny Kleszczów GT-2 o głębokości 1725 m, w którym w celu zwiększenia powierzchni strefy chłonnej ujęto poziomy jury środkowej i dolnej. Z głębokości 1277–1725 m uzyskano przyływ wód typu Cl-Na o mineralizacji ok. $2,5 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze wynoszącej na wypływie niespełna 46°C . Ujęcie ma być wykorzystane do zaopatrzenia projektowanego ośrodka rekreacyjno-sportowego.

Koszuty (gm. Środa Wielkopolska, pow. średzki, woj. wielkopolskie; **C5**)

W 1965 r. odwiercono otwór Środa IG-2 o głębokości 3150 m. Z poziomu wodonośnego jury dolnej występującego na głębokości 1012–1020 m uzyskano samowypływ wód termalnych typu Cl–Na, S charakteryzujących się mineralizacją $8,2 \text{ g/dm}^3$ i temperaturą 41°C . Zasoby eksploatacyjne otworu przyjęto w wysokości $40,0 \text{ m}^3/\text{h}$. W przeszłości wody termalne występujące w Koszutach były zaliczone w sposób formalny do wód leczniczych. Istniały również plany wykorzystania ujętych wód do produkcji ciepła.

Krynica Morska (gm. Krynica Morska, pow. nowodworski, woj. pomorskie; **A7**)

Otwór Krynica Morska IG-1 o głębokości ostatecznej 894 m (całkowita 1800 m) wykonano w 1969 r. Z poziomu wodonośnego triasu dolnego występującego na głębokości 863–868 m ujęto wody termalne typu Cl–Ca–Mg, I o mineralizacji $38,8 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie 24°C . Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości $44,7 \text{ m}^3/\text{h}$. Otworu do tej pory nie użytkowano. W ostatnich latach powstał projekt jego zagospodarowania.

Lidzbark Warmiński (gm. Lidzbark Warmiński, pow. lidzbarski, woj. warmińsko-mazurskie; **A8**)

W 2011 r. w celu rozpoznania i udokumentowania zasobów wód termalnych występujących w utworach dolnej jury odwiercono otwór Lidzbark Warmiński GT-1 o głębokości 1035 m. W zbudowanym z piaskowców poziomym wodonośnym występującym na głębokości 877–984 m ujęto wody typu Cl–Na o mineralizacji $21,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie wynoszącej 21°C . Zgodnie z planami mają być wykorzystywane do celów balneologicznych i rekreacyjnych. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości $120 \text{ m}^3/\text{h}$.

Łabędź (gm. Koło, pow. kolski, woj. wielkopolskie; **C6**)

Otwór badawczy Koło IG-3 o głębokości 3156 m został wykonany przez Instytut Geologiczny w 1969 r. Podczas opróbowania, z utworów kredy dolnej na głębokości 1773–1795 m, nastąpił samowypływ wód termalnych typu Cl–Na, Fe o mineralizacji $75,8 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze 60°C . Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono na $80,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Z uwagi na bardzo korzystne wyniki badań hydrogeologicznych oraz walory krajobrazowe i klimatyczne miejscowość tę zakwalifikowano jako potencjalnie uzdrowiskową. Dotychczas jednak planów związanych z eksploatacją wód i budową uzdrowiska nie zrealizowano.

Łódź (gm. Łódź, pow. łódzki, woj. łódzkie; **D7**)

W 1959 r. na terenie Elektrociepłowni nr II w Łodzi wykonano otwór wiertniczy EC-2 o głębokości 940 m ujmujący wody termalne. Na głębokości 814–923 m z piaskowców kredy dolnej uzyskano wody typu $\text{HCO}_3\text{--Ca}$ o bardzo niskiej mineralizacji, wynoszącej ok. $0,2 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie rzędu $23\text{--}26^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono na $126,0 \text{ m}^3/\text{h}$. W 2002 r. ujęcie poddano renowacji. Otworu od momentu powstania do dzisiaj nie wykorzystywano. W 1986 r. dla wodociągów łódzkich odwiercono ujęcie o głębokości 1209 m (Łódź Telefoniczna 78 nr 1), w którym od głębokości 843 m, w wapieniach jury górnej, występują nisko zmineralizowane wody o temperaturze na wypływie do 31°C i niewielkiej wydajności. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości $10,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Małe Ciche (gm. Poronin, pow. tatrzański, woj. małopolskie; **III**)

W 1986 r. na zlecenie Instytutu Geologicznego wykonano otwór Zazadnia IG-1, który osiągnął głębokość całkowitą 680 m. Na głębokości 655 m w eoceńskich utworach węglanowych nawiercono poziom charakteryzujący się ciśnieniem artezyjskim i występowaniem wód typu $\text{HCO}_3\text{--SO}_4\text{--Ca--Mg}$ o mineralizacji $0,2 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie 21°C . Zasoby eksploatacyjne ujęcia określono na $25,1 \text{ m}^3/\text{h}$. Obecnie otwór jest eksploatowany w celach zaopatrzenia w wody pitne hotelu na Zgorzelisku.

Mrówki (gm. Wilczyn, pow. koniński, woj. wielkopolskie; **C6**)

W miejscowości Mrówki w powiecie konińskim wody termalne udokumentowano głębokim otworem wiertniczym Wilczyn IGH-1 (2573 m). Odwiercono go na przełomie lat 70. i 80. ubiegłego wieku. Na głębokości 2446–2540 m ujęto w nim wody z poziomu kredy dolnej, typu Cl–Na, I, Fe. Ich mineralizacja wynosiła $84,0 \text{ g/dm}^3$, a temperatura na wypływie – 64°C . Dla otworu ustalono zasoby eksploatacyjne rzędu $40,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Otworu od momentu powstania do dzisiaj nie wykorzystywano.

Mszczonów (gm. Mszczonów, pow. żyrardowski, woj. mazowieckie; **D8**)

Otwór Mszczonów IG-1 o głębokości całkowitej 4119 m został wykonany w 1977 r. przez Instytut Geologiczny jako odwiert badawczy. Na głębokości 1602–1790 m ujęto w nim poziom wodonośny kredy dolnej, charakteryzujący się występowaniem wód termalnych typu $\text{HCO}_3\text{--Cl--Na--Ca}$ o mineralizacji $0,5 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie osiągającej 40°C . Zasoby eksploatacyjne otworu ustalono na $60,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Eksploatację otworu wraz z uruchomieniem ciepłowni geotermalnej rozpoczęto w 1999 r. po wykonaniu rekonstrukcji. Z uwagi na niską mineralizację wydobyte wody nie są zatłaczane do złoża, lecz po schłodzeniu są wykorzystywane do celów komunalnych.

Część wydobywanych wód trafia do ośrodka rekreacyjnego Termy Mszczonów i służy do napełniania niecek basenów. Koncesje na eksploatację wód termalnych z obszaru górniczego Mszczonów ma Geotermia Mazowiecka SA. W 2014 r. pobór wód wyniósł 351 243 m³.

Ozimek (gm. Ozimek, pow. opolski, woj. opolskie; **E6**)

W 1978 r. i 2004 r. w miejscowości Ozimek nieopodal Opola, na potrzeby wodociągu komunalnego, wykonano otwory studzienne 1 i 2, o głębokości 700 m. Z poziomu wodonośnego występującego od głębokości 547 m w piaskowcach i zlepieńcach triasu (pstry piaskowiec) oraz permu, ujęto wody typu HCO₃-Ca o mineralizacji ok. 0,5 g/dm³ i temperaturze na wypływie osiagającej do 26°C. Zasoby eksploatacyjne ustalono w wysokości 100,0 m³/h dla dwóch studni (otw. 1 i 2), które w założeniu mają działać przemiennie.

Poddebice (gm. Poddebice, pow. poddebicki, woj. łódzkie; **D6**)

W latach 1968–1977 w rejonie Poddebic odwiercono szereg otworów, które dostarczyły informacji na temat korzystnych warunków występowania wód termalnych na tym obszarze. Jednak dopiero w 2010 r. wykonano otwór eksploatacyjny Poddebice GT-2 (o głębokości 2101 m), w celu ujęcia zmineralizowanych termalnych wód leczniczych, które miały być wykorzystywane do celów balneoterapeutycznych i rekreacyjnych. Uzyskano w nim jednak wody typu HCO₃-Cl-Na-Ca o temperaturze ok. 71°C i mineralizacji wynoszącej jedynie 0,4 g/dm³ występujące w utworach kredy dolnej. Ujęty poziom wodonośny zalega na głębokości 1962–2065 m i jest zbudowany z piaskowców z wkładkami iłowców. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 190,0 m³/h. Wody z ujęcia są wykorzystywane do celów ciepłowniczych przez ciepłownię miejską, a także do napełniania czynnych sezonowo basenów rekreacyjnych. Koncesję na eksploatację wód termalnych w obrębie obszaru górniczego Poddebice ma firma Geotermia Poddebice Sp. z o.o. W 2014 r. pobór wód wyniósł 724 021 m³.

Polwica (gm. Zaniemiśl, pow. średzki, woj. wielkopolskie; **C5**)

W 1974 r. wykonano otwór Polwica-1 sięgający do głębokości 1309 m. Z piaskowców i mułowców jury dolnej, występujących na głębokości od 1030 do 1200 m, uzyskano wypływ wód typu Cl-Na o mineralizacji 9 g/dm³, temperaturze na wypływie wynoszącej blisko 38°C i wydajności eksploatacyjnej 18,0 m³/h. Woda miała być wykorzystywana do celów leczniczych, jednak projekt ten nie doczekał się realizacji.

Poręba Wielka (gm. Niedźwiedź, pow. limanowski, woj. małopolskie; **F8**)

Otwór badawczy Poręba Wielka IG-1 o głębokości 2002 m wykonano w 1975 r. W piaskowcach paleocenu na głębokości 1798 m nawiercono wody typu Cl-HCO₃-Na, I o mineralizacji 24 g/dm³ i temperaturze na wypływie 42°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 12 m³/h. W związku z planowanym uruchomieniem otworu w celu wykorzystania wód do celów rekreacyjnych i leczniczych przeprowadzono ponowne badania hydrogeologiczne i ustalono jego zasoby eksploatacyjne na 16,1 m³/h. Koncesję na wydobywanie wód termalnych z obszaru Poręba Wielka ma firma Gorczańskie Wody Termalne.

Poronin (gm. Poronin, pow. tatrzański, woj. małopolskie; **III**)

Otwór Poronin PAN-1 o głębokości 3003 m odwiercono w 1989 r. w ramach przedsięwzięcia mającego na celu określenie zasobów i warunków eksploatacji surowców energetycznych niecki podhalańskiej. Z dolomitów kredy i triasu ujęto wody termalne typu SO₄-HCO₃-Cl-Na, S występujące na głębokości 1768–3003 m. Ich mineralizacja wynosiła 1,1 g/dm³, zaś temperatura na wypływie 63°C. Zasoby eksploatacyjne otworu określono w wysokości 70,0 m³/h. Dotychczas otworu niezagospodarowano, jednak jest planowane jego wykorzystanie do zaopatrzenia projektowanego kompleksu basenów termalnych. Koncesję na wydobywanie wód termalnych z obszaru Poronin ma firma P.P.U.H. Hreška.

Poznań (gm. Poznań, pow. m. Poznań, woj. wielkopolskie; **C4**)

W 1982 r. zakończono prace związane z wykonaniem odwiertu Swarzędz IGH-1 w Poznaniu. Otworem tym, położonym nad jeziorem Malta, ujęto wody termalne typu Cl-Na o mineralizacji 15 g/dm³ i temperaturze na wypływie rzędu 36°C. Występują one w piaskowcach jury dolnej na głębokości od 1089 do 1306 m, w warunkach artezyjskich. Zasoby eksploatacyjne ustalono w wysokości 10 m³/h. Od 2013 r. wody z ujęcia są wykorzystywane do zaopatrzenia basenów termalnych w kompleksie rekreacyjnym Termy Maltańskie. Koncesję na ich eksploatację w obrębie obszaru górniczego Swarzędz IGH-1 ma firma Termy Maltańskie Sp. z o.o. W 2014 r. pobór wód wyniósł 10 303 m³.

Pyrzyce (gm. Pyrzyce, pow. pyrzycki, woj. zachodniopomorskie; **B2**)

W latach 1992–1993 w Pyrzycach ukończono wiercenie czterech otworów ujmujących wody termalne o głębokościach ostatecznych od 1563 do 1632 m. Stanowią one obecnie dwie pary dubletów geotermalnych użytkowanych przez miejscową ciepłownię. Eksploatacja wód jest prowadzona przy wykorzystaniu odwiertów GT-1 i GT-3,

natomiast GT-2 i GT-4 służą do zatłaczania wód po odebraniu ciepła. Otwory eksploatacyjne oddalone od siebie o 1,5 km, mają wydajność 170 m³/h każdy. Ujmują one poziom wodonośny w piaskowcach drobnoziarnistych jury dolnej, którego strop znajduje się na głębokości ok. 1500 m. Eksploatowane wody reprezentują typ chemiczny Cl–Na, (Fe), (I) o mineralizacji rzędu 116–121 g/dm³. Temperatura wód na wypływie z obydwu ujęć wynosi ok. 62°C, a ich łączne zasoby eksploatacyjne 340 m³/h. Koncesję na wydobywanie wód ma spółka Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o. W celu prowadzenia eksploatacji wyznaczono obszar górniczy Pyrzyce. W 2014 r. pobór wód wyniósł 906 214 m³. Wykorzystane wody w zdecydowanej większości są zwrotnie zatłaczane do złoża. Jedynie ich część jest odprowadzana do rzeki Siciny.

Skierniewice (gm. Skierniewice, pow. m. Skierniewice, woj. łódzkie; **D8**)

W Skierniewicach są zlokalizowane dwa otwory wiertnicze ujmujące wody termalne. Starszy z otworów, GT-1, o głębokości 3001 m ukończono w 1991 r. Ujęto w nim wody termalne typu Cl–Na, Fe, I, F o mineralizacji 101–105 g/dm³ i temperaturze na wypływie wynoszącej 57°C. Drugi z otworów, GT-2, o głębokości ostatecznej 2886 m wykonano w latach 1996–1997. W piaskowcach jury dolnej w interwale głębokości 2800–2876 m stwierdzono w nim występowanie wód typu Cl–Na o mineralizacji do 111 g/dm³ i temperaturze na wypływie 57°C. Dla otworu eksploatacyjnego GT-1 ustalono zasoby eksploatacyjne w wysokości 59,8 m³/h, drugi z otworów jest przeznaczony do zatłaczania wód. Obydwa otwory nie są użytkowane, nie mniej istnieje projekt wykorzystania ich do celów leczniczych w mającym powstać uzdrowisku. Obecnie obszar gminy Skierniewice i sąsiadującej gminy Maków mają status obszarów ochrony uzdrowiskowej.

Sobienie Kielczewskie (gm. Sobienie-Jeziory, pow. otwocki, woj. mazowieckie; **D9**)

Otwór Wilga IG-1 w Sobieniach Kielczewskich odwiercono w 1975 r. do głębokości 3552 m, a następnie zlikwidowano do 1680 m. Z utworów jury dolnej występujących na głębokości 1566–1579 m z uzyskano samowypływ wód typu Cl–Na o temperaturze sięgającej do 30°C i mineralizacji ok. 3,5 g/dm³. Dla otworu przyjęto zasoby eksploatacyjne w wysokości 20 m³/h, lecz dotychczas go nie zagospodarowano.

Staniszów (gm. Podgórzyń, pow. jeleniogórski, woj. dolnośląskie; **I**)

Otwór Staniszów ST-1 powstał w 2014 r. Osiągnął głębokość ponad 1580 m. Ujęto nim wody termalne typu SO₄–HCO₃–Cl–Na, F, Rn, S o mineralizacji 0,5 g/dm³, wypływające ze spękanych granitów karbonu górnego, w przedziale głębokości od ok. 1360 do ponad 1400 m. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 20,5 m³/h, przy temperaturze wody na wypływie przekraczającej 37°C. Planowane jest wykorzystanie wód do zaopatrzenia mających powstać basenów termalnych oraz do ogrzewania pomieszczeń hotelu mieszczącego się w zabytkowym pałacu.

Stargard Szczeciński (gm. Stargard Szczeciński, pow. stargardzki, woj. zachodniopomorskie; **B2, B3**)

Dublet geotermalny złożony z otworów Stargard GT-1 i GT-2 wykonano w latach 2001–2003. Otwór Stargard GT-1 o głębokości 2670 m, służący pierwotnie jako otwór eksploatacyjny, miał udokumentowane zasoby eksploatacyjne w wysokości 200,0 m³/h. W poziomie wodonośnym występującym na głębokości 2345–2659 m, w obrębie piaskowców drobnoziarnistych jury dolnej i środkowej, udokumentowano występowanie wód typu Cl–Na, I o mineralizacji sięgającej do 132,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie do 89°C. Od 2008 r. w związku z przeprowadzeniem inwersji obiegu wody, otwór służy do zatłaczania wykorzystanych wód. Jego chłonność przy ciśnieniu 24,9 bar wynosi 200,0 m³/h. Otwór Stargard GT-2 pełniący obecnie rolę otworu eksploatacyjnego znajduje się w odległości 11 m od otworu GT-1 i jest otworem kierunkowym. Ma udokumentowane zasoby eksploatacyjne na poziomie 200,0 m³/h. Ujmuje wody typu Cl–Na, I o mineralizacji ok. 120 g/dm³ występujące w utworach jury dolnej, na głębokości 2772–3056 m. Temperatura wód na wypływie wynosi 69°C. Wody termalne są wykorzystywane ciepłowni miejskiej do produkcji ciepła. Koncesję na ich wydobywanie w obrębie obszaru górniczego Stargard Szczeciński I ma firma G-Term Energia Sp. z o.o. W 2014 r. pobór wód na potrzeby ciepłowni geotermalnej wyniósł ponad 1 387 000 m³.

Szymoszkowa (gm. Zakopane, pow. tatrzański, woj. małopolskie; **III**)

Otwór Szymoszkowa GT-1 o głębokości 1737 m odwiercono w 2006 r. Na głębokości 1112–1663 m w utworach węglanowych paleogenu, triasu i jury udokumentowano występowanie wód typu HCO₃–Cl–Ca–Mg–Na o mineralizacji ok. 0,4 g/dm³. Temperatura wody na wypływie wynosi 27°C, a zatwierdzone zasoby eksploatacyjne otworu 70,0 m³/h. Ujęcie jest eksploatowane sezonowo, od maja do września, w celu zaopatrzenia w wodę odkrytego basenu położonego na Polanie Szymoszkowej. Koncesje na eksploatację wód termalnych z obszaru górniczego Szymoszkowa ma firma Dorado Sp. z o.o. W 2014 r. pobór wód wyniósł 141 522 m³.

Tarnowo Podgórne (gm. Tarnowo Podgórne, pow. poznański, woj. wielkopolskie; **C4**)

W 2011 r. w miejscowości wykonano otwór Tranowo Podgórne GT-1 o głębokości 1200 m. Z poziomu piaskowców jury dolnej uzyskano przyływ wód typu Cl–Na o mineralizacji ok. 81 g/dm³ i temperaturze wynoszącej

na wypływie 43°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia zatwierdzono na poziomie 225,0 m³/h. Koncesję na wydobywanie wód termalnych na obszarze górniczym Tarnowo Podgórne GT-1 ma spółka Tarnowska Gospodarka Komunalna TP-KOM. W 2014 r. eksploatacji wód nie prowadzono (od czerwca 2015 r. wody są wykorzystywane do zaopatrzenia kompleksu basenów Tarnowskie Termy).

Toruń (gm. m. Toruń, pow. m. Toruń, woj. kujawsko-pomorskie; **B6**)

W 2009 r. w Toruniu zakończono wiercenie otworów Toruń GT-1 o głębokości 2925 m, oraz Toruń GT-2 – 2362 m. Pierwszym z nich ujęto wody typu Cl-Na o mineralizacji wynoszącej ok. 120 g/dm³ i temperaturze rzędu 60°C występujące w piaskowcach jury dolnej. Zasoby eksploatacyjne tego otworu zatwierdzono w wysokości 320 m³/h. W drugim ujęciu, również w piaskowcach jury dolnej, nawiercono wody typu Cl-Na o mineralizacji ok. 100 g/dm³. Otwór ten jest przeznaczony do zatłaczania wykorzystanych wód. Koncesję na wydobywanie wód termalnych ma spółka Geotermia Toruń. Dla złoża wyznaczono obszar górniczy Toruń. W 2014 r. nie prowadzono eksploatacji.

Trzęsacz (gm. Rewal, pow. gryficki, woj. zachodniopomorskie; **A2, A3**)

W 2012 r. spółka MILEX zleciła wykonanie otworu eksploatacyjnego Trzęsacz GT-2, w celu ujęcia i wykorzystania wód termalnych do celów rekreacyjnych oraz ogrzewania pomieszczeń obiektów hotelowych. W odwierconym otworze o głębokości ostatecznej wynoszącej ok. 1215 m, z piaskowców spągowej części jury dolnej uzyskano przyływ wód typu Cl-Na o mineralizacji 13,5 g/dm³ i temperaturze na wypływie 25°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 180 m³/h. W 2014 r. złoża nie było jeszcze eksploatowane.

Uniejów (gm. Uniejów, pow. poddębicki, woj. łódzkie; **D6**)

Pierwszy otwór dokumentujący złoża wód termalnych – Uniejów IGH-1, odwiercono w 1978 r. Jego ostateczna głębokość wynosi 2100 m. Ujęto nim wody typu Cl-Na o mineralizacji ponad 8 g/dm³ i temperaturze na wypływie rzędu 68°C występujące pod ciśnieniem artezyjskim w poziomie wodonośnym kredy dolnej na głębokości od 1957 do 2085 m. Wydajność samoczynnego wypływu z ujęcia określono na 55,8 m³/h. Na przełomie lat 1990–1991 na podstawie projektu sporządzonego przez Akademię Górniczo-Hutniczą, Państwowy Instytut Geologiczny wykonał kolejne dwa otwory – PIG/AGH-1 i PIG/AGH-2, stanowiące dublet geotermalny. W każdym z nich stwierdzono występowanie wód o mineralizacji ok. 6,8 g/dm³ i temperaturze 67°C na wypływie. Obecnie funkcję otworu eksploatacyjnego pełni otwór PIG/AGH-2, zaś PIG/AGH-1 i IGH-1 rolę otworów chłonnych. Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 120,0 m³/h. Od 2001 r. wody termalne są wykorzystywane przez spółkę Geotermia Uniejów do celów ciepłowniczych oraz balneoterapeutycznych. Eksploatacja odbywa się na podstawie koncesji w obrębie obszaru górniczego Uniejów. Od 2008 r. część wód po odebraniu ciepła służy do napełniania basenów w ośrodku rekreacyjnym Termy Uniejów. W 2012 r. miasto uzyskało status uzdrowiska. W 2014 r. pobór leczniczych wód termalnych wyniósł 831 588 m³. Wykorzystanych wód nie zatłaczano do otworów chłonnych, lecz po schłodzeniu odprowadzono do Warty.

Witów (gm. Kościelisko, pow. tatrzański, woj. małopolskie; **III**)

Otwór Chochołów PIG-1 o głębokości 3572 m, odwiercony w latach 1989–1990, ujmuje wody termalne typu SO₄-Ca-Na-(Mg) o mineralizacji 1,2 g/dm³, występujące w dolomitach triasu środkowego, na głębokości 3218–3547 m. Temperatura wody na wypływie wynosi 82°C. Maksymalna uzyskana wydajność ujęcia wynosiła 190,0 m³/h, natomiast jego zasoby eksploatacyjne ustalono w wysokości 120,0 m³/h. Obecnie są prowadzone prace związane z ukończeniem budowy ośrodka rekreacyjnego, w którym będą wykorzystywane wody termalne. Koncesję na eksploatację wód termalnych w obrębie obszaru górniczego Witowskie Cieplice ma spółka Witowskie Cieplice Miasteczko Wodne Sp. z o.o.

Witów-Roztoki (gm. Kościelisko, pow. tatrzański, woj. małopolskie; **III**)

W latach 1972–1973 w południowej części miejscowości Witów wykonano otwór Siwa Woda IG-1 sięgający 856 m. Na głębokości 645–856 m ujęto nim paleogeńsko-triasowy poziom wodonośny, zbudowany głównie z dolomitów. Występują w nim wody typu HCO₃-SO₄-Mg-Na-Ca o mineralizacji 0,4 g/dm³ i temperaturze na wypływie ok. 20°C. Ustalone zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 5,0 m³/h. Otworu nigdy nie użytkowano.

Wojnow (gm. Wrocław, pow. m. Wrocław, woj. dolnośląskie; **D5**)

Otwór Wojnow W-1 zlokalizowany pod względem administracyjnym w granicach Wrocławia, wykonano w 1978 r. Ma on głębokość 417 m. Ujęto nim poziom wodonośny występujący w wapieniach i dolomitach triasu środkowego na głębokości 290 m. Z ujęcia uzyskano samoczynny wypływ wód termalnych typu SO₄-Cl-Ca-Na, F o mineralizacji ok. 2 g/dm³ i temperaturze na wypływie nieco powyżej 20°C. Wydajność ujęcia podczas badań hydrogeologicznych znacznie przekraczała 300 m³/h. Ostatecznie zasoby eksploatacyjne ustalono w wysokości 45 m³/h.

Wołczyn (gm. Wołczyn, pow. kluczborski, woj. opolskie; **D6**)

Otwór VIIA w miejscowości Wołczyn odwiercono w 1981 r. do głębokości 1100 m. W założeniu miał służyć do eksploatacji wód leczniczych w projektowanym uzdrowisku. Ujęto nim termalne wody typu Cl–Na–Ca, Fe o mineralizacji ok. 24 g/dm³ i temperaturze na wypływie wynoszącej 43°C występujące na głębokości od 830 do 1100 m w utworach karbońsko-permsko-triasowych w warunkach artezyjskich. Maksymalna wydajność ujęcia wynosiła 28,7 m³/h, ostatecznie jednak zasoby eksploatacyjne przyjęto w wysokości 7,6 m³/h. Planów budowy uzdrowiska nie zrealizowano, a ujęcia dotychczas nie użytkowano.

Zakopane (gm. Zakopane, pow. tatrzański, woj. małopolskie; **F7, III**)

W 1963 r. wykonano na obszarze niecki podhalańskiej pierwszy głęboki otwór badawczy Zakopane IG-1 (głębokość całkowita 3073 m, ostateczna 1960 m), w którym stwierdzono występowanie kilku poziomów wód termalnych. Na głębokość od 1550 do 1982 m ujęto wody występujące w piaskowcach jury dolnej, charakteryzujące się typem chemicznym HCO₃–SO₄–Ca–Na–Mg i mineralizacją rzędu 0,4 g/dm³. Ich temperatura na wypływie osiąga 37°C. Zasoby eksploatacyjne otworu udokumentowano w wysokości 50,0 m³/h. Drugie z ujęć – Zakopane 2, wykonano w 1975 r. w założeniach miało sięgać 1600 m, jednak z uwagi na problemy związane z ucieczką płuczki wiercenie zakończono na głębokości 1113 m. Ujęto nim płytszy horyzont wód termalnych (od 1090 do 1113 m), napotkany w utworach węglanowych eocenu i triasu. Występujące w nim wody reprezentują typ HCO₃–Na, charakteryzują się mineralizacją 0,3 g/dm³ i osiągają na wypływie temperaturę 26°C. Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne otworu wynoszą 80,0 m³/h. Wody są wykorzystywane do napełniania basenu termalnego w Aquaparku Zakopane. Do ogrzewania jego pomieszczeń wykorzystuje się ciepło kupowane z PEC Geotermia Podhalańska, wytwarzane z wód termalnych ujmowanych w Bańskiej Niżnej. Koncesję na eksploatację wód termalnych z obszaru górniczego Zakopane ma spółka Polskie Tatry SA. W 2014 r. pobór wód termalnych wyniósł 315 102 m³.

Zaniemyśl (gm. Zaniemyśl, pow. średzki, woj. wielkopolskie; **C5**)

W 1975 r. w miejscowości Zaniemyśl odwiercono otwór badawczy Kaleje-5 o głębokości 3500 m. Po przeprowadzeniu badań, ujęto w nim ostatecznie poziom wodonośny jury dolnej występujący na głębokości od 678 do 700 m w piaskowcach z nielicznymi wkładkami mułowców. Z dolnojurańskiego poziomu wodonośnego uzyskano wody termalne typu Cl–Na, o mineralizacji wynoszącej nieco ponad 2 g/dm³ i temperaturze na wypływie ok. 25°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 7,0 m³/h. Otwór nie jest użytkowany.

Zawadka (gm. Koło, pow. kolski, woj. wielkopolskie; **C6**)

W miejscowości Zawadka, położonej ok. 2,5 km na południowy wschód od Koła, wody termalne udokumentowano głębokim otworem wiertniczym Dobrów IGH-1, wykonanym w 1980 r. Z piaskowców kredy dolnej na głębokości od 2435 do 2583 m ujęto wody typu Cl–Na, I o mineralizacji ok. 96 g/dm³ i temperaturze na wypływie dochodzącej do 65°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 60,0 m³/h. Otworu od momentu powstania do dzisiaj nie wykorzystywano.

SOLANKI

Łapczyca (gm. Bochnia, pow. bocheński, woj. małopolskie; **F8**)

Łapczyckie solanki występują w utworach miocenu. Złoże tych wód szczegółowo rozpoznano badawczymi otworami geologicznymi, z których część przystosowano do celów eksploatacyjnych. Prowadzona w latach 60. XX w. eksperymentalna produkcja jodu bazowała na wodach z otworów Łapczyca Ł-1, Ł-2 i Ł-3. Obecnie solanki są wykorzystywane do warzenia Bocheńskiej soli leczniczej. Właścicielem warzelni jest Zakład Przeróbki Solanek Jodowo-Bromowych Salco S.J., który eksploatuje dwa otwory Siedlec S-5 i Gierczyce G-2 o głębokościach 1023 i 1184 m, położone na obszarze górniczym Łapczyca. Ujęto nimi solankę typu Cl–Na, I, Fe o mineralizacji od 140,0 do 170,0 g/dm³, w której zawartość jodu dochodzi do ponad 120 mg/dm³ i należy do najwyższych stężeń tego pierwiastka w wodach podziemnych w Polsce. Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne dla obydwu otworów wynoszą łącznie 3,7 m³/h, a roczne wydobycie w 2014 r. wyniosło 3630 m³.

SKOROWIDZ NAZW UMIESZCZONYCH NA MAPIE

Po nazwie umieszczono lokalizację według podziału administracyjnego w kolejności: województwo, powiat, gmina

- [pot.] miejscowości, w których występują wody potencjalnie lecznicze
- [otw.] otwory, w których stwierdzono występowanie wód zmineralizowanych i/lub swoistych
- [inw.] miejscowości, w których są planowane lub realizowane przedsięwzięcia związane z ujmowaniem wód zaliczonych do kopalni (zgodnie z koncesjami na poszukiwanie i zatwierdzonymi projektami robót geologicznych)
- [źr.] miejscowości, w których znajdują się ważniejsze źródła szcaw o nieudokumentowanych zasobach eksploatacyjnych
- [zł.] miejscowości, w których występują wody podziemne zaliczone do kopalni

- Andrzejówka [zł.]**, małopolskie, nowosądecki, Muszyna; **IV**
- Babica IG-1 [otw.]**, podkarpackie, strzyżowski, Czudec; **F9**
- Baltów [inw.]**, świętokrzyskie, ostrowiecki, Baltów; **D9**
- Bańska Niżna [zł.]**, małopolskie, nowotarski, Szaflary; **F8; III**
- Bartoszyce IG-1 [otw.]**, warmińsko-mazurskie, bartoszycki, Sępólno; **A8**
- Bełchatów 7 [otw.]**, łódzkie, bełchatowski, Bełchatów; **D7**
- Bełżce 2 [otw.]**, lubelskie, lubelski, Bełżyce; **D10**
- Biała Wielka IG-1 [otw.]**, śląskie, częstochowski, Lelów; **E7**
- Białka Tatrzańska [zł.]**, małopolskie, tatrzański, Bukowina Tatrzańska; **III**
- Białogóra 1 [otw.]**, pomorskie, pucki, Krokowa; **A5**
- Białopole IG-1 [otw.]**, lubelskie, chełmski, Białopole; **E11**
- Biały Dunajec [zł.]**, małopolskie, tatrzański, Biały Dunajec; **III**
- Biedrzychowa H-24 [otw.]**, dolnośląskie, polkowicki, Polkowice; **D4**
- Bodzanów GN-1 [otw.]**, mazowieckie, plocki, Bulkowo; **C8**
- Borzęta IG-1 [otw.]**, małopolskie, myślenicki, Myślenice; **F7**
- Brda 2 [otw.]**, pomorskie, człuchowski, Przechlewo; **B5**
- Brojce IG-1 [otw.]**, zachodniopomorskie, gryficki, Brojce; **B3**
- Brzegi IG-1 [otw.]**, świętokrzyskie, kielecki, Chęciny; **E8**
- Brześć Kujawski IG-1 [otw.]**, kujawsko-pomorskie, włocławski, Włocławek; **C6**
- Brzozów Las IG-1 [otw.]**, podkarpackie, brzozowski, Brzozów; **F9**
- Bukowina Tatrzańska [zł.]**, małopolskie, tatrzański, Bukowina Tatrzańska; **III**
- Busko-Zdrój [zł.]**, świętokrzyskie, buski, Busko-Zdrój; **E8**
- Bychawa IG-1 [otw.]**, lubelskie, lubelski, Bychawa; **D10**
- Byczyna 1 [otw.]**, kujawsko-pomorskie, radziejowski, Dobrze; **C6**
- Bydgoszcz IG-1 [otw.]**, kujawsko-pomorskie, bydgoski, Sicienko; **B5**
- Bystra IG-1 [otw.]**, śląskie, żywiecki, Radziechowy-Wieprz; **F7**
- Bystrzyca Kłodzka [inw.]**, dolnośląskie, kłodzki, Bystrzyca Kłodzka; **II**
- Bystrzyca Kłodzka, [pot.]**, dolnośląskie, kłodzki, Bystrzyca Kłodzka; **II**

- Bytów IG-1 [otw.]**, pomorskie, bytowski, Czarna Dąbrówka; **A5**
- Celejów [inw.]**, lubelskie, puławski, Wąwolnica; **D10**
- Chłopy [zl.]**, zachodniopomorskie, koszaliński, Mielno; **A3, A4**
- Chmielnik Rzeszowski [otw.]**, podkarpackie, rzeszowski, Chmielnik; **F10**
- Chylin 3 [otw.]**, lubelskie, chełmski, Wierzbica; **D11**
- Ciechocinek [zl.]**, kujawsko-pomorskie, aleksandrowski, Ciechocinek; **C6**
- Ciecierzyn 1 [otw.]**, lubelskie, lubelski, Wólka; **D10**
- Ciepielów IG-1 [otw.]**, mazowieckie, lipski, Ciepielów; **D9**
- Cieplice Śląskie-Zdrój [zl.]**, dolnośląskie, m. Jelenia Góra, m. Jelenia Góra; **E3, I**
- Cudzynowice [inw.]**, świętokrzyskie, kazimierski, Kazimierza Wielka; **E8**
- Cychry 2 [otw.]**, zachodniopomorskie, myśliborski, Dębno; **C2**
- Czaplinek IG-1 [otw.]**, wielkopolskie, złotowski, Jastrowie; **B4**
- Czarna [pot.]**, podkarpackie, bieszczadzki, Czarna; **F10**
- Czerniawa-Zdrój [zl.]**, dolnośląskie, lubański, Świeradów-Zdrój; **E3**
- Czeszewo [zl.]**, wielkopolskie, wrzesiński, Miłostaw; **C5**
- Czetowice 1 [otw.]**, lubuskie, krośnieński, Krosno Odrzańskie; **C3**
- Człopa 1 [otw.]**, wielkopolskie, czarnkowsko-trzcianecki, Wielen; **B4**
- Człuchów IG-1 [otw.]**, pomorskie, człuchowski, Człuchów; **B5**
- Damasławek 22 [otw.]**, kujawsko-pomorskie, zniński, Janowiec Wielkopolski; **C5**
- Darłowo 2 [otw.]**, zachodniopomorskie, koszaliński, Sianów; **A4**
- Dąbki [inw.]**, zachodniopomorskie, sławieński, Darłowo; **A4**
- Dąbrówka 2 [otw.]**, małopolskie, bocheński, Rzezawa; **E8**
- Debrzno IG-1 [otw.]**, pomorskie, człuchowski, Debrzno; **B5**
- Dębki IGH-1 [otw.]**, pomorskie, pucki, Krokowa; **A6**
- Dęblin 5 [otw.]**, lubelskie, puławski, Żyrzyn; **D10**
- Dębowiec [zl.]**, śląskie, cieszyński, Dębowiec; **F6**
- Długoleka P-6 [otw.]**, świętokrzyskie, staszowski, Osiek; **E9**
- Długopole Dolne 6R [otw.]**, dolnośląskie, kłodzki, Bystrzyca Kłodzka **II**
- Długopole-Zdrój [zl.]**, dolnośląskie, kłodzki, Bystrzyca Kłodzka; **E4, II**
- Doba SOH-537 [otw.]**, warmińsko-mazurskie, giżycki, Giżycko; **A9**
- Dobra [inw.]**, opolskie, krapkowicki, Strzeleczyki; **E5**
- Dobre Miasto 2 [otw.]**, warmińsko-mazurskie, lidzbarski, Lidzbark Warmiński; **A8**
- Dobrowoda [zl.]**, świętokrzyskie, buski, Busko-Zdrój; **E8**
- Dorohucza IG-1 [otw.]**, lubelskie, chełmski, Siedliszcze; **D11**
- Drawno 1 [otw.]**, zachodniopomorskie, drawski, Kalisz Pomorski; **B3**
- Duszniki-Zdrój [zl.]**, dolnośląskie, kłodzki, Duszniki-Zdrój; **II**
- Duża Wólka [zl.]**, dolnośląskie, polkowicki, Grębocice; **D4**
- Dymek IG-1 [otw.]**, łódzkie, wieluński, Ostrówek; **D6**
- Działdowo 1 [otw.]**, warmińsko-mazurskie, działdowski, Działdowo; **B8**
- Dziwnówek [zl.]**, zachodniopomorskie, kamieński, Dziwnów; **A2**
- Fosowskie IG-2 [otw.]**, opolskie, strzelecki, Kolonowskie; **E6**
- Frombork [zl.]**, warmińsko-mazurskie, braniewski, Frombork; **A7**

Furmanowa [zł.], małopolskie, tatrzański, Zakopane; **III**

Gdańsk IG-1 [otw.], pomorskie, nowodworski, Stegna; **A7**

Gdów 4 [otw.], małopolskie, wielicki, Gdów; **F8**

Gidle 5 [otw.], łódzkie, radomszczański, Radomsko; **D7**

Głądy 1 [otw.], warmińsko-mazurskie, bartoszycki, Górowo Iławeckie; **A8**

Glinnik 3 [otw.], lubelskie, lubartowski, Kamionka; **D10**

Głębockie [zł.], wielkopolskie, koniński, Ślesin; **C6**

Głębokie [zł.], małopolskie, nowosądecki, Piwniczna-Zdrój; **IV**

Główienka [zł.], wielkopolskie, poznański, Pobiedziska; **C5**

Goczałkowice-Zdrój [zł.], śląskie, pszczyński, Goczałkowice-Zdrój; **F6**

Gola 1 [otw.], dolnośląskie, oleśnicki, Twardogóra; **D5**

Gołdap [zł.], warmińsko-mazurskie, gołdapski, Gołdap; **A10**

Gorzanów [zł.], dolnośląskie, kłodzki, Bystrzyca Kłodzka; **II**

Gorzków IG-1 [otw.], lubelskie, krasnostawski, Gorzków; **E10**

Gorzów Wielkopolski, IG-1 [otw.], lubuskie, Gorzów Wielkopolski, Gorzów Wielkopolski; **C3**

Gostynin [inw.], mazowieckie, gostyński, Gostynin; **C7**

Gostynin, IG-1/1a [otw.], mazowieckie, płocki, Łąck; **C7**

Gostynin IG-3 [otw.], mazowieckie, gostyński, Gostynin; **C7**

Grabín [zł.], opolskie, opolski, Niemodlin; **E5**

Grabowiec IG-4 [otw.], lubelskie, zamojski, Miączyn; **E11**

Grodzisko [zł.], łódzkie, łódzki, Rzgów; **D7**

Gronowo 1 [otw.], kujawsko-pomorskie, toruński, Lubicz; **B6**

Hel IG-1 [otw.], pomorskie, pucki, Jastarnia; **A6**

Henrykowo 1 [otw.], warmińsko-mazurskie, lidzbarski, Orneta; **A8**

Hermanice H-2 [otw.], śląskie, cieszyński, Ustroń; **F6**

Horyniec-Zdrój [zł.], podkarpackie, lubaczowski, Horyniec-Zdrój; **E11**

Inowrocław [inw.], kujawsko-pomorskie, inowrocławski, Inowrocław; **C6**

Inowrocław [zł.], kujawsko-pomorskie, inowrocławski, Inowrocław; **C6**

Iwonicz-Zdrój [zł.], podkarpackie, krośnieński, Iwonicz-Zdrój; **F9**

Izbica IG-1 [otw.], lubelskie, krasnostawski, Izbica; **E11**

Janików SOH-677 [otw.], dolnośląskie, oławski, Oława; **E5**

Jaronowice IG-1 [otw.], świętokrzyskie, jędrzejowski, Nagłowice; **E8**

Jastrzębik [zł.], małopolskie, nowosądecki, Muszyna; **IV**

Jaworze [zł.], śląskie, bielski, Jaworze; **F6**

Jedlina-Zdrój [inw.], dolnośląskie, wałbrzyski, Jedlina-Zdrój; **E4**

Jedlina-Zdrój [zł.], dolnośląskie, wałbrzyski, Jedlina-Zdrój; **E4**

Jeleniów [zł.], dolnośląskie, kłodzki, Lewin Kłodzki; **II**

Jeleniów SOH-1158 [otw.], dolnośląskie, kłodzki, Lewin Kłodzki; **II**

Jezieryca 1 [otw.], wielkopolskie, leszczyński, Włoszakowice; **D4**

Jeziórko 0-238 [otw.], podkarpackie, tarnobrzeski, Grębów; **E9**

Jeżów IG-1 [otw.], łódzkie, skierniewicki, Głuchów; **D8**

Kalisz IG-1 [otw.], wielkopolskie, kaliski, Opatówek; **D6**

Kamień Pomorski [zl.], zachodniopomorskie, kamieński, Kamień Pomorski; **B2**
Kamionki-1 [otw.], mazowieckie, płocki, Brudzeń Duży; **C7**
Kaplonosy IG-1 [otw.], lubelskie, włodawski, Wiryki; **D11**
Karpniki [zl.], dolnośląskie, jeleniogórski, Mysłakowice; **I**
Kędzierzyn T [otw.], opolskie, kędzierzyńsko-kozielski, Kędzierzyn-Koźle; **E6**
Kętrzyn IG-2 [otw.], warmińsko-mazurskie, kętrzyński, Kętrzyn; **A9, B9**
Kijewo 1 [otw.], kujawsko-pomorskie, chełmiński, Kijewo Królewskie; **B6**
Kleszczów [zl.], łódzkie, bełchatowski, Kleszczów; **D7**
Klonowa 2 [otw.], łódzkie, sieradzki, Klonowa; **D6**
Kock IG-1 [otw.], lubelskie, lubartowski, Firlej; **D10**
Koło [inw.], wielkopolskie, kolski, Koło; **C6**
Kołobrzeg [zl.], zachodniopomorskie, kołobrzegi, Kołobrzeg; **A3**
Komańcza [pot.], podkarpackie, sanocki, Komańcza; **F10**
Kompina 2 [otw.], łódzkie, łowicki, Łowicz; **C7, C8**
Konary IG-1 [otw.], kujawsko-pomorskie, inowrocławski, Dąbrowa Biskupia; **C6**
Konin [inw.], wielkopolskie, m. Konin, m. Konin; **C6**
Konstancin-Jeziorna [zl.], mazowieckie, piaseczyński, Konstancin-Jeziorna; **C9**
Kończewice 1 [otw.], kujawsko-pomorskie, toruński, Chełmża; **B6**
Korczmian IG-3 [otw.], lubelskie, hrubieszowski, Dołhobyczów; **E11, E12**
Korzenica 1 [otw.], podkarpackie, jarosławski, Laszki; **E10**
Koszuty [zl.], wielkopolskie, średzki, Środa Wielkopolska; **C5**
Kościeryżyna IG-1 [otw.], pomorskie, kościerski, Liniewo; **A6**
Kotowice [zl.], łódzkie, zgierski, Zgierz; **D7**
Kotuń [zl.], wielkopolskie, pilski, Szydłowo; **B4**
Kowary [pot.], dolnośląskie, kamiennogórski, Kamienna Góra; **E3, I**
Koziczyn 1 [otw.], lubuskie, ślubicki, Cybinka; **C2**
Kozy MT-3 [otw.], śląskie, bielski, Kozy; **F7**
Kraków P-3 [otw.], małopolskie, krakowski, Kraków; **E8**
Kraków-Mateczny [zl.], małopolskie, m. Kraków, m. Kraków; **E7**
Krosnowice 11R [otw.], dolnośląskie, kłodzki, Kłodzko; **II**
Krościenko nad Dunajcem [zl.], małopolskie, nowotarski, Krościenko n. Dunajcem; **F8**
Krynica Morska [zl.], pomorskie, nowodworski, Krynica Morska; **A7**
Krynica-Zdrój [zl.], małopolskie, nowosądecki, Krynica-Zdrój; **IV**
Krzemianka H-1 [otw.], podlaskie, suwalski, Jeleniewo; **A10**
Krzyszowice [zl.], małopolskie, krakowski, Krzeszowice; **E7**
Książ Wielki IG-1 [otw.], małopolskie, miechowski, Książ Wielki; **E8**
Kudowa G/G C2 [otw.], dolnośląskie, kłodzki, Kudowa-Zdrój; **II**
Kudowa-Zdrój [zl.], dolnośląskie, kłodzki, Kudowa-Zdrój; **E4, II**
Kutno [inw.], łódzkie, kutnowski, Kutno; **C7**
Las Winiarski [zl.], świętokrzyskie, buski, Busko-Zdrój; **E8**
Laskowice Oławskie IG-1 [otw.], dolnośląskie, oławski, Jelcz-Laskowice; **D5**
Latoszyn [zl.], podkarpackie, dębicki, Dębica; **E9**

Łądek-Zdrój [zł.], dolnośląskie, kłodzki, Łądek-Zdrój; **E4**
Leluchów [zł.], małopolskie, nowosądecki, Muszyna; **IV**
Lesko [pot.], podkarpackie, leski, Lesko; **F10**
Leżajsk 6 [otw.], podkarpackie, leżajski, Leżajsk; **E10**
Lębork IG-1 [otw.], pomorskie, słupski, Potęgowo; **A5**
Lidzbark Warmiński [zł.], warmińsko-mazurskie, lidzbarski, Lidzbark Warmiński; **A8**
Lipa [zł.], podkarpackie, stalowowolski, Zaklików; **E10**
Lipnica Górna 1 [otw.], małopolskie, bocheński, Lipnica Murowana; **F8**
Lipowa [inw.], dolnośląskie, strzeliński, Kondratowice; **E4, E5**
Lubatówka [zł.], podkarpackie, krośnieński, Iwonicz-Zdrój; **F9**
Lubin H-7 [otw.], dolnośląskie, lubiński, Lubin; **D4**
Łabędź [zł.], wielkopolskie, kolski, Dąbie; **C6**
Łagów [zł.], lubuskie, świebodziński, Łagów; **C3**
Łapczyca [zł.], małopolskie, bocheński, Bochnia; **F8**
Łęczna 20 [otw.], lubelskie, łączyński, Ludwin; **D10**
Łochów IG-1 [otw.], mazowieckie, węgrowski, Łochów; **C9**
Łomnica-Zdrój [zł.], małopolskie, nowosądecki, Piwniczna-Zdrój; **IV**
Łódź [inw.], łódzkie, łódzki, Łódź; **D7**
Łódź [zł.], łódzkie, łódzki, Łódź; **D7**
Łubne [pot.], podkarpackie, leski, Baligród; **F10**
Mac Allan 4 [otw.], podkarpackie, m. Krosno, m. Krosno; **F9**
Maciejowice IG-1 [otw.], mazowieckie, garwoliński, Maciejowice; **D9**
Magnuszew IG-1 [otw.], mazowieckie, kozienicki, Magnuszew; **D9**
Malbork IG-1 [otw.], pomorskie, malborski, Malbork; **A7**
Małe Ciche [zł.], małopolskie, tatrzański, Poronin; **III**
Manowo 1 [otw.], zachodniopomorskie, koszaliński, Manowo; **A4**
Marcinki IG-1 [otw.], wielkopolskie, ostrzeszowski, Kobyła Góra; **D5**
Marusza [zł.], kujawsko-pomorskie, grudziądzki, Grudziądz; **B6**
Marynin 2 [otw.], lubelskie, chełmski, Rejowiec; **D11**
Mężyk 1 [otw.], wielkopolskie, czarnkowsko-trzcianecki, Wieleń; **C4**
Mielnik [inw.], podlaskie, siemiatycki, Mielnik; **C11**
Mielnik IG-1 [otw.], podlaskie, siemiatycki, Mielnik; **C11**
Międzychód IG-1 [otw.], wielkopolskie, międzychodzki, Kwilcz; **C4**
Międzywodzie [zł.], zachodniopomorskie, kamieński, Dziwnów; **A2, B2**
Milianów 2 [otw.], śląskie, częstochowski, Dąbrowa Zielona; **E7**
Milianów IG-1 [otw.], śląskie, częstochowski, Dąbrowa Zielona; **E7**
Milik [zł.], małopolskie, nowosądecki, Muszyna; **IV**
Mnisków IG-1 [otw.], łódzkie, opoczyński, Mnisków; **D8**
Mochnaczka [źr.], małopolskie, nowosądecki, Krynica-Zdrój; **IV**
Moszczenica G-X [otw.], śląskie, wodzisławski, Mszana; **F6**
Mrówki [zł.], wielkopolskie, koniński, Wilczyn; **C6**
Mszczonów [zł.], mazowieckie, żyrardowski, Mszczonów; **D8**

- Muszyna [zl.]**, małopolskie, nowosądecki, Muszyna; **F8, IV**
- Nadarzyn IG-1 [otw.]**, mazowieckie, pruszkowski, Nadarzyn; **C8**
- Nałęczów [zl.]**, lubelskie, puławski, Nałęczów; **D10**
- Nidzica IG-1 [otw.]**, warmińsko-mazurskie, nidzicki, Kozłowo; **B8**
- Nieborów [pot.]**, podkarpackie, rzeszowski, Hyżne; **F10**
- Niesiołowice IG-1 [otw.]**, lubelskie, opolski, Józefów n. Wisłą; **D9**
- Nieświń PIG-1 [otw.]**, świętokrzyskie, konecki, Końskie; **D8**
- Nowa Bystrzyca [źr.]**, dolnośląskie, kłodzki, Bystrzyca Kłodzka; **II**
- Nowa Łomnica [źr.]**, dolnośląskie, kłodzki, Bystrzyca Kłodzka; **II**
- Nysa [inw.]**, opolskie, nyski, Nysa; **E5**
- Objezierze IG-1 [otw.]**, wielkopolskie, obornicki, Oborniki; **C4**
- Obrzycko 1 [otw.]**, wielkopolskie, szamotulski, Obrzycko; **C4**
- Odra 1 [otw.]**, opolskie, brzeski, Skalbmierz; **E5**
- Odra 4 [otw.]**, opolskie, brzeski, Olszanka; **E5**
- Odra 5/II [otw.]**, opolskie, brzeski, Grodków; **E5**
- Odra 6 [otw.]**, opolskie, opolski, Murów; **E6**
- Okuniew IG-1 [otw.]**, mazowieckie, miński, Halinów; **C9**
- Okunino 1 [otw.]**, pomorskie, bytowski, Miastko; **A4**
- Olsztyn [inw.]**, śląskie, częstochowski, Olsztyn; **E7**
- Olsztyn IG-1 [otw.]**, warmińsko-mazurskie, olsztyński, Jonkowo; **B8**
- Opole Lubelskie 8 [otw.]**, lubelskie, opolski, Karczmiska; **D9**
- Orzechów 9 [otw.]**, lubelskie, parczewski, Sosnowica; **D11**
- Ostalów PIG-2 [otw.]**, mazowieckie, przysuski, Wieniawa; **D8**
- Oświno IG-1 [otw.]**, zachodniopomorskie, stargardzki, Chociwel; **B3**
- Ozimek [zl.]**, opolskie, opolski, Ozimek; **E6**
- Pabianice [inw.]**, łódzkie, pabianicki, Pabianice; **D7**
- Pakoszów [inw.]**, dolnośląskie, jeleniogórski, Piechowice; **I**
- Parczew IG-10 [otw.]**, lubelskie, radzyński, Wołyń; **D10**
- Pasłęk IG-1 [otw.]**, warmińsko-mazurskie, elbląski, Pasłęk; **A7**
- Pelczyn IVP [otw.]**, dolnośląskie, wołowski, Wołów; **D4**
- Piaseczno [inw.]**, mazowieckie, piaseczyński, Piaseczno; **C8, C9**
- Piechowice [inw.]**, dolnośląskie, jeleniogórski, Podgórzyn; **I**
- Piastrec [zl.]**, świętokrzyskie, buski, Solec-Zdrój; **E8**
- Pietkowo IG-1 [otw.]**, podlaskie, białostocki, Poświętne; **C10**
- Pionki 2 [otw.]**, mazowieckie, radomski, Pionki; **D9**
- Piwniczna-Zdrój [zl.]**, małopolskie, nowosądecki, Piwniczna-Zdrój; **IV**
- Plawno 1 [otw.]**, zachodniopomorskie, choszczeński, Bierzwnik; **B3**
- Płońsk 6 [otw.]**, mazowieckie, nowodworski, Nasielsk; **C8**
- Poddębice [zl.]**, łódzkie, poddębicki, Poddębice; **D6**
- Podgórzyn [inw.]**, dolnośląskie, jeleniogórski, Podgórzyn; **I**
- Polanica-Zdrój [zl.]**, dolnośląskie, kłodzki, Polanica-Zdrój; **II**
- Polańczyk [zl.]**, podkarpackie, leski, Solina; **F10**

Polik IG-1 [otw.], mazowieckie, sierpecki, Rościszewo; **C7**
Polwica [zł.], wielkopolskie, średzki, Zaniemyśl; **C5**
Połczyn-Zdrój [zł.], zachodniopomorskie, świdwiński, Połczyn-Zdrój; **B4**
Poręba Wielka [zł.], małopolskie, limanowski, Niedźwiedź; **F8**
Poronin [zł.], małopolskie, tatrzański, Poronin; **III**
Potrójna IG-1 [otw.], małopolskie, wadowicki, Mucharz; **F7**
Powroźnik [zł.], małopolskie, nowosądecki, Muszyna; **IV**
Poznań [zł.], wielkopolskie, m. Poznań, m. Poznań; **C4**
Prabuty IG-1 [otw.], pomorskie, kwidzyński, Prabuty; **B7**
Przerzeczyn-Zdrój [zł.], dolnośląskie, dzierzoniowski, Niemcza; **E4**
Przewóz 1 [otw.], lubuskie, żarski, Przewóz; **D2**
Pułtusk 3 [otw.], mazowieckie, pułtusi, Winnica; **C8**
Pyrzyce [zł.], zachodniopomorskie, pyrzycki, Pyrzyce; **B2**
Rabe [pot.], podkarpackie, leski, Baligród; **F10**
Rabka-Zdrój [zł.], małopolskie, nowotarski, Rabka-Zdrój; **F7**
Raducz IG-1 [otw.], łódzkie, skierniewicki, Kowiesy; **D8**
Rokita IG-1 [otw.], zachodniopomorskie, goleniowski, Przybiernów; **B2**
Rówce 1 [otw.], mazowieckie, siedlecki, Zbuczyn; **C10**
Rudawka Rymanowska IG-1 [otw.], podkarpackie, krośnieński, Rymanów; **F9**
Ruszów IG-1 [otw.], lubelskie, zamojski, Łabunie; **E11**
Rybojedzko SOH-1144 [otw.], śląskie, tarnogórski, Cybinka; **E6**
Rymanów-Zdrój [zł.], podkarpackie, krośnieński, Rymanów; **F9**
Rzeki IG-1 [otw.], śląskie, częstochowski, Mykanów; **E7**
Rzeszów [pot.], podkarpackie, m. Rzeszów, m. Rzeszów; **E9, E10**
Siedlec 1 [otw.], łódzkie, łęczycki, Daszyna; **C7**
Siedliska IG-1 [otw.], lubelskie, łukowski, Wojcieszków; **D10**
Siekierczyna IG-1 [otw.], małopolskie, nowosądecki, Gródek nad Dunajcem; **F8**
Sierpc 2 [otw.], mazowieckie, sierpecki, Sierpc; **C7**
Siomki 1 [otw.], łódzkie, piotrkowski, Wola Krzysztoporska; **D7**
Skierniewice [zł.], łódzkie, skierniewicki, Skierniewice; **D8**
Skoraszewice 2 [otw.], wielkopolskie, gostyński, Krobia; **D5**
Sława IG-1 [otw.], lubuskie, wschowski, Sława; **D4**
Słupiec GN-9 [otw.], dolnośląskie, kłodzki, Nowa Ruda; **E4**
Słupsk IG-1 [otw.], pomorskie, słupski, Kobylnica; **A4**
Sobienie Kielczewskie [zł.], mazowieckie, otwocki, Sobienie-Jeziory; **D9**
Sochaczew-1 [otw.], mazowieckie, sochaczewski, Sochaczew; **C8**
Sokołowsko [inw.], dolnośląskie, wałbrzyski, Mieroszów; **E4**
Sokołowsko 5 [otw.], dolnośląskie, wałbrzyski, Mieroszów; **E4**
Solec-Zdrój [zł.], świętokrzyskie, buski, Solec-Zdrój; **E8**
Sopot [zł.], pomorskie, m. Sopot, m. Sopot; **A6**
Sosnowiec IG-1 [otw.], śląskie, m. Sosnowiec, m. Sosnowiec; **E7**
Sosnówka [pot.], dolnośląskie, jeleniogórski, Karpacz; **E3, I**

- Sól [inw.]**, śląskie, żywiecki, Rajcza; **F7**
- Sól 5 [otw.]**, śląskie, żywiecki, Rajcza; **F7**
- Stadniki IG-1 [otw.]**, podlaskie, siemiatycki, Grodzisk; **C10**
- Staniszów [zł.]**, dolnośląskie, jeleniogórski, Podgórzyn; **I**
- Stare Bobrowniki [źr.]**, dolnośląskie, kłodzki, Szczytna; **II**
- Stare Bogaczowice [zł.]**, dolnośląskie, wałbrzyski, Stare Bogaczowice; **E4**
- Stare Rochowice [zł.]**, dolnośląskie, jaworski, Bolków; **E4**
- Stargard Szczeciński [zł.]**, zachodniopomorskie, stargardzki, Stargard Szczeciński; **B2, B3**
- Starkówek 13R [otw.]**, dolnośląskie, kłodzki, Bystrzyca Kłodzka; **II**
- Stary Wielisław [zł.]**, dolnośląskie, kłodzki, Kłodzko; **II**
- Strykowo 1 [otw.]**, wielkopolskie, poznański, Sęszew; **C4**
- Strzelce IG-2 [otw.]**, lubelskie, hrubieszowski, Horodło; **E11**
- Strzelno IG-1 [otw.]**, kujawsko-pomorskie, mogileński, Strzelno; **C6**
- Sulechów IG-1 [otw.]**, lubuskie, zielonogórski, Trzebiechów; **C3**
- Sulisław [inw.]**, dolnośląskie, brzeski, Grodków; **E5**
- Swoszowice [zł.]**, małopolskie, m. Kraków, m. Kraków; **E7, F7**
- Szalejów [źr.]**, dolnośląskie, kłodzki, Kłodzko; **II**
- Szczawa [zł.]**, małopolskie, limanowski, Kamienica; **F8**
- Szczawina [zł.]**, dolnośląskie, kłodzki, Bystrzyca Kłodzka; **II**
- Szczawnica [zł.]**, małopolskie, nowotarski, Szczawnica; **F8**
- Szczawnik [zł.]**, małopolskie, nowosądecki, Muszyna; **IV**
- Szczawno 1 [otw.]**, kujawsko-pomorskie, rypiński, Skrwilno; **B7**
- Szczawno-Zdrój [zł.]**, dolnośląskie, wałbrzyski, Szczawno-Zdrój; **E4**
- Szczecin IG-1 [otw.]**, zachodniopomorskie, policki, Police; **B2**
- Szczytna 3 [otw.]**, dolnośląskie, kłodzki, Szczytna; **II**
- Szklarska Poręba [inw.]**, dolnośląskie, jeleniogórski, Szklarska Poręba; **I**
- Szklarska Poręba [pot.]**, dolnośląskie, jeleniogórski, Szklarska Poręba; **I**
- Szklary IG-1 [otw.]**, podkarpackie, rzeszowski, Hyżne; **F10**
- Szlichtyngowa 1 [otw.]**, lubuskie, wschowski, Szlichtyngowa; **D4**
- Szubin IG-1 [otw.]**, kujawsko-pomorskie, nakielski, Szubin; **B5, C5**
- Szwejki IG-3 [otw.]**, łódzkie, rawski, Sadkowice; **D8**
- Szymoszkowa [zł.]**, małopolskie, tatrzański, Zakopane; **III**
- Świeradów-Zdrój [zł.]**, dolnośląskie, lubański, Świeradów-Zdrój; **E3**
- Świnoujście [zł.]**, zachodniopomorskie, m. Świnoujście, m. Świnoujście; **B2**
- Tarnawatka IG-1 [otw.]**, lubelskie, tomaszowski, Tarnawatka; **E11**
- Tarnowo Podgórne [zł.]**, wielkopolskie, poznański, Tarnowo Podgórne; **C4**
- Terebin IG-1 [otw.]**, lubelskie, hrubieszowski, Mircze; **E11**
- Thuszcz IG-1 [otw.]**, mazowieckie, wołomiński, Jadów; **C9**
- Tomaszów Lubelski IG-1 [otw.]**, lubelskie, tomaszowski, Jarczów; **E11**
- Toruń [zł.]**, kujawsko-pomorskie, m. Toruń, m. Toruń; **B6**
- Trzebielino 1 [otw.]**, pomorskie, bytowski, Trzebielino; **A5**
- Trzebnica [zł.]**, dolnośląskie, trzebnicki, Trzebnica; **D5**

Trzęsacz [zł.], zachodniopomorskie, gryficki, Rewal; **A2, A3**

Tuchola IG-1 [otw.], pomorskie, chojnicki, Chojnice; **B5**

Tylicz [zł.], małopolskie, nowosądecki, Krynica-Zdrój; **IV**

Ujeźna 5 [otw.], podkarpackie, przeworski, Przeworsk; **E10**

Uniejów [zł.], łódzkie, poddębicki, Uniejów; **D6**

Ursynów 1 [otw.], mazowieckie, kozienicki, Głowaczów; **D9**

Urzędów IG-1 [otw.], lubelskie, kraśnicki, Urzędów; **D10, E10**

Ustka [zł.], pomorskie, słupski, Ustka; **A4**

Ustroń [zł.], śląskie, cieszyński, Ustroń; **F6**

Wapienne [zł.], małopolskie, gorlicki, Sękowa; **F9**

Warka IG-1 [otw.], mazowieckie, grójecki, Warka; **D9**

Wągrowiec IG-1 [otw.], kujawsko-pomorskie, żniński, Mieścisko; **C5**

Welnin [zł.], świętokrzyskie, buski, Solec-Zdrój; **E8**

Wetlina IG-2 [otw.], podkarpackie, leski, Cisna; **F10**

Węgierka 6 [otw.], podkarpackie, jarosławski, Roźwienica; **F10**

Wężowice IG-1 [otw.], opolskie, namysłowski, Świerczów; **E5**

Wieliczka [zł.], małopolskie, wielicki, Wieliczka; **E8, F8**

Wieniec-Zdrój [zł.], kujawsko-pomorskie, włocławski, Brześć Kujawski; **C6, C7**

Wierchomla Wielka [pot.], małopolskie, nowosądecki, Piwniczna-Zdrój; **IV**

Wierzchlas 3 [otw.], łódzkie, wieluński, Wieluń; **D6**

Wierzchowo 9 [otw.], zachodniopomorskie, szczecinecki, Szczecinek; **B4**

Wilcze 4 [otw.], lubuskie, zielonogórski, Kargowa; **C3**

Wilcze IG-1 [otw.], kujawsko-pomorskie, bydgoski, Koronowo; **B5**

Wilczopole 2 [otw.], lubelskie, lubelski, Głusk; **D10**

Wiśniowa 1 [otw.], podkarpackie, strzyżowski, Wiśniowa; **F9**

Witkowo 1 [otw.], kujawsko-pomorskie, sępoleński, Kamień Krajeński; **B5**

Witów [zł.], małopolskie, tatrzański, Kościelisko; **III**

Witów-Roztoki [zł.], małopolskie, tatrzański, Kościelisko; **III**

Władysławowo IG-1 [otw.], pomorskie, pucki, Władysławowo; **A6**

Włocławek [inw.], kujawsko-pomorskie, włocławski, m. Włocławek; **C7**

Wojciechów IG-1 [otw.], opolskie, oleski, Olesno; **E6**

Wojkowa [zł.], małopolskie, nowosądecki, Muszyna; **IV**

Wojnów [zł.], dolnośląskie, m. Wrocław, m. Wrocław; **D5**

Wojszyce IG-3 [otw.], łódzkie, kutnowski, Kutno; **C7**

Wolin IG-1 [otw.], zachodniopomorskie, kamieński, Międzyzdroje; **B2**

Wołczyn [zł.], opolskie, kluczborski, Wołczyn; **D6**

Wrotnów IG-1 [otw.], mazowieckie, sokołowski, Kosów Lacki; **C10**

Września IG-1 [otw.], wielkopolskie, wrzesiński, Września; **C5**

Wrzoski SOH-911 [otw.], opolskie, opolski, Dąbrowa; **E5**

Wudzyń 1 [otw.], kujawsko-pomorskie, bydgoski, Dobrcz; **B6**

Wycisłowo IG-1 [otw.], wielkopolskie, gostyński, Borek Wielkopolski; **D5**

Wysowa-Zdrój [zł.], małopolskie, gorlicki, Uście Gorlickie; **F9**

- Zabartowo 1 [otw.]**, kujawsko-pomorskie, sępoleński, Więcbork; **B5**
- Zabłocie [zł.]**, śląskie, cieszyński, Strumień; **F6**
- Zadziele 1 [otw.]**, małopolskie, nowosądecki, Chelmiec; **F8**
- Zakopane [zł.]**, małopolskie, tatrzański, Zakopane; **F7, III**
- Zakrzew IG-2 [otw.]**, lubelskie, lubelski, Zakrzew; **E10**
- Zakrzewo IG-3 [otw.]**, podkarpackie, przeworski, Gać; **E10**
- Zaniemyśl [zł.]**, wielkopolskie, średzki, Zaniemyśl; **C5**
- Zaosie 3 [otw.]**, łódzkie, tomaszowski, Ujazd; **D7**
- Zawadka [zł.]**, wielkopolskie, kolski, Koło; **C6**
- Zbąszynek IG-1 [otw.]**, lubuskie, świebodziński, Zbąszynek; **C3**
- Zdrojowisko W-3 [otw.]**, dolnośląskie, kłodzki, Nowa Ruda; **E4**
- Zgierz IG-1 [otw.]**, łódzkie, zgierski, Stryków; **D7**
- Złockie [zł.]**, małopolskie, nowosądecki, Muszyna; **IV**
- Zubrzyk [zł.]**, małopolskie, nowosądecki, Piwniczna-Zdrój; **IV**
- Żegiestów-Zdrój [zł.]**, małopolskie, nowosądecki, Muszyna; **IV**
- Żelechów 1 [otw.]**, lubelskie, rycki, Kłoczew; **D9**
- Żukowice 4 [otw.]**, małopolskie, tarnowski, Lisia Góra; **E9**
- Żychlin IG-3 [otw.]**, łódzkie, łowicki, Kiernozia; **C7**
- Żyrów 1 [otw.]**, mazowieckie, piaseczyński, Prażmów; **D9**

TABELA STRATYGRAFICZNA

Eon		Era	Okres	Epoka		
Fanerozoik		Kenozoik	Czwartorzęd (Q)	Holocen		
				Plejstocen		
				Pliocen		
			Neogen (Ng)	Miocen		
				Oligocen		
				Eocen		
			Paleogen (Pg)	Paleocen		
				Mezozoik	Kreda (K)	Kreda górna (K2)
						Kreda dolna (K1)
		Jura (J)	Jura górna (J3)			
			Jura środkowa (J2)			
			Jura dolna (J1)			
		Trias (T)	Trias górny (T3)			
			Trias środkowy (T2)			
			Trias dolny (T1)			
		Paleozoik	Perm (P)	Perm górny		
				Perm środkowy		
				Perm dolny		
			Karbon (C)	Karbon górny (C2)		
				Karbon dolny (C1)		
			Dewon (D)	Dewon górny (D3)		
				Dewon środkowy (D2)		
				Dewon dolny (D1)		
			Sylur	Przydół		
		Ludłów				
		Wenłok				
		Landower				
		Ordowik (O)		Ordowik górny		
				Ordowik środkowy		
			Ordowik dolny			
		Kambr (Cm)	Kambr górny			
			Kambr środkowy (Cm2)			
			Kambr dolny (Cm1)			
Prekambry (pCm)	Proterozoik (Pt)	Neoproterozoik	Ediakar			
			Kriogen			
			Ton			
		Mezoproterozoik	Sten			
			Ektas			
			Kalim			
	Paleoproterozoik	Stater				
		Orosir				
		Riak				
		Sider				
		Archaik	Neoarchaik			
			Mezoarchaik			
Paleoarchaik						
Eoarchaik						

Wykonano na podstawie R. Wagnera (2008) i International Chronostratigraphic Chart IUGS (2015), ze zmianami. W nawiasie podano symbole stratygraficzne, które zastosowano na mapie.

