

państwowa służba
geologiczna

BILANS I ZAGOSPODAROWANIE ZASOBÓW ŹŁÓŻ WÓD TERMALNYCH ORAZ ENERGII GEOTERMALNEJ W POLSCE

WG STANU NA 31 XII 2023 R.



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

pgi.gov.pl

państwowa służba
geologiczna

BILANS I ZAGOSPODAROWANIE ZASOBÓW ŹŁÓŻ WÓD TERMALNYCH ORAZ ENERGII GEOTERMALNEJ W POLSCE

WG STANU NA 31 XII 2023 R.

Praca zbiorowa pod redakcją Izabelli GRYSZKIEWICZ i Mariusza SOCHY

Autorzy: Ewa FILIPPOVITS, Izabella GRYSZKIEWICZ, Paulina KOPERA,
Dorota LASEK-WOROSZKIEWICZ, Jadwiga LASOTA, Mariusz SOCHA,
Jakub SOKOŁOWSKI, Józef MIKOŁAJKÓW



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

pgi.gov.pl

Warszawa 2024

Praca zbiorowa pod redakcją: Izabelli GRYSZKIEWICZ i Mariusza SOCHY

Redakcja naukowa: prof. dr hab. Jerzy NAWROCKI, prof. dr hab. Krzysztof SZAMAŁEK

Recenzja: dr hab. Mirosław WĄSIK, prof. Uniwersytetu Wrocławskiego

Autorzy: Ewa FILIPPOVITS, Izabella GRYSZKIEWICZ, Paulina KOPERA, Dorota LASEK-WOROSZKIEWICZ, Jadwiga LASOTA, JAKUB SOKOŁOWSKI, Mariusz SOCHA, Józef MIKOŁAJKÓW.

Projekt okładki, layout: Monika CYRKLEWICZ

Redakcja, skład i opracowanie typograficzne: Ewelina LEŚNIAK, Monika MASIAK

Akceptował:

Dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego
prof. dr hab. Krzysztof SZAMAŁEK

ISBN 978-83-67807-69-2

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy,
Warszawa 2024

Adres redakcji:

Dział Wydawnictw

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4; tel. 22 4592 480



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy
państwowa służba geologiczna

Spis treści

1. WPROWADZENIE	5
2. PODSTAWY PRAWNE I DOKUMENTY STRATEGICZNE	7
2.1. Uwarunkowania formalnoprawne poszukiwania i wydobywania wód termalnych	7
2.1.1. Wykonanie projektu robót geologicznych	8
2.1.2. Wykonanie otworu wiertniczego	8
2.1.3. Dokumentacja hydrogeologiczna	9
2.1.4. Projekt zagospodarowania złoża	10
2.1.5. Koncesja na wydobywanie wód uznanych za kopaliny	10
2.1.6. Ustanowienie użytkowania górniczego w związku z wydobywaniem wód termalnych	11
2.1.7. Plan ruchu zakładu górniczego	11
2.1.8. Dokumentacja mierniczo-geologiczna	12
2.1.9. Opłata eksploatacyjna	12
2.1.10. Operat ewidencyjny zmian zasobów złoża	12
2.1.11. Likwidacja zakładu górniczego	13
2.2. Dokumenty strategiczne	14
2.3. Podstawowe pojęcia i definicje	15
3. WODY TERMALNE	19
3.1. Podział regionalny występowania wód termalnych w Polsce	19
3.2. Obszary perspektywiczne dla zagospodarowania wód termalnych	37
3.3. Złoża wód termalnych	45
3.4. Ocena zasobów wód termalnych i stopnia ich wykorzystania	49
3.5. Zagospodarowanie wód termalnych	60
3.5.1. Koncesje na wydobywanie wód termalnych i leczniczych termalnych	60
3.5.2. Zagospodarowane złoża wód termalnych i leczniczych termalnych	63
3.6. Odprowadzanie zużytych i niewykorzystanych wód termalnych	83
4. ENERGIA GEOTERMALNA	89
4.1. Przegląd wykorzystania energii geotermalnej w Polsce	90
4.1.1. Ciepłownictwo sieciowe i lokalne	90
4.1.2. Uzdrowiska, ośrodki rekreacyjne i inne zastosowania	93
4.2. Udział energii geotermalnej w ogólnym bilansie energetycznym Polski	93
4.3. Rynek energii geotermalnej w Polsce na tle Europy	95
4.4. Projekty geotermalne w trakcie realizacji	97
4.4.1. Projekty robót geologicznych	97
4.4.2. Projekty realizowane z programów NFOŚiGW	107
4.5. Efekt ekologiczny	119
4.5.1. Szacunkowe zużycie paliwa konwencjonalnego	119
4.5.2. Określenie wielkości emisji	121
4.5.3. Porównanie efektu ekologicznego w zależności od zastosowanego paliwa	125
4.5.4. Wnioski końcowe dotyczące efektu ekologicznego	131
4.6. Ceny energii geotermalnej	133
4.7. Efektywność ekonomiczna projektów geotermalnych	142
5. PODSUMOWANIE	151
6. SPIS WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW	153
DODATEK. Karty złóż wód termalnych i leczniczych termalnych	169

1. WPROWADZENIE

Wydanie publikacji *Bilans i zagospodarowanie zasobów złóż wód termalnych oraz energii geotermalnej w Polsce wg stanu na 31.12.2023 r.* jest przedsięwzięciem realizowanym w ramach zadania państwowej służby geologicznej (psg) pn. *Potencjał energetyczny, surowcowy i zagospodarowanie wód termalnych, leczniczych i solanek w Polsce*. Publikacja ta ma być realizowana w cyklu rocznym, tak żeby możliwe było uwzględnianie zmian w zakresie rozpoznania wód termalnych i ich zasobów oraz związanej z nimi energii. Wyżej wymienione zadanie ma na celu maksymalizację wykorzystania potencjału energii wód termalnych, co jest wymogiem zapisu dotyczącego zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w ogólnym bilansie energetycznym, zawartym w dokumencie rządowym *Polityka energetyczna Polski do 2040 r.* (Monitor Polski 2021 r. poz. 264) oraz w *Wieloletnim Programie Rozwoju Wykorzystania Zasobów Geotermalnych w Polsce*, dalej zwanym *Mapą drogową rozwoju geotermii w Polsce do 2040 r, z perspektywą do 2050 roku* (<https://www.gov.pl/web/klimat/mapa-drogowa-rozwoju-geotermii-w-polsce>). *Bilans...* pozwoli na stałe monitorowanie wydobywania i wykorzystania wód termalnych oraz leczniczych termalnych. Opracowanie umożliwi również bieżącą aktualizację informacji dotyczących zasobów złóż wód termalnych i leczniczych termalnych oraz wielkości ich wydobywania, a także pracy instalacji geotermalnych z oceną ilości energii wytwarzanej ze źródła geotermalnego.

W opracowaniu nie brano pod uwagę geotermii niskotemperaturowej, zwanej też niskopotencjałową, w której temperatura źródeł energii wynosi od kilkunastu stopni do ok. 20°C, wykorzystującą wody gruntowe do kilkuset metrów głębokości tzw. płytkiej geotermii oraz geotermii wzbudzonej (EGS – *Enhanced Geothermal Systems*) zwanej też wysokopotencjałową (np. systemy HDR – *Hot Dry Rocks*) (powyżej ok. 150°C). W niniejszym opracowaniu uwzględniono projekty z zakresu geotermii średnotemperaturowej (klasycznej – 20°C - 150°C) opartej na naturalnych systemach geotermalnych, gdzie ciepło odzyskuje się w tradycyjnych wymiennikach bez wspomagania pompą ciepła.

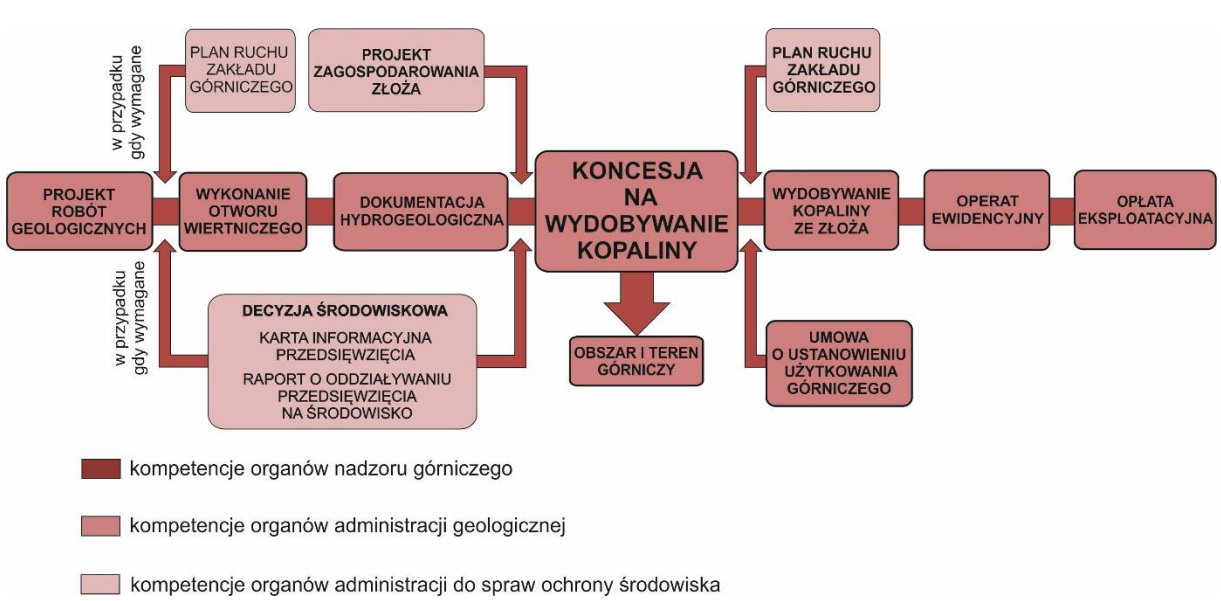
W *Bilansie...* zawarto szczegółowe informacje o 36 złożach wód termalnych i 28 złożach wód leczniczych termalnych. Zagadnienia tu poruszone zostały zestawione w kilka grup tematycznych. W opracowaniu przedstawiono uwarunkowania formalnoprawne poszukiwania i wydobywania wód termalnych, terminologię oraz akty prawne i dokumenty strategiczne. W dalszej kolejności przedstawiono podział regionalny występowania wód termalnych i leczniczych termalnych w Polsce, ich zagospodarowanie oraz obszary perspektywiczne do ich zagospodarowania. Zestawienia obejmują również informacje o zasobach eksploatacyjnych złóż oraz ocenę tych zasobów i ich zmiany. Kolejne rozdziały dotyczą przeglądu wykorzystania energii geotermalnej w Polsce, w podziale na ciepłownictwo sieciowe i lokalne. Autorzy poruszają temat wykorzystania i rozwoju energii geotermalnej, efektu ekologicznego czy cen takiej energii. W *Bilansie...* zestawiono projekty geotermalne w trakcie realizacji oraz omówiono zagadnienie efektywności ekonomicznej projektów. Opracowanie zawiera również porównanie rzeczywistych poborów ze sposobem utylizacji wód wykorzystanych (wtłaczanie, zrzut do cieków powierzchniowych).

Do opracowania dołączono *Dodatek* w formie syntetycznych kart złóż z charakterystyką złóż wód termalnych i leczniczych termalnych. Karty złóż zawierają m.in. charakterystykę hydrochemiczną wód (typ wody, mineralizacja ogólna, temperatura wód na wypływie), podstawowe informacje o ujętym poziomie wodonośnym (głębokość stropu, miąższość, litologia, stratygrafia, typ ośrodka skalnego, rodzaj struktury hydrogeologicznej), informacje o zagospodarowaniu złoża (np. liczba ujęć, w tym ujęć czynnych, wielkość zasobów eksploatacyjnych oraz wielkość wydobywania, sposób wykorzystania wód), opisową syntezę budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych złoża.

Informacje prezentowane w opracowaniu odnoszą się do stanu na dzień 31.12.2023 r., jednak w celu zachowania ciągłości danych publikowanych dotychczas w poszczególnych edycjach *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* (ostatnia edycja prezentowała dane wg stanu na 31.12.2021 r. (Felter i in., 2022)), uwzględniono także dane za rok 2022 r. Informacje na temat złóż wód termalnych i leczniczych termalnych zestawiono na podstawie *Bilansu zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2022 r.* (Sokołowski, Skrzypczyk, 2023) oraz *Bilansu zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2023 r.* (Lasota i in., 2024). Dane o stwierdzonym występowaniu wód termalnych i leczniczych termalnych pochodzą z baz danych prowadzonych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB), jak np. Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin czy System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych Polski – MIDAS. Korzystano również z dokumentacji geologicznych zgromadzonych w Centralnym Archiwum Geologicznym (CAG) oraz z kwerendy wykonanych opracowań regionalnych z zakresu wód termalnych.

Bilans... obejmuje zagadnienia z przygotowywanej corocznie do 2021 r. przez PIG-PIB *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* (Felter i in., 2015, 2017a, b, 2018, 2019, 2021a, b, 2022). W odróżnieniu od poprzednich edycji w pracy zaprezentowano informacje dotyczące wód termalnych i leczniczych termalnych, wyłączając zagadnienia związane z wodami leczniczymi i solankami, które przedstawiono w oddzielnym opracowaniu pt. *Zagospodarowanie wód leczniczych i solanek w Polsce* (Sokołowski i in., 2024). Istotną różnicą jest też rezygnacja z obrazu kartograficznego w postaci planszy mapy w skali przeglądowej 1:1 000 000 na rzecz warstwy informacyjnej w internetowym portalu mapowym *Geologia* (www.geologia.pgi.gov.pl). *Bilans...* będzie corocznie aktualizowany m.in. w zakresie stanu udokumentowania zasobów wód termalnych i leczniczych termalnych oraz stopnia ich wykorzystania, koncesji na wydobycie tych wód, zagospodarowania wód termalnych (ciepłownictwo, rekreacja, lecznictwo i in.), produkcji energii geotermalnej i jej wykorzystania w Polsce (ciepłownie geotermalne, produkcja ciepła z geotermii, produkcja ciepła ze źródeł szczytowych, moc zainstalowana, efekt ekologiczny), efektywności ekonomicznej projektów geotermalnych oraz przeglądu projektów geotermalnych w trakcie realizacji.

W celu zachowania przejrzystości „*Bilans...*” skupia się na prezentacji wyników poszczególnych analiz dla funkcjonujących ciepłowni geotermalnych. Natomiast szczegółową metodykę prezentuje „*Poradnik racjonalnego gospodarowania zasobami geotermalnymi*” (Gryszkiewicz, Socha (red.), pełniący rolę praktycznego narzędzia dla użytkowników poszukujących kompleksowych wytycznych do przeprowadzenia obliczeń dla konkretnych inwestycji.



2.1.1. Wykonanie projektu robót geologicznych

Zgodnie z ustawą PGiG prace geologiczne z zastosowaniem robót geologicznych, do których zalicza się m.in. wykonywanie ujęć wód termalnych i leczniczych termalnych, mogą być prowadzone jedynie na podstawie zatwierdzonego projektu robót geologicznych.

Projekt robót geologicznych określa w szczególności:

- cel zamierzonych robót oraz sposób jego 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 otworów wiertniczych, rekultywacji gruntów, a także czynności mające na celu zapobieżenie szkodom powstałym wskutek wykonywania zamierzonych robót.

Szczegółowe wymagania dotyczące projektów robót geologicznych określa *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji* (Dz.U. z 2023 r. poz. 155 t.j.).

Poszukiwanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin jest czynnością, która nie wymaga uzyskania koncesji. Gotowy projekt przedkłada się do zatwierdzenia w drodze decyzji właściwemu organowi administracji geologicznej w dwóch egzemplarzach w postaci wydrukowanej. W przypadku wód termalnych i leczniczych termalnych organem tym jest marszałek województwa. Zatwierdzenie projektu wymaga opinii wójta (burmistrza, prezydenta miasta) właściwego ze względu na miejsce wykonywania robót geologicznych. Projekt zatwierdza się na czas określony, jednak nie dłuższy niż 5 lat. Organ administracji geologicznej, który zatwierdził projekt robót geologicznych, niezwłocznie doręcza decyzję lub kopię decyzji właściwym miejscowo organom administracji geologicznej, nadzoru górniczego oraz państwowej służbie geologicznej.

Organ administracji geologicznej odmawia zatwierdzenia projektu robót geologicznych, jeżeli projektowane roboty geologiczne naruszałby wymagania ochrony środowiska, gdy projekt robót geologicznych nie odpowiada wymaganiom prawa oraz gdy rodzaj i zakres projektowanych robót geologicznych oraz sposób ich wykonania nie odpowiadają celowi tych robót lub gdy projektowane roboty geologiczne mogą zagrażać interesowi publicznemu, o którym mowa ustawie PGiG.

We wniosku o zatwierdzenie projektu robót geologicznych określa się właścicieli (użytkowników wieczystych) nieruchomości, w granicach której roboty te mają być wykonywane, oraz dołącza się wypis z ewidencji gruntów i budynków, wydany nie wcześniej niż 3 miesiące przed złożeniem wniosku.

Zmiany projektu robót geologicznych dokonuje się przez sporządzenie dodatku.

2.1.2. Wykonanie otworu wiertniczego

Zamiar przystąpienia do robót geologicznych należy zgłosić na piśmie wójtowi (burmistrzowi, prezydentowi miasta) właściwemu ze względu na miejsce wykonywanych robót oraz organowi nadzoru górniczego najpóźniej na dwa tygodnie przed zamierzonym terminem rozpoczęcia robót geologicznych.

Przed rozpoczęciem prac wiertniczych należy uzyskać decyzję zatwierdzającą plan ruchu zakładu górniczego, wykonującego roboty geologiczne niepolegające na badaniach geofizycznych wymagających użycia środków strzałowych, którą wydaje właściwy organ nadzoru górniczego. Szczegółowe informacje na temat planu ruchu zakładu górniczego są zawarte w rozdziale 2.1.7.

Osoba prowadząca czynności polegające na wykonywaniu, dozorowaniu i kierowaniu pracami geologicznymi dotyczącymi wód leczniczych, termalnych i solanek powinna posiadać kwalifikacje geologiczne kategorii IV, umożliwiające m.in. poszukiwanie i rozpoznawanie zasobów wód podziemnych, w tym wód leczniczych, wód termalnych i solanek.

Przebieg prac geologicznych, w tym robót geologicznych, oraz ich wyniki należy na bieżąco dokumentować. W trakcie prac wiertniczych przedsiębiorca ma obowiązek przekazywania państwowej służbie geologicznej informacji z bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych, zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej* (Dz.U. 2017 r. poz. 2075).

Na podstawie *Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko* (Dz. U. 2019 poz. 1839), wydobywanie wód uznanych za kopaliny metodą otworów wiertniczych zalicza się do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko i zgodnie z *Ustawą z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko* (Dz. U. 2024 poz. 1112, 1881, 1940, t.j.) wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Organem właściwym do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach w przypadku przedsięwzięcia polegającego na wydobywaniu wód uznanych za kopaliny jest właściwy miejscowo wójt (burmistrz, prezydent miasta).

2.1.3. Dokumentacja hydrogeologiczna

Wyniki zrealizowanych robót geologicznych wraz z ich interpretacją oraz określeniem stopnia osiągnięcia zamierzonego celu wraz z uzasadnieniem przedstawia się w dokumentacji hydrogeologicznej. Dokumentację hydrogeologiczną ustalającą zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych sporządza osoba posiadająca odpowiednie kwalifikacje w zawodzie geolog (kat. IV).

Zakres i formę dokumentacji hydrogeologicznej określa *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (Dz.U. 2016 poz. 2033). Dokumentację hydrogeologiczną zatwierdza, w drodze decyzji, marszałek województwa, który zatwierdził projekt robót geologicznych, będący podstawą realizacji dokumentowanych prac. Zmiany dokumentacji dokonuje się poprzez sporządzenie dodatku, którego zatwierdzenie odbywa się w taki sam sposób jak dokumentacji podstawowej.

W przypadku wykonywania prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów wód podziemnych (np. otwór okazał się negatywny lub wydajność jest bardzo niska) lub w przypadku likwidacji otworu wiertniczego (np. nieużytkowany otwór wiertniczy) sporządza się dokumentację inną. Szczegółowe wymagania dotyczące dokumentacji geologicznych innych określa *Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2020 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych* (Dz. U. 2020 poz. 2449).

2.1.4. Projekt zagospodarowania złoża

Projekt zagospodarowania złoża (PZZ) jest dokumentem określającym wymagania w zakresie sposobu racjonalnego wykorzystania zasobów złoża wód termalnych z uwzględnieniem uwarunkowań techniczno-ekonomicznych ich wydobycia, przewidywanego sposobu likwidacji zakładu górniczego oraz działań niezbędnych w zakresie ochrony środowiska.

Projekt zagospodarowania złoża sporządza się na podstawie dokumentacji hydrogeologicznej, według zasad określonych w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż* (Dz.U. 2012 poz. 511) i stanowi on podstawę wyznaczenia granic obszaru i terenu górniczego.

Projekt zagospodarowania złoża nie wymaga zatwierdzenia. Dokument podlega zaopiniowaniu przez właściwy organ nadzoru górniczego, t.j. dyrektora okręgowego urzędu górniczego. Organ nadzoru górniczego wydaje wnioskodawcy opinię w terminie 14 dni od dnia doręczenia PZZ. W przypadku niewyrażenia opinii w tym terminie, uważa się, że organ nadzoru górniczego nie zgłasza uwag.

2.1.5. Koncesja na wydobywanie wód uznanych za kopaliny

Zgodnie z ustawą PGiG wydobywanie wód termalnych wymaga uzyskania koncesji, której udziela właściwy miejscowo marszałek województwa, jako organ administracji geologicznej. Koncesja uprawnia do wykonywania działalności gospodarczej w oznaczonej przestrzeni. Do wniosku o udzielenie koncesji na wydobywanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin należy dołączyć dowody istnienia:

- prawa do korzystania z informacji geologicznej oraz kopię decyzji zatwierdzającej dokumentację geologiczną;
- prawa przysługującego wnioskodawcy do nieruchomości gruntowej, w granicach której ma być wykonywana zamierzona działalność (wypis z ewidencji gruntów i budynków wydany nie wcześniej niż 3 miesiące przed dniem złożenia wniosku);

a także:

- dwa egzemplarze projektu zagospodarowania złoża;
- ostateczną decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach;
- dowód opłaty skarbowej za wydanie decyzji, a w razie potrzeby dodatkowo za złożenie pełnomocnictwa.

Do wniosku koncesyjnego należy dołączyć również decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach przedsięwzięcia. Wynika to z faktu, że wydobywanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin ze złoża metodą otworów wiertniczych jest zaliczone do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko – wg *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko* (Dz.U. 2019 poz. 1839).

Koncesja na wydobywanie kopaliny ze złoża wyznacza granice obszaru i terenu górniczego. Podstawę wyznaczenia tych granic stanowią dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne otworu oraz projekt zagospodarowania złoża. Obszar górniczy podlega wpisowi do rejestru obszarów górniczych i zamkniętych podziemnych składowisk dwutlenku węgla.

2.1.6. Ustanowienie użytkowania górniczego w związku z wydobywaniem wód termalnych

Zgodnie z ustawą PGiG złoża wód termalnych są objęte własnością górnictwem. Uprawnienia Skarbu Państwa w zakresie wynikającym z własności górnictwowej w odniesieniu do wydobywania wód termalnych, wykonuje właściwy miejscowo marszałek województwa. W granicach określonych przez ustawy Skarbu Państwa, z wyłączeniem innych osób, może korzystać z przedmiotu własności górnictwowej albo rozporządzać swoim prawem wyłącznie przez ustanowienie użytkowania górnictwowej. Ustanowienie użytkowania górnictwowej następuje w drodze umowy zawartej na piśmie pod rygorem nieważności.

Przepisów dotyczących użytkowania górnictwowej nie stosuje się do robót geologicznych, których wykonywanie nie wymaga uzyskania koncesji, a więc do poszukiwania wód termalnych.

Przedsiębiorca, który rozpoznał złoża wód termalnych stanowiące przedmiot własności górnictwowej i udokumentował je w stopniu umożliwiającym sporządzenie projektu zagospodarowania złoża oraz uzyskał decyzję zatwierdzającą dokumentację geologiczną tego złoża, może żądać ustanowienia na jego rzecz użytkowania górnictwowej z pierwszeństwem przed innymi. Prawo pierwszeństwa wygasa z upływem 5 lat od dnia doręczenia decyzji zatwierdzającej dokumentację hydrogeologiczną.

2.1.7. Plan ruchu zakładu górnictwowej

Wydobywanie wód termalnych może być prowadzone jedynie przez utworzony w tym celu zakład górnictwowej na podstawie jego planu ruchu. Plan ruchu zakładu górnictwowej sporządza przedsiębiorca w celu prowadzenia wydobywania kopalin zgodnie z warunkami określonymi w koncesji i projekcie zagospodarowania złoża. Plan ten sporządza się na okres od 2 do 6 lat. Plan ruchu zakładu górnictwowej jest zatwierdzany decyzją dyrektora okręgowego urzędu górnictwowej a realizuje go kierownik ruchu zakładu górnictwowej. Plan ruchu zakładu górnictwowej określa:

- strukturę organizacyjną zakładu górnictwowej, w szczególności przez wskazanie stanowisk osób kierownictwa i dozoru ruchu;
- granice zakładu górnictwowej;
- szczegółowe przedsięwzięcia niezbędne w celu zapewnienia: wykonywania działalności objętej koncesją, racjonalnej gospodarki złożem, ochrony elementów środowiska i obiektów budowlanych oraz zapobiegania szkodom i ich naprawy, bezpieczeństwa powszechnego i pożarowego, a także bezpieczeństwa osób przebywających w zakładzie górnictwowej, w szczególności dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy.

Do wniosku o zatwierdzenie planu ruchu zakładu górnictwowej dołącza się:

- 2 egzemplarze planu, podpisane przez przedsiębiorcę oraz kierownika ruchu zakładu górnictwowej, który będzie realizował plan,
- odpisy decyzji wydanych przez inne organy, wymaganych dla zamierzonych robót, w szczególności dotyczących ochrony środowiska,
- opinię właściwego wójta (burmistrza, prezydenta miasta) albo informację o jej braku, a w przypadku uwag także oświadczenie przedsiębiorcy o sposobie ich uwzględnienia lub przyczynach ich nieuwzględnienia,

- odpis koncesji i projekt zagospodarowania złoża, a w przypadku planu ruchu sporządzanego przed rozpoczęciem robót niewymagających uzyskania koncesji – odpis decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych.

Szczegółowe wymagania dotyczące treści planu ruchu zakładu górniczego oraz jego elementów są określone w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 8 grudnia 2017 r. w sprawie planów ruchu zakładów górniczych* (Dz.U. 2017 poz. 2293, z późn. zm.).

2.1.8. Dokumentacja mierniczo-geologiczna

Przedsiębiorca jest zobowiązany posiadać dokumentację mierniczo-geologiczną złoża. Sporządza ją mierniczy górniczy, a w części, w której przedstawia ona sytuację geologiczną zakładu górniczego – geolog górniczy. Na żądanie organów administracji geologicznej i nadzoru górniczego przedsiębiorca jest obowiązany do jej nieodpłatnego udostępnienia w zakresie niezbędnym do wykonywania ich działań. W skład dokumentacji mierniczo-geologicznej wchodzi dokumenty pomiarowe, obliczeniowe oraz kartograficzne przedstawiające aktualną sytuację geologiczną i górnictwem zakładu górniczego wraz ze stanem powierzchni w granicach terenu górniczego.

Szczegółowe wymagania dotyczące sporządzania dokumentacji mierniczo-geologicznej określa *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 października 2015 r. w sprawie dokumentacji mierniczo-geologicznej* (Dz. U. 2015 poz. 1941).

2.1.9. Opłata eksploatacyjna

W czasie wydobywania kopaliny ze złoża przedsiębiorca, który uzyskał koncesję, powinien uiszczać opłatę eksploatacyjną, ustaloną jako iloczyn stawki opłaty oraz ilości wydobytej kopaliny. Obowiązujące stawki opłat z zakresu przepisów PGiG są corocznie ogłaszane w Monitorze Polskim w drodze obwieszczenia ministra właściwego ds. środowiska. Stawki opłat za 2022 r. wynosiły: dla wód termalnych 0,00 zł/m³, dla wód leczniczych 1,66 zł/m³ i dla solanek 2,48 zł/m³ (*Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 17 maja 2021 r. w sprawie stawek opłat na rok 2022 z zakresu przepisów Prawa geologicznego i górniczego* – Monitor Polski 2021 r. poz. 482). Stawki opłat za 2023 r. wynosiły: dla wód termalnych 0,00 zł/m³, dla wód leczniczych 1,77 zł/m³ i dla solanek 2,63 zł/m³ (*Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 3 listopada 2022 r. w sprawie stawek opłat na rok 2023 z zakresu przepisów Prawa geologicznego i górniczego* – Monitor Polski 2022 r. poz. 1080).

W przypadku gdy woda spełnia jednocześnie kryteria trzech rodzajów wód uznanych za kopaliny co do zasady powinno się dokumentować wodę jako jeden rodzaj kopaliny wskazując na jej dodatkowe właściwości lecznicze np. woda termalna lecznicza.

2.1.10. Operat ewidencyjny zmian zasobów złoża

W ramach prowadzonej ewidencji zasobów złoża, na podstawie wyników wydobywania, corocznie sporządza się operat ewidencyjny zmian zasobów złoża. Operat stanowi element dokumentacji mierniczo-geologicznej złoża, a wymagania jakim powinien odpowiadać określono w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 15 listopada 2011 r. w sprawie operatu ewidencyjnego oraz wzorów informacji o zmianach zasobów złoża kopaliny* (Dz.U. 2011 poz. 998, t.j.).

Zgodnie z ustawą PGiG na podstawie operatu ewidencyjnego przedsiębiorca jest zobowiązany do przekazywania corocznie PIG-PIB, pełniącemu rolę państwowej służby geologicznej, informacji o wielkości wydobywania kopaliny ze złoża i zmianie stanu zasobów kopaliny. W przypadku wód

podziemnych zaliczonych do kopalin informację taką przekazuje się na formularzu oznaczonym symbolem Z-4.

2.1.11. Likwidacja zakładu górniczego

Przedsiębiorca, który uzyskał koncesję na wydobywanie kopaliny ze złoża, jest zobowiązany do utworzenia funduszu likwidacji zakładu górniczego oraz do gromadzenia na nim środków finansowych. W przypadku wydobywania kopaliny metodą otworów wiertniczych, na fundusz ten przeznaczona jest równowartość nie mniej niż 3% odpisów amortyzacyjnych od środków trwałych zakładu górniczego, ustalanych stosownie do przepisów o podatku dochodowym, w terminie miesiąca po zakończeniu roku kalendarzowego.

Środki funduszu stanowią koszty uzyskania przychodów w rozumieniu przepisów o podatku dochodowym i mogą być wykorzystane wyłącznie w celu pokrycia kosztów likwidacji zakładu górniczego lub jego oznaczonej części, a także zbędnych ze względów technicznych i technologicznych urządzeń, instalacji, obiektów lub wyrobisk górniczych tego zakładu.

Fundusz zostaje zlikwidowany po zakończeniu likwidacji zakładu górniczego, za zgodą właściwego organu nadzoru górniczego, wyrażoną, w drodze decyzji, po zasięgnięciu opinii właściwego wójta (burmistrza, prezydenta miasta).

2.2. Dokumenty strategiczne

Rozwój geotermii odgrywa ważną rolę w transformacji ciepłownictwa. W 2021 r. w Ministerstwie Klimatu i Środowiska opracowano **Wieloletni Program Rozwoju Wykorzystania Zasobów Geotermalnych w Polsce** (przyjęty 18 lutego 2022 r.). To mapa drogowa rozwoju geotermii do 2040 r., z perspektywą do 2050 r. Został opracowany w celu ukierunkowania zamierzeń w różnych dziedzinach geotermii nisko-, średnio- i wysokotemperaturowej dla zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w krajowym bilansie energetycznym. W ramach mapy drogowej zaplanowano w 9 filarach następujące działania (<https://www.gov.pl/web/klimat/mapa-drogowa-rozwoju-geotermii-w-polsce>):

- Wykorzystanie gruntowych pomp ciepła o mocy do 30 kW oraz sprężarkowych pomp ciepła w systemach o mocy ponad 200 kW.
- HUB Naukowo-Technologiczno-Biznesowy – Krajowe Centrum Geotermii i Pomp Ciepła
- Wykorzystanie niskotemperaturowych zasobów energii geotermalnej w dwu przedziałach do 45°C oraz powyżej 45°C.
- Wykorzystanie wysokotemperaturowych zasobów energii geotermalnej (powyżej 100°C) - instalacje kogeneracyjne wytwarzające energię elektryczną i ciepło.
- Wykorzystanie wód podziemnych płytko występujących, kopalnianych, powierzchniowych i odpadowych.
- Rozwój technologii głębokich otworowych wymienników ciepła.
- Innowacyjne technologie magazynowania ciepła w górotworze.
- Program ubezpieczenia od ryzyka w projektach geotermalnych.
- Zmiany legislacyjne, promocja i edukacja.

Rozwój odnawialnych źródeł energii, w tym geotermii w Polsce, został uwzględniony również w dokumentach strategicznych, takich jak: Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. (PEP2040) oraz Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) gdzie wskazano jako projekt strategiczny - Rozwój i wykorzystanie potencjału geotermalnego w Polsce (<https://www.gov.pl/web/klimat/projekt-strategiczny>). Jednym ze szczegółowych celów Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. jest cel nr 6 – Rozwój odnawialnych źródeł energii, w którym przewiduje się wzrost znaczenia geotermii w ciepłownictwie systemowym (Monitor Polski 2021 r. poz. 264). Rada Ministrów 29 marca 2022 r. przyjęła założenia do aktualizacji Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. – wzmocnienie bezpieczeństwa i niezależności energetycznej, przedłożone przez Ministra Klimatu i Środowiska (<https://www.gov.pl/web/ia/polityka-energetyczna-polski-do-2040-r-pep2040>). W założeniach tych podkreślono konieczność dalszego rozwoju odnawialnych źródeł energii również przy uwzględnieniu poprawy jakości środowiska naturalnego.

Celem projektu strategicznego jest stworzenie warunków dla promocji oraz rozwoju energetyki odnawialnej, bazującej na źródłach geotermalnych oraz wykorzystanie istniejącego potencjału geoenergetycznego zasobów geotermicznych Polski (<https://www.gov.pl/web/klimat/projekt-strategiczny>).

2.3. Podstawowe pojęcia i definicje

Balneologia — dziedzina wiedzy medycznej zajmująca się badaniami i praktycznym stosowaniem naturalnych metod leczniczych wykorzystujących wody mineralne, gazy i peloidy (wg Ponikowskiej, red., 2015).

Balneoterapia — zespół metod leczniczych, które wykorzystują naturalne wody mineralne lecznicze, gazy i peloidy. Metody balneologiczne mają zastosowanie w leczeniu, profilaktyce i rehabilitacji większości chorób przewlekłych (wg Ponikowskiej, red., 2015).

Ciepłownictwo — dział energetyki zajmujący się wytwarzaniem energii cieplnej oraz jej przesyłaniem (www.sjp.pwn.pl)

Dublet geotermalny — system eksploatacji wód termalnych składający się z pary otworów połączonych rurociągiem. Jeden z nich jest otworem eksploatacyjnym służącym do wydobywania wody, drugi natomiast otworem chłonnym służącym do włączania wykorzystanej wody do poziomu wodonośnego (z którego wcześniej została wydobyta), w celu m.in. odbudowy części zasobów (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Efekt ekologiczny — zmniejszenie ilości zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska w relacji przed i po rozpoczęciu eksploatacji nowych urządzeń, będących przedmiotem inwestycji (www.wfosigw.pl)

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 Mufflera, Cataldiego, 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).

Koncesja geologiczna — tu: decyzja administracyjna, według obowiązującej Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze regulująca (Dz. U. 2024 poz. 1290 tj.), działalność w zakresie: 1) poszukiwania lub rozpoznawania złóż kopalin, o których mowa w art. 10 ust. 1, z wyłączeniem złóż węglowodorów, 2) wydobywania kopalin ze złóż, 2a) poszukiwania i rozpoznawania złóż węglowodorów oraz wydobywania węglowodorów ze złóż, 3) podziemnego bezzbiornikowego magazynowania substancji, 4) podziemnego składowania odpadów, 5) podziemnego składowania dwutlenku węgla.

Mineralizacja — podstawowa cecha chemiczna wody określana w badaniach hydrogeologicznych, m.in. przy ocenie jakości wody i w różnego rodzaju klasyfikacjach wód (wg Dowgiałły i in., red., 2002). Jest sumą rozpuszczonych w wodzie substancji mineralnych wyrażoną w mg/dm³ lub g/dm³. Na substancje te składają się: makroskładniki (jony główne), składniki (jony) podrzędne, mikroskładniki (mikroelementy) i składniki niezdysoncjowane (wg Ponikowskiej, red., 2015).

Moc zainstalowana — moc osiągalna cieplna elektrociepłowni lub ciepłowni - maksymalna trwała moc cieplna, z jaką wytwórca jest w stanie zasilac sieć ciepłowniczą lub bezpośrednio odbiorców. Osiągalna moc cieplna elektrociepłowni powinna być określona na zasadach i warunkach omawianych przy definiowaniu osiągalnej mocy elektrycznej. Moc osiągalna cieplna elektrociepłowni jest określana na wyjściu z elektrociepłowni, niezależnie od warunków istniejących w sieci ciepłowniczej i wielkości zapotrzebowania ze strony odbiorców, przy takim

obciążeniu elektrycznym, które nie ogranicza oddawania ciepła (www.stat.gov.pl).

Obszar górniczy — przestrzeń, w której granicach przedsiębiorca jest uprawniony do wydobywania kopaliny oraz prowadzenia robót górniczych niezbędnych do wykonywania koncesji (wg *Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. 2024 poz. 1290 tj.)).

Obszar perspektywiczny dla zagospodarowania wód termalnych — obszar charakteryzujący się występowaniem potencjalnie najlepszych warunków geologicznych i hydrogeologicznych do lokalizowania inwestycji, których głównym celem jest pozyskanie energii cieplnej z wód (Socha, red., 2020b).

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

Rekreacja — tu: wykorzystanie wód leczniczych i termalnych w basenach kąpielowych dostępnych bez nadzoru lekarza.

Robota geologiczna — wykonywanie w ramach prac geologicznych wszelkich czynności poniżej powierzchni ziemi, w tym wykonywanych przy użyciu środków strzałowych, a także likwidacja wyrobisk po tych czynnościach (wg *Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. 2024 poz. 1290 tj.)).

Solanka — woda podziemna o zawartości rozpuszczonych składników mineralnych stałych nie mniejszej niż 35 g/dm^3 (wg *Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. 2024 poz. 1290 tj.)).

System geotermalny — odnosi się do poziomów wodonośnych, w których zgromadzone są wody termalne. Źłóża wód termalnych występują w strukturach hydrogeologicznych, będących wydzielonymi częściami systemów wodonośnych o zbliżonych warunkach hydrogeologicznych (Ciężkowski, Kapuściński, 2011).

Typ chemiczny (hydrochemiczny) wody — chemizm wody określony zwykle na podstawie dominujących w wodzie jonów (kationów i anionów) i składników swoistych, przedstawiony w formie uzależnionej od zastosowanej klasyfikacji hydrochemicznej.

Uzdrowisko — obszar, na którym jest prowadzone lecznictwo uzdrowiskowe, wydzielony w celu wykorzystania i ochrony znajdujących się na jego obszarze naturalnych surowców leczniczych, spełniający warunki określone w ustawie z 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, i któremu nadano status uzdrowiska. Miejscowości będące uzdrowiskami oprócz naturalnych surowców leczniczych (wód, gazów i torfów) powinny odznaczać się klimatem o właściwościach leczniczych oraz dysponować fachowym personelem służby zdrowia i urządzeniami umożliwiającymi prowadzenie leczenia, rehabilitacji i profilaktyki.

Woda lecznicza — [1] woda podziemna, która pod względem chemicznym i mikrobiologicznym nie jest zanieczyszczona, cechuje się naturalną zmiennością cech fizycznych i chemicznych. Woda ta musi zawierać co najmniej jeden z wymienionych składników:

- rozpuszczone składniki mineralne stałe – nie mniej niż 1000 mg/dm^3 ;
- jon żelazawy – nie mniej niż 10 mg/dm^3 (wody żelaziste);
- jon fluorkowy – nie mniej niż 2 mg/dm^3 (wody fluorkowe);

- jon jodkowy – nie mniej niż 1 mg/dm³ (wody jodkowe);
- siarkę dwuwartościową – nie mniej niż 1 mg/dm³ (wody siarczkowe);
- kwas metakrzemowy – nie mniej niż 70 mg/dm³ (wody krzemowe);
- radon – nie mniej niż 74 Bq/dm³ (wody radonowe);
- dwutlenek węgla niezwiązany – nie mniej niż 250 mg/dm³ (od 250 do 1000 mg/dm³ to wody kwasowęglowe, a powyżej 1000 mg/dm³ – szczawy) (wg *Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. 2024 poz. 1290 tj.)).

— [2] woda podziemna, w tym: lecznicza woda mineralna, słabozmineralizowana lecznicza woda swoista, lecznicza woda mineralna swoista, której skład chemiczny i/lub właściwości fizykochemiczne warunkują określone działanie lecznicze, potwierdzone empirycznie lub badaniami farmakodynamicznymi oraz klinicznymi, spełniająca wymagania jakościowe dotyczące klasyfikacji balneochemicznej oraz bezpieczeństwa zdrowotnego i przydatności do zabiegów kuracyjnych, potwierdzone świadectwem wydanym wg przepisów aktualnego rozporządzenia Ministra Zdrowia przez uprawnioną instytucję – jednostkę naukowo-badawczą (wg Ponikowskiej, red., 2015).

Woda lecznicza termalna — woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie niższą niż 20°C, z wyjątkiem wody pochodzącej z odwadniania wyrobisk górniczych (wg *Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. 2024 poz. 1290 tj.)) oraz która spełnia wymagania wody leczniczej.

Woda podziemna zaliczona do kopalin — woda lecznicza, termalna i solanka (wg *Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. 2024 poz. 1290 tj.)).

Woda potencjalnie lecznicza — zwyczajowa nazwa wód mineralnych (zawierających co najmniej 1000 mg/dm³ rozpuszczonych składników stałych) i/lub swoistych, które spełniają wymogi wód leczniczych. Wody te były lub w przyszłości mogą zostać zaliczone do kopalin (wg Leksykonu PSH, zmodyfikowano: <https://www.pgi.gov.pl/psh/psh-2/baza-wiedzy-hydrogeologicznej/945-leksykon-psh.html>).

Woda swoista — wody zawierające w dm³ poniżej 1000 mg rozpuszczonych składników stałych, w tym jeden lub więcej składników leczniczych swoistych w podanych lub wyższych stężeniach: a) 1 mg jodków – woda jodkowa, b) 1 mg siarczków lub innych związków siarki (II) – woda siarczkowa, c) 2 mg fluorków – woda fluorkowa, d) 10 mg żelaza (II) – woda żelazista, e) 70 mg kwasu metakrzemowego – woda krzemowa, f) 1000 mg niezwiązanego dwutlenku węgla – szczawa, g) 250–999 mg niezwiązanego dwutlenku węgla – woda kwasowęglowa lub h) wykazująca na wypływie z ujęcia temperaturę co najmniej 20°C – woda termalna, i) wykazująca aktywność promieniotwórczą co najmniej 74 Bq/dm³ – woda radonowa. W charakterystyce wody swoistej wymienia się zawarte w niej składniki swoiste w porządku malejących stężeń (*Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości*).

Woda termalna — woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie niższą niż 20°C, z wyjątkiem wody pochodzącej z odwadniania wyrobisk górniczych (wg *Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. 2024 poz. 1290 tj.)).

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., red., 2002).

Zasoby dyspozycyjne — ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z obszaru bilansowego w określonych warunkach środowiskowych i hydrogeologicznych, bez wskazywania szczegółowej lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujmowania wód, a w przypadku współwystępowania wód podziemnych oraz solanek, wód leczniczych i termalnych – z uwzględnieniem podziału na typy wód i współoddziaływania ujęć tych wód (wg *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej*)

Zasoby eksploatacyjne — ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z ujęcia w danych warunkach hydrogeologicznych i techniczno-ekonomicznych, z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę i z zachowaniem wymogów ochrony środowiska (wg *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji...*).

Zasoby odnawialne wód podziemnych — ilość wód podziemnych pochodzących z uzupełniania zasobów wód podziemnych określonego zbiornika drogą naturalnej infiltracji w miejsce ich ubytku na skutek drenażu naturalnego i sztucznego (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Zbiornik wód podziemnych — zespół przepuszczalnych utworów wodonośnych o użytkowym znaczeniu zasobów wód w nich zawartych, którego granice są określone na podstawie parametrów hydrogeologicznych lub warunków hydrodynamicznych oraz warunków formowania się zasobów (wg Dowgiałły i in., red., 2002).

Złoże kopaliny — naturalne nagromadzenie minerałów i skał oraz innych substancji, których wydobywanie może przynieść korzyść gospodarczą (wg *Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. 2024 poz. 1290 tj.)). Wody podziemne zaliczone do kopaliny są specyficzną grupą kopaliny, wyróżniającą się często m.in. odnawialnością zasobów oraz przemieszczaniem się (ruchem) w ośrodku skalnym. Z tego też względu zamiennie jest stosowany termin → **złoże wód podziemnych**.

Złoże wód podziemnych — zbiorowisko wód podziemnych, którego eksploatacja może przynosić korzyść gospodarczą. Woda ze złoża wód podziemnych może być ujmowana, pobierana i wykorzystana do celów użytkowych. Ważnymi cechami złoża wód podziemnych są wielkość jego zasobów oraz jakość wód (wg Dowgiałły i in., red., 2002). W niniejszym opracowaniu do złóż wód leczniczych zalicza się te, które zaliczono do kopaliny na podstawie aktów prawnych obowiązujących do 2011 r. (zgodnie z art. 203 ust. 1 ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. 2024 poz. 1290 tj.)) oraz udokumentowane w okresie późniejszym.

3. WODY TERMALNE

3.1. Podział regionalny występowania wód termalnych w Polsce

Z uwagi na zróżnicowane warunki geologiczno-strukturalne oraz położenie na styku 3 głównych struktur tektonicznych Europy Środkowej (Stupnicka, 2013), obszar Polski jest zróżnicowany pod względem możliwości występowania wód termalnych. Różnorodność ta wpływa także na kształtowanie właściwości fizykochemicznych wód i tym samym na tworzenie się różnych typów wód podziemnych. Wraz z ich rozpoznawaniem i dokumentowaniem dokonywano uogólnień dla poszczególnych rejonów ich występowania. Na tej podstawie na przestrzeni lat powstało wiele regionalizacji hydrogeologicznych opierających się na różnorodnych kryteriach. Odnosiły się one jednak głównie do wód mineralnych, z uwagi na powszechność ich występowania i częste przejawy tego typu wód w postaci źródeł. Podstawowa i powszechnie stosowana regionalizacja hydrogeologiczna, uwzględniona również w niniejszym opracowaniu, została zaproponowana przez Paczyńskiego i Płochniewskiego (1996), a następnie zmodyfikowana przez Dowgiałłę i Paczyńskiego (2002) (tab. 3.1.1, fig. 3.1.1). Opiera się na 4 typach jednostek: prowincjach, regionach, subregionach i rejonach. Na podstawie kryteriów geologiczno-strukturalnych, z uwzględnieniem wydzielení litofacjalnych istotnych dla kształtowania właściwości wód podziemnych oraz dominujących typów wód, wyodrębniono 4 jednostki najwyższej rangi – prowincje: platformy prekambryjskiej (A), platformy paleozoicznej (B), sudecką (C) i karpacką (D). Następnie podzielono je na jednostki niższego rzędu – regiony, za które uznano na obszarach platformowych synklinoria i antyklinoria oraz wyniesienia i obniżenia podłoża krystalicznego, a na obszarach górskich i przedgórskich – zapadliska, niecki i cokoły. Celem wyróżnienia obszarów występowania szczególnie cennych wód lub zaznaczenia braku perspektyw dla ich poszukiwania wyznaczono subregiony, a w przypadku niepewnego przebiegu granic – rejonu (Paczyński, Płochniewski, 1996; Dowgiałło, Paczyński, 2002; Dowgiałło, 2007).

Tab. 3.1.1. Regionalizacja hydrogeologiczna wód potencjalnie leczniczych Polski (Dowgiało, Paczyński, 2002)

Prowincja	Region	Subregion – 1 Rejon – a
A – platformy prekambryjskiej	AI – wyniesienia Łeby	–
	AII – basenu bałtyckiego	–
	AIII – wyniesienia mazursko-suwańskiego	a – augustowski
	AIV – zapadliska podlaskiego	a – białowiecki
	AV – wyniesienia lubelskiego	a – wiszniński
B – platformy paleozoicznej	BI – synklinorium brzeźnego	–
	BII – antyklinorium środkowopolskiego	1 – świętokrzyski
	BIII – synklinorium szczecińsko-miechowskiego	–
	BIV – monokliny przedsudeckiej	–
	BV – zapadliska górnośląskiego	–
C – sudecka	CI – bloku przedsudeckiego	a – niemodliński
	CII – Sudetów	1 – zewnętrznosudecki
		2 – wewnętrznosudecki
		a – izerski
D – karpacka	DI – zapadliska przedkarpackiego	1 – zachodni
		a – kędzierzyński
		b – oświęcimski
		2 – wschodni
	DII – Karpat zewnętrznych	–
	DIII – Karpat wewnętrznych	1 – pieniński
		2 – podhalański
		3 – tatrzański

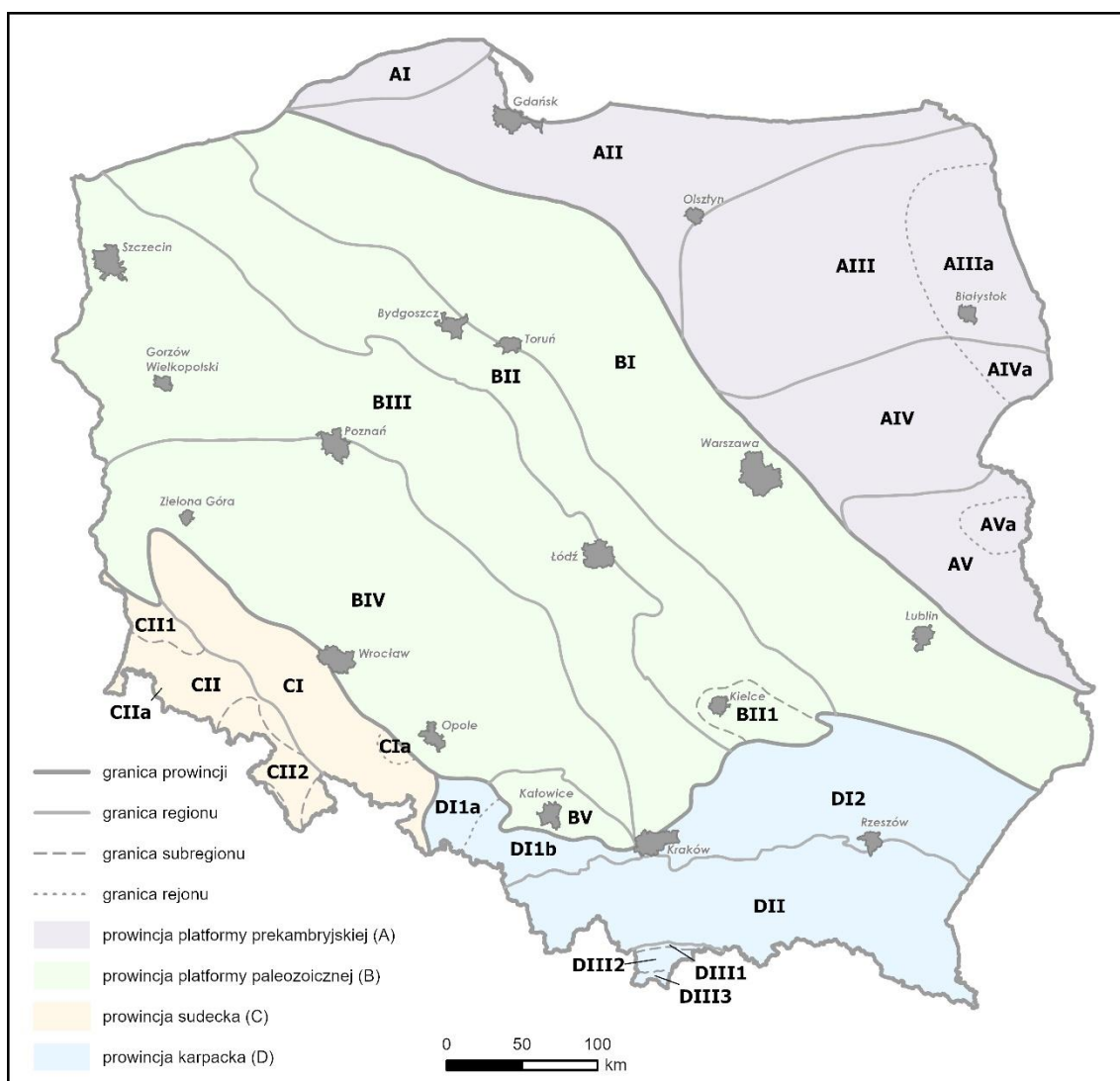


Fig. 3.1.1. Regionalizacja hydrogeologiczna wód potencjalnie leczniczych Polski (wg Dowgiałły, Paczyńskiego, 2002)
Symbole jednostek hydrogeologicznych zgodne z tabelą 3.1.1.

Prowincja platformy prekambryjskiej (A) obejmuje północno-wschodnią część Polski. Charakteryzuje się stosunkowo płytkim występowaniem podłoża krystalicznego (w rejonach elewacji już na głębokości 400–500 m) oraz intensywnymi procesami infiltracyjnymi, które odpowiadają za ogólne wysłodzenie i obniżenie temperatury wód podziemnych. Na obszarze północno-wschodniej Polski szczególny wpływ na wychłodzenie wód miało ostatnie zlodowacenie i związane z nim zmiany klimatyczne, co przejawia się bardzo niskimi wartościami strumienia ciepłego i zaburzeniami gradientu termicznego, gdyż na głębokości 300–400 m występuje wieczna zmarzlina. Prowincja platformy prekambryjskiej jest zatem najuboższa w wody termalne (1 otwór eksploatacyjny – tab. 3.1.2) i lecznicze termalne (4 otwory eksploatacyjne – tab. 3.1.3) oraz zmineralizowane i swoiste (potencjalnie lecznicze) (Paczyński, Płochniński, 1996; Dowgiałło, Paczyński, 2002; Majorowicz i in., 2002; Dowgiałło, 2007).

W obrębie platformy prekambryjskiej wydzielono naprzemianległe regiony wzniesień i obniżień strukturalnych: wyniesienie Łęby, basen bałtycki, wyniesienie mazursko-suwańskie, zapadlisko podlaskie oraz wyniesienie lubelskie. Części regionów, w których stwierdzono wyłącznie wody zwykłe, wyodrębniono w postaci rejonów: augustowskiego, białowieskiego, wisznickiego (Paczyński, Płochniński, 1996; Dowgiałło, Paczyński, 2002).

Prowincja platformy paleozoicznej (B) jest największą spośród wydzielonych prowincji, obejmuje północno-zachodnią i centralną część Polski. Charakteryzuje się głębokim występowaniem podłoża krystalicznego, miejscami na głębokości dochodzącej do 12 km (Guterch, Grad, 2006). W obrębie platformy paleozoicznej główny wpływ na procesy kształtowania się składu chemicznego wód mają miększe utwory solonośne cechsztynu i obecność tektoniki solnej. Największe znaczenie dla występowania wód mineralnych i termalnych mają tu utwory kredy dolnej i jury dolnej. W obrębie platformy paleozoicznej wody termalne ujęte są 25 otworami eksploatacyjnymi, przy czym 8 z nich ujmie zbiornik kredy dolnej, a 14 – zbiornik jury dolnej (tab. 3.1.2). Wody lecznicze termalne udokumentowano natomiast 17 otworami, przy czym zbiornik dolnojurajski został ujęty 9 z nich, a zbiornik dolnokredowy – 2 otworami (tab. 3.1.3). Wtłaczanie wód termalnych do warstwy wodonośnej odbywa się w sumie 14 otworami (tab. 3.1.4). Na całym obszarze prowincji dominuje chlorkowy typ wód. Rzadziej dokumentuje się wody siarczanowe i siarczanowo-siarczkowe, związane z występowaniem gipsów i anhydrytów (Paczyński, Płochniewski, 1996; Dowgiałło, 2007).

W obrębie prowincji platformy paleozoicznej wydzielono 5 regionów hydrogeologicznych: synklinorium brzeżnego, antyklinorium środkowopolskiego, synklinorium szczecińsko-miechowskiego, monokliny przedsudeckiej i zapadliska górnośląskiego. W granicach antyklinorium środkowopolskiego wyróżniono dodatkowo subregion świętokrzyski, w którym perspektywy poszukiwania wód mineralnych i termalnych są znikome (Paczyński, Płochniewski, 1996; Dowgiałło, Paczyński, 2002).

Prowincja sudecka (C) obejmuje Sudety i graniczący z nimi od północnego wschodu blok przedsudecki. Jest wyraźnie wyodrębnioną jednostką, wyróżniającą się od pozostałych dominacją skał krystalicznych, w obrębie których występują głębokie strefy dyslokacyjne, które tworzą drogi przepływu i naturalnego drenażu wód podziemnych. W związku z charakterystyczną tzw. mozaikową budową geologiczną obszaru i tym samym obecnością izolowanych od siebie struktur blokowych, w nieznacznych odległościach od siebie występują wody o zróżnicowanym typie chemicznym i temperaturze, a także współwystępują ze sobą wody zwykłe i mineralne lub swoiste. Zasięg głębokościowy strefy współczesnej infiltracji jest bardzo duży i dochodzi lokalnie do 2000 m. W obrębie jednostki niemal nie obserwuje się wysoko zmineralizowanych wód chlorkowych, natomiast obecne są wody charakterystyczne dla wulkanizmu neogeńskiego i czwartorzędowego, tj. szczawy i wody kwasowęglowe, wody radonowe i termalne. Obszar ten wyróżnia się korzystnymi warunkami geotermicznymi (Paczyński, Płochniewski, 1996; Dowgiałło, Paczyński, 2002; Dowgiałło, 2007). Kształtowane są one wskutek przenoszenia ciepła w drodze kondukcji (przewodzenie skał) lub konwekcji (unoszenie ciepła) przez wody podziemne, a także w wyniku wydzielania ciepła z rozpadających się naturalnych izotopów promieniotwórczych znajdujących się w skałach (ciepło radiogeniczne) (Ciężkowski i in., 2011). W obrębie prowincji sudeckiej wody termalne ujęto dotychczas 2 otworami (tab. 3.1.2), natomiast wody lecznicze termalne – 12 otworami (tab. 3.1.3).

W obrębie prowincji sudeckiej wydzielono dwa regiony: Sudetów i bloku przedsudeckiego, zróżnicowane pod względem budowy geologicznej, stopnia rozpoznania oraz przejawów wód mineralnych i termalnych (tab. 3.1.2, 3.1.3). Rozdziela je sudecki uskok brzeżny o kierunku NW–SE. Region bloku przedsudeckiego jest najsłabiej rozpoznany obszarem Polski. W jego obrębie wydzielono rejon niemodliński, w którym udokumentowano szczawy mineralne. W regionie sudeckim wyodrębniono natomiast dwa subregiony: zewnątrzsudecki i wewnątrzsudecki z rejonem izerskim (Paczyński, Płochniewski, 1996; Dowgiałło, Paczyński, 2002; Dowgiałło, 2007).

Pod względem występowania wód termalnych Dowgiałło (2001) wydzielił natomiast sudecki region geotermiczny (SRG), który podzielił na cztery zróżnicowane pod względem warunków

hydrodynamicznych obszary. W ten sposób w obrębie regionu Sudetów wyróżniono obszary jeleniogórski i wałbrzysko-kłodzki, natomiast na bloku przedsudeckim – legnicki i świdnicko-niemodliński (fig. 3.1.2.) (Dowgiałło, 2001).

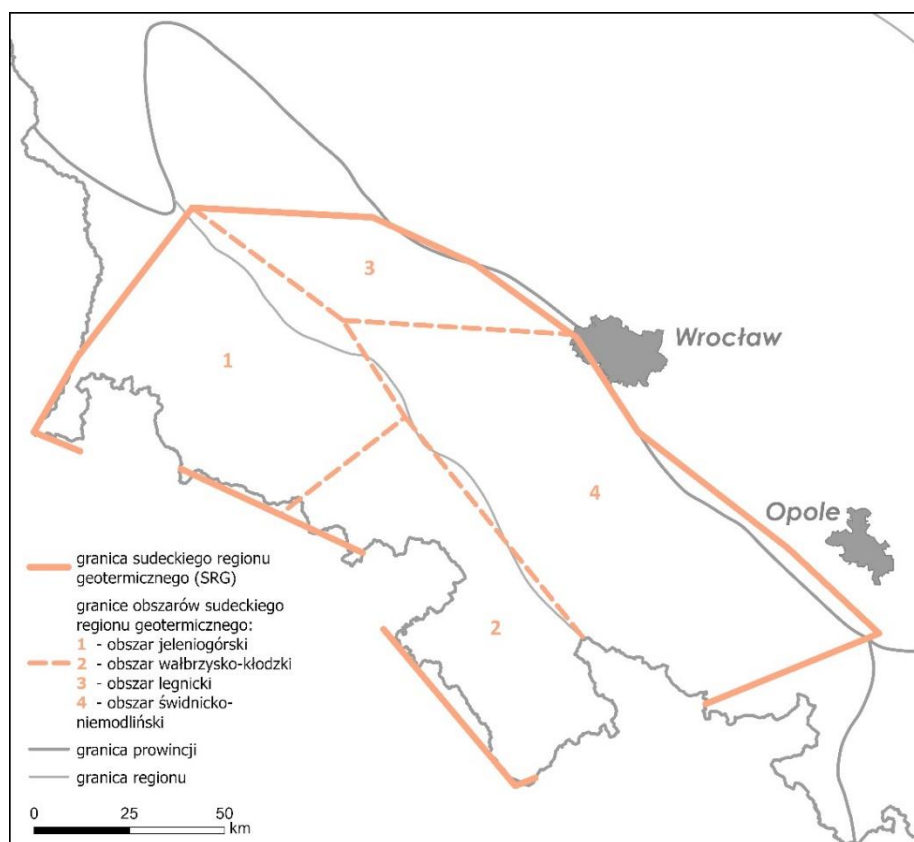


Fig. 3.1.2. Sudecki region geotermiczny (wg Dowgiałły, 2001)

Prowincja karpacka (D) obejmuje jednostki strukturalne związane z powstaniem Karpat, tj. zapadlisko przedkarpackie, Karpaty zewnętrzne i Karpaty wewnętrzne. Ten sam podział zachowano podczas wydzielania regionów hydrogeologicznych. W regionie zapadliska przedkarpackiego wody termalne zostały ujęte jednym otworem (tab. 3.1.2), podobnie wody lecznicze termalne (tab. 3.1.3). Kolejny region – Karpat zewnętrznych – charakteryzuje się występowaniem miąższych utworów fliszowych, tworzących górne piętro strukturalne i hydrogeologiczne, pod którymi zalegają utwory paleozoiku. Z uwagi na płaszczowinową budowę geologiczną tego obszaru, warunki występowania wód podziemnych są bardzo złożone, a zasobność poziomów wodonośnych jest mała. W obrębie Karpat zewnętrznych wody termalne ujęto dotychczas tylko jednym otworem (tab. 3.1.2), natomiast lecznicze termalne – 7 otworami (tab. 3.1.3). Wtłaczanie wód leczniczych termalnych prowadzone jest jednym otworem (tab. 3.1.4). Niewielką, ale bardzo istotną z uwagi na występowanie wód termalnych część prowincji karpackiej stanowi region Karpat wewnętrznych. W jego obrębie wydzielono trzy subregiony: pieniński, podhalański i tatrzański. Subregion pieniński jest obszarem o bardzo słabej wodonośności, a utwory węglanowe budujące pieniński pas skałkowy stanowią szczelną barierę dla przepływu wód termalnych. Subregion podhalański stanowi typowy śródgórski basen artezyjski. Poziomy wodonośne tworzą mezozoiczne wapienie i osady klastyczne płaszczowin tatrzańskich oraz zalegające na nich niezgodnie węglanowe i fliszowe osady paleogenu. Strefę zasilania wód podziemnych tego obszaru stanowią Tatry, wydzielone jako subregion tatrzański (Paczyński, Płochniewski, 1996; Chowaniec i in., 2001; Dowgiałło, Paczyński, 2002; Dowgiałło, 2007). Wody

termalne ujęto w obrębie subregionu podhalańskiego za pośrednictwem 14 otworów (tab. 3.1.2). Wtłaczanie wód do warstwy wodonośnej prowadzi się natomiast 4 otworami (tab. 3.1.4).

Tab. 3.1.2. Liczba otworów eksploatacyjnych ujmujących wody termalne w poszczególnych jednostkach hydrogeologicznych wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.

Jednostka hydrogeologiczna Stratygrafia poziomu wodonośnego	Liczba otworów eksploatacyjnych
PROWINCJA PLATFORMY PREKAMBRYJSKIEJ (A)	1
Region basenu bałtyckiego	1
Jura dolna	1
PROWINCJA PLATFORMY PALEOZOICZNEJ (B)	22₂₀₂₂ 25₂₀₂₃
Region synklinorium brzeźnego	6₂₀₂₂ 8₂₀₂₃
Kreda dolna	3 ₂₀₂₂ 4 ₂₀₂₃
Jura górna + środkowa	1
Jura dolna	2 ₂₀₂₂ 3 ₂₀₂₃
Region antyklinorium środkowopolskiego	3
Jura dolna	3
Region synklinorium szczecińsko-miechowskiego	12₂₀₂₂ 13₂₀₂₃
Kreda dolna	3 ₂₀₂₂ 4 ₂₀₂₃
Jura dolna	8
Jura dolna–trias górny	1
Region monokliny przedsudeckiej	1
Jura dolna	1
PROWINCJA SUDECKA (C)	2
Region Sudetów	2
Karbon górny	2
PROWINCJA KARPACKA (D)	16
Region zapadliska przedkarpackiego	1
Kreda górna	1
Region Karpat zewnętrznych	1
Kreda górna; paleogen paleocen	1
Region Karpat wewnętrznych	14
Paleogen eocen; paleogen oligocen	1
Paleogen eocen; trias środkowy	1
Paleogen eocen; trias	1
Paleogen; trias	2
Paleogen–trias	1
Kreda–jura	1
Kreda–trias	1
Jura dolna	1
Jura–trias; paleogen	1
Jura–trias	1
Trias środkowy	1
Trias	2
Suma	41₂₀₂₂ 44₂₀₂₃

Tab. 3.1.3. Liczba otworów eksploatacyjnych ujmujących wody lecznicze termalne w poszczególnych jednostkach hydrogeologicznych wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.

Jednostka hydrogeologiczna Stratygrafia poziomu wodonośnego	Liczba otworów eksploatacyjnych
PROWINCJA PLATFORMY PREKAMBRYJSKIEJ (A)	4
Region wyniesienia Łeby	1
Perm dolny	1
Region basenu bałtyckiego	3
Jura środkowa + dolna	1
Trias	1
Trias dolny	1
PROWINCJA PLATFORMY PALEOZOICZNEJ (B)	17
Region synklinorium brzeźnego	4
Jura dolna	4
Region antyklinorium środkowopolskiego	6
Jura górna	2
Jura środkowa	1
Jura dolna	3
Region synklinorium szczecińsko-miechowskiego	3
Kreda dolna	2
Jura–trias	1
Region monokliny przedsudeckiej	4
Jura dolna	2
Trias środkowy + dolny	1
Trias–perm	1
PROWINCJA SUDECKA (C)	12
Region bloku przedsudeckiego	1
Kreda–prekambr	1
Region Sudetów	11
Karbon górny	4
Prekambr	6
Proterozoik	1
PROWINCJA KARPACKA (D)	8
Region zapadliska przedkarpackiego	1
Kreda górna	1
Region Karpat zewnętrznych	7
Paleogen oligocen	1
Paleogen	2
Dewon; neogen miocen	2
Dewon	2
Suma	41

Tab. 3.1.4. Liczba otworów chłonnych w poszczególnych jednostkach hydrogeologicznych wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.

Jednostka hydrogeologiczna Stratygrafia poziomu chłonnego	Liczba otworów chłonnych
PROWINCJA PLATFORMY PALEOZOICZNEJ (B)	13₂₀₂₂ 14₂₀₂₃
Region synklinorium brzeźnego	2
Jura dolna	2
Region antyklinorium środkowopolskiego	1
Jura dolna	1
Region synklinorium szczecińsko-miechowskiego	10₂₀₂₂ 11₂₀₂₃
Kreda dolna	2
Jura środkowa + dolna	1
Jura dolna	7 ₂₀₂₂ 8 ₂₀₂₃
PROWINCJA KARPACKA (D)	4₂₀₂₂ 5₂₀₂₃
Region Karpat zewnętrznych	1
Dewon	1
Region Karpat wewnętrznych	3₂₀₂₂ 4₂₀₂₃
Paleogen; trias środkowy	1
Trias środkowy	2 ₂₀₂₂ 3 ₂₀₂₃
Suma	17₂₀₂₂ 19₂₀₂₃

Oprócz powyżej przedstawionej i powszechnie stosowanej ogólnej regionalizacji hydrogeologicznej, na przestrzeni lat podejmowano również próby wydzielenia osobnej regionalizacji dla wód termalnych. Tym samym, biorąc pod uwagę kryteria geostrukturalne i geotermalne, obszar kraju podzielono na 3 prowincje: środkowoeuropejską, przedkarpacką i karpacką (fig. 3.1.3). W obrębie prowincji środkowoeuropejskiej wydzielono natomiast okręgi geotermalne: pomorski, przybałtycki, grudziądzko-warszawski, podlaski, lubelski, szczecińsko-łódzki i przedsudecko-świętokrzyski, które zdefiniowano jako „obszary występowania wód geotermalnych w umownych granicach, charakteryzujące się specyficzną budową geologiczną i warunkami występowania wód geotermalnych w kilku lub kilkunastu zbiornikach przynależnych do jednego lub kilku kompleksów geostrukturalnych” (Ney, Sokołowski, 1987; Sokołowski, red., 1995). Regionalizacja ta nie uwzględnia jednak w pełni warunków hydrodynamicznych, w związku z czym nie jest w praktyce stosowana.



Fig. 3.1.3. Prowincje i okręgi geotermalne Polski (wg Neya i Sokołowskiego, 1987)

Dla głównych zbiorników hydrogeotermalnych Nizżu Polskiego zaproponowano (Nawrocki, 2020) regionalizację użytkową, wydzielając regiony i subregiony geotermalne o największym znaczeniu użytkowym dla ciepłownictwa i rekreacji. Przyjęto, że do bezpośredniego wykorzystania w ciepłownictwie mogą zostać wykorzystane wody, których temperatura w stropie danego zbiornika wynosi powyżej 60°C, a do ciepłownictwa wspomaganego pompami absorpcyjnymi – w przedziale 40-60°C. Za wartość progową mineralizacji wód termalnych przyjęto 100 g/dm³. Do wykorzystania w celach rekreacyjnych przyjęto natomiast temperaturę wód wyższą niż 20°C i mineralizację nieprzekraczającą 35 g/dm³. Nie wprowadzono ograniczenia dotyczącego maksymalnej temperatury wód wykorzystywanych do rekreacji, ponieważ założono, że w pierwszej kolejności posłużą one do celów ciepłowniczych, a po schłodzeniu zostaną wykorzystane w basenach rekreacyjnych. W ten sposób wyznaczono obszary występowania wód termalnych w utworach kredy dolnej, jury dolnej i triasu dolnego, perspektywiczne pod kątem wykorzystania do celów ciepłowniczych i rekreacji.

W obrębie basenu hydrogeotermalnego kredy dolnej wyodrębniono 5 regionów z potencjałem do wykorzystania w ciepłownictwie (fig. 3.1.4, tab. 3.1.5). Spośród wydzielonych obszarów najlepszymi parametrami charakteryzuje się subregion goplańsko-uniejowski (B1) wyodrębniony w regionie żnińsko-pabianickim (B). Obszar ten wskazano jako umiarkowanie przydatny do ciepłownictwa niewspomaganego (temperatura wód powyżej 60°C, mineralizacja poniżej 100 g/dm³). Jako potencjalnie użyteczny dla ciepłownictwa wspomaganego (temperatura wód w granicach 40-60°C, mineralizacja poniżej 100 g/dm³) wytypowano subregion gnieźnieńsko-pabianicki (B3), będący częścią regionu żnińsko-pabianickiego (B), natomiast za umiarkowanie użyteczny do tego celu uznano region brodnicko-mszczonowski (A) i czarnkowsko-wągrowiecki (C) oraz subregion nowogrodzko-

drawieński (D2) wydzielony w obrębie regionu szczecińsko-strzeleckiego (D) (Nawrocki, 2020; Nawrocki, Socha, 2021).

W zakresie możliwości wykorzystania wód dolnokredowego zbiornika hydrogeotermalnego do celów rekreacyjnych wydzielono cztery regiony (fig. 3.1.5, tab. 3.1.5). Wody o wysokiej przydatności do rekreacji występują w subregionie płocko-radomskim (A1), wyodrębnionym w regionie nadwiślańskim (A) i w subregionie uniejowskim (B1), stanowiącym część regionu gnieźnieńsko-piotrkowskiego (B). Pozostałe regiony określono jako umiarkowanie przydatne do wykorzystania w rekreacji (Nawrocki, 2020; Nawrocki, Socha, 2021).

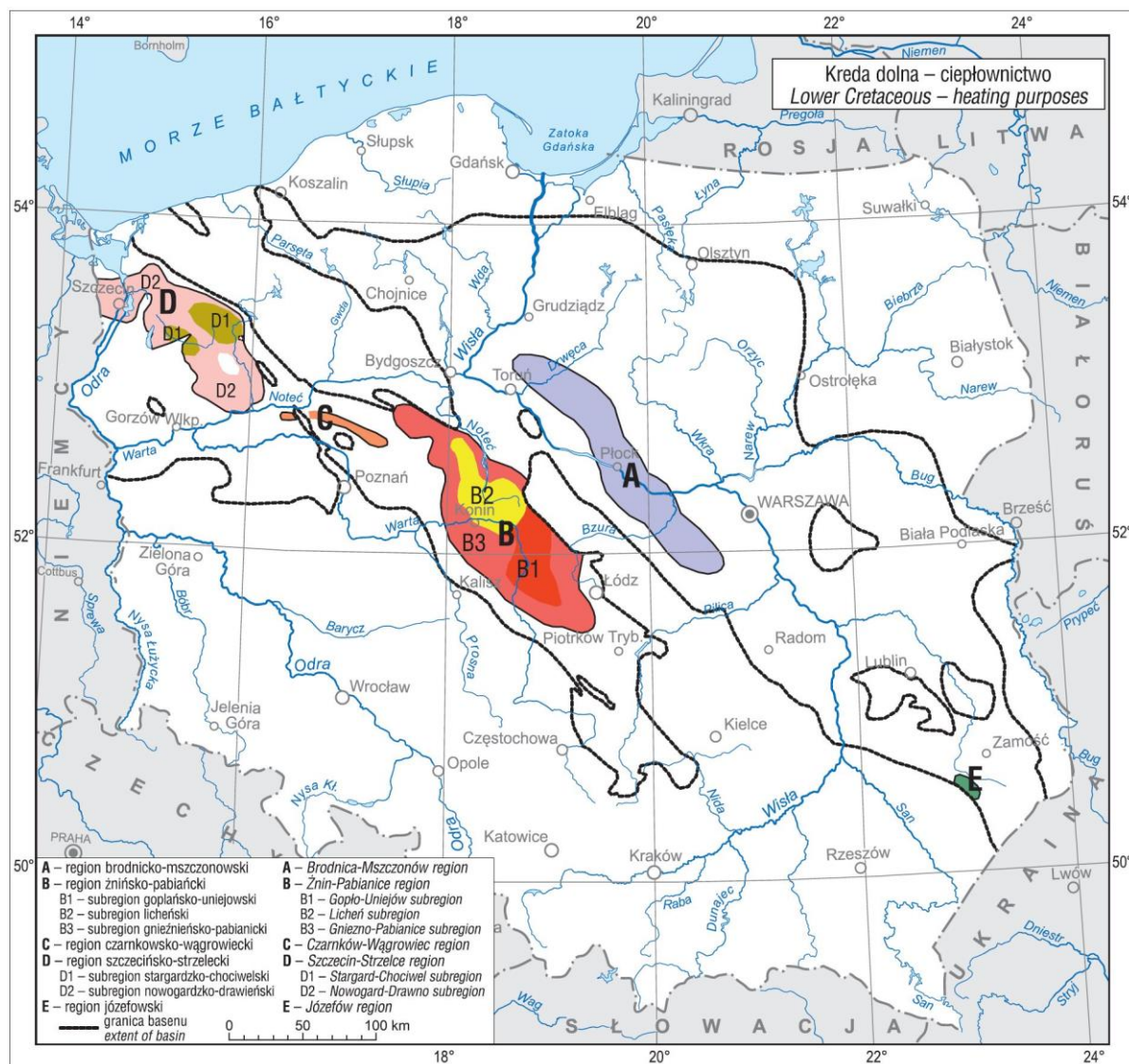


Fig. 3.1.4. Regiony występowania wód termalnych w zbiorniku kredy dolnej na Niżu Polskim, potencjalnie użytecznych do celów ciepłowniczych (Nawrocki, Socha, 2021)

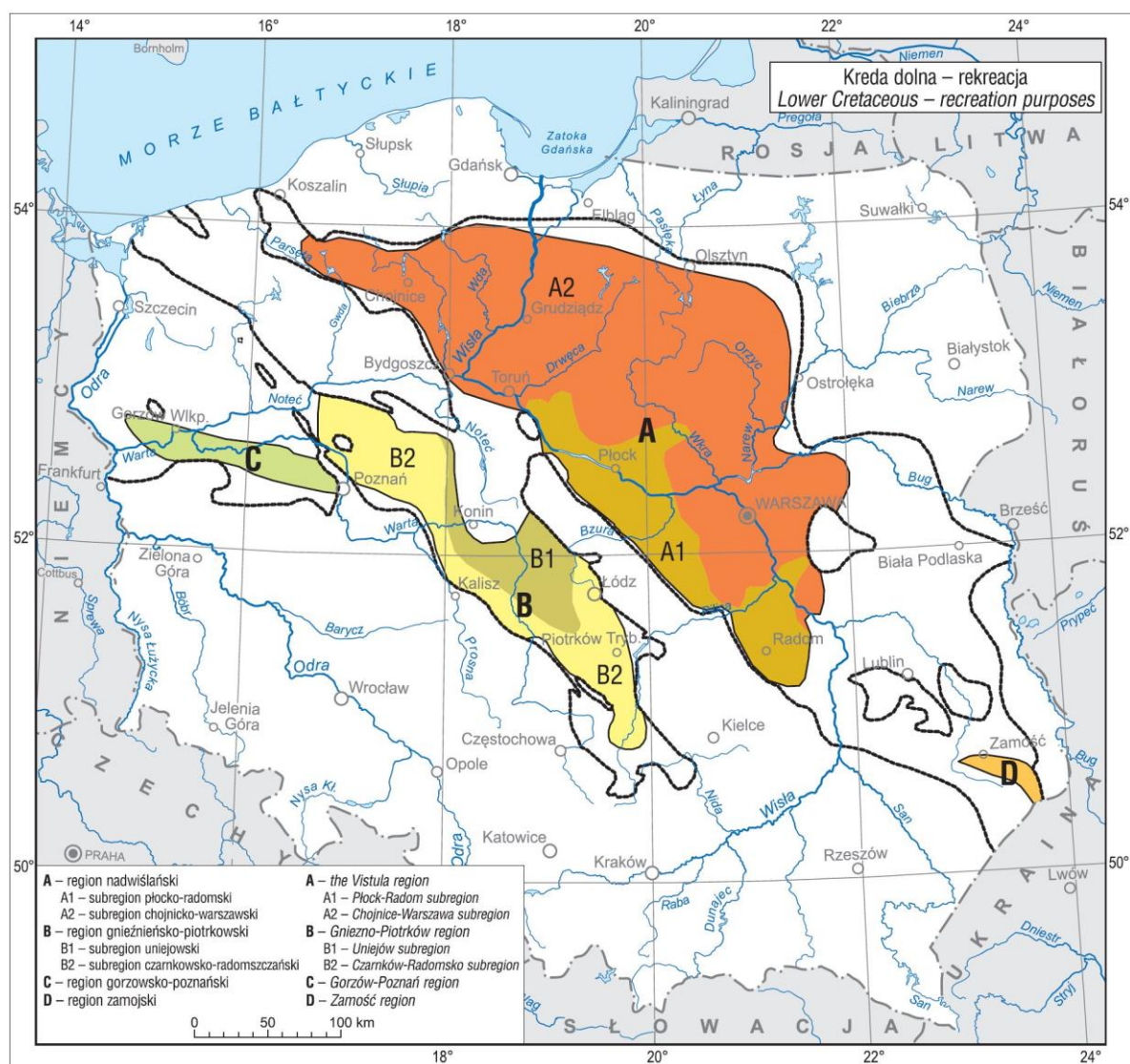


Fig. 3.1.5. Regiony występowania wód termalnych w zbiorniku kredy dolnej na Niżu Polskim, potencjalnie użytecznych do wykorzystania w celach rekreacyjnych (Nawrocki, Socha, 2021)

Tab. 3.1.5. Charakterystyka basenu hydrogeotermalnego kredy dolnej
(na podstawie Nawrockiego, 2020; Nawrockiego, Sochy, 2021)

BASEN HYDROGEOTERMALNY KREDY DOLNEJ								
Potencjał ciepłowniczy								
Nazwa regionu Nazwa subregionu	Temperatura [°C]	Mineralizacja [g/dm³]	Prognozowana wydajność [m³/h]	Strumień ciepłny [mW/m²]	Litologia utworów wodonośnych	Spąg utworów [m]	Mięższczość warstw wodonośnych [m]	
brodnicko-mszczonowski (A)	40-55	do 5 (lokalnie do 35)	od kilkudziesięciu do ponad 100	od poniżej 55 do powyżej 70	piaskowce	1100-1700	50-200	
żnińsko-pabianicki (B) goplańsko-uniejowski (B1)	powyżej 60	poniżej 35	od kilkudziesięciu do ponad 100	70-90	piaskowce z wkładkami mułowców	2000-2500	100, miejscami dochodzi do 250	
licheński (B2)		35-100 (miejscami powyżej 100)						
gnieźnieńsko-pabianicki (B3)	40-60	od poniżej 5 do powyżej 35				1000		
czarnkowsko-wągrowiecki (C)	40-50	powyżej 35 (poniżej 5 we wschodniej części)	od kilkudziesięciu do 100	70-90	piaskowce	1000-1500	od kilkudziesięciu do 100	
szczecińsko-strzelecki (D)	40-60 (miejscami powyżej 60)	powyżej 100	od kilku do kilkudziesięciu	od 70 do powyżej 90	piaskowce	900-1800	do 25	
józefowski (E)	40-50	35-100	od kilku do kilkunastu	60	piaski i piaskowce glaukonitowe	1100	kilkanaście	
Potencjał rekreacyjny								
nadwiślański (A)	40-50	poniżej 5	od kilkunastu do 100	poniżej 70	piaski i piaskowce	1200-1700	od 20 do ponad 200	
płocko-radomski (A1)			od kilku do kilkunastu			800-1400		
chojnicko-warszawski (A2)	20-40	5-30	od kilku do kilkunastu	70-90	piaskowce z wkładkami mułowców	1100-2100	20-200	
gnieźnieńsko-piotrowski (B)	50-70	do 35	powyżej 100			300-1100		
uniejowski (B1)		do 30	od kilku do kilkudziesięciu					
czarnkowsko-radomszczański (B2)	22-40	do 35	od kilku do kilkunastu	powyżej 90	piaski i piaskowce	500	kilkanaście	
gorzowsko-poznański (C)	20-30	do 35	od kilku do kilkunastu					
zamojski (D)	25-30	20-30	do kilkunastu	poniżej 70	piaski glaukonitowo-kwarcowe	500-700	kilka	

Największe znaczenie użytkowe ma basen hydrogeotermalny jury dolnej, w obrębie którego wydzielono 5 regionów perspektywicznych do wykorzystania w ciepłownictwie (fig. 3.1.6, tab. 3.1.6). Wody o umiarkowanej przydatności do ciepłownictwa niewspomagane występują w regionie toruńsko-kutnowskim (D) oraz subregionach: łódzkim (A1), wydzielonym w obrębie regionu piotrkowsko-radomskiego (A) i nowogardzko-skarszewskim (E1), stanowiącym część regionu szczecińsko-konińskiego (E). W zakresie wód termalnych potencjalnie użytecznych dla ciepłownictwa wspomagane dobre warunki przypisano regionowi poznańsko-kaliskiemu (B). Za umiarkowanie przydatne do tego celu wskazano subregiony: piotrkowsko-garwoliński (A2) i jedliński (A3) w obrębie regionu piotrkowsko-radomskiego (A) oraz pyrzycko-wrześnieński (E2) wyznaczony w regionie szczecińsko-konińskim (E) (Nawrocki, 2020; Nawrocki, Socha, 2021).

W zakresie wód termalnych zbiornika dolnojurskiego, potencjalnie użytecznych do rekreacji, wyznaczono 5 regionów (fig. 3.1.7, tab. 3.1.6). Wysoką przydatnością wyróżnia się subregion bełchatowsko-białobrzegi (B1) wydzielony w granicach regionu pabianicko-radomskiego (B). Pozostałe regiony uznano za umiarkowanie przydatne do tego celu (Nawrocki, 2020; Nawrocki, Socha, 2021).

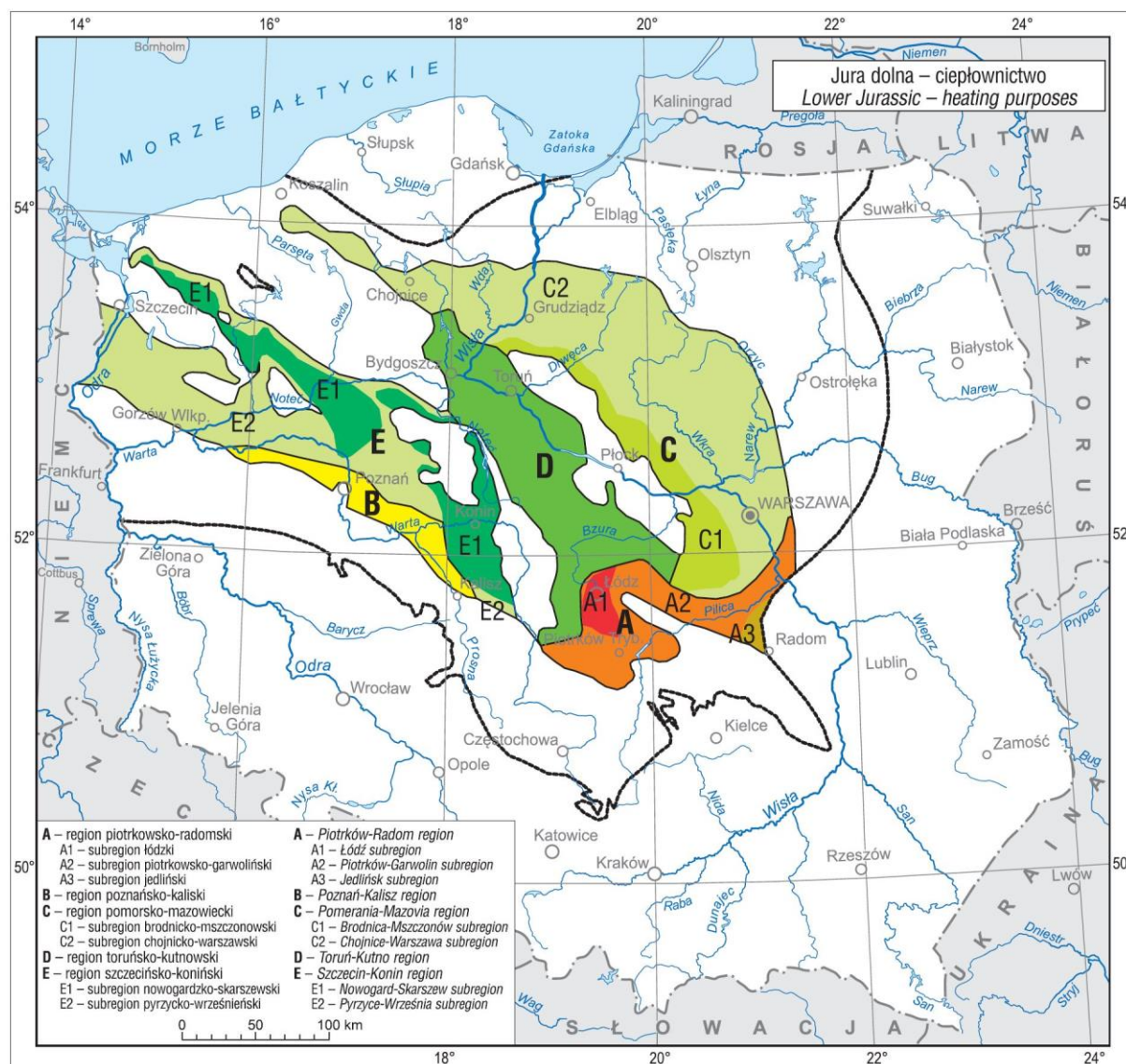


Fig. 3.1.6. Regiony występowania wód termalnych w zbiorniku jury dolnej na Niżu Polskim, potencjalnie użytecznych do celów ciepłowniczych (Nawrocki, Socha, 2021)

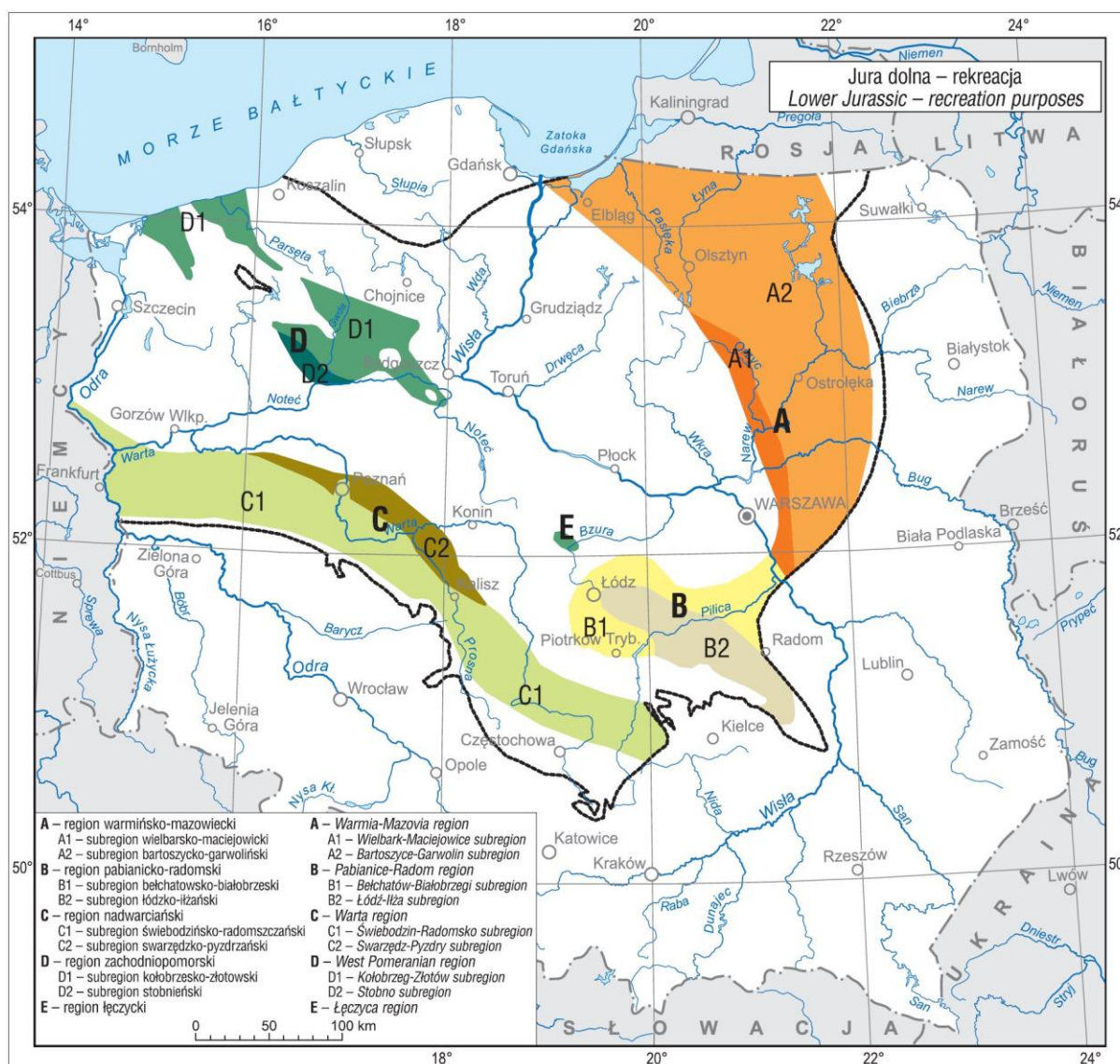


Fig. 3.1.7. Regiony występowania wód termalnych w zbiorniku jury dolnej na Niżu Polskim, potencjalnie użytecznych do wykorzystania w celach rekreacyjnych (Nawrocki, Socha, 2021)

Tab. 3.1.6. Charakterystyka basenu hydrogeotermalnego jury dolnej
(na podstawie Nawrockiego, 2020; Nawrockiego, Sochy, 2021)

BASEN HYDROGEOTERMALNY JURY DOLNEJ							
Potencjał ciepłowniczy							
Nazwa regionu Nazwa subregionu	Temperatura [°C]	Mineralizacja [g/dm³]	Prognozowana wydajność [m³/h]	Strumień ciepły [mW/m²]	Litologia utworów wodonośnych	Spąg utworów [m]	Mięższość warstw wodonośnych [m]
piotrkowko-radomski (A) łódzki (A1)	powyżej 60	25-35	powyżej 100	do 80	piaskowce	2500-2700	200-350
piotrkowsko-garwoliński (A2)	40-60	od kilku do 35	powyżej 100			1200-2200	30-400
jedliński (A3)	45	do 5	20-50			1200-1500	30-150
poznańsko-kaliski (B)	40-50	do 35	powyżej 100	powyżej 90	piaskowce	1000-1400	200-350
pomorsko-mazowiecki (C) brodnicko-mszczonowski (C1)	60-70	50-100	powyżej 100	poniżej 70	piaskowce	2400-2800	300-350
chojnicko-warszawski (C2)	40-50	40-80	około 100			1500-2500	100-250
toruńsko-kutnowski (D)	60-70	40-100	powyżej 100	powyżej 90	piaskowce	1600-3100	50-800
szczecińsko-koniński (E) nowogardzko-skarszewski (E1)	Powyżej 60	35-100	powyżej 100	powyżej 90	piaskowce	2100-2700	70-400
pyrzycko-wrzeńsieński (E2)	40-60	40-80		70-90		1300-2100	
Potencjał rekreacyjny							
warmińsko-mazowiecki (A) wielbarsko-maciejowski (A1)	40-45	30-35	powyżej 30	poniżej 70	piaskowce	600-1400	30-150
bartoszycko-garwoliński (A2)	20-40	kilka	15-30				
pabianicko-radomski (B) belchatowsko-białobrzegi (B1)	40-60	5-35	od kilkudziesięciu do powyżej 100	70-90	piaskowce i mułowce	1500-2500	30-500
łódzko-ilżański (B2)	20-40	4-10				1000-1500	
nadwarciański (C) świebodzińsko- radomszczański (C1)	40-60	20-35	powyżej 30	poniżej 70	piaskowce	1100-1700	50-450
swarzędzko-pyzdrzański (C2)	20-40	od poniżej 5 do 35				450-1100	
zachodniopomorski (D) kołobrzeczko-złotowski (D1)	20-30 (miejscami do 40)	od kilku do kilkunastu	od kilkudziesięciu do ponad 100	70-90	piaskowce	700-1280	400-600
stobnieński (D2)	40-60	do 35				1000-1500	
łęczycki (E)	50-60	do 35	do kilkudziesięciu	70-90	piaskowce przeławiczone utworami ilastymi	1500-2100	550-700

Basen hydrogeotermalny triasu dolnego ma marginalne znaczenie, zarówno w zakresie rekreacji, jak i ciepłownictwa. W jego obrębie wyróżniono 4 regiony potencjalnie użyteczne dla ciepłownictwa (fig. 3.1.8, tab. 3.1.7) i 5 regionów potencjalnie użytecznych do rekreacji (fig. 3.1.9, tab. 3.1.7). Analiza parametrów tego zbiornika wskazuje jednak na niski potencjał możliwości wykorzystania wód termalnych. Wskazano zaledwie jeden subregion –oleśnicki (C2), wydzielony w granicach regionu sycowskiego (C), w obrębie którego potencjał użytkowy określono jako umiarkowanie przydatny do celów ciepłownictwa wspomaganego (Nawrocki, 2020; Nawrocki, Socha, 2021).

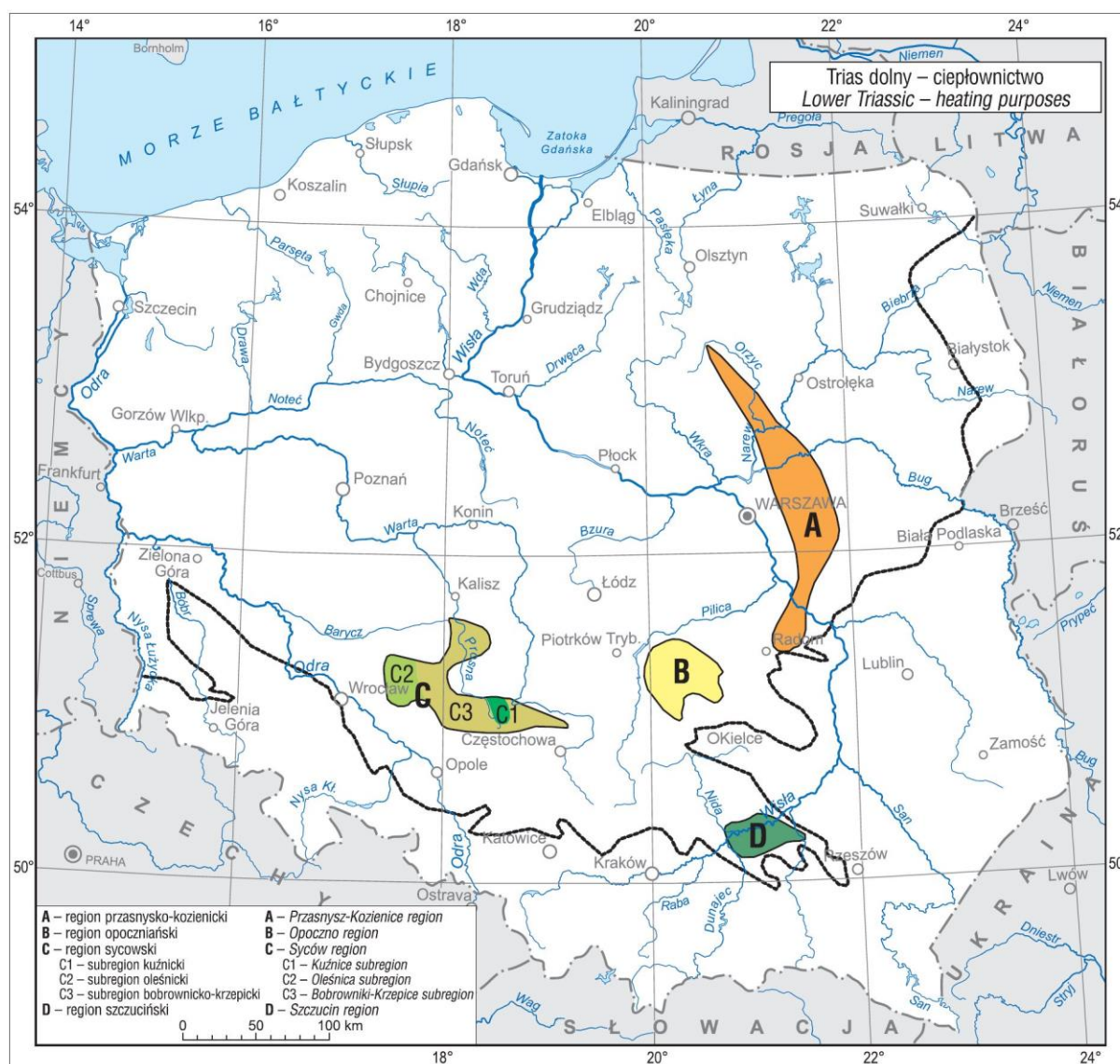


Fig. 3.1.8. Regiony występowania wód termalnych w zbiorniku triasu dolnego na Niżu Polskim, potencjalnie użytecznych do celów ciepłowniczych (Nawrocki, Socha, 2021)

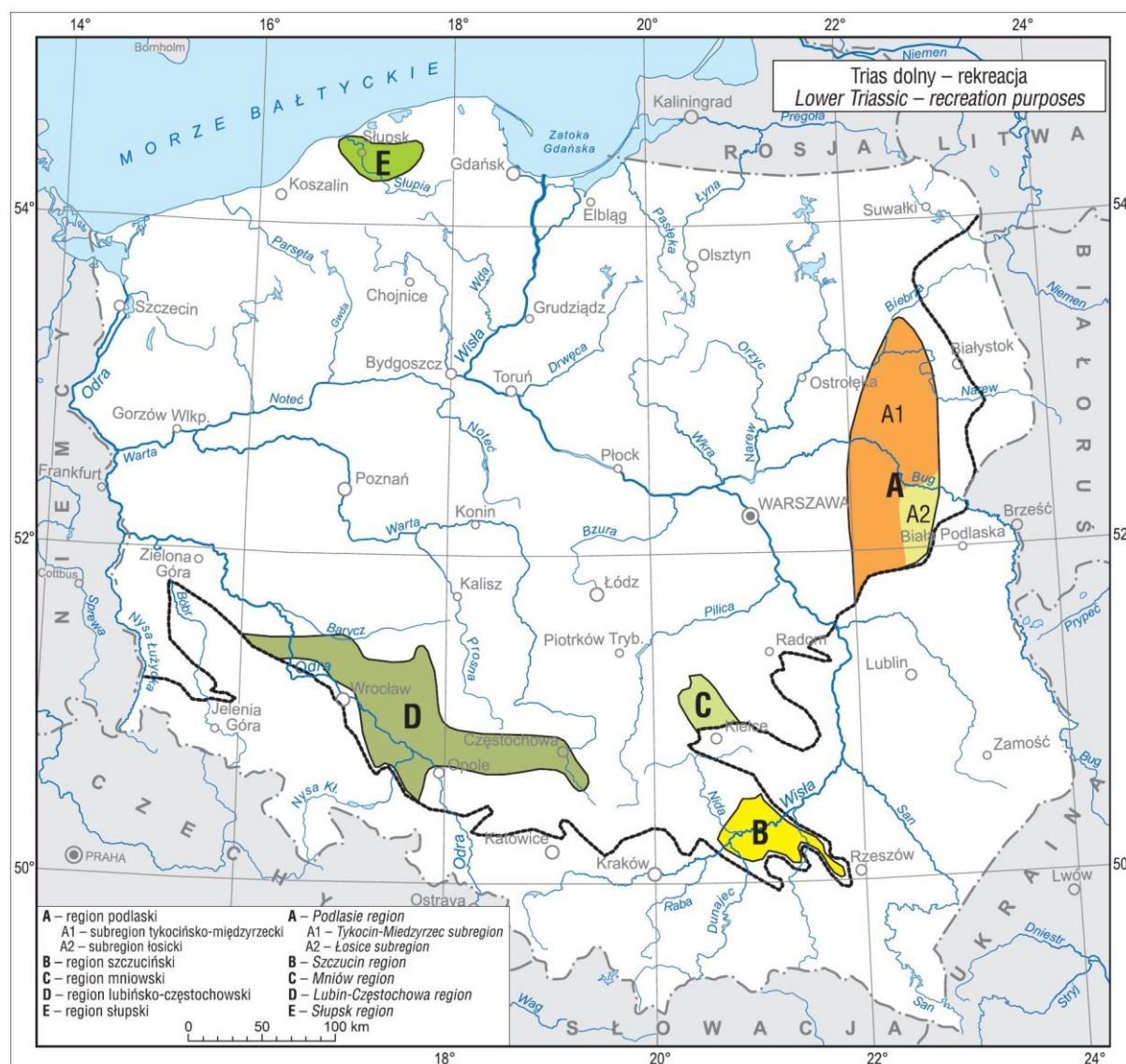


Fig. 3.1.9. Regiony występowania wód termalnych w zbiorniku triasu dolnego na Niżu Polskim, potencjalnie użytecznych do wykorzystania w celach rekreacyjnych (Nawrocki, Socha, 2021)

Tab. 3.1.7. Charakterystyka basenu hydrogeotermalnego triasu dolnego
(na podstawie Nawrockiego, 2020; Nawrockiego, Sochy, 2021)

BASEN HYDROGEOTERMALNY TRIASU DOLNEGO							
Potencjał cieplowniczy							
Nazwa regionu Nazwa subregionu	Temperatura [°C]	Mineralizacja [g/dm ³]	Prognostowana wydajność [m ³ /h]	Strumień cieplny [mW/m ²]	Litologia utworów wodonośnych	Spąg utworów [m]	Mięszość warstw wodonośnych [m]
przasnysko-kozienicki (A)	40-50	50-100	do kilkunastu	70-90	piaskowce i mułowce	1700	40-100
opoczniański (B)	40-60	30-100	20-50	70-90	piaskowce	od 1200 do ponad 3028	150-400
sycowski (C) kuźnicki (C1)	powyżej 60	50-100	10-50	70-90	piaskowce	2500-2700	100-400
oleśnicki (C2)	40	poniżej 35				1200	
bobrownicko-krzepicki (C3)	40-60	40-100				1200-2700	
szczuciński (D)	45-50	10-20	10-15	poniżej 70	utwory piaszczyste	1200-1500	20
Potencjał rekreacyjny							
podlaski tykocińsko-międzyrzecki (A1)	20-40	powyżej 5	od kilku do 20	poniżej 70	mułowce z wkładkami piaskowców	1000-2000	50
łosicki (A2)	20	poniżej 5					
szczuciński (B)	40-50	10-20	10-15	poniżej 70	utwory piaszczyste	1000-1500	20
mniowski (C)	20-40	od kilku do 35	od kilku do 30	70-90	mułowce piaszczyste i piaskowce	do 1600	30-100
łubińsko-częstochowski (D)	20-40	5-35	do 30-50	70-90	piaskowce	800-1500	150
słupski (E)	do 30	20-35	od kilkunastu do 30	70-90	piaskowce	700-800	100

3.2. Obszary perspektywiczne dla zagospodarowania wód termalnych

Obszary perspektywiczne dla zagospodarowania wód termalnych to obszary charakteryzujące się występowaniem potencjalnie najlepszych warunków geologicznych i hydrogeologicznych do lokalizowania inwestycji, których głównym celem jest pozyskanie energii cieplnej z wód (Socha, red., 2020b). Obszary te wyznaczono na podstawie informacji zawartych w *Atlasach geotermalnych Polski* (Górecki, red., 2006a, 2011, 2012, 2013) (fig. 3.2.1). Na obszarze Niżu Polskiego za kryteria graniczne przyjęto wartości temperatury i wydajności charakteryzujące wody termalne wykorzystywane do funkcjonowania ciepłowni geotermalnej w Mszczonowie, która do produkcji ciepła wykorzystuje wody termalne o najniższej temperaturze spośród wszystkich funkcjonujących w kraju ciepłowni geotermalnych. Zasięg obszarów perspektywicznych na Niżu Polskim ograniczono zatem izoliniami temperatury 40°C w stropie poziomu wodonośnego oraz wartością wydajności potencjalnego ujęcia co najmniej 60 m³/h. Wzięto również pod uwagę niezwykle istotny czynnik, jakim jest mineralizacja ogólna wody, zakładając, że jej maksymalna wartość nie powinna przekraczać 80 g/dm³ (Socha, red., 2020b).

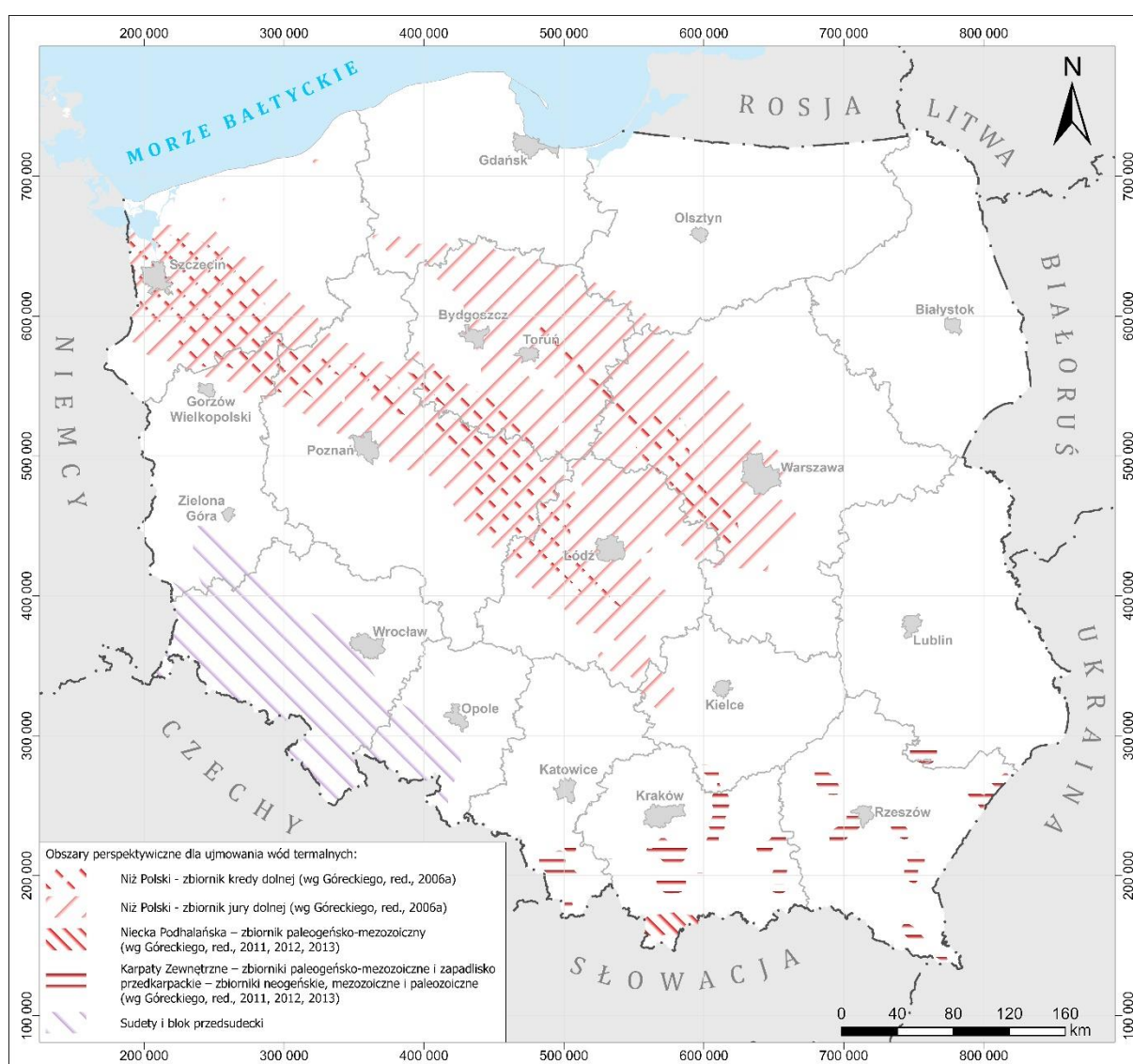


Fig. 3.2.1. Obszary perspektywiczne dla ujmowania wód termalnych w Polsce
(na podstawie Góreckiego, red., 2006a, 2011, 2012, 2013)

Uwzględniając powyższe kryteria, obszary perspektywiczne dla ujmowania wód termalnych na Niżu Polskim wyznaczono w basenach sedymentacyjnych kredy dolnej i jury dolnej. Ich szczególna przydatność wynika nie tylko ze względnie dużego obszaru, który zajmują, lecz przede wszystkim z odpowiednich parametrów skał i wód je wypełniających, w wielu miejscach sprzyjających pozyskiwaniu energii geotermalnej.

Dolnokredowy zbiornik hydrotermalny obejmuje nieckę szczecińską oraz fragmenty niecek mogileńsko-łódzkiej i warszawskiej (Hajto, 2008). Buduje go kompleks nieciągłych, naprzemianległych utworów klastycznych z dominacją tych o frakcji piaszczystej i ilastej, tworzących kilka cyklicznych sekwencji sedymentacyjnych, w obrębie których można obserwować przejście od osadów ilastych zbiornika otwartego, oddalonego od brzegu, przez osady ilasto-piaszczyste przybrzeża głębszego do piaskowców przybrzeża płytszego. Epikontynentalny basen dolnokredowy jest ściśle związany z rozwojem synsedymentacyjnej bruzdy śródpolskiej, którą podzielono na segmenty: pomorski, kujawski i świętokrzyski. Segmenty te charakteryzowały się różnym stopniem subsydencji i mobilności tektonicznej (Marek, 1997). Największe tempo depozycji charakteryzuje segment kujawski, gdzie obserwuje się ciągłość sedymentacji utworów jurajskich i kredowych, a miąższość kredy dolnej przekracza tam 650 m (fig. 3.2.2). Poza bruzdą śródpolską, utwory kredowe wypełniają kilka niecek przylegających do niej – szczecińską i mogileńsko-łódzką, a także znajdujące się w pasie synklinorium koszalińsko-zamojskiego niecki pomorską i płocką (Pożaryski, Żytko, 1979; Dadlez, 1998). W strefie brzeżnej bruzdy śródpolskiej miąższość utworów kredy dolnej jest wyraźnie mniejsza, ale występują tam też rowy synsedymentacyjne, gdzie miąższość ta wzrasta. W środkowej części Polski profil kredy rozpoczynają utwory ilasto-margliste, które stopniowo są zastępowane przez facje piaszczyste, związane generalnie z regresją morza i jego spłyceciem, któremu towarzyszyło jednak rozszerzenie zbiornika sedymentacyjnego (Marek, 1997). W segmencie kujawskim i na obszarze niecki mogileńskiej kreda dolna to piaski i piaskowce średnio- i drobnoziarniste (Harapińska-Depciuch, 1969). W niecce warszawskiej w formacji białobrzesckiej notuje się znaczący udział skał węglanowych – wapieni, wapieni piaszczystych i margli (Harapińska-Depciuch, 1971). Najlepszymi właściwościami zbiornikowymi charakteryzują się utwory klastyczne formacji mogileńskiej, które osadzały się od barremu po niższy alb (Tarkowski, red., 2010).

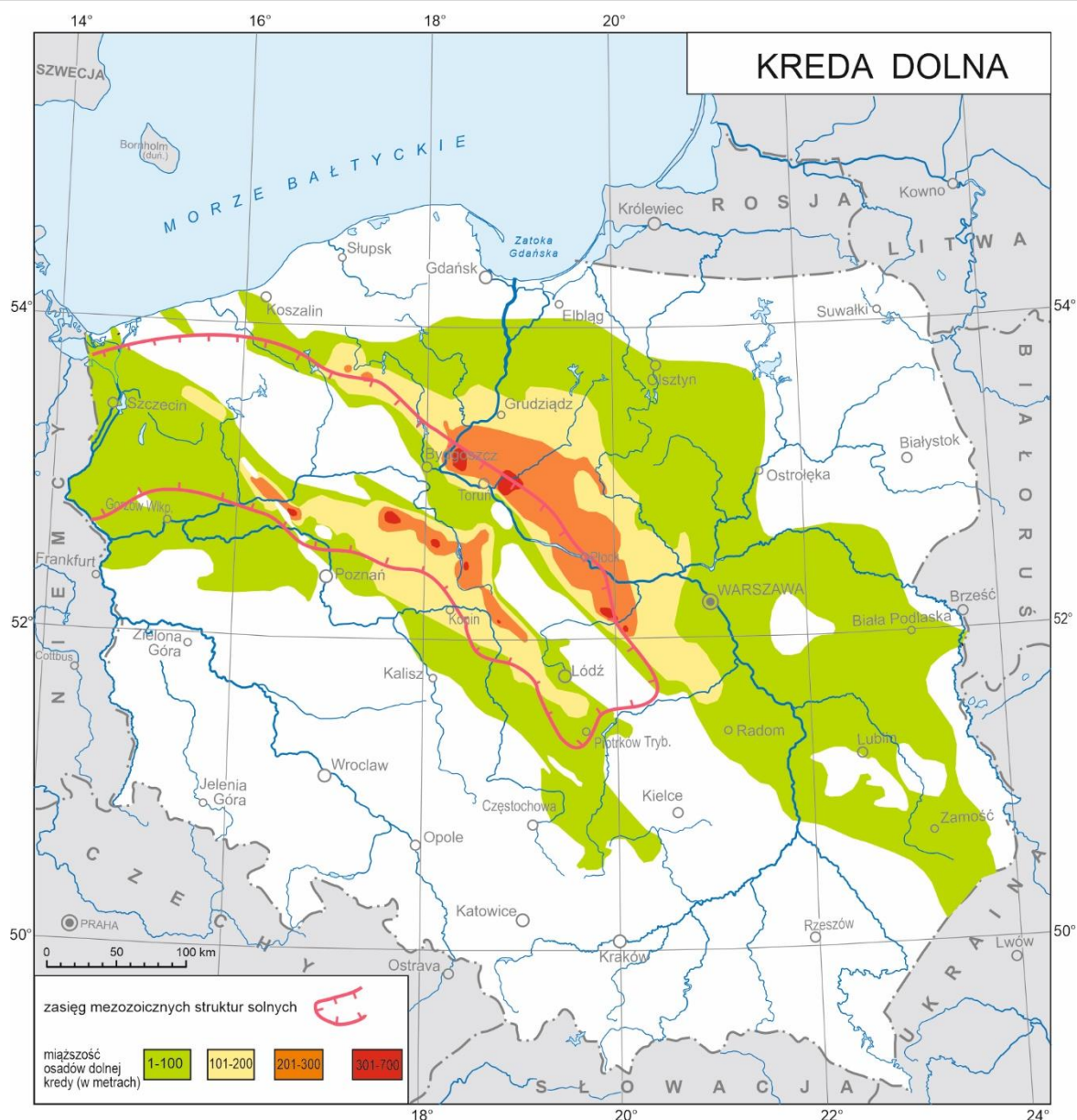


Fig. 3.2.2. Miąższość osadów kredy dolnej na Nizinie Polskiej (Górecki, red., 2006a, uproszczone)

Najwyższa udokumentowana dotychczas temperatura wód na wypływie z utworów kredy dolnej została stwierdzona w Kole, gdzie osiąga wartość 84°C . Zbiornik dolnokredowy charakteryzuje także strefowość mineralizacji, niemniej jednak na przeważającym obszarze jest raczej niska i waha się w granicach $0,2\text{--}20\text{ g/dm}^3$. Wartości wynoszące $50\text{--}100\text{ g/dm}^3$ są charakterystyczne tylko dla 3 obszarów – niecki szczecińsko-gorzowskiej, północnych fragmentów niecki mogileńsko-łódzkiej i południowo-wschodniego krańca niecki lubelskiej. Mineralizację przekraczającą 100 g/dm^3 stwierdzono jedynie lokalnie, głównie w północno-wschodniej części niecki szczecińskiej (fig. 3.2.3). Wydajności ujęć są zróżnicowane – od $16\text{ m}^3/\text{h}$ w Ślesinie do nieco ponad $250\text{ m}^3/\text{h}$ w Poddębicach i Kole (Felter i in., 2022).

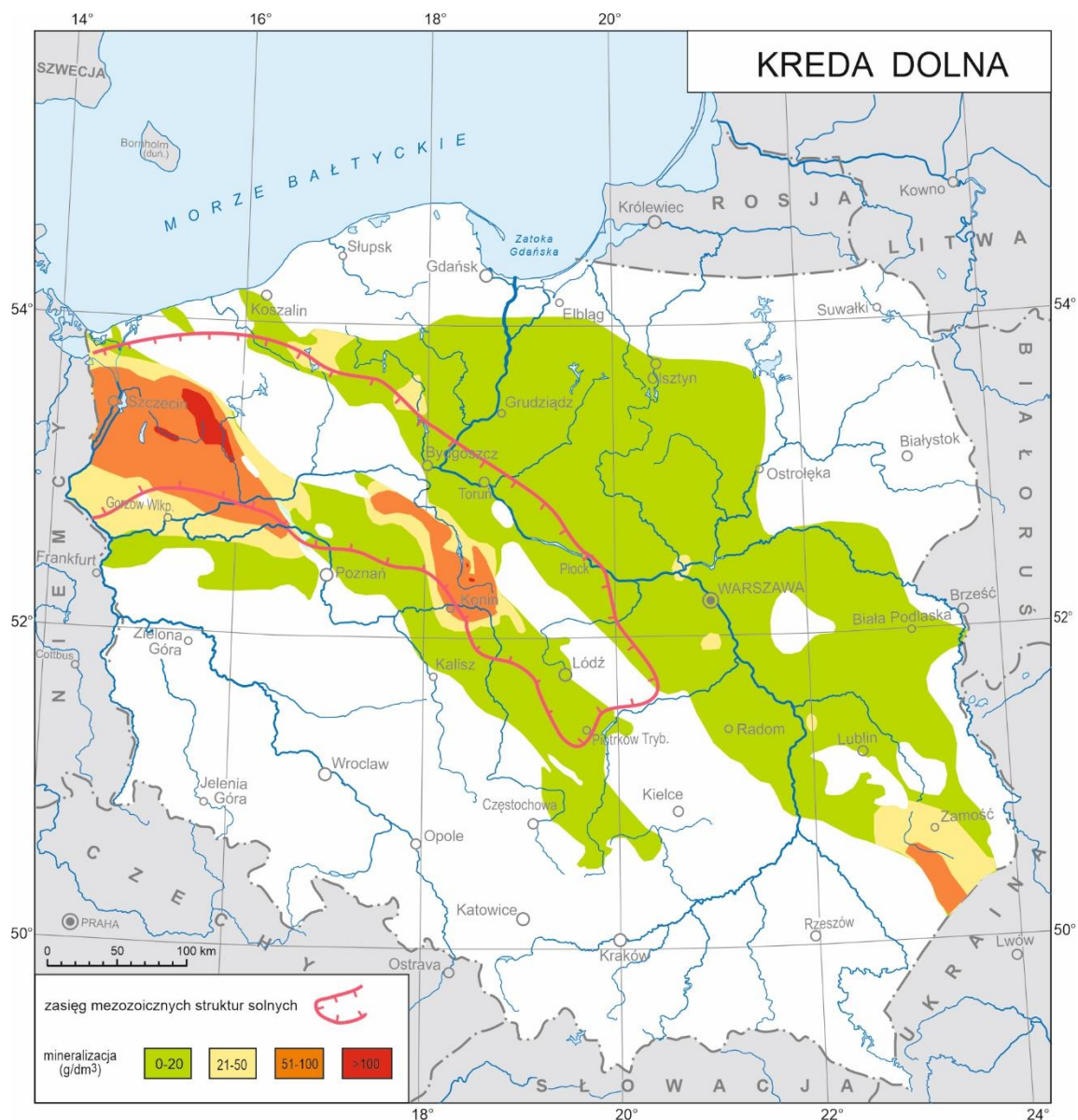


Fig. 3.2.3. Mineralizacja wód termalnych zbiornika dolnokredowego (Górecki, red., 2006a, uproszczone)

Zbiornik jury dolnej odpowiada w przybliżeniu zasięgowi niecek: szczecińskiej, łódzkiej i warszawskiej, a także obejmuje południową część niecki pomorskiej i centralną część antyklinorium środkowopolskiego (Hajto, 2008). Osady dolnojurajskie reprezentują środowisko terygeniczej sedimentacji platformowej, w którym dominowały silikoklastyki – głównie piaski drobno- i średnioziarniste oraz mułki. Miejscem wzmożonej subsydencji i zarazem depozycji najbardziej miąższej sekwencji osadów dolnojurajskich była rozciągająca się od Pomorza Zachodniego po południowo-wschodnią część Polski bruzda śródpolska (Dadlez, 2001), której wypełnienie podlegało w kredzie procesom inwersji tektonicznej i zostało finalnie wydzwignięte na przełomie kredy i paleogenu (Krzywiec, 2002; Lamarche i in., 2003). W miejscu tym powstało antyklinorium środkowopolskie podlegające intensywnej erozji. Procesy te miały istotny wpływ na miąższość osadów jury dolnej i ich facje, a w konsekwencji – ich właściwości zbiornikowe. Największe miąższości osadów obserwuje się w osi antyklinorium środkowopolskiego (fig. 3.2.4).

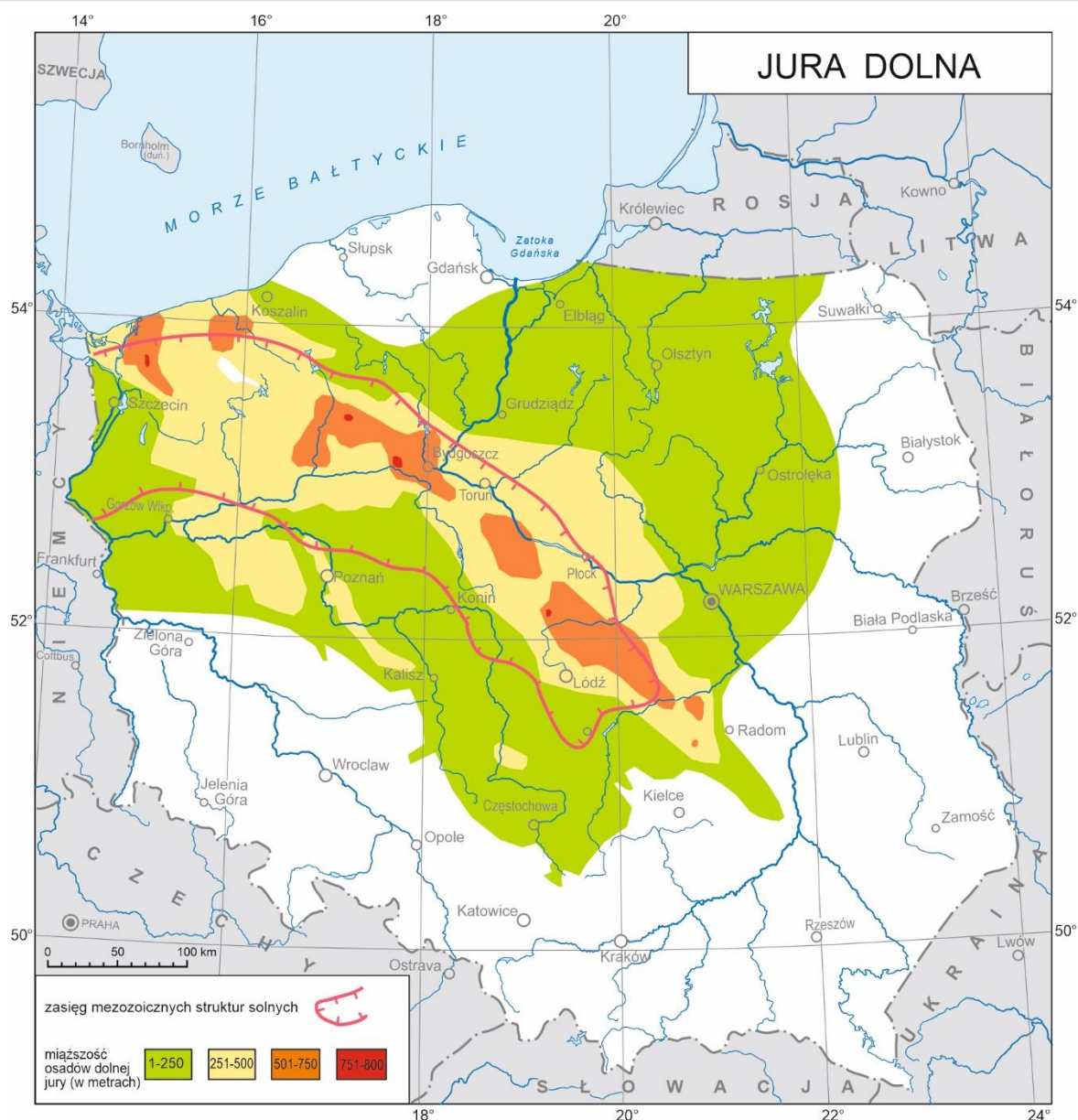


Fig. 3.2.4. Miąższość osadów jury dolnej na Niżu Polskim (Górecki, red., 2006a, uproszczone)

W obrębie zbiornika dolnojurajskiego charakterystyczna jest wyraźna strefowość mineralizacji (fig. 3.2.5). W centralnych częściach nieek występują solanki o najwyższej mineralizacji – do 150 g/dm^3 w Koninie. Ich stężenie maleje w kierunku skłonów nieek, osiągając $0,5 \text{ g/dm}^3$ w Tomaszowie Mazowieckim (Bojarski, Sadurski, 2000; Felter i in., 2022). Mineralizacja wód zbiornika jury dolnej jest związana nie tylko z ich pierwotną genezą (wody reliktywne zbiornika morskiego), lecz także z ich kontaktem poprzez struktury halokinetyczne i niektóre strefy uskokowe z solami cechsztyńskimi. Z tego powodu najwyższe wartości mineralizacji są obserwowane w strefie występowania struktur solnych oraz w miejscach przyległych do nich. Temperatura wód zbiornika jury dolnej uzależniona jest przede wszystkim od głębokości ich występowania. Najwyższą temperaturę ujmowanych wód stwierdzono dotychczas w Koninie, gdzie z głębokości 2578-2641 m uzyskano 92°C na wypływie z ujęcia. Na dominującym obszarze zbiornika jury dolnej spodziewane wydajności przekraczają $100 \text{ m}^3/\text{h}$, dochodząc nawet do $350 \text{ m}^3/\text{h}$ w niecce szczecińskiej i północno-wschodniej części niecki łódzkiej (Felter i in., 2022).

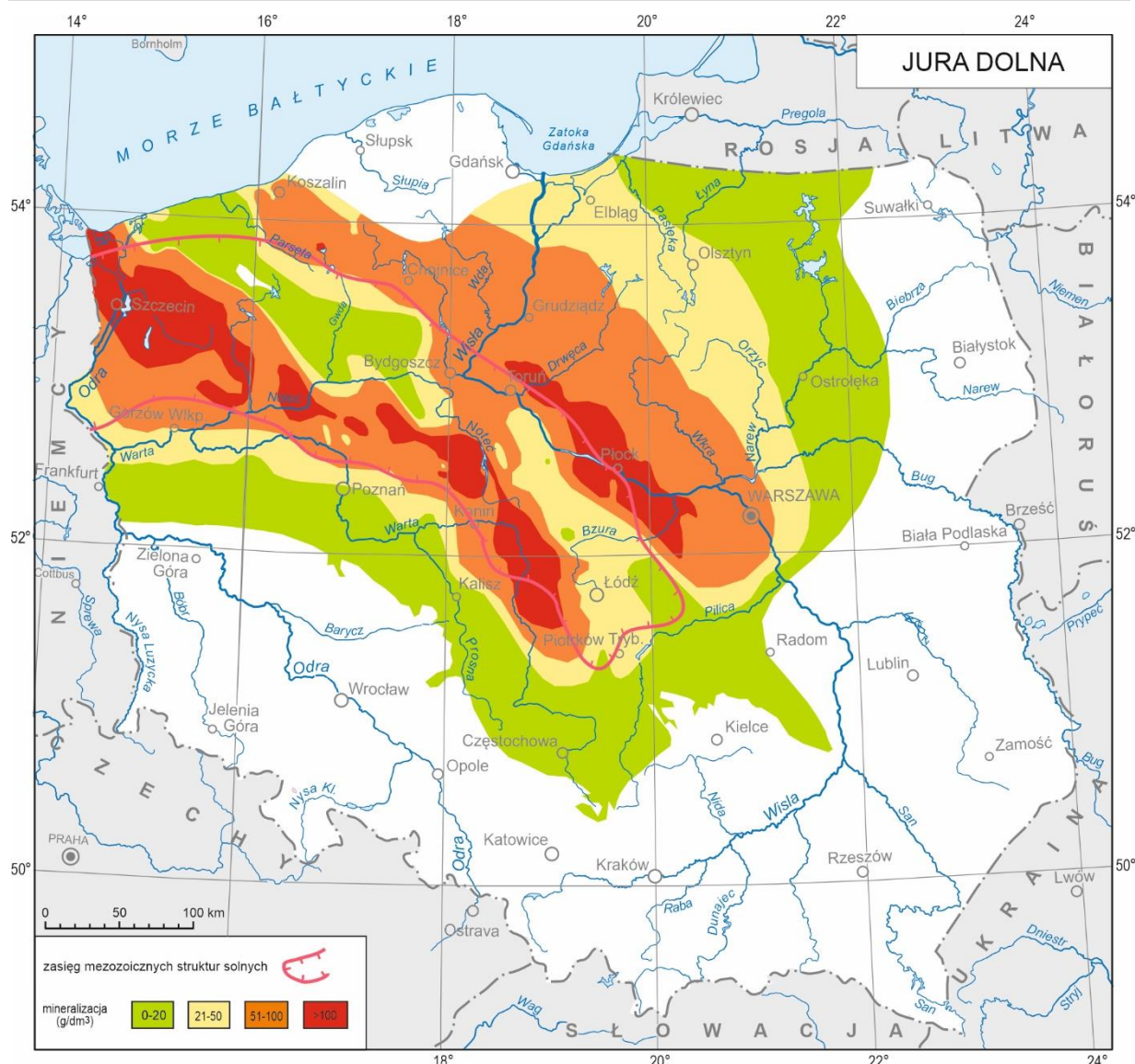


Fig. 3.2.5. Mineralizacja wód termalnych zbiornika dolnojurajskiego (Górecki, red., 2006a, uproszczone)

Regionalna analiza zbiorników wód termalnych na obszarze niżowej części Polski wskazuje, że zarówno zbiornik kredy dolnej, jak i jury dolnej stanowią najbardziej perspektywiczne źródło pozyskania energii geotermalnej (Kapuściński i in., 1997b; Górecki, red., 2006a). W zasięgu wyznaczonych stref zlokalizowana jest większość funkcjonujących w kraju ciepłowni geotermalnych. Poza ciepłownictwem, możliwe jest również wykorzystanie wód termalnych tych zbiorników do rekreacji, a niekiedy również do balneoterapii.

Na obszarze zapadliska przedkarpackiego za perspektywiczne dla ujmowania wód termalnych wskazano utwory neogeńskie, mezozoiczne i paleozoiczne (Barbacki i in., 2006; Górecki, red., 2012). Z uwagi na temperaturę oraz parametry fizykochemiczne ujmowanych na tym obszarze wód termalnych, a także ze względu na spodziewane wydajności otworów, najbardziej efektywnym sposobem ich zagospodarowania jest balneoterapia lub rekreacja. Najkorzystniejsze warunki do zagospodarowania wód termalnych stwierdzono dotychczas w okolicach Buska-Zdroju, Lubaczowa, Biłgoraja, Leżajska, Mielca oraz Brzeska. Występujące tam wody termalne są związane z utworami miocenu, kredy górnej (cenomanu) oraz jury górnej i środkowej. Najwyższe wydajności otworów wiertniczych są związane ze zbiornikiem cenomańskim. Sporadycznie podwyższone wydajności ujęć można uzyskać w otworach ujmujących zbiorniki jury środkowej, dolnej i miocenu. W przypadku

zbiorników miocenów należy jednak zaznaczyć, że z uwagi na wykształcenie utworów (często w postaci soczew i wyklinowujących się warstw) oraz ograniczoną pojemność wodną zbiornika, trwałość parametrów eksploatacyjnych w długoletniej perspektywie może być niemożliwa do zachowania. Lokalnie korzystnymi parametrami mogą charakteryzować się również wody termalne występujące w węglanowych utworach karbonu i dewonu (Sowiżdżał, Górecki, 2013; Socha, red., 2020b).

W Karpatach zewnętrznych (fliszowych), ze względu na ich skomplikowaną budowę geologiczną, korzystne warunki dla ujmowania i zagospodarowania wód termalnych występują jedynie lokalnie, najczęściej w strefach nasunięć tektonicznych. Potencjalne warstwy zbiornikowe tworzą utwory klastyczne (głównie piaskowce) fliszu, jednak mają one raczej ograniczony zasięg i zwykle nie posiadają współczesnego zasilania, w związku z czym ich zasoby są praktycznie nieodnawialne lub słabo odnawialne. Czynniki te są istotne z punktu widzenia możliwych do uzyskania wydajności otworów oraz stabilności uzyskanych wydatków w perspektywie czasu. Dotychczasowe badania wskazują, że flisz zewnątrzkarpacki jest mało perspektywiczny pod kątem uzyskania wód termalnych w znaczących ilościach. Najkorzystniejsze warunki występują przede wszystkim w rejonie Poręby Wielkiej, Rabki-Zdroju, Soli, Strzyżowa (Babica, Wiśniowa), Ciężkowic czy Brzegów Dolnych. W obrębie podłoża fliszu karpackiego perspektywiczny dla ujmowania wód termalnych jest obszar frontu nasunięcia karpackiego. Korzystne warunki geotermalne występują w cenomańskim i środkowojurajskim zbiorniku wód podziemnych, tj. na obszarze zlokalizowanym na południe od Bochni i Brzeska, a także lokalnie w obrębie utworów podłoża karpackiego (Ustroń, Jaworze). Występowanie wód termalnych w tym rejonie jest związane ze spękanymi oraz skrasowiałymi dolomitami i wapieniami dewonu i karbonu, a także zlepioncami dębowieckimi miocenu (Chowaniec i in., 2001; Chowaniec, 2009; Hajto, 2014). Z uwagi na skomplikowane warunki geologiczno-tektoniczne oraz hydrogeologiczne wykorzystanie wód termalnych na obszarze Karpat fliszowych, podobnie jak i w zapadlisku przedkarpackim, powinno być związane przede wszystkim z rekreacją i balneoterapią.

Jednym z najważniejszych zbiorników wód termalnych jest niecka podhalańska stanowiąca część Karpat wewnętrznych. Wody termalne, występujące w podfliszowych, szczelinowo-krasowych utworach węglanowych mezozoiku, a częściowo także paleogenu, charakteryzują się korzystnymi parametrami złożowymi. Zwykle występują pod ciśnieniem artezyjskim, co przekłada się na bardzo wysokie wydajności ujęć. Wyróżnia je relatywnie niska mineralizacja od poniżej $0,4 \text{ g/dm}^3$ do $3,0 \text{ g/dm}^3$ i zróżnicowana temperatura wód na wypływie z ujęć, mieszcząca się w zakresie od 20°C (Siwa Woda IG-1) do 86°C (Bańska PGP-1). Dzięki temu możliwości ich wykorzystania są bardzo szerokie. Na właściwości fizykochemiczne wód termalnych w niecce podhalańskiej wpływ mają przede wszystkim warunki krążenia wód i litologia. Zasilanie zbiornika możliwe jest dzięki odsłonięciom skrasowiałych i spękanym mezozoicznych i eoceńskich skał węglanowych na obszarze Tatr, umożliwiającym infiltrację i przepływ wód opadowych ku północy, zgodnie z kierunkiem zapadania utworów wodonośnych. Następnie na skutek szczelnej, nieprzepuszczalnej bariery, którą stanowią utwory pienińskiego pasa skałkowego, rozprzeczają się wachlarzowato w kierunku wschodnim i zachodnim. Na tym obszarze następuje prawdopodobnie silne zredukowanie prędkości przepływu w porównaniu do południowej części niecki. W rezultacie wydłuża się czas kontaktu wody ze skałą, co skutkuje zmianą składu chemicznego wód i wzrostem ich mineralizacji. Wraz z odległością od strefy zasilania, tj. od obszaru Tatr, wzrasta również temperatura wód (Chowaniec i in., 2001; Chowaniec, 2003, 2009, 2012, Felter i in., 2022).

Obszary Sudetów i bloku przedsudeckiego, mimo iż charakteryzują się słabym, często jedynie punktowym rozpoznaniem, uznano w całości za perspektywiczne dla ujmowania wód termalnych.

Strefami szczególnie predysponowanymi do występowania wód termalnych są głębokie rozłamy tektoniczne w skałach krystalicznych, a także spękania, żyły i intruzje umożliwiające infiltrację wód w głąb górotworu oraz ich podziemny przepływ wzdłuż spękań. Największym problemem dotyczącym ujmowania wód termalnych na tym obszarze jest jednak sprecyzowanie przebiegu stref nieciągłości tektonicznych w utworach krystalicznych tworzących uprzywilejowane drogi migracji wód podziemnych (Bruszevska, 2000; Staśko, 2010; Ciężkowski i in., 2011). Obszar Sudetów i bloku przedsudeckiego wyróżnia także obecność naturalnych wypływów (źródeł) wód termalnych, które stały się podstawą do powstania uzdrowisk w Cieplicach Śląskich-Zdroju czy w Łądku-Zdroju. Samoczynne wypływy wód głębokiego krążenia na powierzchnię są prawdopodobnie związane ze strefami przecięć głębokich nieciągłości tektonicznych z uskokami o mniejszym zasięgu (Ciężkowski i in., 1996; Kielczawa, 2013). Z uwagi na fakt, że cyrkulacja wód podziemnych w tym rejonie na ogół odbywa się w obrębie słabo rozpuszczalnych skał krystalicznych, ujmowane wody zwykle charakteryzują się niewielką mineralizacją (Paczyński, Sadurski, red., 2007).

Wyznaczone obszary perspektywiczne, mimo iż są potencjalnie najkorzystniejsze do realizacji inwestycji związanych z ujmowaniem i zagospodarowaniem wód termalnych, to nie eliminują całkowicie ryzyka geologicznego związanego z projektowanym przedsięwzięciem. Opłacalne ekonomicznie wykorzystanie wód termalnych powinno być oparte na szczegółowej analizie warunków geologicznych, hydrogeologicznych i termicznych oraz określeniu rynku potencjalnych odbiorców w konkretnej lokalizacji.

3.3. Złoża wód termalnych

Złoża wód termalnych występują w strukturach hydrogeologicznych, będących wydzielonymi częściami systemów wodonośnych o zbliżonych warunkach hydrogeologicznych (Ciężkowski, Kapuściński, 2011). Zbiornikiem wód termalnych może być typowa struktura hydrogeologiczna, jak na przykład basen lub niecka, a także jednostka geologiczna, na przykład góry fałdowe lub masywy krystaliczne. Mogą to być także strefy uskokowe i strefy krasowe (Castany, 1972). Wody termalne w Polsce występują we wszystkich podstawowych rodzajach struktur hydrogeologicznych: otwartych, półotwartych, półzakrytych i zakrytych, jednak ich wydobywanie na większą skalę jest związane z trzema pierwszymi. Stanowią one tzw. systemy geotermalne (tab. 3.3.1) odznaczające się systemem krążenia wód, a więc zidentyfikowanym obszarem zasilania i/lub przepływu oraz drenażu. Charakteryzują się zatem w mniejszym lub większym stopniu odnawialnością zasobów. Termin system geotermalny odnosi się do poziomów wodonośnych, w których zgromadzone są wody termalne. Struktury zakryte, w obrębie których występują wody nietworzące systemu krążenia, a więc o zasobach nieodnawialnych, mimo możliwych korzystnych warunków geotermalnych, nie są rozpatrywane jako potencjalnie perspektywiczne dla wydobywania wód termalnych. Uwzględniając charakter przepływu wód podziemnych w ośrodku skalnym, poszczególne typy struktur można podzielić na złoża wód porowych, szczelinowych, szczelinowo-porowych i szczelinowo-krasowych, a także na złoża bardzo głębokiego, głębokiego i płytkiego krążenia (Ciężkowski, red., 2007; Ciężkowski i in., 2016). Wody termalne w Polsce występują na znacznej części Niżu Polskiego, w rozległych zbiornikach o znaczeniu regionalnym, na Podhalu i przedgórzu Karpat, gdzie złoża mają charakter niewielkich basenów, oraz w Sudetach, gdzie występowanie wód termalnych ogranicza się do stref tektonicznych.

Tab. 3.3.1. Systemy geotermalne w Polsce

System geotermalny	Zasoby	Ujęcia	Struktura hydrogeologiczna	Charakter przepływu	Geneza wód	Główny typ wód
Synklinorium szczecińsko-miechowskie	odnawialne	otwory wiertnicze	półotwarta	porowy	paleo-infiltracyjne, infiltracyjne	Cl–Na
Niecka podhalańska	odnawialne	otwory wiertnicze	półotwarta	porowo-szczelinowo-krasowy	infiltracyjne	SO ₄ –(HCO ₃)–Ca–Na
Krystalinik sudecki	odnawialne	źródła, otwory wiertnicze	otwarta	szczelinowy	infiltracyjne	HCO ₃ –Na
Karpaty zewnętrzne (fliszowe)	słabo odnawialne	otwory wiertnicze	półzakryta	szczelinowo-porowy	poligenetyczne	Cl–Na
Zapadlisko przedkarpackie	nieodnawialne	otwory wiertnicze	półzakryta	porowo-szczelinowy	reliktowe	Cl–Na

Złoża wód termalnych występujące w **strukturach otwartych** charakteryzują się odnawialnością zasobów. Struktury otwarte mają określone obszary zasilania i przepływu oraz wyznaczone strefy drenażu. Wody termalne występujące w strukturach otwartych pochodzą ze współczesnej infiltracji wód opadowych, a ich wydobywanie odbywa się zarówno źródłami, jak i otworami wiertniczymi. Przykładem struktur otwartych są sudeckie złoża wód termalnych: Karpniki i Staniszków.

Złoża te występują w silnie zaangażowanych tektonicznie magmowych utworach bloku karkonosko-izerskiego, w obrębie karkonoskiego masywu granitoidowego. Granitoidy są zaburzone

tektonicznie, a w ich obrębie wyróżnia się kilka generacji uskoku. Przeważają dyslokacje o kierunkach NW–SE i NE–SW o dużych kątach upadu. Odrębną grupę stanowią uskoki o kierunkach NNE–SSW lub N–S oraz uskoki o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego. Wody termalne występują w kilku strefach spękań w obrębie granitoidów. Strefy te występują na różnych głębokościach, charakteryzują się zróżnicowaną wodonością i właściwościami fizyczno-chemicznymi występujących w nich wód, tworząc odrębne systemy przepływu. Najpłytsza strefa występowania wód sięga do głębokości ok. 300 m i charakteryzuje się występowaniem wód zwykłych (chłodnych) płytkiego krążenia. Najgłębsza z kolei, występująca na głębokości 1600–1800 m, to strefa przepływu regionalnego, związana z głębokimi rozłamami tektonicznymi, tworzącymi lokalne obszary anomalii hydrodynamicznych, hydrogeochemicznych i hydrogeotermicznych. Silne rozcięcia erozyjne obszarów górskich sprzyjają infiltracji wód opadowych w podłoże, a następnie ich przemieszczaniu się na większe głębokości systemem rozłamów tektonicznych. Badania izotopowe wód termalnych z otworów Karpniki KT-1 i Stanisław ST-1 wskazały na ich infiltracyjne (glacialne) pochodzenie. Wody termalne reprezentują typ $\text{HCO}_3\text{--SO}_4\text{--Na}$ (Karpniki) oraz $\text{SO}_4\text{--HCO}_3\text{--Cl--Na}$ (Stanisław) o mineralizacji ogólnej wynoszącej $0,5 \text{ g/dm}^3$. Z uwagi na zawartość składników swoistych wody te są zaliczane do wód radonowych, fluorkowych (Karpniki, Stanisław) i siarczkowych (Stanisław). Temperatura wód podziemnych na wypływie z ujęcia Stanisław ST-1 osiąga $37,3^\circ\text{C}$, natomiast z ujęcia Karpniki KT-1 $54,0^\circ\text{C}$ (Łukaczyński, Polaczek, 2014a, b).

Temperaturą powyżej 20°C na wypływie z ujęcia odznaczają się także wody lecznicze ze złóż Cieplice i Łądek-Zdrój, a także wody lecznicze z ujęcia GT-1 w Dusznikach-Zdroju. Złoża te znajdują się również w obrębie masywów krystalicznych, gdzie dla występowania wód decydujące znaczenie ma duże zaangażowanie tektoniczne, głównie w formie głębokich spękań towarzyszących strefom uskoku. Struktury wodonośne złóż Cieplice i Łądek-Zdrój mają charakter otwarty i są zasilane w wyniku infiltracji opadów atmosferycznych. Wysokie ciśnienie hydrostatyczne sprawia, że wody lecznicze wypływają na powierzchnię terenu w źródłach.

Wody lecznicze złoża Cieplice w większości są zaliczane do typu $\text{SO}_4\leftrightarrow\text{HCO}_3\text{--Na--(Ca),F,(Si)}$, a ich mineralizacja ogólna zmienia się w zakresie $0,6\text{--}1,3 \text{ g/dm}^3$. Temperatura wód na wypływie z ujęć zmienia się w zakresie $21,0\text{--}86,7^\circ\text{C}$ (Liber-Makowska, Ciężkowski, 2018). Wody Łądek-Zdroju reprezentują typ chemiczny $\text{HCO}_3\text{--Na,F,(S),(Rn)}$, a temperatura wód na wypływie z poszczególnych ujęć mieści się w przedziale $20,0\text{--}45,0^\circ\text{C}$. Mineralizacja ogólna wód jest niska i wynosi $0,2 \text{ g/dm}^3$ (Szarszewska, 1967; Szarszewska, Madej, 1974). W Dusznikach-Zdroju zbiornikiem wód są spękania łupki łyszczykowe i gnejsy metamorfiku bystrzycko-orlickiego w strefie dusznickiego uskoku brzeźnego. Wody te reprezentują szczawy typu $\text{HCO}_3\text{--Na}\leftrightarrow\text{Ca--Mg,Fe,Si}$ o mineralizacji ogólnej $3,4\text{--}3,5 \text{ g/dm}^3$. Temperatura wód na wypływie z ujęcia Duszniki GT-1 wynosi $25,7\text{--}34,7^\circ\text{C}$ (Fistek, 1998).

W Polsce wody termalne najczęściej występują w **strukturach półotwartych**. W ich przypadku znane są obszary zasilania infiltracyjnego i określone drogi przepływu, jednak nieznane są strefy drenażu. Zasoby złóż ze struktur półotwartych charakteryzują się odnawialnością, jednak mniejszą niż w przypadku struktur otwartych. Wydobywanie wód termalnych w ich obrębie odbywa się wyłącznie otworami wiertniczymi. Przykładem struktur półotwartych są synklinoria i antyklinoria znajdujące się na pokrywie osadowej platformy paleozoicznej. W strefach antyklinalnych, dzięki obecności licznych spękań i intensywnego wietrzenia, następuje ułatwiona infiltracja wód na znaczne głębokości. W obrębie pokrywy osadowej platformy paleozoicznej występują liczne złoża wód termalnych, m.in.: Celejów, Sochaczew GT-1, Wręcza, Kleszczów GT-1, Sieradz, Poddębice oraz złoża wód leczniczych termalnych, np. Inowrocław i Wołczyn. Złoża te występują przede wszystkim w utworach kredy dolnej i jury dolnej, tworzących rozległe zbiorniki hydrogeologiczne o znaczeniu regionalnym. Złoża

wód termalnych uformowane w strukturach półotwartych są także znane z obszaru prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, gdzie występują w strukturach depresyjnych w obrębie osadowej pokrywy fundamentu krystalicznego. Wody termalne są tu eksploatowane jedynie ze złoża w Lidzbarku Warmińskim.

W synklinorium szczecińsko-miechowskim, synklinorium brzeźnym i antyklinorium środkowopolskim złoża wód termalnych występują w utworach jury dolnej lub kredy dolnej. Poziomy wodonośne są zbudowane z piaskowców i heterolitów piaskowcowych, przewarstwionych ilowcami i mułowcami. Warstwy wodonośne zalegają na głębokości ponad 1000,0 m i są izolowane od powierzchni terenu osadami słabo przepuszczalnymi o znacznej miąższości, stąd ich naturalny drenaż jest utrudniony. Wody termalne tego typu złóż reprezentują przeważnie typ chemiczny Cl–Na,(I),(Fe), a ich mineralizacja ogólna mieści się w szerokim zakresie od 1,4 g/dm³ do ok. 174,0 g/dm³. W strefach wychodni wody termalne reprezentują typy HCO₃–Na–Ca, HCO₃–Ca–Na, HCO₃–Ca–(Mg) o mineralizacji ogólnej wynoszącej 0,3–0,5 g/dm³ lub Cl–HCO₃–Ca–Na o mineralizacji ogólnej 1,0 g/dm³. Temperatura wód na wypływie z ujęć osiąga maksymalnie 92,0°C. Pod względem genezy wody te zalicza się do mieszanin wód infiltrujących w różnych epokach geologicznych, głównie w okresie glacjałów oraz przed czwartorzędem, z wodami reliktowymi (syndementacyjnymi, paleoinfiltracyjnymi). Duże zróżnicowanie mineralizacji ogólnej i typów chemicznych wód wynika z lokalizacji poszczególnych złóż względem współczesnych obszarów zasilania oraz różnej pozycji złóż względem osi struktur synkinalnych. Podobną charakterystyką odznaczają się wody z niektórych złóż formalnie uznanych za złoża wód leczniczych.

W Karpatach typową strukturą półotwartą jest niecka podhalańska, będąca jednym z obszarów o najkorzystniejszych warunkach występowania wód termalnych w Polsce. Występują tu one w podfliszowych, szczelinowo-krasowych skałach mezozoiku i częściowo paleogenu. Przyjmuje się, że wody termalne w obrębie niecki podhalańskiej możliwe są do ujęcia na obszarze rozciągającym się od 800,0–1000,0 m na północ od brzegu Tatr po pieniński pas skałkowy (Sokołowski, 1973). Strefę zasilania zbiornika wód termalnych stanowi masyw tatrzański, skąd infiltrujące wody opadowe, zgodnie z kierunkiem zapadania warstw wodonośnych przepływają ku północy. Następnie wskutek obecności szczelnej granicy hydrodynamicznej, jaką są utwory budujące pieniński pas skałkowy, rozplwają się w sposób wachlarzowaty na wschód i zachód poza granice Polski. Taki układ jest powodem zróżnicowania szybkości przepływu wód, która maleje z południa na północ, od kilkudziesięciu metrów na rok w południowej części niecki podhalańskiej do kilku metrów na rok w rejonie pienińskiego pasa skałkowego. Powoduje to zróżnicowanie czasu kontaktu wody ze skałą, przez którą przepływa, co znajduje odzwierciedlenie w chemizmie wód podziemnych. W otworach zlokalizowanych w południowej części niecki, a więc w strefie szybkiego przepływu, mineralizacja wód nie przekracza 0,4 g/dm³. W otworach zlokalizowanych dalej na północ, w strefie spowolnionego przepływu, mineralizacja wód wzrasta do 1,0–3,0 g/dm³. Spowolnienie tempa przepływu powoduje także obniżenie w wodach zawartości wodorowęglanów. Podstawowe typy hydrochemiczne wód termalnych niecki podhalańskiej to HCO₃–Na–Ca, SO₄–HCO₃–Cl–Na–Ca, SO₄–Cl–Na–Ca, SO₄–Cl–Ca–Na, SO₄–Ca–Na oraz SO₄–Ca–Mg (Chowaniec i in., 2001; Chowaniec, 2003). Temperatura wód podziemnych wzrasta wraz z odległością od strefy zasilania oraz wraz z głębokością. Wartości temperatury wód termalnych na wypływie z ujęcia zmieniają się od 20 do ponad 85°C (Felter i in., 2022). W obrębie niecki podhalańskiej występuje 10 złóż wód termalnych: Białka, Bukowina, Chochółowskie Termy, Furmanowa PIG-1, Podhale 2, Poronin, Siwa Woda IG-1, Szymoszkowa, Zakopane i Zazadnia IG-1.

Do złóż w strukturach półotwartych zalicza się także złożo wód termalnych w Porębie Wielkiej. Znajduje się ono na granicy dwóch dużych jednostek tektonicznych Karpat fliszowych: płaszczowiny

magurskiej i płaszczowiny śląskiej. Cały kompleks osadów fliszowych jest silnie sfałdowany i zaangażowany tektonicznie, co sprawia, że obserwuje się brak ciągłości poziomów wodonośnych, chociaż strefy zawodnione nie tworzą układów całkowicie izolowanych dzięki obecności licznych spękań. Zasilanie ujętego poziomu wodonośnego odbywa się przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych, a także przez infiltrację wód powierzchniowych i dopływ ascenzyjny z podłoża. Ujęte wody zalicza się do typu $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na,I}$. Mineralizacja ogólna wód wynosi $23,0\text{--}24,0\text{ g/dm}^3$, a temperatura na wypływie z ujęcia osiąga ok. $42,0^\circ\text{C}$ (Bujakowski i in., 2013).

Złoża występujące w **strukturach półzakrytych** nie mają wyznaczonych obszarów zasilania, natomiast znane są strefy przepływu i niekiedy drenażu. Zasoby wód termalnych charakteryzują się różnym stopniem odnawialności, a występujące w nich wody mogą być zarówno pochodzenia infiltracyjnego, jak i mieszanego (np. stanowić mieszaninę reliktowych wód morskich z wodami infiltracyjnymi lub wód metamorficznych i/lub diagenetycznych z wodami infiltracyjnymi). Wody ze struktur półzakrytych mogą być wydobywane otworami wiertniczymi lub wypływają w postaci źródeł zlokalizowanych wzdłuż stref uskokowych. Do złóż w strukturach półzakrytych zalicza się m.in. złożę wód termalnych Cudzynowice w zapadlisku przedkarpackim oraz złożę wód leczniczych i leczniczych termalnym w Rabce-Zdroju znajdujące się w obrębie Karpat zewnętrznych (fliszowych).

Złożę wód termalnych w Cudzynowicach położone jest w obrębie niecki miechowskiej, będącej rozległą brachysynkliną wypełnioną osadami mezozoiku, w części przykrytymi osadami miocenijskimi zapadliska przedkarpackiego. Wody termalne ujęte otworem Cudzynowice GT-1 występują w piaskach i piaskowcach glaukonitowych cenomanu na głębokości $667,0\text{--}750,0\text{ m}$. Wody termalne zalicza się do typu $\text{Cl-SO}_4\text{-Na,S,I}$ o mineralizacji ogólnej wynoszącej ok. $15,0\text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia $28,5^\circ\text{C}$. Pod względem genetycznym wody te są miocenijskimi wodami morskimi (sedymentacyjnymi), rozcieńczonymi wodami paleoinfiltracyjnymi. Zasoby złoża uznaje się za praktycznie nieodnawialne lub odnawialne w bardzo słabym stopniu, a obszar zasilania nie jest znany. Częściowo zasilanie może odbywać się także poprzez dopływ z poziomów głębszych w strefach uskokowych (Pacholewski i in., 2015; Dendys, 2018).

Złożę wód leczniczych i leczniczych termalnych w Rabce-Zdroju znajduje się w Karpatach zewnętrznych, w jednostce bystrzyckiej wydzielonej w obrębie płaszczowiny magurskiej, w strefie okna tektonicznego Mszany Dolnej. Wody lecznicze termalne udokumentowano w otworze Rabka IG - 2. Są to wody jodkowe typu Na-Cl o mineralizacji ok. $26,0\text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia $28,0^\circ\text{C}$ (Oficjalska i in., 2009).

Struktury zakryte nie mają wyznaczonych obszarów zasilania i drenażu, a jedynie strefę przepływu (lub stagnacji). Zasoby wód podziemnych w takich strukturach są nieodnawialne, a występujące w nich wody są przede wszystkim pochodzenia paleoinfiltracyjnego, synsedymentacyjnego i dehydratacyjnego. Wody ze struktur zamkniętych są odcięte od współczesnego cyklu hydrogeologicznego i nie wypływają w sposób naturalny na powierzchnię terenu. Wydobywanie wód podziemnych może się tu odbywać wyłącznie głębokimi otworami wiertniczymi. W strukturach zakrytych brak jest złóż wód termalnych, mogą natomiast występować w nich wody lecznicze o temperaturze powyżej 20°C na wypływie z ujęcia. Struktury tego typu występują m.in. w skałach osadowych paleozoiku i starszego mezozoiku na Niżu Polskim, a także w Karpatach fliszowych. Do złóż w strukturach zakrytych zalicza się m.in. złożę Frombork IG-1 znajdujące się w obrębie basenu bałtyckiego, gdzie w utworach triasu dolnego udokumentowano wody lecznicze termalne typu Cl-Na,I,Rn o mineralizacji $35,0\text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. 25°C (Płochniewski, 1980; Felter i in., 2022).

3.4. Ocena zasobów wód termalnych i stopnia ich wykorzystania

Dokumentowanie zasobów wód termalnych opiera się przede wszystkim na określeniu wielkości zasobów eksploatacyjnych, które definiowane są jako ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z ujęcia przy zachowaniu ograniczeń związanych z ochroną środowiska i warunkami techniczno-ekonomicznymi poboru wody, z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę (wg *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji...* (Dz.U. 2016 poz. 2033)).

W celu oceny zasobów eksploatacyjnych wykorzystuje się najczęściej metodę hydrodynamiczną, opartą na równaniach dopływu wody do otworu. Zastosowano ją do ustalenia zasobów eksploatacyjnych zdecydowanej większości ujęć wód termalnych i leczniczych termalnych. Podstawowym badaniem hydrogeologicznym, wykonywanym na potrzeby oceny zasobów eksploatacyjnych, jest próbne pompowanie pomiarowe, które polega na obserwacji zmian ciśnienia piezometrycznego w zależności od wydajności otworu. Najczęściej do zatwierdzenia przedstawia się zasoby eksploatacyjne równe maksymalnej wydajności uzyskanej podczas próbnego pompowania, jednak przy uwzględnieniu prognozowanych zmian pola hydrodynamicznego i stopnia odnawialności zasobów wód ujętych poziomów wodonośnych (Dąbrowski i in., 2004; Dąbrowski, Przybyłek, 2005).

Poza analizą wyników próbnego pompowań pomiarowych, do ustalenia zasobów eksploatacyjnych wykorzystywano również wyniki próbnej eksploatacji (Piła 1 (IG-1), Duszniki GT-1, Odra-5/I, Jamno IG-3, Czeszewo IG-1), a także obserwacje stacjonarne i badania hydrogeologiczne wykonywane w trakcie dotychczasowej eksploatacji ujęcia (Bukowina Tatrzańska PIG/PNIG-1, Zakopane 2, Zakopane IG-1, Szymoszkowa GT-1). Obserwacje i pomiary stacjonarne powinny być również wykonywane w otworach lub źródłach podczas głębinienia nowego otworu i prowadzenia w nim próbnego pompowania pomiarowego, kiedy spodziewane jest współoddziaływanie poszczególnych ujęć. W ten sposób, w wyniku pogłębiania otworu Cieplice C-1 i prowadzenia w nim badań pomiarowych, dokonano aktualizacji zasobów eksploatacyjnych pozostałych ujęć złoża Cieplice (Cieplice C-2, Cieplice 1 (Marysieńka), Cieplice 2 (Sobieski), Cieplice 4 (Nowe IV)).

Zasoby eksploatacyjne ujęć wód podziemnych eksploatowanych samowypływem (źródeł i otworów wiertniczych) szacowane były również jako najniższa wydajność uzyskana podczas próbnego pompowania (Ciechocinek 16 (Terma II)) lub połowa najniższej wydajności (Ciechocinek 14 (Terma I)), a także jako obliczone wartości średnie minimalne (Łądek źródło Jerzy, Łądek źródło Wojciech) lub wartości średnie z kilkuletnich pomiarów wydajności na przelewie (Łądek źródło Curie-Skłodowskiej, Łądek źródło Dąbrówka). W przypadku ujęcia Łądek L-2 (Zdzisław) zasoby eksploatacyjne oszacowano na podstawie pojedynczego pomiaru wydajności (Sokołowski i in., 2022).

Zasoby eksploatacyjne wyznacza się również metodą modelowania matematycznego (matematyczny model filtracji), którą wykorzystano dotychczas do wyznaczenia zasobów ujęć wód termalnych złoża Pyrzyce. Podobnie jak w przypadku metody hydrodynamicznej, obliczanie zasobów eksploatacyjnych za pomocą modelu matematycznego opiera się na wynikach próbnego pompowania.

Według stanu na 31.12.2022 r. dla 35 złóż, w których udokumentowano wody termalne, sumaryczna wielkość zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych ujęć wynosiła 5605,30 m³/h (tab. 3.4.1 i 3.4.2). Ponadto temperaturę wód osiagającą min. 20°C na wypływie z ujęcia stwierdzono w 42 ujęciach wód leczniczych (w 28 złożach), dla których zasoby eksploatacyjne zatwierdzono w ilości 667,85 m³/h (tab. 3.4.1 i 3.4.3). Jako że zgodnie z ustawą PGiG wodą termalną jest woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie mniejszą niż 20°C, ich zasoby również uwzględniono w niniejszym *Bilansie...* Wobec tego sumaryczne zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć wód

termalnych (w tym leczniczych termalnych) wg stanu na 31.12.2022 r. wynosiły 6273,15 m³/h (tab. 3.4.1). W 2023 r. udokumentowano jedno nowe złożo wód termalnych (Wołomin) i zatwierdzono zasoby dla trzech nowych otworów ujmujących wody termalne (Koło GT-2, Mszczonów GT-1, Wołomin GT-1). W związku z tym zasoby eksploatacyjne wód termalnych wg stanu na 31.12.2023 r. wzrosły do 5948,30 m³/h (tab. 3.4.1 i 3.4.2). Dodatkowo wykonano dwa otwory chłonne (Chochołów GT-1, Sieradz GT-2). Sumaryczne zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć wód termalnych (w tym leczniczych termalnych) wg stanu na 31.12.2023 r. wynosiły 6616,15 m³/h (tab. 3.4.1).

W 2022 r. spośród 63 złóż wód termalnych i leczniczych termalnych (ich lokalizację przedstawiono na fig. 3.4.1) wydobywanie prowadzono w obrębie 32 złóż, tj. w około połowie (50,8%) wszystkich udokumentowanych złóż z wodami o temperaturze min. 20°C. Ich całkowity pobór wyniósł 13 818 297,28 m³. Stopień wykorzystania zasobów, określany jako stosunek wielkości wydobywania do sumy zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych, wyniósł zatem niewiele ponad 25% (tab. 3.4.1). W 2023 r. sumaryczna wartość wydobywania wód termalnych (wraz z leczniczymi termalnymi) nieznacznie spadła. Wydobywanie prowadzono w obrębie 32 złóż i sumarycznie wydobyto 13 459 627,52 m³ wód o temperaturze min. 20°C. Stopień wykorzystania zasobów wyniósł zatem nieco ponad 23% (tab. 3.4.1), co daje jeszcze duże możliwości zagospodarowania udokumentowanych złóż i wykorzystania zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych ujęć wód termalnych i leczniczych termalnych.

Tab. 3.4.1. Zestawienie sumarycznych zasobów eksploatacyjnych i wielkości wydobywania wód termalnych i leczniczych termalnych (wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Rodzaj wody	Stan na rok	Liczba złóż	Liczba ujęć	Zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	Wydobycie [m ³ /rok]	Stopień wykorzystania zasobów [%]
Wody termalne	2022	35	57	5 605,30	13 427 809,88	27,35
	2023	36	62	5 948,30	13 067 419,37	25,95
Wody lecznicze termalne	2022	28	42	667,85	390 487,40	6,67
	2023	28	42	667,85	392 208,15	6,70
SUMA	2022	63	99	6 273,15	13 818 297,28	25,15
	2023	64	104	6 616,15	13 459 627,52	23,22

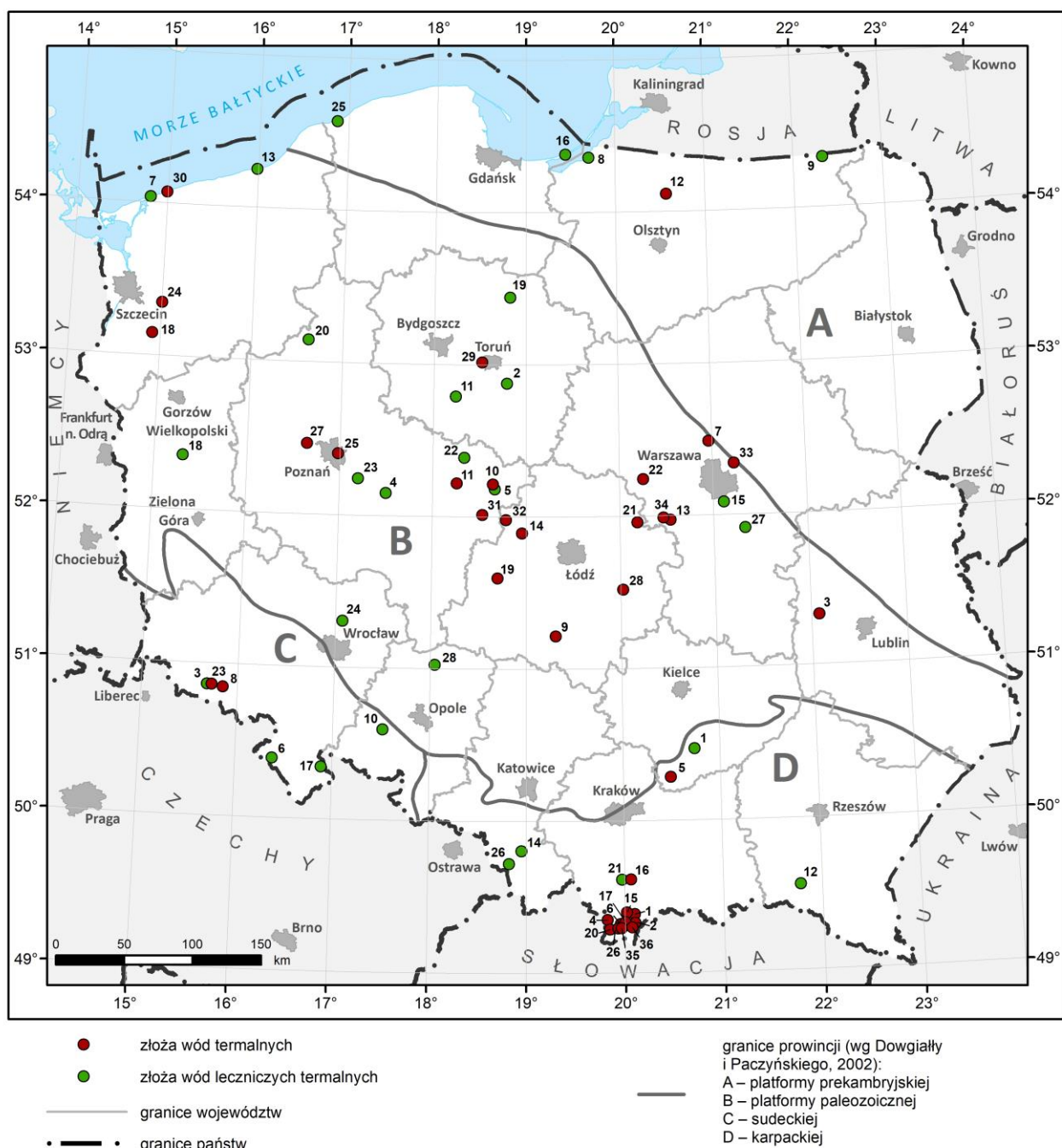


Fig. 3.4.1. Lokalizacja źródeł wód termalnych i leczniczych termalnych wg stanu na 31.12.2023 r.
Numeracja źródeł zgodna z tab. 3.4.2. i 3.4.3.

Tab. 3.4.2. Zestawienie zasobów eksploatacyjnych ujęć wód termalnych oraz wielkości wydobycia
(wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.: wartości bez indeksu dolnego dotyczą zarówno 2022, jak i 2023 roku)

Lp.	Nazwa złoża	Nazwa ujęcia	Zasoby eksploatacyjne [m³/h]	Wydobycie w 2022 r. [m³/rok]	Wydobycie w 2023 r. [m³/rok]
1	Białka	Białka Tatrzańska GT-1 (Bania)	38,00	294 846,00	242 303,00
		Białka Tatrzańska GT-2	220,00	–	–
2	Bukowina	Bukowina Tatrzańska PIG/PNIG-1	48,00	258 385,00	255 431,00
3	Celejów	Celejów GT-2	28,00	–	–
4	Choczołowskie Termy	Choczołów PIG-1	160,00	531 562,00	558 077,00
		Choczołów GT-1 (chłonny)*	–	–	–
5	Cudzynowice	Cudzynowice GT-1	82,00	–	–
6	Furmanowa PIG-1	Furmanowa PIG -1	90,00	–	–
7	Jachranka	Jachranka GT-1	201,00	–	–
		Jachranka GT-2K		–	–
8	Karpniki	Karpniki KT-1	44,00	126 656,00	126 432,00
9	Kleszczów GT-1	Kleszczów GT-1	150,00	–	–
		Kleszczów GT-2 (chłonny)	–	–	–
10	Koło	Koło GT-1	257,00 ₂₀₂₂	–	–
		Koło GT-2*	311,00 ₂₀₂₃	–	–
11	Konin GT-1	Konin GT-1	114,00	–	–
12	Lidzbark Warmiński GT-1	Lidzbark Warmiński GT-1	120,00	151,00	185,00
13	Mszczonów**	Mszczonów IG-1	60,00 ₂₀₂₂	409 324,00	250 196,00
		Mszczonów GT-1*	150,00 ₂₀₂₃	–	–
14	Poddębice	Poddębice GT-2	252,00	1 269 069,00	1 219 793,00
15	Podhale 2	Bańska IG-1	120,00	285 414,00	365 448,00
		Bańska PGP-1	550,00	2 504 167,00	2 455 104,00
		Bańska PGP-3	400,00	2 057 402,00	2 010 864,00
		Biały Dunajec PAN-1 (chłonny)	–	–	–
		Biały Dunajec PGP-2 (chłonny)	–	–	–
		Biały Dunajec PGP-5 (chłonny)	–	–	–
16	Poręba Wielka	Poręba Wielka IG-1	16,10	355,00	212,00
17	Poronin	Poronin PAN-1	70,00	–	–
18	Pyrzyce	Pyrzyce GT-1	340,00	1 001 652,00	518 330,00
		Pyrzyce GT-3			
		Pyrzyce GT-2 (chłonny)	–	–	–
		Pyrzyce GT-4 (chłonny)	–	–	–
19	Sieradz GT-1 (2022) Sieradz (2023)	Sieradz GT-1	249,00	–	–
		Sieradz GT-2 (chłonny)*	–	–	–
20	Siwa Woda IG-1	Siwa Woda IG-1	5,00	–	–
21	Skierniewice GT-1, GT-2	Skierniewice GT-1	86,60	–	–
		Skierniewice GT-2		–	–
22	Sochaczew GT-1	Sochaczew GT-1	180,00	–	–
23	Staniszów	Staniszów ST-1	20,50	–	–
24	Stargard	Stargard GT-1 (chłonny)	–	–	–
		Stargard GT-2 (chłonny)	–	–	–
		Stargard GT-3 (chłonny)	–	–	–

Lp.	Nazwa złoża	Nazwa ujęcia	Zasoby eksploatacyjne [m³/h]	Wydobycie w 2022 r. [m³/rok]	Wydobycie w 2023 r. [m³/rok]
		Stargard GT-4 (chłonny)	–	–	–
		Stargard GT-5 (chłonny)	–	–	–
		Stargard GT-6	173,40	1 719 963,00	1 868 946,00
		Stargard GT-7	166,60		
25	Swarzędz IGH-1	Swarzędz IGH-1	10,00	8 724,00	11 061,00
26	Szymoszkowa	Szymoszkowa GT-1	70,00	49 717,00	49 460,00
27	Tarnowo Podgórne GT-1	Tarnowo Podgórne GT-1	225,00	604,00	862,00
28	Tomaszów Mazowiecki	Tomaszów Mazowiecki GT-1	80,00	–	–
29	Toruń	Toruń TG-1	320,00	1 528 879,00	1 707 084,40
		Toruń TG-2A (chłonny)	–	–	–
30	Trzęsacz GT-1	Trzęsacz GT-1	180,00	17 724,50	27 564,60
31	Turek GT-1	Turek GT-1	54,00	–	–
32	Uniejów I	Uniejów IGH-1 (chłonny)	–	–	–
		Uniejów PIG/AGH-1 (chłonny)	–	–	–
		Uniejów PIG/AGH-2	120,00	895 011,00	955 490,00
33	Wołomin	Wołomin GT-1*	199,00	–	–
34	Wręcza	Wręcza GT-1	150,00	77 941,38	60 043,37
35	Zakopane	Zakopane 2	80,00	139 693,00	142 830,00
		Zakopane IG-1	50,00	250 570,00	241 703,00
36	Zazadnia IG-1	Zazadnia IG-1	25,10	–	–
SUMA			5 605,30 ₂₀₂₂ 5 948,30 ₂₀₂₃	13 427 809,88	13 067 419,37

* otwory, dla których zasoby eksploatacyjne/warunki zatłaczania zatwierdzono w 2023 r.

** zgodnie z Dodatkiem nr 1 do dokumentacji (Bujakowski i in., 2023) zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych ustalono na 150 m³/h, przy czym dla otworu Mszczonów GT-1 wynoszą one 150 m³/h, a dla otworu Mszczonów IG-1 – 100 m³/h

Tab. 3.4.3. Zestawienie zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych termalnych oraz wielkości wydobywania (wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.: wartości bez indeksu dolnego dotyczą zarówno 2022, jak i 2023 roku)

Lp.	Nazwa złoża	Nazwa ujęcia	Rodzaj wody	Zasoby eksploatacyjne [m³/h]	Wydobycie w 2022 r. [m³/rok]	Wydobycie w 2023 r. [m³/rok]
1	Busko-Północ	Busko C-1	Lt	15,00	25 772,00	26 731,00
2	Ciechocinek	Ciechocinek 14 (Terma I)	Lt	40,00	15 223,90	17 262,80
		Ciechocinek 16 (Terma II)	Lt	25,00	8 077,00	8 367,00
		Ciechocinek 18 (Terma III)	Lt	80,00	–	–
3	Cieplisce	Cieplisce 2 (Sobieski)	Lst	0,04	–	–
		Cieplisce 4 (Nowe IV)	Lst	1,00	1 117,00	4 170,00
		Cieplisce C-1	Lst	45,00	181 043,00	205 709,00
		Cieplisce C-2	Lst	10,00	–	–
4	Czeszewo IG-1	Czeszewo IG-1	Lt	15,50	–	–
5	Dobrów IGH-1	Dobrów IGH-1	Lt	60,00	–	–
6	Duszniki-Zdrój	Duszniki GT-1	Lt	50,00	–	–
7	Dziwnówek Józef	Dziwnówek Józef	Lt	30,00	–	–
8	Frombork IGH-1	Frombork IGH-1	Lt	20,00	–	–

Lp.	Nazwa złoża	Nazwa ujęcia	Rodzaj wody	Zasoby eksploatacyjne [m³/h]	Wydobycie w 2022 r. [m³/rok]	Wydobycie w 2023 r. [m³/rok]
9	Gołdap	Gołdap GZ-1	Lt	12,00	5 134,00	3 084,00
10	Grabín 5/1 (Odra)	Odra-5/I	Lt	19,00	–	–
11	Inowrocław II	Inowrocław IL-1 Źródło Solankowe	Lt	5,70	24 830,00	26 019,00
12	Iwonicz	Lubatówka 12	Lt	5,50	2 248,00	2 343,20
		Lubatówka 14	Lt	5,50	–	–
13	Jamno IG-3	Jamno IG-3	Lt	5,40	–	–
14	Jaworze IG-1, IG-2	Jaworze IG-1	Lt	0,90	–	–
		Jaworze IG-2	Lt	4,00	–	–
15	Konstancin	Warszawa IG-1	Lt	9,12	2 868,00	3 498,00
16	Krynica Morska IG-1	Krynica Morska IG-1	Lt	1,00	–	–
17	Łądek-Zdrój	Łądek L-2 (Zdzisław)	Lst	30,00	82 564,00	51 962,00
		Łądek Źródło Chrobry	Lst	1,67	2 423,00	3 345,00
		Łądek Źródło Curie-Skłodowskiej	Lst	3,79	2 414,00	3 301,00
		Łądek Źródło Dąbrówka	Lst	1,25	–	–
		Łądek Źródło Jerzy	Lst	17,08	11 730,00	10 832,00
		Łądek Źródło Wojciech	Lst	5,00	19 495,00	19 492,00
18	Łagów Lubuski IG-1	Łagów Lubuski IG-1	Lt	5,00	–	–
19	Marusza	Grudziądz IG-1	Lt	20,00	1 185,00	1 273,00
20	Piła IG-1	Piła 1 (IG-1)	Lt	15,70	–	–
21	Rabka-Zdrój	Rabka IG-2	Lt	4,50	878,50	603,95
22	Ślesin IGH-1	Ślesin IGH-1	Lt	16,00	–	–
23	Środa IG-2	Środa IG-2	Lt	40,00	–	–
24	Trzebnica IG-1	Trzebnica IG-1	Lt	6,00	–	–
25	Ustka	Ustka IGH-1	Lt	12,00	468,00	626,00
26	Ustroń	Ustroń U-3 (IG-3)	Lt	2,20	2 911,00	1 287,60
		Ustroń U-3A	Lt		10,00	1 957,60
		Ustroń C-1 (chłonny)	Lt	–	–	–
27	Wilga IG-1	Wilga IG-1	Lt	20,00	–	–
28	Wołczyn	Wołczyn-VIIA	Lt	8,00	96,00	344,00
SUMA				667,85	390 487,40	392 208,15

Lt – woda lecznicza o temperaturze na wypływie z ujęcia $\geq 20^{\circ}\text{C}$

Lst – woda lecznicza o mineralizacji ogólnej $< 1 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia $\geq 20^{\circ}\text{C}$

Stopień wykorzystania zasobów eksploatacyjnych wód termalnych w poszczególnych województwach jest bardzo zróżnicowany. W województwie podlaskim nie zostało udokumentowane żadne złożo wód termalnych, natomiast w udokumentowanych złożach w województwach lubelskim i lubuskim nie prowadzono wydobywania w 2022 i 2023 r. Największe zasoby eksploatacyjne, na poziomie 1 946,70 m³/h, udokumentowano dotychczas dla ujęć w województwie małopolskim (głównie na obszarze niecki podhalańskiej) i również tam, obok województwa kujawsko-pomorskiego, wykorzystuje się je w największym stopniu. Poza województwami małopolskim i kujawsko-pomorskim, w których stopień wykorzystania zasobów wyniósł odpowiednio 37,07% i 40,94%, istotne wykorzystanie wód termalnych miało również miejsce w województwach: zachodniopomorskim, łódzkim i dolnośląskim (w granicach 20,63-30,79%). W pozostałych województwach zarówno wielkość zasobów, jak i wydobywanie wód termalnych były znacznie niższe – stopień wykorzystania zasobów eksploatacyjnych ujęć nie przekroczył kilku procent (tab. 3.4.4).

Tab. 3.4.4. Zestawienie zasobów i wydobywania wód termalnych i leczniczych termalnych w poszczególnych województwach (wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.: wartości bez indeksu dolnego dotyczą zarówno 2022, jak i 2023 roku)

Województwo	Liczba złóż	Liczba ujęć	Zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	Wydobycie w 2022 r. [m ³ /rok]	Stopień wykorzystania zasobów w 2022 r. [%]	Wydobycie w 2023 r. [m ³ /rok]	Stopień wykorzystania zasobów w 2023 r. [%]
Dolnośląskie	6	14	235,33	427 442,00	20,73	425 243,00	20,63
Kujawsko-pomorskie	4	7	490,70	1 578 194,90	36,71	1 760 006,20	40,94
Lubelskie	1	1	28,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lubuskie	1	1	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Łódzkie	6	10 ₂₀₂₂ 11 ₂₀₂₃	937,60	2 164 080,00	26,35	2 175 283,00	26,48
Małopolskie	12	19 ₂₀₂₂ 20 ₂₀₂₃	1 946,70	6 372 989,50	37,37	6 322 035,95	37,07
Mazowieckie	6 ₂₀₂₂ 7 ₂₀₂₃	7 ₂₀₂₂ 9 ₂₀₂₃	620,12 ₂₀₂₂ 909,12 ₂₀₂₃	490 133,38	9,02	313 737,37	3,94
Opolskie	2	2	27,00	96,00	0,04	344,00	0,15
Podkarpackie	1	2	11,00	2 248,00	2,33	2 343,20	2,45
Podlaskie	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pomorskie	2	2	13,00	468,00	0,41	626,00	0,54
Śląskie	2	5	7,10	2 921,00	4,70	3 245,20	5,21
Świętokrzyskie	2	2	97,00	25 772,00	3,03	26 731,00	3,14
Warmińsko-mazurskie	3	3	152,00	5 285,00	0,40	3 269,00	0,24
Wielkopolskie	10	10 ₂₀₂₂ 11 ₂₀₂₃	807,20 ₂₀₂₂ 861,20 ₂₀₂₃	9 328,00	0,13	11 923,00	0,16
Zachodniopomorskie	5	14	895,40	2 739 339,50	34,92	2 414 840,60	30,79
SUMA	63₂₀₂₂ 64₂₀₂₃	99₂₀₂₂ 104₂₀₂₃	6 273,15₂₀₂₂ 6 616,15₂₀₂₃	13 818 297,28	25,15	13 459 627,52	23,22

Wielkość zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych wód termalnych i leczniczych termalnych oraz ich wykorzystanie są wyraźnie zróżnicowane regionalnie. W podziale na jednostki hydrogeologiczne wyznaczone przez Paczyńskiego i Płochniewskiego (1996), a następnie zmodyfikowane przez Dowgiałłę i Paczyńskiego (2002) (podział regionalny występowania wód podziemnych w Polsce opisano szerzej w rozdziale 3.1), największe zasoby eksploatacyjne wód termalnych i leczniczych termalnych udokumentowano na obszarze platformy paleozoicznej (3 798,02 m³/h w 2022 roku i 4 141,02 m³/h w 2023 roku), gdzie wykorzystywano je na poziomie prawie 21% w 2022 roku i 18,40% w 2023 roku.

W obrębie prowincji karpackiej, mimo iż zatwierdzone zasoby wód termalnych są dwukrotnie niższe ($2\,061,80\text{ m}^3/\text{h}$), ich wydobycie ($6\,403\,930,50\text{ m}^3$ w 2022 roku i $6\,354\,355,35\text{ m}^3$ w 2023 roku) oscyluje na podobnym poziomie co na obszarze platformy paleozoicznej ($6\,981\,171,78\text{ m}^3$ w 2022 roku i $6\,676\,134,17\text{ m}^3$ w 2023 roku). Stopień wykorzystania zasobów eksploatacyjnych wód termalnych na obszarze prowincji karpackiej jest najwyższy – nieznacznie przekracza 35%. Na obszarach gdzie wody termalne eksploatowane są w szerszym zakresie, wykorzystanie zasobów eksploatacyjnych jest niższe: antyklinorium środkowopolskie prawie 26,3%, synklinorium szczecińsko - miechowskie 23,3% i Sudety blisko 21,2%. W najniższym stopniu zasoby wód termalnych wykorzystywano natomiast w prowincji platformy prekambryjskiej – zaledwie na poziomie 0,27% ustalonych zasobów eksploatacyjnych. W pozostałych regionach wydobycie wód termalnych w odniesieniu do zatwierdzonych zasobów wyniosło kilka procent (tab. 3.4.5). Pomimo dokumentowania nowych zasobów eksploatacyjnych wód termalnych i leczniczych termalnych na przestrzeni lat, wciąż relatywnie niski poziom ich wykorzystania wskazuje na duży potencjał możliwości ich wykorzystania, szczególnie do celów grzewczych oraz rekreacyjno-leczniczych.

Tab. 3.4.5. Zestawienie zasobów i wydobycia wód termalnych i leczniczych termalnych w podziale na jednostki hydrogeologiczne Polski
(wg Dowgiałły i Paczyńskiego, 2002) (stan na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.: wartości bez indeksu dolnego dotyczą zarówno 2022, jak i 2023 roku)

Jednostka hydrogeologiczna	Liczba złóż	Liczba ujęć	Zasoby eksploatacyjne [m³/h]	Wydobycie w 2022 r. [m³/rok]	Stopień wykorzystania zasobów w 2022 r. [%]	Wydobycie w 2023 r. [m³/rok]	Stopień wykorzystania zasobów w 2023 r. [%]
Prowincja platformy prekambryjskiej	5	5	165,00	5 753,00	0,40	3 895,00	0,27
Region wyniesienia Łeby	1	1	12,00	468,00	0,45	626,00	0,60
Region basenu bałtyckiego	4	4	153,00	5 285,00	0,39	3 269,00	0,24
Region wyniesienia mazursko-suwańskiego	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Region zapadliska podlaskiego	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Region wyniesienia lubelskiego	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Prowincja platformy paleozoicznej	35₂₀₂₂ 36₂₀₂₃	52₂₀₂₂ 56₂₀₂₃	3 798,02₂₀₂₂ 4 141,02₂₀₂₃	6 981 171,78	20,98	6 676 134,17	18,40
Region synklinorium brzeźnego	10 ₂₀₂₂ 11 ₂₀₂₃	12 ₂₀₂₂ 14 ₂₀₂₃	760,12 ₂₀₂₂ 1 049,12 ₂₀₂₃	491 318,38	7,38	315 010,37	3,43
Region antyklinorium środkowopolskiego	7	10	776,40	1 594 734,40	23,45	1 786 297,80	26,26
Region synklinorium szczecińsko-miechowskiego	13	25 ₂₀₂₂ 27 ₂₀₂₃	2 182,00 ₂₀₂₂ 2 236,00 ₂₀₂₃	4 886 299,00	25,56	4 563 421,00	23,30
Region monokliny przedsudeckiej	5	5	79,50	8 820,00	1,27	11 405,00	1,64
Region zapadliska górnośląskiego	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Prowincja sudecka	6	14	248,33	427 442,00	19,65	425 243,00	19,55
Region bloku przedsudeckiego	1	1	19,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Region Sudetów	5	13	229,33	427 442,00	21,28	425 243,00	21,17
Prowincja karpacka	17	28₂₀₂₂ 29₂₀₂₃	2 061,80	6 403 930,50	35,46	6 354 355,35	35,18
Region zapadliska przedkarpackiego	2	2	97,00	25 772,00	3,03	26 731,00	3,15
Region Karpat zewnętrznych	5	9	38,70	6 402,50	1,89	6 404,35	1,89
Region Karpat wewnętrznych	10	17 ₂₀₂₂ 18 ₂₀₂₃	1 926,10	6 371 756,00	37,76	6 321 220,00	37,46
SUMA	63₂₀₂₂ 64₂₀₂₃	99₂₀₂₂ 104₂₀₂₃	6 273,15₂₀₂₂ 6 616,15₂₀₂₃	13 818 297,28	25,15	13 459 627,52	23,22

Wielkość zasobów wód termalnych i leczniczych termalnych eksploatowanych na przestrzeni lat 2022 i 2023 wskazuje na istotny potencjał dotyczący możliwości ich wykorzystania. Sumaryczna wielkość zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych wód termalnych wzrosła z 5 605,30 m³/h w 2022 roku do 5 948,30 m³/h w 2023 roku, a w przypadku wód leczniczych termalnych utrzymywała się na poziomie 667,85 m³/h. Mimo iż z roku na rok wykonywane są nowe otwory ujmujące wody termalne to stopień faktycznego wykorzystania udokumentowanych zasobów wciąż pozostaje stosunkowo niski – w 2023 roku wyniósł około 26%, co stanowi spadek w porównaniu z rokiem poprzedzającym, kiedy nieznacznie przekroczył 27%. Obniżka ta związana jest ze spadkiem wydobywania w 2023 roku przy jednoczesnym wzroście udokumentowanych zasobów w stosunku do 2022 roku. W analizowanym okresie wydobywanie wód termalnych zmniejszyło się z 13 427 809,88 m³/rok do 13 067 419,37 m³/rok, tj. o 360 390,51 m³. Wydobywanie wód leczniczych termalnych utrzymywało się na podobnym poziomie (w 2023 roku wzrosło o zaledwie 1 720,75 m³) – wykorzystano około 6,70% udokumentowanych zasobów.

Zasoby dyspozycyjne wód termalnych (rozumiane jako zasoby możliwe do wykorzystania w danym obszarze, w określonych warunkach środowiskowych i hydrogeologicznych przy zachowaniu ograniczeń związanych z odnawialnością zasobów i nie powodujące pogorszenia parametrów lub jakości wód, bez wskazywania dokładnej lokalizacji ujęć) są w Polsce słabo rozpoznane. Dotychczas jedynie dla obszaru niecki podhalańskiej opracowano w 2011 roku dokumentację hydrogeologiczną określającą zasoby dyspozycyjne wód termalnych (Chowaniec i in. 2011). Dla całego obszaru niecki z utworów triasu i jury (podrzędnie kredy i paleogenu) określono je w wysokości 23 522 m³/d (ok. 980,08 m³/h). Rejestrowany w roku 2023 pobór wód termalnych przez ujęcia czynne to średnio 17 318 m³/d, co oznacza wykorzystanie 73,6% zasobów dyspozycyjnych. Przy obecnej wielkości wydobywania pozostaje już niewielka część zasobów możliwych do zagospodarowania. Jednak dla wszystkich ujęć wód termalnych zlokalizowanych na obszarze niecki podhalańskiej (czynnych i nieczynnych) udokumentowano łącznie zasoby eksploatacyjne w wysokości 46 226,1 m³/d (1 926,1 m³/h). Oznacza to prawie dwukrotne przekroczenie zasobów dyspozycyjnych i brak możliwości poboru wód termalnych w ilości odpowiadającej zatwierdzonym zasobom eksploatacyjnym. Niezbędna dla obszaru niecki podhalańskiej jest analiza potencjalnych skutków włączenia nowych ujęć lub zwiększenia wydajności przez obecnie czynne ujęcia oraz regulacja dopuszczalnych wielkości wydobywania poprzez organy koncesyjne oraz udzielające pozwoleń wodnoprawnych na pobór wód.

Zasoby dyspozycyjne ustalono również dla 6 złóż wód leczniczych, w obrębie których część ujęć ujmuje wody o temperaturze minimum 20°C (wody lecznicze termalne) (tab. 3.4.6).

Tab. 3.4.6. Zestawienie wielkości zasobów dyspozycyjnych wód leczniczych termalnych (stan na 31.12.2023 r.)
(wg Porwisa i in., 2002; Oficjańskiej i in., 2009; Kapuścińskiego i in., 2010; Chowańca i in., 2015; Gągalskiego i in., 2018)

Nazwa złoża	Nazwa jednostki bilansowej	Powierzchnia jednostki bilansowej [km ²]	Zasoby dyspozycyjne wód leczniczych [m ³ /d]
Cieplice	Kotlina Jeleniogórska (rejon Cieplice)	255,00	13 680,00 (3 720,00)
Lądek-Zdrój	Lądek-Zdrój	170,00	915,00
Duszniki-Zdrój	Duszniki-Zdrój – Bobrowniki	13,50	1 440,00
Busko-Północ	A3	9,00	360,00
Rabka-Zdrój	Rabka-Zdrój	1,60	54,67
Ustroń	Seria węglanowa	759,00	600,00

Dokumentowanie zasobów dyspozycyjnych wód uznanych za kopaliny stanowi kluczowe znaczenie w racjonalnym gospodarowaniu wodami w złożu, szczególnie w sytuacjach, gdy jest ono ujmowane kilkoma ujęciami lub w rejonach intensywnego wydobycia (dotyczy to zwłaszcza zasobów nieodnawialnych lub słabo odnawialnych).

Sytuacja znacznego wykorzystania zasobów dyspozycyjnych wód termalnych w niecce podhalańskiej wskazuje, że niezbędne jest określenie zasobów dyspozycyjnych również w innych obszarach, w których jest coraz większe zainteresowanie wydobyciem wód termalnych przez wiele podmiotów, przykładowo w obrębie obszarów perspektywicznych synklinorium szczecińsko-miechowskiego, zwłaszcza w rejonie aglomeracji łódzkiej (niecka łódzka), w rejonie Buska-Zdroju, a także w regionie sudeckim. Jednym ze wskazań do wyznaczania zasobów dyspozycyjnych określonych obszarów powinny być sytuacje, gdy w obrębie jednego zbiornika wód termalnych pojawia się w sąsiedztwie kilka podmiotów prowadzących lub planujących wydobycie tych wód, a także sytuacje, gdy potencjalnie możliwe jest oddziaływanie ujęć wód termalnych na inne niż ujęty poziomy wodonośne, zwłaszcza te służące zaopatrzeniu ludności w wodę. Określenie zasobów dyspozycyjnych pozwoli na ocenę stopnia wykorzystania zasobów złoża, racjonalne ich wykorzystanie, zabezpieczenie przed przeeksploatowaniem i degradacją wód termalnych lub zmianom składu chemicznego oraz na racjonalny podział zasobów pomiędzy interesariuszy.

Informacje dotyczące wielkości zasobów eksploatacyjnych oraz wydobycia wód termalnych i leczniczych termalnych zamieszczone w niniejszym rozdziale pochodzą z prowadzonej przez PIG-PIB bazy danych wód uznanych za kopaliny – Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopaliny, dostępnej pod adresem: <https://spd.pgi.gov.pl/PSH/>.

3.5. Zagospodarowanie wód termalnych

Finalny efekt, jakim jest zagospodarowanie wód termalnych oraz leczniczych termalnych jest wynikiem procesu poszukiwania, rozpoznawania oraz dokumentowania zasobów złóż tych wód. Jest on zależny od czynników formalnoprawnych, do których należy m.in. uzyskanie koncesji na wydobywanie wód termalnych oraz leczniczych termalnych.

3.5.1. Koncesje na wydobywanie wód termalnych i leczniczych termalnych

Możliwość wydobywania wód termalnych oraz leczniczych termalnych wymaga uzyskania koncesji, czyli dokumentu uprawniającego do wydobywania kopaliny w obrębie ściśle określonej przestrzeni, jaką jest obszar górniczy. Jest ona wydawana przez organ administracji geologicznej na okres co najmniej 3 lat, ale nie dłuższy niż 50 lat, na podstawie wniosku, do którego należy dołączyć m.in. zatwierdzoną dokumentację hydrogeologiczną ustalającą zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych. Według stanu na koniec 2022 r. na obszarze Polski obowiązywały 24 koncesje na wydobywanie wód termalnych oraz wydano 14 koncesji na wydobywanie wód leczniczych termalnych, natomiast wg stanu na koniec 2023 r. obowiązywało 25 koncesji na wydobywanie wód termalnych i 14 na wydobywanie wód leczniczych termalnych (tab. 3.5.1, fig. 3.5.1).

Tab. 3.5.1. Zestawienie informacji o złożach wód termalnych i leczniczych termalnych objętych koncesjami geologicznymi na wydobywanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin (wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Lp.	Nazwa złoża	Nazwa obszaru górniczego	Użytkownik złoża	Data wydania koncesji	Data ważności koncesji
Wody termalne					
1	Białka	Białka	Park Wodny Bania S.A.	3.08.2010	3.08.2040
2	Bukowina	Bukowina	Bukowińskie Towarzystwo Geotermalne Sp. z o.o.	6.12.2006	6.12.2026
3	Celejów	Celejów	Termy Celejów Sp. z o.o.	28.09.2018	12.10.2048
4	Choczołowskie Termy	Choczołowskie Termy	Choczołowskie Termy Sp. z o.o.	22.03.2011	22.03.2036
5	Cudzynowice	Cudzynowice	Kazimierskie Wody Termalne i Lecznicze Sp. z o.o.	1.03.2016	28.02.2031
6	Karpniki	Termy Zamek Karpniki	Termy Zamek Karpniki Sp. z o.o.	5.09.2016	19.09.2066
7	Kleszczów GT-1	Kleszczów GT-1	Zakład Komunalny Kleszczów Sp. z o.o.	20.03.2015	20.03.2065
8	Lidzbark Warmiński GT-1	Lidzbark Warmiński GT-1	Termy Warmińskie Sp. z o.o.	11.07.2016	11.07.2036
9	Mszczonów	Mszczonów	Geotermia Mazowiecka S.A.	25.03.2003	25.03.2028
10	Poddębice	Poddębice I	Geotermia Poddębice Sp. z o.o.	30.12.2011	30.12.2040
11	Podhale 2	Podhale 2	PEC Geotermia Podhalańska S.A.	1.08.2005	31.07.2025
12	Poręba Wielka	Poręba Wielka	Gorczańskie Wody Termalne Sp. z o.o.	3.12.2013	31.12.2035
13	Poronin	Poronin	TATRA-TERMAL Sp. z o.o.	22.08.2012	22.08.2042

Lp.	Nazwa złoza	Nazwa obszaru górniczego	Użytkownik złoza	Data wydania koncesji	Data ważności koncesji
14	Pyrzyce	Pyrzyce	Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o.	20.12.1996	20.12.2026
15	Staniszów	Termy Stanisławów	Termy Karkonosze	13.07.2018	27.07.2068
16	Stargard	Stargard	G-Term Energy Sp. z o.o.	12.04.2007	12.04.2037
17	Swarzędz IGH-1	Swarzędz IGH-1	Termy Maltańskie Sp. z o.o.	14.03.2013	14.03.2033
18	Szymoszkowa	Szymoszkowa	Dorado Sp. z o.o.	4.03.2009	4.03.2034
19	Tarnowo Podgórne GT-1	Tarnowo Podgórne GT-1	Tarnowska Gospodarka Komunalna TP-KOM Sp. z o.o.	14.12.2012	14.12.2062
20	Toruń	Toruń	Geotermia Toruń Sp. z o.o.	31.05.2013	30.11.2033
21	Trzęsacz GT-1	Trzęsacz GT-1	MILEX Sp. z o.o.	18.03.2015	18.03.2035
22	Uniejów I	Uniejów I	Geotermia Uniejów Sp. z o.o.	5.02.2007	31.12.2028
23	Wręcza	Wręcza	Global Parks Poland Sp. z o.o.	8.03.2021	8.03.2071
24	Zakopane	Zakopane	Polskie Tatry S.A.	1.07.1998	1.07.2028
Wody termalne (koncesja od 2023 r.)					
1*	Jachranka	Jachranka	HOTELE KORONA Sp. z o.o.	04.09.2023	04.09.2053
Wody lecznicze termalne					
1	Busko-Północ	Busko - Północ	Hydrogeotechnika Sp. z o.o.	16.04.2010	16.04.2060
2	Ciechocinek	Ciechocinek	Uzdrowisko Ciechocinek S.A.	10.11.1992	9.11.2042
3	Cieplice	Cieplice	Uzdrowisko Cieplice Sp. z o.o. – Grupa PGU	4.01.1992	4.01.2043
4	Duszniki-Zdrój	Duszniki Zdrój	Uzdrowiska Kłodzkie S.A. – Grupa PGU	16.07.1993	16.07.2043
5	Gołdap	Gołdap - Zdrój 1	PWiK Gołdap Sp. z o.o.	10.10.2013	10.10.2063
6	Inowrocław II	Inowrocław II	PWiK Sp. z o.o.	28.12.2012	31.12.2042
7	Iwonicz	Iwonicz	Uzdrowisko Iwonicz S.A.	30.09.1992	30.09.2042
8	Konstancin	Konstancin - 1	Uzdrowisko Konstancin-Zdrój S.A.	23.04.2013	22.04.2063
9	Lądek-Zdrój	Lądek - Zdrój I	Uzdrowisko Lądek-Długopole S.A.	30.10.1992	26.09.2042
10	Marusza	Marusza	Geotermia Grudziądz Sp. z o.o.	10.06.2005	31.12.2025
11	Rabka-Zdrój	Rabka - Zdrój	Uzdrowisko Rabka S.A.	19.05.1993	19.05.2033
12	Ustka	Ustka 2	Uzdrowisko Ustka Sp. z o.o.	2.09.2016	5.09.2066
13	Ustroń	Ustroń I	American Heart of Poland S.A.	12.02.2014	31.12.2034
14	Wolczyn	Wolczyn	ZWiK Sp. z o.o.	12.08.2021	12.08.2051

*kolorem niebieskim oznaczono złoza objęte koncesją od 2023 r.

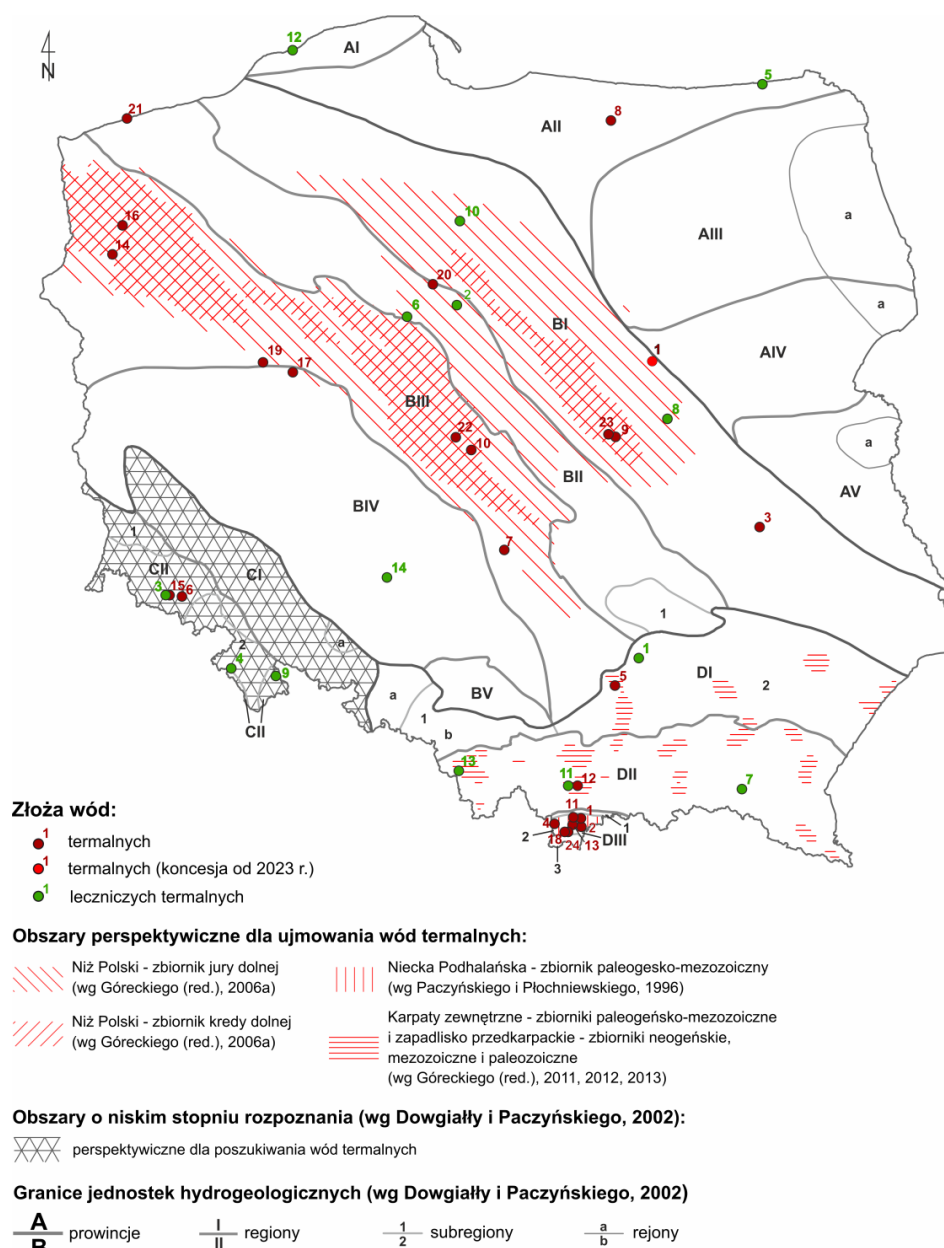


Fig. 3.5.1. Lokalizacja źródeł wód termalnych i leczniczych termalnych objętych koncesjami geologicznymi na wydobywanie wód na tle prowincji hydrogeologicznych oraz obszarów perspektywicznych dla ujmowania wód termalnych

Numeracja zgodna z tabelą 3.5.1.

Złoża wód termalnych:

1 – Białka; 2 – Bukowina; 3 – Celejów; 4 – Choczołowskie Termy; 5 – Cudzynowice; 6 – Karpniki; 7 – Kleszczów GT-1; 8 – Lidzbark Warmiński GT-1; 9 – Mszczonów; 10 – Poddębice; 11 – Podhale 2; 12 – Poręba Wielka; 13 – Poronin; 14 – Pyrzyce; 15 – Stanisław; 16 – Stargard; 17 – Swarzędz IGH-1; 18 – Szymbarkowa; 19 – Tarnowo Podgórne GT-1; 20 – Toruń; 21 – Trzemesz GT-1; 22 – Uniejów I; 23 – Wręcza; 24 – Zakopane

Złoża wód termalnych (koncesja od 2023 r.):

1 – Jachranka

Złoża wód leczniczych termalnych:

1 – Busko-Północ; 2 – Ciechocinek; 3 – Cieplice; 4 – Duszniki-Zdrój; 5 – Gołdap; 6 – Inowrocław II; 7 – Iwonicz; 8 – Konstancin; 9 – Łądek-Zdrój; 10 – Marusza; 11 – Rabka-Zdrój; 12 – Ustka; 13 – Ustroń; 14 – Wołczyn

3.5.2. Zagospodarowane złoża wód termalnych i leczniczych termalnych

Na sposób zagospodarowania wód termalnych i leczniczych termalnych wpływ mają m.in. czynniki geologiczne, hydrogeologiczne oraz ekonomiczne. Wyżej wymienione rodzaje wód wykorzystywane są w ciepłownictwie, rekreacji, balneoterapii oraz przy wytwarzaniu produktów kosmetycznych i parafarmaceutyków. W przypadku części złóż mamy do czynienia z ich użytkowaniem tylko do jednego celu, np. woda termalna ze złoża Białka użytkowana jest jedynie w basenach rekreacyjnych, a woda lecznicza termalna ze złoża Gołdap w balneoterapii. Istnieje jednak grupa złóż, których wody wykorzystywane są w kilku różnych celach, np. woda termalna ze złoża Poddębice użytkowana jest w ciepłownictwie, rekreacji, balneoterapii oraz przy wytwarzaniu produktów zdrowotnych, a woda lecznicza termalna ze złoża Ciechocinek – w rekreacji, balneoterapii, a także przy produkcji kosmetyków.

Poza głównymi sposobami użytkowania wód termalnych, są one również przydatne do innych celów. Woda ze złoża Trzęsacz GT-1 ma swoje zastosowanie w chowie i hodowli łosia atlantyckiego, woda ze złoża Mszczonów dodatkowo zasila sieć wodociągów miejskich, natomiast woda ze złoża Chochołowskie Termy służy do podgrzewania parkingów.

W 2022 r. spośród 35 złóż wód termalnych wykorzystywanych było 19, co stanowi 54%, natomiast w kolejnym roku całkowita liczba złóż termalnych zwiększyła się do 36, a w dalszym ciągu wykorzystywanych było ich 19 (53%). W przypadku złóż wód termalnych leczniczych zarówno w 2022, jak i 2023 r. użytkowanych było 13 z 28 złóż (64%) (tab. 3.5.2).

Tab. 3.5.2. Zagospodarowanie złóż wód termalnych i leczniczych termalnych
(wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Rodzaj kopaliny	Liczba złóż		Liczba złóż objętych koncesją		Liczba złóż zagospodarowanych	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Wody termalne	35	36	24	25	19	19
Wody lecznicze termalne	28	28	14	14	13	13
Suma	63	64	38	39	32	32

Jednym z istotniejszych sposobów zagospodarowania wód termalnych jest ich wykorzystanie do celów ciepłowniczych. W 2022 i 2023 r. w Polsce funkcjonowało 7 ciepłowni geotermalnych (tab. 3.5.3, fig. 3.5.2). Ośrodki te zlokalizowane są w obszarach charakteryzujących się najkorzystniejszymi warunkami występowania i ujmowania wód termalnych – na obszarze niecek: szczecińskiej (ciepłownie w Pyrzycach i Stargardzie), łódzkiej (ciepłownie w Poddębicach i Uniejowie), warszawskiej (ciepłownia w Mszczonowie) oraz podhalańskiej (ciepłownia w Bańskiej Niżnej), a także antyklinorium środkowopolskiego (ciepłownia z Toruniu). Temperatura wykorzystywanych wód wynosi od 40°C w Mszczonowie do 88°C w Stargardzie.

Część czynnych ciepłowni geotermalnych funkcjonuje w układzie zamkniętym, w którym woda termalna wydobywana jest ze złoża otworem (otworami) eksploatacyjnym, a następnie przesyłana do wymiennika ciepła, gdzie następuje oddanie energii cieplnej płynowi obiegu technicznego, który zasila sieć ciepłowniczą. Schłodzona woda jest wtłaczana otworem (otworami) chłonnym do warstwy wodonośnej, gdzie następuje jej ponowne ogrzanie. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe jest uniknięcie konieczności utylizacji wcześniej wydobytej wody oraz ochrania się zasoby złoża. Takie

rozwiązanie jest stosowane w ciepłowniach należących do Geotermii Podhalańskiej, Geotermii Pyrzyce, G-Term Energy oraz Geotermii Toruń.

Wykorzystanie energii geotermalnej w ciepłowniach koncentruje się na jej zastosowaniu do celów grzewczych. Istnieje możliwość zwiększenia efektywności tego procesu poprzez implementację kaskadowego systemu odbioru energii cieplnej. Taki system umożliwia stopniowe wykorzystanie ciepła geotermalnego w różnych procesach, co pozwala na zwiększenie efektywności energetycznej oraz optymalizację kosztów operacyjnych i zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko. System taki polega na stopniowym odbiorze ciepła za pomocą kolejno ułożonych odbiorników o coraz niższym zapotrzebowaniu na temperaturę (Janowski, Kolasa, 2016). W pierwszej kolejności wydobyta na powierzchnię woda termalna kierowana jest do wymienników ciepła, gdzie ogrzewa wodę techniczną przeznaczoną do ogrzewania budynków. Po wykorzystaniu do celów energetycznych częściowo schłodzona woda termalna może zostać skierowana do obiektów leczniczych i rekreacyjnych, np. do napełniania niecek basenowych. W kolejnym obiegu pozostałe ciepło może służyć np. do podgrzewania muraw piłkarskich, parkingów czy chodników.

Tab. 3.5.3. Zestawienie informacji o ciepłowniach geotermalnych w Polsce, w których wykorzystywane są wody termalne (informacje na podstawie bazy <http://spd.pgi.gov.pl/PSHv8/>, Kępińska 2023 oraz danych uzyskanych od użytkowników złóż; wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Ciepłownia/ podmiot Otwór eksploatacyjny Otwór chłonny	Łączne zasoby eksploatacyjne [m³/h] Maksymalna temp. wody na wypływie [°C] Mineralizacja [g/dm³]	Moc zainstalowana		Towarzyszące wykorzystanie wody
			całkowita [MW]	z geotermii [MW]	
Ciepłownie komunalne					
Podhale 2 Bańska Niżna, Biały Dunajec 2001	Geotermia Podhalańska Bańska IG-1 Bańska PGP-1 Bańska PGP-3 Biały Dunajec PAN-1 Biały Dunajec PGP-2 Biały Dunajec PGP-5	1070 82,0–86,0 2,3–3,1	70,0 (2022) 71,4 (2023)	31,0 (2022) 33,0 (2023)	dwa geotermalne kompleksy rekreacyjne
Mszczonów Mszczonów 1996	Geotermia Mazowiecka Mszczonów IG-1, Mszczonów GT-1 (2023)***** —	60 (2022) 150 (2023) 40,0 0,5, (2022) 0,6 (2023)	7,1	7,1	wodociągi miejskie, geotermalny kompleks rekreacyjny, basen Deepspot, woda użytkowa
Poddębice Poddębice 2013	Geotermia Poddębice Poddębice GT-2 —	252 68,4 0,4	10,0	10,0	zabiegi lecznicze, pijalnia wód termalnych, basen rekreacyjny, dermokosmetyki marki Dermedic

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Ciepłownia/ podmiot Otwór eksploatacyjny Otwór chłonny	Łączne zasoby eksploatacyjne [m³/h] Maksymalna temp. wody na wypływie [°C] Mineralizacja [g/dm³]	Moc zainstalowana		Towarzyszące wykorzystanie wody
			całkowita [MW]	z geotermii [MW]	
Pyrzyce Pyrzyce 1996	Geotermia Pyrzyce Pyrzyce GT-1bis Pyrzyce GT-1 Pyrzyce GT-2 Pyrzyce GT-3 Pyrzyce GT-4	340 62,0 117,6–125,8	22,0	6,0	brak
Stargard Stargard 2005***	G-Term Energy Stargard GT-6, Stargard GT-7 Stargard GT-1, Stargard GT-2, Stargard GT-3, Stargard GT-4, Stargard GT-5	340 88,4 116,9–126,0	44,0	18,0 (2022) 20,0 (2023)	brak
Toruń Toruń 2022	Geotermia Toruń Toruń TG-1 Toruń TG-2A	320 60,5 120,0	20,5	13,5*	brak
Uniejów I Uniejów 2006	Geotermia Uniejów Uniejów PIG/AGH-2 Uniejów IGH-1 **** Uniejów PIG/AGH-1 ****	120 69,2 7,0	7,4**	3,2**	zabiegi lecznicze, geotermalny kompleks rekreacyjny

* na podstawie Skłodowskiej (2022)

** na podstawie Kępińskiej (2023)

*** powtórne uruchomienie po zmianie właściciela w 2012 r.

**** otwory chłonne obecnie nieczynne

***** kolorem niebieskim oznaczono informacje wg stanu aktualności na 31.12.2023

W trzech miejscowościach (Kole, Koninie oraz Sieradzu) trwają prace zmierzające do uruchomienia kolejnych ciepłowni, których funkcjonowanie będzie opierać się na wodach termalnych (tab. 3.5.4). Temperatura wód w złożach zlokalizowanych w wyżej wymienionych miejscowościach mieści się w przedziale 52–92°C. Wody z tych złóż w 2023 r. nie były użytkowane.

Tab. 3.5.4. Zestawienie informacji o złożach wód termalnych, z których wody mają być wykorzystane w ciepłowniach geotermalnych (informacje na podstawie bazy <http://spd.pgi.gov.pl/PSHv8/> oraz danych uzyskanych od użytkowników złóż; wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Złoże Miejscowość	Ciepłownia/ podmiot Otwór eksploatacyjny	Łączne zasoby eksploatacyjne [m³/h]	Maksymalna temp. wody na wypływie [°C]	Mineralizacja [g/dm³]
----------------------	---	---	---	--------------------------

	Otwór chłonny			
Ciepłownie komunalne w budowie				
Koło Koło	Miejski Zakład Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Kole Koło GT-1 Koło GT-2 (2023)*	257 (2022) 311 (2023)	84,3 (2022) 90,5 (2023)	94,9 (2022) 106,3 (2023)
Konin GT-1 Konin	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej – Konin Sp. z o.o. Konin GT-1, Konin GT-3 –	114	92,0	150,4
Sieradz GT-1 (2022) Sieradz (2023) Sieradz	Geotermia Sieradz Sieradz GT-1 Sieradz GT-2 (2023)*	249	51,8	2,6

*kolorem niebieskim oznaczono informacje wg stanu aktualności na 31.12.2023

Dodatkowo wody z czterech źródeł wykorzystywane są do ogrzewania pojedynczych budynków czy też podgrzewania parkingów (tab. 3.5.5).

Tab.3.5.5. Zestawienie informacji o źródłach wód termalnych i leczniczych termalnych, z których wody wykorzystywane są w lokalnych systemach ciepłowniczych (informacje na podstawie bazy <http://spd.pgi.gov.pl/PSHv8/> oraz danych uzyskanych od użytkowników źródeł; wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Podmiot Otwór eksploatacyjny Cel ogrzewania	Łączne zasoby eksploatacyjne [m³/h]	Maksymalna temp. wody na wypływie [°C]	Mineralizacja [g/dm³]	Towarzyszące wykorzystanie wody
Ciepłownie lokalne					
Bukowina Bukowina Tatrzańska 2008	Termy Bukovina Bukowina Tatrzańska PIG/PNIG-1 Ogrzewanie budynków	48	67,0	1,7	rekreacja
Chochołowskie Termy Chochołów 2006	Chochołowskie Termy Chochołów PIG-1 Ogrzewanie budynków i podgrzewania	160	89,9	1,3	geotermalny kompleks rekreacyjny, podgrzewanie parkingów zimą z pozostałego ciepła odpadowego

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Podmiot Otwór eksploatacyjny Cel ogrzewania	Łączne zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	Maksymalna temp. wody na wypływie [°C]	Mineralizacja [g/dm ³]	Towarzyszące wykorzystanie wody
	chodników				
Cieplice Jelenia Góra - Cieplice 2011	Termy Cieplickie Cieplice C-1 Ogrzewanie budynków	45	86,7	0,6	zabiegi lecznicze, geotermalny kompleks rekreacyjny, kosmetyki marki Aqua Thermal Terra, woda użytkowa
Karpniki Karpniki 2016	Termy Zamek Karpniki Karpniki KT-1 Ogrzewanie budynków	44	54,0	0,5	brak

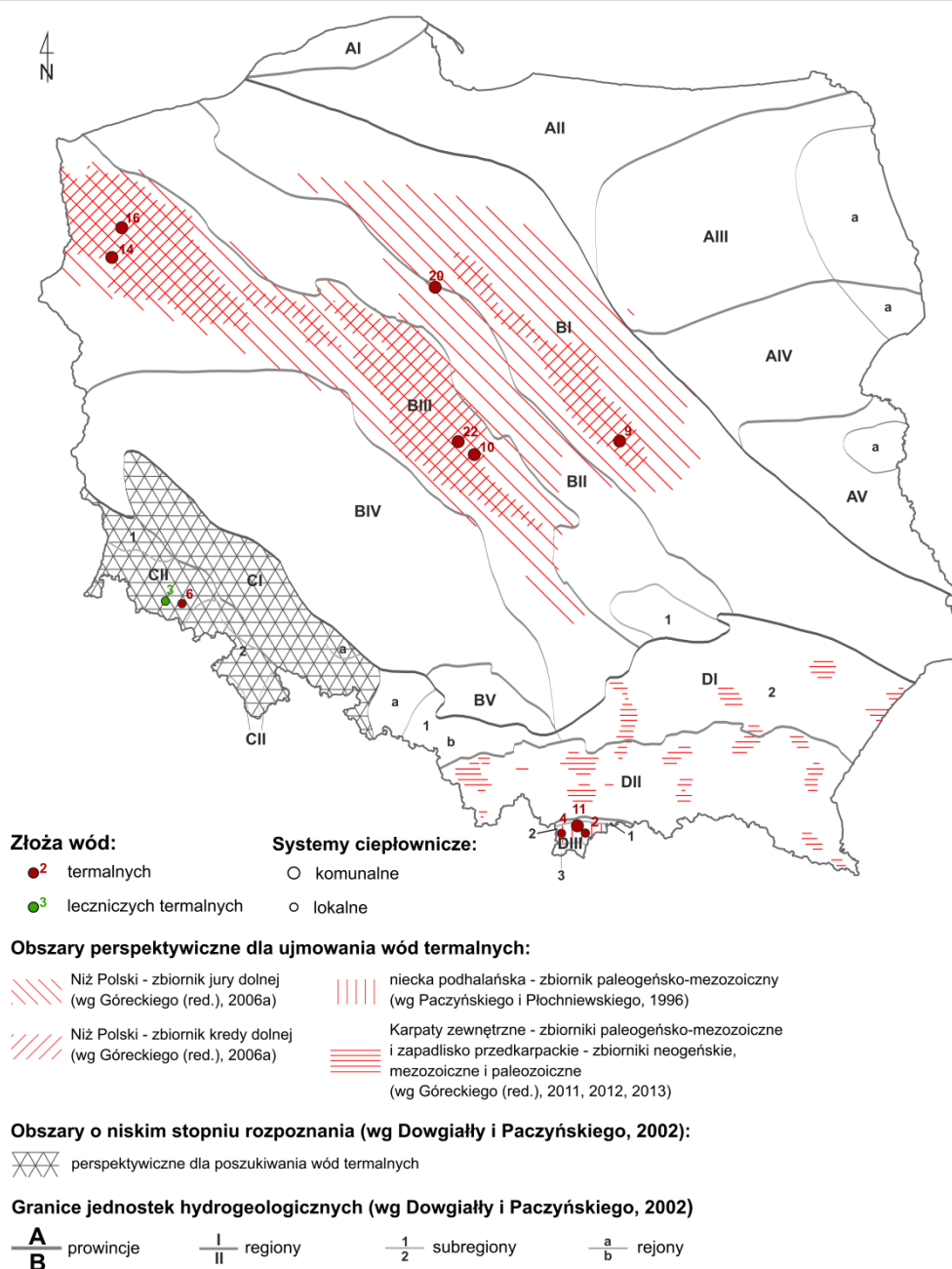


Fig. 3.5.2. Lokalizacja źródeł wód termalnych i leczniczych termalnych wykorzystywanych w ciepłownictwie na tle prowincji hydrogeologicznych oraz obszarów perspektywicznych dla ujmowania wód termalnych

Numeracja zgodna z tabelą 3.5.1.

Złoża wód termalnych wykorzystywanych w komunalnych systemach ciepłowniczych:

9 – Mszczonów; 10 – Poddębice; 11 – Podhale 2; 14 – Pyrzyce; 16 – Stargard; 20 – Toruń; 22 – Uniejów I

Złoża wód termalnych wykorzystywanych w lokalnych systemach ciepłowniczych:

2 – Bukowina; 4 – Chochołowskie Termy; 6 – Karpniki

Złoża wód leczniczych termalnych wykorzystywanych w lokalnych systemach ciepłowniczych:

3 – Cieplice

Szczególnie popularnym sposobem zagospodarowania wód termalnych, a także leczniczych termalnych, jest ich użytkowanie do celów rekreacyjnych. Zarówno w 2022 r., jak i 2023 r., funkcjonowało 26 ośrodków rekreacyjnych, z czego 10 bazowało na wodach leczniczych termalnych, natomiast 16 na wodach termalnych (tab. 3.5.6, fig. 3.5.3). Wykorzystywały one wody z 23 złóż, zlokalizowanych w dwóch obszarach – niecki podhalańskiej lub na Niziu Polskim. W pierwszej grupie praktycznie wszystkie, poza jednym wyjątkiem – Geotermia Grudziądz, są zlokalizowane na obszarze uzdrowisk statutowych. Niejednokrotnie pełnią funkcję uzdrowskiego basenu leczniczego, który w określonych godzinach dostępny jest dla osób prywatnych. Są to przede wszystkim całoroczne baseny wewnętrzne, przeznaczone do wykonywania zabiegów leczniczych. Pośród ośrodków rekreacyjnych wykorzystujących wody termalne przodują ośrodki całoroczne dysponujące basenami wewnętrznymi i zewnętrznymi, mające dostęp do licznych atrakcji wodnych, saun, gabinetów odnowy biologicznej i rehabilitacyjnej. Temperatura wód w obu typach ośrodków mieści się w podobnym zakresie, między 21°C a 87°C dla wód leczniczych termalnych oraz 21–90°C dla wód termalnych, natomiast w przypadku tych pierwszych w zdecydowanej większości temperatura nie przekracza 40°C, a jeżeli chodzi o wody termalne, to jest znacznie więcej ośrodków, gdzie temperatura tych wód jest wyższa niż 60°C. W części lokalizacji ze względu na stosunkowo niską temperaturę woda przed napełnieniem niecki basenowej wymaga podgrzania, natomiast, kiedy jej temperatura jest wysoka – uprzedniego schłodzenia.

Tab. 3.5.6. Zestawienie informacji o ośrodkach rekreacyjnych, w których są wykorzystywane wody lecznicze termalne i wody termalne (informacje na podstawie stron internetowych wymienionych w spisie literatury, bazy <http://spd.pgi.gov.pl/PSHv8/> oraz danych uzyskanych od użytkowników złóż; wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Nazwa ośrodka Otwór eksploatacyjny	Temp. wody na wypływie w basenie [°C]	Informacje o basenach termalnych
Wody lecznicze termalne			
Busko-Północ Busko-Zdrój 2017	Terma Słowacki Busko C-1	25,0 32–38	wewnętrzny basen termalno-mineralny o powierzchni ok. 132 m ² oraz zewnętrzny basen termalno-mineralny o powierzchni ok. 25 m ² ; woda termalna jest dodatkowo podgrzewana
Ciechocinek Ciechocinek brak danych	Basen uzdrowski w Domu Zdrojowym Ciechocinek 14 (Terma I)	28,0 33	uzdrowski basen solankowy mieszczący się w Domu Zdrojowym, dostępny zarówno dla kuracjuszy, jak i gości zewnętrznych
Cieplice Jelenia Góra-Cieplice 2012	Termy Ciepliskie Cieplice C-1	86,7 27–36	kompleks basenów wewnętrznych i zewnętrznych o łącznej powierzchni lustra wody 1183 m ² i głębokości 0,4–1,6 m; w tym dwa baseny termalne o łącznej powierzchni 255 m ² i głębokości 1,1–1,3 m
Inowrocław II Inowrocław 2013	Inowrocławska Terma Źródło Solankowe IL-1	23,0 32–35	basen podzielony na część krytą i otwartą o całkowitej powierzchni wynoszącej 176 m ² , o głębokości 1,1–1,6 m; obiekt czynny sezonowo; woda termalna jest dodatkowo podgrzewana

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Nazwa ośrodka Otwór eksploatacyjny	Temp. wody na wypływie w basenie [°C]	Informacje o basenach termalnych
Konstancin Konstancin- Jeziorna 2016	Basen Solankowy EVA Park Life & SPA Warszawa IG-1	35,0 28-32	całoroczny basen wewnętrzny o wymiarach 9x14 m, powierzchni lustra wody 126 m ² i głębokości 1,35 m
Lądek-Zdrój Lądek-Zdrój brak danych	Basen uzdrowskiowy Źródło Zdzisław Wojciech	28,0 brak danych	całoroczny basen uzdrowskiowy znajdujący się w budynku Zdrój Wojciecha
Lądek-Zdrój Lądek-Zdrój brak danych	Basen uzdrowskiowy Źródło Jerzy	28,0 28-32	całoroczny basen uzdrowskiowy znajdujący się w Zakładzie Przyrodolecznictwa Jerzy
Marusza Marusza 2006	Geotermia Grudziądz Grudziądz IG-1	40,0* 28-32	kompleks basenów wewnętrznych i zewnętrznych o łącznej powierzchni 149,14 m ² i głębokości 0,4–1,3 m
Ustka Ustka 2016**	Aquapark (Grand Lubicz) Ustka IGH-1	21,0 28-32	kompleks basenów wewnętrznych oraz basen zewnętrzny o łącznej powierzchni 1 143 m ² , w tym basen solankowy o powierzchni 364 m ² ; woda termalna jest dodatkowo podgrzewana
Ustroń Ustroń brak danych	Basen uzdrowskiowy Ustroń U-3 (IG-3)	23,0 ok. 30	całoroczny basen uzdrowskiowy znajdujący się w Uzdrowskim Instytucie Zdrowia składający się z dwóch niecek basenowych oraz mini tężni solankowej
Wody termalne			
Białka Białka Tatrzańska 2011	Terma Bania Białka Tatrzańska GT-1	78,0 28-38	kompleks basenów wewnętrznych i zewnętrznych, podzielony na strefy: zabaw, relaksu oraz letnią, o łącznej powierzchni ok. 2400 m ² i głębokości 0,35–1,5 m
Bukowina Bukowina Tatrzańska 2008	Termy Bukovina Bukowina Tatrzańska PIG/PNIG-1	67,0 30-38	kompleks basenów wewnętrznych i zewnętrznych o łącznej powierzchni wynoszącej 1885 m ² i głębokości do 1,5 m
Chochołowskie Termy Witów 2006	Chochołowskie Termy Chochołów PIG-1	89,9 32-36	kompleks basenów wewnętrznych i zewnętrznych oraz beczek o łącznej powierzchni ponad 3000 m ² i głębokości 0,3–1,8 m
Lidzbark Warmiński GT-1 Lidzbark Warmiński 2016/2022***	Termy Warmińskie Lidzbark Warmiński GT-1	21,0 30-38	kompleks basenów wewnętrznych i zewnętrznych o łącznej powierzchni ok. 1600 m ² i głębokości 0,4–1,8 m, woda termalna jest dodatkowo podgrzewana

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Nazwa ośrodka Otwór eksploatacyjny	Temp. wody na wypływie w basenie [°C]	Informacje o basenach termalnych
Mszczonów Mszczonów 2008	Termy Mszczonów Mszczonów IG-1	41,7 32-35	kompleks sezonowych basenów zewnętrznych oraz dwa całoroczne baseny termalne (zewnątrzny połączony z wewnętrznym); łączna powierzchnia basenów wynosi ponad 500 m ² , a głębokość 0,3–1,8 m
Mszczonów Mszczonów 2020	Basen Deepspot Mszczonów IG-1	41,7 32–34	basen do nurkowania o głębokości 45,4 m, wypełniony 8000 m ³ wody
Poddębice Poddębice 2022	Centrum Wodolecznictwa i Rekreacji Termy Poddębice Poddębice GT-2	68,4 30–36	kompleks basenów całorocznych o łącznej powierzchni 458 m ² i głębokości 0,3–1,2 m z licznymi atrakcjami oraz kompleks basenów sezonowych o łącznej powierzchni blisko 1780 m ² i głębokości 0,1–1,8 m
Podhale 2 Bańska Niżna 2015	Gorący Potok Bańska IG-1, Bańska PGP-1	82,0–86,0 34–40	kompleks całorocznych basenów zewnętrznych o łącznej powierzchni ponad 2500 m ²
Podhale 2 Bańska Niżna 2008	Termy Szaflary Bańska IG-1	82,0 30–38	kompleks basenów wewnętrznych i zewnętrznych o łącznej powierzchni 970 m ²
Poręba Wielka Poręba Wielka 2022	Termy Gorce Poręba Wielka IG-1	42,1 37	basen wewnętrzny o powierzchni 91 m ² , o głębokości 1,1–1,3 m
Swarzędz IGH-1 Poznań 2011 (2013)**	Termy Maltańskie Swarzędz IGH-1	36,0 34–34	kompleks basenów wewnętrznych i zewnętrznych (całorocznych i sezonowych) o łącznej powierzchni blisko 5000 m ² , w tym wewnętrzny basen geotermalny
Szymoszkowa Zakopane 2007 (2009)**	Kąpielisko Geotermalne „Polana Szymoszkowa” Szymoszkowa GT-1	27,3 32	kompleks dwóch sezonowych basenów zewnętrznych o łącznej powierzchni 4100 m ² i głębokości 1,4–1,6 m; woda termalna jest dodatkowo podgrzewana
Tarnowo Podgórne GT-1 Tarnowo Podgórne 2015	Tarnowskie Termy Tarnowo Podgórne GT-1	43,5 27-33 (2022) 33 (2023)****	kompleks basenów wewnętrznych i zewnętrznych o łącznej powierzchni ok. 1110 m ² i głębokości 0,4–1,8 m, w tym jeden basen z wodą termalną
Uniejów I Uniejów 2008	Termy Uniejów Uniejów PIG/AGH-2	69,2 25–36	kompleks basenów wewnętrznych i zewnętrznych o głębokości 0,5–2,0 m, w tym dwa baseny solankowe zewnętrzne o łącznej powierzchni 349 m ² i głębokości 1,1–1,2 m oraz jeden basen solankowo-uzdrowiskowy wewnętrzny
Wręcza Wręcza 2021**	Park of Poland Wręcza GT-1	40,1 32	kompleks basenów o łącznej powierzchni 3500 m ² , w tym zewnętrzny basen termalny o głębokości 1,3 m

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Nazwa ośrodka Otwór eksploatacyjny	Temp. wody na wypływie w basenie [°C]	Informacje o basenach termalnych
Zakopane Zakopane 2006	Termy Zakopiańskie Zakopane IG-1, Zakopane 2	26,0–37,0 30–37 (2023)	kompleks całorocznych basenów wewnętrznych i zewnętrznych o łącznej powierzchni 1510 m ² , w tym termalny basen rekreacyjno-leczniczy o powierzchni 400 m ² i głębokości 1,3 m oraz zewnętrzny basen balneologiczny o głębokości 1,0– 1,3 m zasilany bezpośrednio wodami termalnymi

* temperatura wody na wypływie przy eksploatacji z wydajnością 20 m³/h
 ** rok rozpoczęcia wykorzystywania wód termalnych w obiekcie
 *** rok ponownego otwarcia obiektu
 **** kolorem niebieskim oznaczono informacje wg stanu aktualności na 31.12.2023

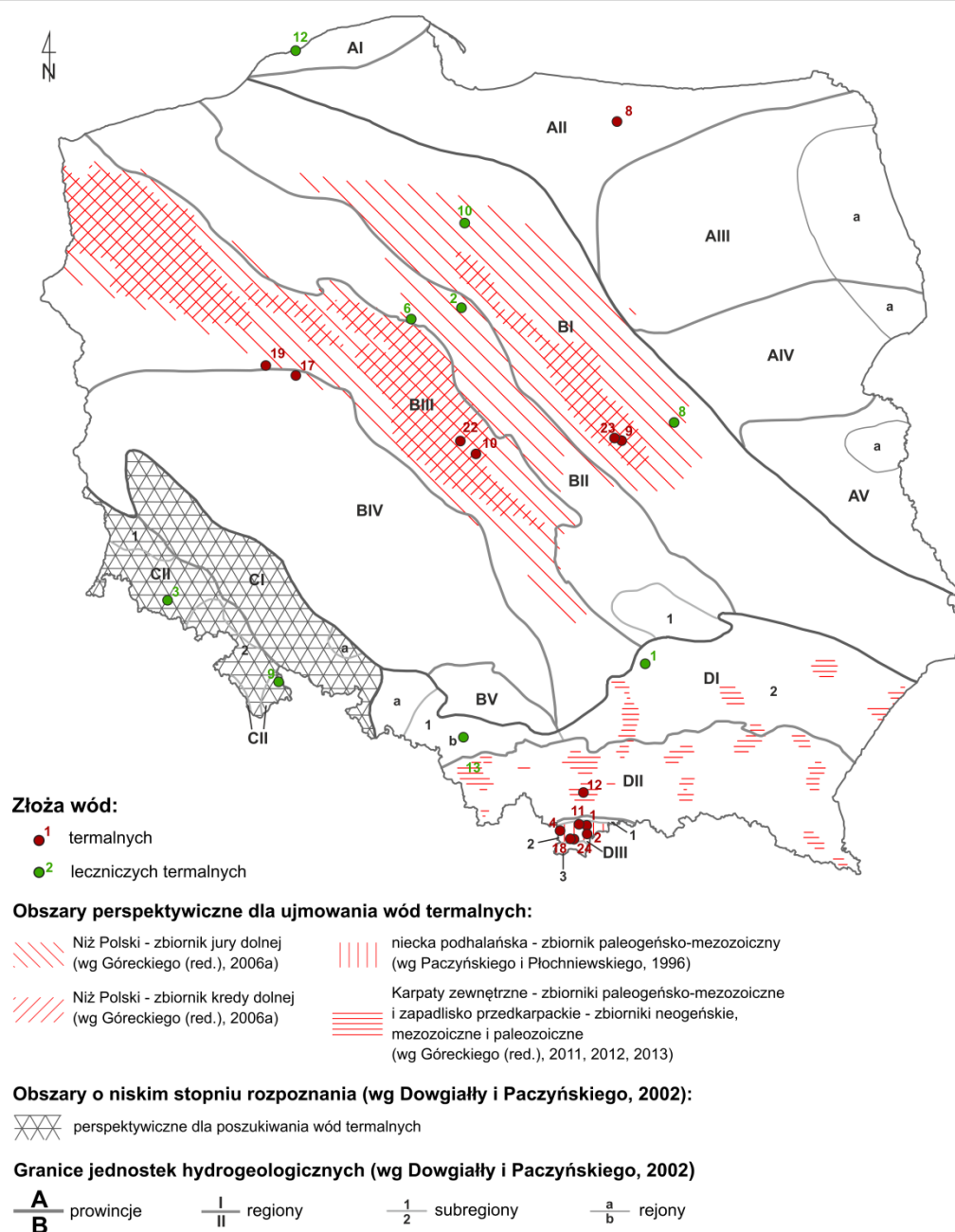


Fig. 3.5.3. Lokalizacja źródeł wód termalnych i leczniczych termalnych wykorzystywanych w basenach rekreacyjnych na tle prowincji hydrogeologicznych oraz obszarów perspektywicznych dla ujmowania wód termalnych

Numeracja zgodna z tabelą 3.5.1.

Złoża wód termalnych:

1 – Białka, 2 – Bukowina, 4 – Choczołowskie Termy, 8 – Lidzbark Warmiński GT-1, 9 – Mszczonów, 10 – Poddębice, 11 – Podhale 2, 12 – Poręba Wielka, 17 – Swarzędz IGH-1, 18 – Szmoszkowa, 19 – Tarnowo Podgórne GT-1, 22 – Uniejów I, 23 – Wręcza, 24 – Zakopane

Złoża wód leczniczych termalnych:

1 – Busko-Północ, 2 – Ciechocinek, 3 – Cieplice, 6 – Inowrocław II, 8 – Konstancin, 9 – Łądek-Zdrój, 10 – Marusza, 12 – Ustka, 13 – Ustroń

Wody lecznicze termalne, zawsze, a wody termalne nierzadko, cechuje obecność składników nadających im właściwości lecznicze. Mogą one być stosowane jako surowiec leczniczy w balneoterapii pod warunkiem spełnienia wymogów określonych w ustawie PGiG oraz w *Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 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. 2018 poz. 605), a także po uzyskaniu świadectwa potwierdzającego właściwości lecznicze.

Do celów balneoterapeutycznych wykorzystywane były wody z 11 złóż wód leczniczych termalnych. Do tych celów wykorzystywane były również wody z 3 w 2022 r. i 4 w 2023 r. złóż wód termalnych (tab. 3.5.7 i 3.5.8). Zlokalizowane są one na obszarze wszystkich prowincji hydrogeologicznych (fig. 3.5.4).

Tab. 3.5.7. Zestawienie informacji o uzdrowiskach, w których są wykorzystywane wody lecznicze termalne (informacje na podstawie statutowo uzdrowisk, stron internetowych wymienionych w spisie literatury oraz danych uzyskanych od użytkowników złóż; wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Nazwa uzdrowiska Otwór eksploatacyjny	Temperatura wody na wypływie [°C] Charakterystyka wód leczniczych termalnych	Zabiegi z wykorzystaniem wód leczniczych termalnych
Busko-Północ Busko-Zdrój 1828 r.	Busko-Zdrój* Busko C-1	25,0 woda mineralna, swoista (siarczkowa, jodkowa), termalna	kąpiele wannowe
Ciechocinek Ciechocinek 1832 r.	Ciechocinek Ciechocinek 14 (Terma I), Ciechocinek 16 (Terma II)	27,0-28,0 woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa), termalna	kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje (w tym okołotężniowe)
Cieplice Jelenia Góra - Cieplice 1281 r.	Cieplice Cieplice C-1	22,0–86,7 woda słabozmineralizowana, swoista (fluorkowa, siarczkowa), termalna	kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje, kuracja pitna, płukania oczu
Gołdap Gołdap 2012 r.	Gołdap* Gołdap GZ-1	22,0 woda mineralna, termalna	inhalacje (w tym okołotężniowe), kuracja pitna
Inowrocław II Inowrocław 1876	Inowrocław Inowrocław IL-1 Źródło Solankowe	23,0 woda mineralna, swoista (siarczkowa), termalna	kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje (w tym okołotężniowe)
Konstancin Konstancin-Jeziorna 1917 r.	Konstancin-Jeziorna Warszawa IG-1	35,0 woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa, żelazista), termalna	kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje (w tym okołotężniowe)

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Nazwa uzdrowiska Otwór eksploatacyjny	Temperatura wody na wypływie [°C] Charakterystyka wód lecniczych termalnych	Zabiegi z wykorzystaniem wód leczniczych termalnych
Lądek-Zdrój Lądek-Zdrój 1241 r.	Lądek-Zdrój L-2 (Zdzisław), Chrobry, Curie- Skłodowska, Jerzy, Wojciech	20,3–45,0 woda słabozmineralizowana, swoista (fluorkowa, radonowa, siarczkowa), termalna	kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje radonowe, kuracja pitna
Rabka-Zdrój Rabka-Zdrój 1864 r.	Rabka-Zdrój Rabka IG-2	28,0 woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa), termalna	kąpiele wannowe, inhalacje
Uniejów I Uniejów 2012 r.	Uniejów Uniejów PIG/AGH-2	69,2 woda mineralna, termalna	kąpiele wannowe, inhalacje
Ustka Ustka I poł. XIX w.	Ustka* Ustka IGH-1	21,0 woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa), termalna	kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje (w tym okołotężniowe)
Ustroń Ustroń 1804 r.	Ustroń* Ustroń U-3 (IG-3), Ustroń U-3A	21,0–23,0 woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa, żelazista) termalna	kąpiele wannowe, kąpiele basenowe, inhalacje (w tym okołotężniowe)

* uzdrowisko ze złożami torfów leczniczych

W zdecydowanej większości przypadków są one użytkowane na terenie uzdrowisk statutowych. Wykaz kierunków leczniczych pokazano w tabeli 3.5.8. Wśród składników swoistych występujących w wodach leczniczych termalnych oraz termalnych, do najczęściej spotykanych można zaliczyć: jodki, różne formy siarki dwuwartościowej, fluorki, żelazo dwuwartościowe oraz radon. Temperatura na wypływie z ujęcia wykorzystywanych w ten sposób wód mieści się w szerokim przedziale 21–87°C (temperatura wód jest dostosowywana do rodzaju zabiegu). Są one stosowane głównie w kąpielach zarówno wannowych, jak i basenowych, inhalacjach, w tym inhalacjach okołotężniowych, a także do kuracji pitnej. Zabiegi wykonywane w uzdrowiskach powinny być stosowane pod nadzorem lekarskim, w ściśle określonym czasie, dawce, częstotliwości oraz odpowiednim ilościowo cyklu. Na obszarze uzdrowisk rozwija się nowa forma działalności rekreacyjno-wypoczynkowej, która w swojej ofercie ma szeroką gamę usług typu wellness i spa.

Tab. 3.5.8. Wykaz kierunków leczniczych w uzdrowiskach wykorzystujących termalne wody lecznicze

	Busko-Zdrój	Ciechocinek	Cieplice	Gołdap	Inowrocław	Konstancin Jeziorna	Lądek-Zdrój	Rabka-Zdrój	Uniejów	Ustka	Ustronie
ortopedyczno-urazowe											
układu nerwowego											
reumatologiczne											
kardiologiczne i nadciśnienie											
naczyń obwodowych											
górnych dróg oddechowych											
dolnych dróg oddechowych						*					
układu trawienia											
cukrzyca											
otyłość											
endokrynologiczne											
osteoporoza											
skóry											
kobiece											
nerek i dróg moczowych											
oko i przydatków oka											
	*	choroby dolnych dróg oddechowych z przeciwwskazaniem osób chorych na astmę									

Sporadycznie działalność lecznicza jest prowadzona w miejscowościach niemających statusu uzdrowiska (tab. 3.5.9). W 2022 r. na terenie czterech miejscowości, a w 2023 r. na terenie pięciu miejscowości wykonywane były takie zabiegi jak: kąpiele wannowe i basenowe, inhalacje okołotężniowe, a także była możliwość skorzystania z pijalni wód termalnych. Wykorzystywano tam wody o temperaturze na wypływie 37–68°C, zawierające w swoim składzie takie składniki jak jodki i żelazo dwuwartościowe.

Tab. 3.5.9. Zestawienie informacji o miejscowościach niemających statusu uzdrowiska, w których są wykorzystywane wody termalne i lecznicze wody termalne (informacje na podstawie stron internetowych wymienionych w spisie literatury oraz danych uzyskanych od użytkowników źródeł; wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Złoże Miejscowość Rok rozpoczęcia działalności	Otwór eksploatacyjny	Temperatura wody na wypływie [°C] Charakterystyka wód termalnych i leczniczych termalnych	Zabiegi z wykorzystaniem wód termalnych i leczniczych termalnych
Marusza Marusza 2006	Grudziądz IG-1	40,0 woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa, żelazista), termalna	kąpiele wannowe i basenowe, inhalacje okołotężniowe
Poddębice Poddębice 2013	Poddębice GT-2	68,4 woda słabozmineralizowana, termalna	kąpiele wannowe i basenowe, kuracja pitna
Poręba Wielka Poręba Wielka 2020	Poręba Wielka IG-1	42,1 woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa), termalna	inhalacje okołotężniowe
Tarnowo Podgórne GT-1* Tarnowo Podgórne 2023	Tarnowo Podgórne GT-1	43,5 woda mineralna (solanka), swoista (jodkowa), termalna	inhalacje okołotężniowe
Wolczyn Wolczyn 2022	Wolczyn-VIIA	37,0 woda mineralna, termalna	inhalacje okołotężniowe

*kolorem niebieskim oznaczono informacje wg stanu aktualności na 31.12.2023

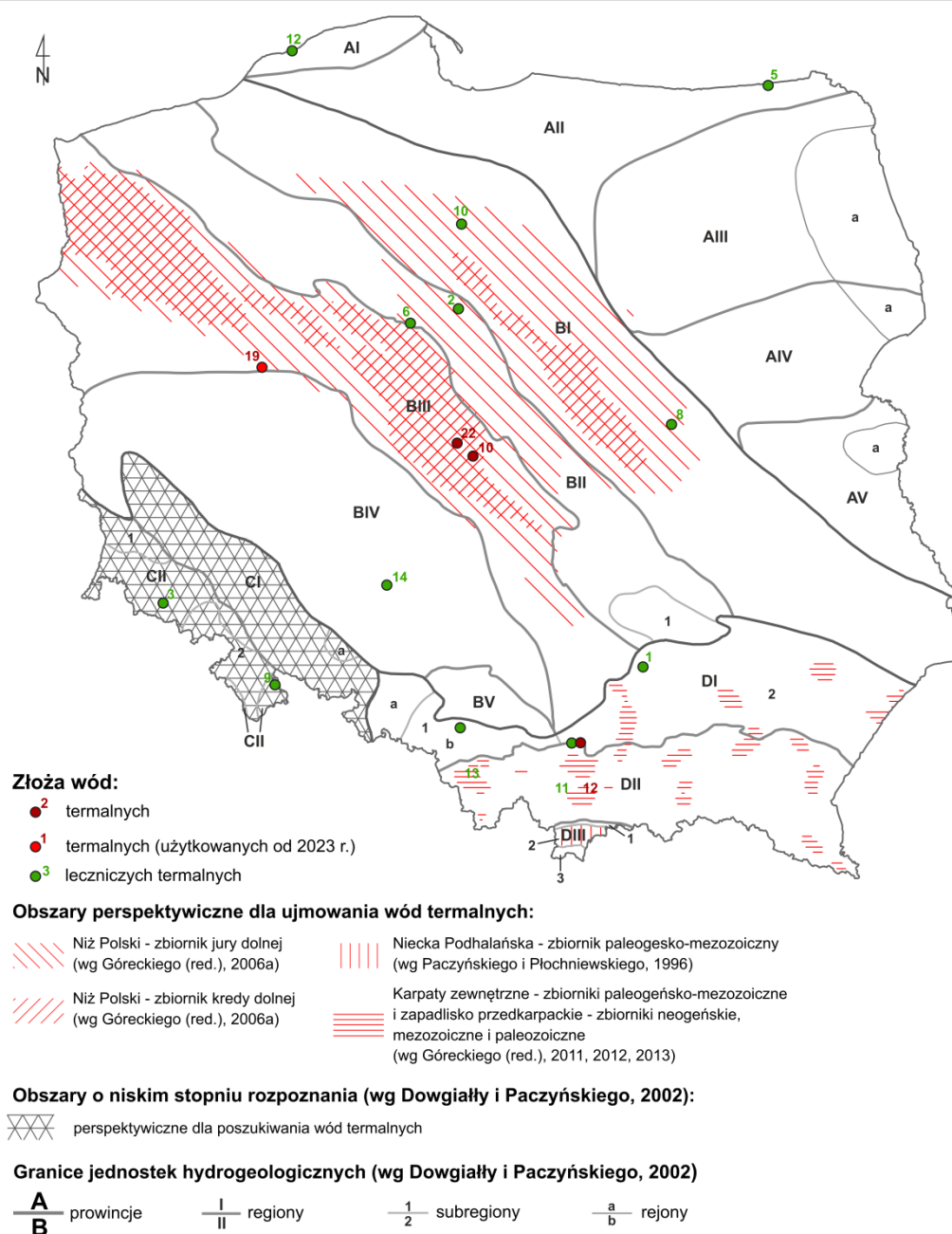


Fig. 3.5.4. Lokalizacja złóż wód termalnych i leczniczych termalnych wykorzystywanych w ośrodkach balneoterapeutycznych na tle prowincji hydrogeologicznych oraz obszarów perspektywicznych dla ujmowania wód termalnych

Numeracja zgodna z tabelą 3.5.1.

Złóża wód termalnych:

10 – Poddębice, 12 – Poręba Wielka, 22 – Uniejów I

Złóża wód termalnych użytkowanych od 2023 r.:

19 – Tarnowo Podgórne GT-1

Złóża wód leczniczych termalnych:

1 – Busko-Północ, 2 – Ciechocinek, 3 – Cieplice, 5 – Gołdap, 6 – Inowrocław II, 8 – Konstancin, 9 – Łądek-Zdrój, 10 – Marusza, 11 – Rabka-Zdrój, 12 – Ustka, 13 – Ustroń, 14 – Wołczyn

Na bazie wód leczniczych termalnych oraz termalnych produkowane są sole i solanki lecznicze oraz różnego rodzaju kosmetyki. W 2022 i 2023 r. do tych celów wykorzystywane były wody z siedmiu źródeł, z czego sześć to źródła wód leczniczych termalnych, a tylko jedno to źródło wód termalnych (tab. 3.5.10, fig. 3.5.5). Wody przydatne w produkcji wyżej wymienionych preparatów charakteryzują się temperaturą na wypływie z ujęcia wynoszącą 23–87°C. Lecznicze wysokozmineralizowane wody chlorkowe butelkowane są w: Ciechocinku, Konstancinie, Rabce-Zdroju oraz Ustroniu, natomiast z wody ujmowanej ze źródła Iwonicz wytwarzana jest sól lecznicza. Kosmetyki zawierające w swoim składzie wodę termalną produkuje się z wód ujmowanych w Ciechocinku, Jeleniej Górze - Cieplicach, Lubatówce, Konstancinie-Jeziorniej, Poddębicach, Rabce-Zdroju i Ustroniu.

Tab. 3.5.10. Zestawienie informacji o produktach wytwarzanych na bazie wód termalnych oraz leczniczych termalnych (informacje na podstawie stron internetowych podanych w spisie literatury oraz danych uzyskanych od użytkowników źródeł; wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Złoże Miejscowość	Otwór eksploatacyjny Mineralizacja [g/dm ³] Temperatura wody [°C]	Producent Nazwa handlowa produktu Rodzaj produktu	Sposób stosowania* Rodzaj kosmetyków**
Ciechocinek Ciechocinek	Nr 16 Terma II 53,4 27,0	Przedsiębiorstwo Uzdrowisko Ciechocinek S.A. Solanka Ciechocińska Solanka	– kąpiele –
Cieplice Jelenia Góra - Cieplice	Cieplice C-1 0,6 86,7	Bio-life Cosmetics Aqua Thermal Terra Kosmetyki	– – krem do twarzy i pod oczy – maseczka na twarz i szyję – płyn do demakijażu – krem do rąk – krem do stóp – szampon do włosów – żel pod prysznic i do kąpieli – balsam do ciała – peeling do ciała – sól do kąpieli – mydło – mydło do masażu
Iwonicz Lubatówka	Lubatówka 12 18,0 23,0	Uzdrowisko Iwonicz S.A. Iwonicza sól jodowobromowa Sól	– kąpiele –
		Uzdrowisko Iwonicz S.A. Kosmetyki Iwoline Kosmetyki	– – kosmetyki do pielęgnacji twarzy: krem, peeling i płyn micelarny – kosmetyki do pielęgnacji ciała:

Złoże Miejscowość	Otwór eksploatacyjny Mineralizacja [g/dm ³] Temperatura wody [°C]	Producent Nazwa handlowa produktu Rodzaj produktu	Sposób stosowania* Rodzaj kosmetyków**
			balsam, peeling – kosmetyki do pielęgnacji włosów: szampon do włosów – kosmetyki do pielęgnacji dłoni i paznokci: kremy do rąk – kosmetyki do pielęgnacji stóp: krem do stóp, sól do stóp – kosmetyki do kąpieli: żel pod prysznic, mydło, płyny i sole do kąpieli
Konstancin Konstancin-Jeziorna	Warszawa IG-1 68,0 35,0	Uzdrowisko Konstancin-Zdrój S.A. Solanka konstancińska Solanka	– inhalacje –
		Uzdrowisko Konstancin-Zdrój S.A. Uzdrowisko Konstancin Kosmetyki	– – sól do kąpieli – żel solankowy
Poddębice Poddębice	Poddębice GT-2 0,4 68,4	Biogened S.A. Linia dermokosmetyków DERMEDIC Kosmetyki	– – żel do twarzy – płyn miceralny – nawilżający fizjotonic – krem-żel ultranawilżający – krem do twarzy – krem pod oczy – serum nawadniające – peeling – masło do ciała – pianka oczyszczająca – krem ochronny SPF – mleczko ochronne SPF
Rabka-Zdrój Rabka-Zdrój	Rabka-Zdrój IG-2 26,4 28,0	Uzdrowisko Rabka S.A. Termalna Rabczańska Solanka Solanka	– inhalacje – płukania jamy ustnej – kąpiele – przemywanie skóry –
		Uzdrowisko Rabka S.A. Sól kąpielowa Sól	– kąpiele –
		Uzdrowisko Rabka S.A. Kosmetyki z Uzdrowiska	– – balsam do ciała

<u>Złoże</u> Miejscowość	Otwór eksploatacyjny Mineralizacja [g/dm³] Temperatura wody [°C]	Producent Nazwa handlowa produktu Rodzaj produktu	Sposób stosowania* Rodzaj kosmetyków**
		Rabka Kosmetyki	– krem do rąk i paznokci – krem do stóp – krem do twarzy – żel do twarzy – mydło w płynie – szampon i odżywka do włosów – żel pod prysznic i do kąpieli – mgiełka solankowa – kozie mleko do kąpieli – masło do ciała; – mydło – olejek do ciała; – peeling do ciała
Ustroń Ustroń	Ustroń U-3A 110,0-135,0 21,0-23,0	Uzdrowisko Ustroń Grupa American Heart of Poland Lecznicza solanka z Uzdrowiska Ustroń Solanka	– inhalacje; – płukania jamy ustnej; – kąpiele –
		Uzdrowisko Ustroń Grupa American Heart of Poland Kosmetyki z Uzdrowiska Ustroń – Pelokosmetyki Kosmetyki	– – do pielęgnacji twarzy: krem, żel, serum, maska, mleczko, mgiełka – do pielęgnacji ciała: olejek, masło, peeling, eliksir, krem do rąk, balsam po goleniu – kosmetyki do kąpieli: żel pod prysznic, olejek, płyn do kąpieli, mydło – kosmetyki do włosów: szampon, maska

* dotyczy soli i solanek

** dotyczy kosmetyków

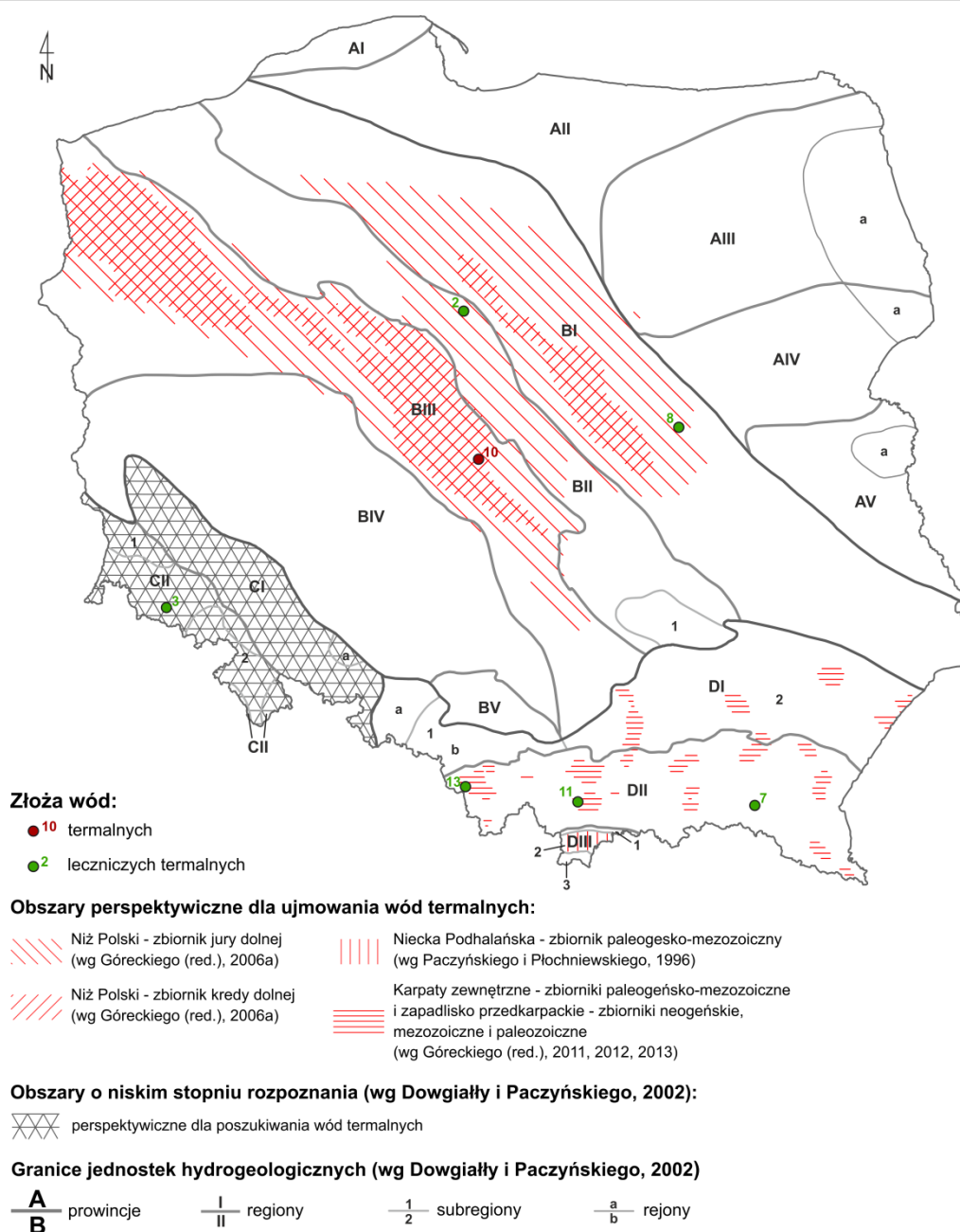


Fig. 3.5.5. Lokalizacja źródeł wód termalnych i leczniczych termalnych wykorzystywanych przy wytwarzaniu produktów na bazie wód zaliczonych do kopalin na tle prowincji hydrogeologicznych oraz obszarów perspektywicznych dla ujmowania wód termalnych

Numeracja zgodna z tabelą. 3.5.1.

Złoża wód termalnych:

10 – Poddębice

Złoża wód leczniczych termalnych:

2 – Ciechocinek, 3 – Cieplice, 7 – Iwonicz, 8 – Konstancin, 11 – Rabka-Zdrój, 13 – Ustroń

3.6. Odprowadzanie zużytych i niewykorzystanych wód termalnych

Wydobyte wody podziemne zaliczone do kopalin, zarówno użytkowane w różnych dziedzinach gospodarki, jak i niewykorzystane, zgodnie z obowiązującymi przepisami są traktowane jak ścieki przemysłowe (*Ustawa z 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków* (Dz.U. 2024 poz. 757 t.j.)). Powinny zatem zostać odprowadzone i zutylizowane w sposób stanowiący jak najmniejsze zagrożenie i obciążenie dla środowiska, zgodnie z przepisami dotyczącymi odprowadzania ścieków przemysłowych. Zagrożenie dla środowiska wynika głównie z temperatury wody, mineralizacji, zawartości składników chemicznych, a w przypadku wód wykorzystywanych w rekreacji i balneoterapii – również z zanieczyszczeń bakteriologicznych. Jeżeli wody termalne są jednocześnie wodami leczniczymi i wykorzystywane są w zabiegach terapeutycznych, dodatkowym problemem związanym z ich utylizacją mogą być zanieczyszczenia bakteriologiczne i obecność składników swoistych uznanych za lecznicze, ale mogących stanowić bezpośrednie zagrożenie dla środowiska (*Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych* (Dz.U. 2019 poz. 1311)).

Konieczność odprowadzenia i ewentualnego oczyszczenia lub schładzania zużytej wody wpływa na koszty funkcjonowania wykorzystujących ją podmiotów gospodarczych, w stopniu zależnym od sposobu utylizacji oraz objętości wytwarzanych ścieków. Odprowadzanie zużytych i niewykorzystanych wód termalnych odbywa się na podstawie pozwoleń wodnoprawnych. Zasady prowadzenia gospodarki wodno-ściekowej określa także plan ruchu zakładu górniczego wydobywającego wody zaliczone do kopalin. W przypadku wód termalnych możliwe są różne rozwiązania zagospodarowania lub odprowadzenia wód po ich wykorzystaniu.

Wody o stosunkowo niskiej mineralizacji i niezanieczyszczone biologicznie (ewentualnie po schłodzeniu do temperatury poniżej 35°C) mogą być odprowadzane bezpośrednio do cieków powierzchniowych lub kolektorów odprowadzających oczyszczone ścieki komunalne. Część instalacji termalnych w Polsce stosuje takie rozwiązanie (tabele 3.6.1, 3.6.2). Wody odprowadzane w ten sposób muszą odpowiadać kryteriom wynikającym z *Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych* (Dz.U. 2019 poz. 1311), dotyczącego m.in. ich składu chemicznego i bakteriologicznego oraz właściwości fizycznych, w tym temperatury. Wymagane kryteria pozwalające na zrzut spełniają m.in. wody termalne wykorzystywane w ciepłowniach geotermalnych w Bańskiej Niżnej (złóże Podhale 2), Mszczonowie, Poddębicach i Uniejowie, których część jest odprowadzana w ten sposób. W przypadku wód o wysokiej mineralizacji wymaga to jednak wcześniejszego oczyszczenia, by spełnione były wymagania ww. rozporządzenia, obejmujące najwyższe dopuszczalne wartości stężeń substancji zanieczyszczających w ściekach przemysłowych, między innymi chlorków do 1000 mg Cl/l, sodu do 800 mg Na/l, siarczanów do 500 mg SO₄/l, siarczków do 0,2 mg S/l, arsenu do 0,1 mg As/l, fluorków do 25 mg F/l, selenu do 1 mg Se/l.

Metodą utylizacji wydobytych wód termalnych, mającą najmniejsze konsekwencje dla środowiska jest wtłaczanie ich do tego samego poziomu wodonośnego, z którego zostały pobrane. Metodę taką zastosowano w części systemów ciepłowniczych, np. w Pyrzycach, Stargardzie, Toruniu oraz Bańskiej Niżnej (wtłaczanie ok. 75–80% objętości wykorzystanych wód) (tab. 3.6.1). Ciepłownie zlokalizowane w tych miejscowościach dysponują dubletami (lub tripletami) otworów geotermalnych,

służącymi do eksploatacji wód w systemie zamkniętym. Tego rodzaju rozwiązanie, mimo że jest związane ze zwiększeniem kosztów inwestycji, pozwala na zminimalizowanie skutków środowiskowych oraz jest sposobem ochrony zasobów wód. Pomimo niewątpliwych zalet, utylizacja wód termalnych przez wtłaczanie, stanowi jednocześnie ograniczenie w uzyskiwaniu przez ciepłownię geotermalne dużych mocy. Wynika to z ograniczonej i obniżającej się w trakcie eksploatacji chłonności otworów na skutek procesów kolmatacji zachodzących w strefie filtrowej, strefie czynnej i w samej instalacji, a także jej korozji. Stwierdzono, że już na wstępnym etapie użytkowania otworów służących do wtłaczania wody, ich właściwości chłonne są o ok. 30% mniejsze niż możliwości eksploatacyjne (Biernat i in., 2009). Szacuje się, że proporcje między możliwościami eksploatacyjnymi i chłonnymi odwiertów wynoszą średnio 1:0,4–0,6 (Kępińska, Bujakowski, red., 2011). Wymagać to może wykonania dwóch a czasem nawet trzech otworów chłonnych na jeden otwór eksploatacyjny. W przypadku istotnego ograniczenia chłonności stosuje się mechaniczne i chemiczne zabiegi oczyszczania otworów, m.in. miękkie kwasowanie, zastosowanie inhibitorów ograniczających wytrącanie się składników stałych czy inwersję obiegu wód. Wymaga to jednak dodatkowych nakładów oraz ciągłej kontroli funkcjonowania i sprawności instalacji.

W przypadku wód o niskiej mineralizacji możliwe jest również ich wykorzystanie (po schłodzeniu) do zaopatrzenia ludności w wodę. Woda skierowana do sieci wodociągowej musi spełniać wymagania dla wód pitnych przeznaczonych do zaopatrzenia ludności. Takie rozwiązanie stosowane jest np. dla części wód w Mszczonowie.

W zależności od temperatury wody na wypływie z instalacji ciepłowniczych możliwe jest również wykorzystanie tych wód przez kolejnych użytkowników (np. do ogrzewania szklarni, suszarni itp., gdzie nie jest wymagana wysoka temperatura, a lokalizacja tego typu obiektów w sąsiedztwie instalacji geotermalnych ogranicza koszty transportu) i dopiero po maksymalnym ich wykorzystaniu odprowadzenie do środowiska (zrzut lub wtłaczanie). Najkorzystniejszym rozwiązaniem zagospodarowania wód termalnych są instalacje kaskadowe – począwszy od ciepłowni geotermalnej poprzez rekreację (np. baseny termalne) lub ogrzewanie innych obiektów w instalacjach nie wymagających wysokich temperatur (np. szklarnie), a w końcowym etapie do celów zaopatrzenia ludności - jeżeli spełnione są wymagania jakościowe. Przykładami tego typu rozwiązań kaskadowych mogą być instalacje w Mszczonowie (geotermia – rekreacja – wykorzystanie komunalne), Bańskiej Niżnej (geotermia – rekreacja), Uniejowie i Poddębicach (geotermia – rekreacja + zabiegi lecznicze), Bukowinie Tatrzańskiej i Chochołowie (rekreacja – lokalny system ciepłowniczy). Takie rozwiązania minimalizują ilość odprowadzanych wód i pozwalają na ograniczenie nakładów na schładzanie wód przed zrzutem do środowiska.

Oddzielnym zagadnieniem jest odprowadzenie wód termalnych wykorzystywanych jedynie w zabiegach leczniczych i ograniczonej rekreacji, gdy pobór wód i ich zrzut jest stosunkowo niewielki – do kilkunastu - kilkudziesięciu m³ na dobę, a wody pozabiegowe są potencjalnie zanieczyszczone bakteriologicznie i zawierają szereg składników specyficznych mogących stanowić zagrożenie dla środowiska i zbiorczych systemów komunalnych. Przy małych ilościach odprowadzanych ścieków nie ma uzasadnienia ekonomicznego budowa specjalnych instalacji dla utylizacji wód pozabiegowych. Jednak ścieki zawierające wody pozabiegowe odprowadzane z zakładów uzdrowiskowych powinny być traktowane jako ścieki przemysłowe i przy zrzucie do zbiorczych instalacji komunalnych (ewentualnie po schłodzeniu) zakład uzdrowiskowy obowiązany jest do spełnienia szeregu obowiązków mających zabezpieczyć zbiorcze systemy komunalne (*Rozporządzeniu Ministra Budownictwa z dnia 14 lipca 2006 w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych* (Dz.U. 2016 poz. 1757 t.j.)). Obejmuje to między innymi wartość temperatury ścieków nie przekraczającą 35°C, odczyn pH w przedziale od 6,5 do 9,5 (z wyłączeniem ścieków zawierających cyjanki i siarczki, dla których

pH musi mieścić się w przedziale od 8 do 10), wartość stężenia chlorków wynoszącą maksymalnie 1000 mg Cl/l, siarczanów do 500 mg SO₄/l, siarczków do 1 mg S/l, arsenu do 0,5 mg As/l, fluorków do 20 mg F/l, seleniu do 1 mg Se/l. W przypadku przekroczenia określonych w rozporządzeniu wartości, ścieki muszą być poddane wstępnemu oczyszczaniu. Jedynie w przypadku, gdy odprowadzane ścieki stanowią mniej niż 10% ogólnej ilości ścieków odprowadzanych do oczyszczalni, przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne może ustalić wyższe dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń. W przypadku obecności w ściekach niektórych specyficznych składników (np. arsen, fluorki, selen) od dostawcy ścieków przemysłowych odprowadzanych do kanalizacyjnych systemów zbiorczych wymagane jest odrębne pozwolenie wodnoprawne (*Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z 28 czerwca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, których odprowadzenie w ściekach przemysłowych do urządzeń kanalizacyjnych wymaga uzyskania pozwolenia wodnoprawnego* (Dz.U. 2019 poz. 1220)).

Tab. 3.6.1. Zestawienie wartości wydobywania, wtłaczania i zrzutu dla poszczególnych ujęć wód termalnych wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r. (na podstawie formularzy Z-4)

Lp.	Nazwa złoża	Nazwa ujęcia	Wydobycie w 2022 r. [m³/rok]	Wtłaczanie w 2022 r. [m³/rok]	Zrzut w 2022 r. [m³/rok]	Wydobycie w 2023 r. [m³/rok]	Wtłaczanie w 2023 r. [m³/rok]	Zrzut w 2023 r. [m³/rok]
1	Białka	Białka Tatrzńska GT-1 (Bania)	294 846,00	–	–	242 303,00	–	–
		Białka Tatrzńska GT-2	–	–	–	–	–	–
2	Bukowina	Bukowina Tatrzńska PIG/PNIG-1	258 385,00	–	244 938,00	255 431,00	–	–
3	Celejów	Celejów GT-2	–	–	–	–	–	–
4	Chochółowskie Termy	Chochółów PIG-1	531 562,00	–	–	558 077,00	–	–
		Chochółów GT-1 (chłonny)	–	–	–	–	–	–
5	Cudzynowice	Cudzynowice GT-1	–	–	–	–	–	–
6	Furmanowa PIG-1	Furmanowa PIG -1	–	–	–	–	–	–
7	Jachranka	Jachranka GT-1	–	–	–	–	–	–
		Jachranka GT-2K	–	–	–	–	–	–
8	Karpniki	Karpniki KT-1	126 656,00	–	126 656,00	126 432,00	–	126 432,00
9	Kleszczów GT-1	Kleszczów GT-1	–	–	–	–	–	–
		Kleszczów GT-2 (chłonny)	–	–	–	–	–	–
10	Koło	Koło GT-1	–	–	–	–	–	–
		Koło GT-2	–	–	–	–	–	–
11	Konin GT-1	Konin GT-1	–	–	–	–	–	–
12	Lidzbark Warmiński GT-1	Lidzbark Warmiński GT-1	151,00	–	–	185,00	–	–
13	Mszczonów	Mszczonów IG-1	409 324,00	7 586,00	221 236,00	250 196,00	376,00	103 993,00
		Mszczonów GT-1	–	–	–	–	–	–
14	Poddębice	Poddębice GT-2	1 269 069,00	–	1 237 256,00	1 219 793,00	–	1 156 781,00
15	Podhale 2	Bańska IG-1	285 414,00	–	143 428,00	365 448,00	–	29 904,00
		Bańska PGP-1	2 504 167,00	–		2 455 104,00	–	
		Bańska PGP-3	2 057 402,00	–		2 010 864,00	–	
		Biały Dunajec PAN-1 (chłonny)	–	791 917,00	–	–	768 288,00	–
		Biały Dunajec PGP-2 (chłonny)	–	1 227 462,00	–	–	1 305 240,00	–
		Biały Dunajec PGP-5 (chłonny)	–	1 807 098,00	–	–	1 716 288,00	–
16	Poręba Wielka	Poręba Wielka IG-1	355,00	–	–	212,00	–	–
17	Poronin	Poronin PAN-1	–	–	–	–	–	–

Lp.	Nazwa złoża	Nazwa ujęcia	Wydobycie w 2022 r. [m³/rok]	Wtłaczanie w 2022 r. [m³/rok]	Zrzut w 2022 r. [m³/rok]	Wydobycie w 2023 r. [m³/rok]	Wtłaczanie w 2023 r. [m³/rok]	Zrzut w 2023 r. [m³/rok]
18	Pyrzyce	Pyrzyce GT-1	1 001 652,00	–	6 962,00	518 330,00	–	9 236,00
		Pyrzyce GT-3		–			–	
		Pyrzyce GT-2 (chłonny)	–	994 690,00	–	–	509 094,00	–
		Pyrzyce GT-4 (chłonny)	–		–	–		–
19	Sieradz GT-1 (2022) Sieradz (2023)	Sieradz GT-1	–	–	–	–	–	–
		Sieradz GT-2 (chłonny)	–	–	–	–	–	–
20	Siwa Woda IG-1	Siwa Woda IG-1	–	–	–	–	–	–
21	Skierniewice GT-1, GT-2	Skierniewice GT-1	–	–	–	–	–	–
		Skierniewice GT-2	–	–	–	–	–	–
22	Sochaczew GT-1	Sochaczew GT-1	–	–	–	–	–	–
23	Staniszków	Staniszków ST-1	–	–	–	–	–	–
24	Stargard	Stargard GT-1 (chłonny)	–	1 703 137,00	–	–	1 856 146,00	–
		Stargard GT-2 (chłonny)	–		–	–		–
		Stargard GT-3 (chłonny)	–		–	–		–
		Stargard GT-4 (chłonny)	–		–	–		–
		Stargard GT-5 (chłonny)	–		–	–		–
		Stargard GT-6	1 719 963,00	–	16 826,00	1 868 946,00	–	12 800,00
		Stargard GT-7		–			–	
25	Swarzędz IGH-1	Swarzędz IGH-1	8 724,00	–	–	11 061,00	–	–
26	Szymoszkowa	Szymoszkowa GT-1	49 717,00	–	–	49 460,00	–	–
27	Tarnowo Podgórne GT-1	Tarnowo Podgórne GT-1	604,00	–	–	862,00	–	–
28	Tomaszów Mazowiecki	Tomaszów Mazowiecki GT-1	–	–	–	–	–	–
29	Toruń	Toruń TG-1	1 528 879,00	–	–	1 707 084,40	–	860,00
		Toruń TG-2A (chłonny)	–	1 528 879,00	–	–	1 706 224,40	–
30	Trzęsacz GT-1	Trzęsacz GT-1	17 724,50	–	5 458,23	27 564,60	–	822,90
31	Turek GT-1	Turek GT-1	–	–	–	–	–	–
32	Uniejów I	Uniejów IGH-1 (chłonny)	–	–	–	–	–	–
		Uniejów PIG/AGH-1 (chłonny)	–	–	–	–	–	–
		Uniejów PIG/AGH-2	895 011,00	–	13 290,00	955 490,00	–	10 270,00
33	Wołomin	Wołomin GT-1	–	–	–	–	–	–
34	Wręcza	Wręcza GT-1	77 941,38	–	–	60 043,37	–	–
35	Zakopane	Zakopane 2	139 693,00	–	–	142 830,00	–	–
		Zakopane IG-1	250 570,00	–	–	241 703,00	–	–
36	Zazadnia IG-1	Zazadnia IG-1	–	–	–	–	–	–
SUMA			13 427 809,88	8 060 769,00	2 016 050,23	13 067 419,37	7 861 656,40	1 451 098,90

Tab. 3.6.2. Zestawienie wartości wydobycia, wtłaczania i zrzutu dla poszczególnych ujęć wód leczniczych termalnych wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r. (na podstawie formularzy Z-4)

Lp.	Nazwa złoża	Nazwa ujęcia	Rodzaj wody	Wydobycie w 2022 r. [m³/rok]	Wtłaczanie w 2022 r. [m³/rok]	Zrzut w 2022 r. [m³/rok]	Wydobycie w 2023 r. [m³/rok]	Wtłaczanie w 2023 r. [m³/rok]	Zrzut w 2023 r. [m³/rok]
1	Busko-Północ	Busko C-1	Lt	25 772,00	–	–	26 731,00	–	–
2	Ciechocinek	Ciechocinek 14 (Terma I)	Lt	15 223,90	–	15 223,90	17 262,80	–	17 262,80
		Ciechocinek 16 (Terma II)	Lt	8 077,00	–	8 077,00	8 367,00	–	8 367,00
		Ciechocinek 18 (Terma III)	Lt	–	–	–	–	–	–
3	Cieplice	Cieplice 2 (Sobieski)	Lst	–	–	–	–	–	–
		Cieplice 4 (Nowe IV)	Lst	1 117,00	–	–	4 170,00	–	–
		Cieplice C-1	Lst	181 043,00	–	–	205 709,00	–	–
		Cieplice C-2	Lst	–	–	–	–	–	–
4	Czeszewo IG-1	Czeszewo IG-1	Lt	–	–	–	–	–	–
5	Dobrow IGH-1	Dobrow IGH-1	Lt	–	–	–	–	–	–
6	Duszniki-Zdrój	Duszniki GT-1	Lt	–	–	–	–	–	–
7	Dziwnówek Józef	Dziwnówek Józef	Lt	–	–	–	–	–	–
8	Frombork IGH-1	Frombork IGH-1	Lt	–	–	–	–	–	–
9	Gołdap	Gołdap GZ-1	Lt	5 134,00	–	–	3 084,00	–	–
10	Grabin 5/1 (Odra)	Odra-5/I	Lt	–	–	–	–	–	–
11	Inowrocław II	Inowrocław IL-1 Źródło Solankowe	Lt	24 830,00	–	–	26 019,00	–	–
12	Iwonicz	Lubatówka 12	Lt	2 248,00	–	–	2 343,20	–	–
		Lubatówka 14	Lt	–	–	–	–	–	–
13	Jamno IG-3	Jamno IG-3	Lt	–	–	–	–	–	–
14	Jaworze IG-1, IG-2	Jaworze IG-1	Lt	–	–	–	–	–	–
		Jaworze IG-2	Lt	–	–	–	–	–	–
15	Konstancin	Warszawa IG-1	Lt	2 868,00	–	725,00	3 498,00	–	–
16	Krynica Morska IG-1	Krynica Morska IG-1	Lt	–	–	–	–	–	–
17	Łądek-Zdrój	Łądek L-2 (Zdzisław)	Lst	82 564,00	–	48 348,00	51 962,00	–	80 261,00
		Łądek Źródło Chrobry	Lst	2 423,00	–	7 856,00	3 345,00	–	6 930,00
		Łądek Źródło Curie-Skłodowskiej	Lst	2 414,00	–	26 214,00	3 301,00	–	26 661,00
		Łądek Źródło Dąbrówka	Lst	–	–	5 900,00	–	–	6 452,00
		Łądek Źródło Jerzy	Lst	11 730,00	–	97 273,00	10 832,00	–	99 617,00
		Łądek Źródło Wojciech	Lst	19 495,00	–	15 643,00	19 492,00	–	15 735,00
18	Łagów Lubuski IG-1	Łagów Lubuski IG-1	Lt	–	–	–	–	–	–
19	Marusza	Grudziądz IG-1	Lt	1 185,00	–	1 185,00	1 273,00	–	1 273,00
20	Piła IG-1	Piła 1 (IG-1)	Lt	–	–	–	–	–	–
21	Rabka-Zdrój	Rabka IG-2	Lt	878,50	–	–	603,95	–	–
22	Ślesin IGH-1	Ślesin IGH-1	Lt	–	–	–	–	–	–
23	Środa IG-2	Środa IG-2	Lt	–	–	–	–	–	–
24	Trzebnica IG-1	Trzebnica IG-1	Lt	–	–	–	–	–	–
25	Ustka	Ustka IGH-1	Lt	468,00	–	468,00	626,00	–	626,00
26	Ustroń	Ustroń U-3 (IG-3)	Lt	2 911,00	–	–	1 287,60	–	–
		Ustroń U-3A	Lt	10,00	–	–	1 957,60	–	–
		Ustroń C-1 (chłonny)	Lt	–	10 731,00	–	–	11 343,00	–

Lp.	Nazwa złoża	Nazwa ujęcia	Rodzaj wody	Wydobycie w 2022 r. [m ³ /rok]	Wtłaczanie w 2022 r. [m ³ /rok]	Zrzut w 2022 r. [m ³ /rok]	Wydobycie w 2023 r. [m ³ /rok]	Wtłaczanie w 2023 r. [m ³ /rok]	Zrzut w 2023 r. [m ³ /rok]
27	Wilga IG-1	Wilga IG-1	Lt	–	–	–	–	–	–
28	Wołczyn	Wołczyn-VIIA	Lt	96,00	–	–	344,00	–	–
SUMA				390 487,40	10 731,00	226 912,90	392 208,15	11 343,00	263 184,80

Lt – woda lecznicza o temperaturze na wypływie z ujęcia $\geq 20^{\circ}\text{C}$

Lst – woda lecznicza o mineralizacji ogólnej $< 1 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia $\geq 20^{\circ}\text{C}$

4. ENERGIA GEOTERMALNA

Stygająca Ziemia wypromieniowuje ciepło, które przez konwekcję i kondukcję przenika ku powierzchni, ogrzewając skały oraz media wypełniające przestrzenie porowe, szczelinowe i krasowe, w tym wodę. Wody termalne, inaczej zwane geotermalnymi, są to podziemne wody zmineralizowane, swoiste lub zwykłe (mineralizacja poniżej 1g/dm^3), których temperatura mierzona na wypływie ze źródeł naturalnych lub odwiertów wynosi co najmniej 20°C (Dowgiało i in., 1969; Pazdro, Kozerski, 1990). Taka definicja znajduje również odzwierciedlenie w Ustawie Prawo Geologiczne i Górnicze. Energia geotermalna to energia wydobytych na powierzchnię ziemi wód termalnych. Zalicza się ją do energii odnawialnych ze względu na jej źródło, które wydaje się praktycznie niewyczerpalne, gdyż przepływ ciepła w kompleksach skalnych to proces samoczynny i stały (Chmura, Chudek, 1999; Sadurski i in., 2010).

Obecnie słowo „geotermia” kryje w sobie różne zagadnienia wynikające z podziału ujęć wód podziemnych ze względu na sposób ich wykorzystania oraz eksploatacji. W zależności od warunków geologicznych, hydrogeologicznych i termicznych należy podzielić eksploatację wód podziemnych na:

- Geotermię niskotemperaturową, zwaną też niskopotencjałową, cechującą się temperaturą od kilkunastu stopni do ok. 20°C , wykorzystującą wody gruntowe do kilkuset metrów głębokości. Odbiór energii realizowany jest przez pompy ciepła. System ten najczęściej ma zastosowanie w ogrzewaniu pojedynczych budynków. Czynnikiem obiegowym – nośnikiem ciepła, jest tutaj woda lub specjalnie przygotowane w tym celu medium (Sadurski i in., 2010).
- Geotermię średniotemperaturową (klasyczną – 20°C - 150°C) opartą na naturalnych systemach geotermalnych. Woda termalna wykorzystywana jest bezpośrednio i doprowadza się ją systemem rur, bądź pośrednio, oddając ciepło chłodnej wodzie i pozostając w obiegu zamkniętym. Otwory w tym przypadku dochodzą do znacznych głębokości (powyżej 1000 m), a temperatura medium grzewczego może osiągnąć na tyle wysoką wartość, że ciepło odzyskuje się w tradycyjnych wymiennikach bez wspomagania pompą ciepła. Taka instalacja jest zdolna do ogrzania większej liczby budynków, a nawet całych miast (Sadurski i in., 2010).
- Geotermia wzbudzana (od angielskiego terminu EGS – *Enhanced Geothermal Systems*) jest również wysokopotencjałowa, ponieważ zakres temperatur jest wyższy niż w systemach klasycznych (powyżej ok. 150°C). Odbiór ciepła odbywa się przez wtłaczane pod dużym ciśnieniem płyny (woda, solanka lub inne media, jak np. superpłyny), które cyrkulują przez gorącą strukturę skalną (Sadurski i in., 2010).

W niniejszym opracowaniu uwzględniono projekty z zakresu geotermii średniotemperaturowej (klasycznej) wykonane w Polsce w okresie który obejmuje niniejsze opracowanie

4.1. Przegląd wykorzystania energii geotermalnej w Polsce

Na tle innych odnawialnych źródeł energii, jak słoneczna, wiatru, wód powierzchniowych lub pozyskiwana z biomasy i biogazu, wykorzystanie energii geotermalnej pozwala osiągać szczególne korzyści ekonomiczne i środowiskowe. Ciepłownia geotermalna jest stabilna w eksploatacji i zapewnia stałą produkcję energii cieplnej w czasie. Ingerencja w krajobrazie i środowisku jest bardzo ograniczona, jest „czystym” źródłem energii. Ponadto istnieje także możliwość wykorzystania wód termalnych do innych celów, np. w balneoterapii i rekreacji.

W 2023 r. funkcjonowało w naszym kraju siedem sieciowych ciepłowni geotermalnych zlokalizowanych w Bańskiej, Mszczonowie, Poddębicach, Pyrzycach, Stargardzie, Uniejowie i Toruniu. A także cztery ciepłownie lokalne zlokalizowane w Jeleniej Górze- Cieplicach, Karpnikach, Choczołowie i Bukowinie Tatrzańskiej. W Sieradzu, Kole i Koninie trwały zaawansowane prace w celu uruchomienia nowych ciepłowni. Wody termalne były również wykorzystywane w 25 ośrodkach rekreacyjnych oraz 12 uzdrowiskach. W kilku lokalizacjach wody termalne były również wykorzystywane do hodowli ryb, produkcji kosmetyków i soli leczniczych a także do podgrzewania murawy boiska oraz parkingów.

4.1.1. Ciepłownictwo sieciowe i lokalne

W ostatnich kilkunastu latach obserwuje się wyraźny wzrost wykorzystania potencjału geotermalnego naszego kraju. Jest to efekt zainteresowania władz samorządowych oraz przedsiębiorców inwestycjami związanymi z poszukiwaniem, dokumentowaniem i zagospodarowaniem wód termalnych.

Ciepłownictwo sieciowe

Podstawowym kierunkiem wykorzystania wód i energii geotermalnej w naszym kraju jest ciepłownictwo sieciowe. Na koniec 2023 r. całkowita zainstalowana moc cieplna ciepłowni geotermalnych wyniosła 175,3 MW, z czego blisko 74% (129,4 MW) stanowi moc cieplna ze źródeł geotermalnych. Produkcja energii cieplnej w tym czasie wyniosła 1 118 077 GJ .

Ciepłownia w Bańskiej została uruchomiona w 1993 r. Wody termalne w tej ciepłowni eksploatowane są z paleogeńsko-mezozoicznego zbiornika podhalańskiego i charakteryzują się niską mineralizacją (ok. 3 g/dm³). Temperatura wody termalnej na wypływie z ujęć (Bańska IG-1, Bańska PGP-1, Bańska PGP-3) wynosi 82–86°C. Całkowita moc zainstalowana układu grzewczego wynosi 109,1 MW, w tym 70 MW uzyskiwane jest bezpośrednio z geotermii. Produkcja ciepła w 2022 r. osiągnęła poziom 652,8 TJ (informacja uzyskana od operatora) (tab. 4.1.1).

Ciepłownia w Pyrzycach została uruchomiona w 1996 r. Wody termalne w tej ciepłowni eksploatowane są ze zbiornika geotermalnego jury dolnej i charakteryzują się wysoką mineralizacją (ok. 125 g/dm³). Temperatura wody termalnej na wypływie z ujęcia (Pyrzyce GT-1 bis) przy wydajności na poziomie 340 m³/h wynosi 62°C. Obecnie ciepłownia wykorzystuje jeden otwór eksploatacyjny Pyrzyce GT-1 bis i cztery otwory chłonne: GT-1 do GT-4. Całkowita moc zainstalowana układu grzewczego wynosi 22 MW w tym 6 MW uzyskiwane jest bezpośrednio z geotermii. Produkcja ciepła w 2022 r. osiągnęła poziom 70,2 TJ (informacja uzyskana od operatora) (tab. 4.1.1).

Ciepłownia w Mszczonowie została uruchomiona w 1999 r. Wody termalne w tej ciepłowni eksploatowane są ze zbiornika geotermalnego kredy dolnej i charakteryzują się bardzo niską mineralizacją (<0,5 g/dm³), dzięki czemu możliwe jest jej dalsze wykorzystanie jako wody w systemie

wodociągowym. Temperatura wody termalnej na wypływie z ujęcia przy wydajności 60 m³/h wynosi 40°C. Całkowita moc zainstalowana układu grzewczego wynosi 8,3 MW, w tym 3,7 MW uzyskiwane jest bezpośrednio z geotermii. Produkcja ciepła w 2022 r. osiągnęła poziom 14 TJ (informacja uzyskana od operatora) (tab. 4.1.1).

Ciepłownia w Stargardzie została uruchomiona po raz pierwszy w 2006 r. Po wielu przemianach właścicielskich jej ponowna reaktywacja nastąpiła w 2012 r. Wody termalne w tej ciepłowni eksploatowane są ze zbiornika geotermalnego jury dolnej i charakteryzują się wysoką mineralizacją (ok. 120 g/dm³). Temperatura wody termalnej na wypływie z ujęć (Stargard GT-6 i GT-7) wynosi 88°C. Obecnie ciepłownia wykorzystuje dwa otwory eksploatacyjne: Stargard GT-6 i GT-7, oraz pięć otworów chłonnych: GT-1 do GT-5. Całkowita moc zainstalowana układu grzewczego wynosi 18,5 MW i w całości uzyskiwana jest bezpośrednio z geotermii. Produkcja ciepła w 2022 r. osiągnęła poziom 284,2 TJ (informacja uzyskana od operatora) (tab. 4.1.1).

Ciepłownia w Uniejowie została uruchomiona w 2006 r. Wody termalne w tej ciepłowni eksploatowane są ze zbiornika geotermalnego kredy dolnej i charakteryzują się stosunkowo niską mineralizacją (ok. 7 g/dm³). Temperatura wody termalnej na wypływie z ujęcia Uniejów PIG/AGH-2 przy wydajności na poziomie 120 m³/h wynosi 69°C. Obecnie ciepłownia wykorzystuje jeden otwór eksploatacyjny Uniejów PIG/AGH-2 i dwa otwory chłonne: Uniejów IGH-1 i Uniejów PIG/AGH-1. Całkowita moc zainstalowana układu grzewczego wynosi 7,4 MW, w tym 3,2 MW uzyskiwane jest bezpośrednio z geotermii. Produkcja ciepła w 2022 r. osiągnęła poziom 9 TJ (informacja uzyskana od operatora) (tab. 4.1.1).

Ciepłownia w Poddębicach została uruchomiona w 2013 r. Wody termalne w tej ciepłowni eksploatowane są ze zbiornika geotermalnego kredy dolnej i charakteryzują się bardzo niską mineralizacją (< 0,5 g/dm³). Temperatura wody termalnej na wypływie z ujęcia przy wydajności 252 m³/h wynosi 68°C. Całkowita moc zainstalowana układu grzewczego wynosi 10 MW i w całości pozyskiwana jest bezpośrednio z geotermii. Produkcja ciepła w 2022 r. osiągnęła poziom 51,2 TJ (informacja uzyskana od operatora) (tab. 4.1.1).

Ciepłownia w Toruniu została uruchomiona w 2022 r. Wody termalne w tej ciepłowni eksploatowane są ze zbiornika geotermalnego jury dolnej i charakteryzują się wysoką mineralizacją (ok. 120 g/dm³). Temperatura wody termalnej na wypływie z ujęcia Toruń TG-1 przy wydajności na poziomie 320 m³/h wynosi 60°C. Obecnie ciepłownia wykorzystuje jeden otwór eksploatacyjny Toruń TG-1 i jeden otwór chłonny Toruń TG-2A. Całkowita moc zainstalowana układu grzewczego wynosi 20,5 MW, w tym 13,5 MW uzyskiwane jest bezpośrednio z geotermii. Produkcja ciepła w 2022 r. osiągnęła poziom 40 TJ (Skłodowska, 2022) (tab. 4.1.1).

Tab. 4.1.1. Charakterystyka ciepłowni geotermalnych w Polsce – stan na 2023 r.

Ciepłownia geotermalna	Rok uruchomienia	Temperatura wód na wypływie z ujęcia ²	Zasoby eksploatacyjne złóż wód termalnych ¹	Zainstalowana geotermalna moc cieplna ²	Całkowita zainstalowana moc cieplna ²	Produkcja ciepła geotermalnego ²
Miejscowość		[°C]	[m³/h]	[MW]	[MW]	[GJ]/%
Geotermia Podhalańska	1993	82–86	1070	70	109,1	675 873/99%
Bańska						
Geotermia Pyrzyce	1996	62	340	6	22	42 983/42%
Pyrzyce						
Geotermia Mazowiecka	1999	40	60	3,7	8,3	16 459/38%
Mszczonów						
G-Term Energy	2006/2012	88	340	18,5	18,5	319 737/100%
Stargard						
Geotermia Uniejów	2006	69	120	3,2	7,4	Brak danych
Uniejów						
Geotermia Poddębice	2013	68	252	10	10	63 025/99%
Poddębice						
Geotermia Toruń	2022	60	320	13,51)	20,533)	Brak danych
Toruń						
Suma			2502	129,4	175,3	1 118 077

Energia geotermalna produkowana była w 5 województwach (Mazowieckie, Łódzkie, Małopolskie, Zachodniopomorskie, Kujawsko-Pomorskie). Najwięcej ciepła geotermalnego wyprodukowano w województwie małopolskim (675 73 GJ), a najmniej w województwie mazowieckim (16 459 GJ).

¹ źródło: Sokołowski, Skrzypczyk 2022

² źródło: informacja od operatorów

³ źródło: Skłodowska, 2022

Ciepłownictwo lokalne

Energia geotermalna wykorzystywana jest również w lokalnych systemach ciepłowniczych w Jeleniej Górze –Cieplicach, Karpnikach, Choczołowie i Bukowinie Tatrzańskiej. W Jeleniej Górze-Cieplicach, Choczołowie i Bukownie Tatrzańskiej ogrzewane i klimatyzowane są kompleksy basenowe i hotel, natomiast w Karpnikach ogrzewany jest jedynie budynek hotelowy. W przypadku Bukowiny Tatrzańskiej, Choczołowa i Jeleniej Góry - Cieplic jest to funkcja uzupełniająca do podstawowego wykorzystania w rekreacji, natomiast w Karpnikach ogrzewanie jest funkcją dominującą. W poprzednich latach działały również ciepłownie lokalne w Kleszczowie i Cudzynowicach, jednak w 2022 r. w tych lokalizacjach wody termalne nie były eksploatowane.

4.1.2. Uzdrowiska, ośrodki rekreacyjne i inne zastosowania

Nadrzędnym celem wykorzystania ciepła Ziemi jest oczywiście ciepłownictwo, jednak zagospodarowanie potencjału geotermalnego powinno odbywać się we wszechstronny sposób, obejmując także inne dziedziny ważne społecznie i gospodarczo, takie jak rekreacja czy balneoterapia. Inwestycje mające na celu wykorzystanie energii wód termalnych generują istotne zyski z rozwoju sektora turystycznego przejawiającego się wzmożonym napływem turystów, doceniających walory przyrodnicze i klimatyczne miejscowości. Poprawia to dochody finansowe nie tylko osób związanych z bezpośrednią obsługą ruchu turystycznego, lecz także osób z sektora usług i handlu. Zwiększone dochody powodują szybką poprawę infrastruktury i jakości życia mieszkańców, czego impulsem jest wykorzystanie potencjału wód termalnych.

W Polsce wody termalne ze względu na swoje walory oprócz ciepłownictwa wykorzystywane są również w 25 ośrodkach rekreacyjnych zlokalizowanych w 22 miejscowościach (Busko-Zdrój, Ciechocinek, Jelenia Góra-Cieplice, Inowrocław, Konstancin-Jeziorna, Łądek-Zdrój, Marusza, Ustka, Ustroń, Białka Tatrzańska, Bukowina Tatrzańska, Witów, Lidzbark Warmiński, Mszczonów, Poddębice, Bańska Niżna, Poręba Wielka, Poznań, Zakopane, Tarnowo Podgórne, Uniejów, Wręcza), a także w 11 uzdrowiskach (Busko-Zdrój, Ciechocinek, Cieplice, Gołdap, Inowrocław, Konstancin-Jeziorna, Łądek-Zdrój, Rabka-Zdrój, Uniejów, Ustka, Ustroń oraz w zakładzie hodowli ryb – farma łososia atlantyckiego w Janowie koło Trzęsacza). Kosmetyki zawierające w swoim składzie wodę termalną produkuje się z wód ujmowanych w Cieplicach, Lubatówce, Konstancinie-Jeziornej, Poddębicach, Rabce-Zdroju i Ustroniu.

4.2. Udział energii geotermalnej w ogólnym bilansie energetycznym Polski¹

W 2022 r. wskaźnik udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto wyniósł 16,81% i wzrósł w porównaniu do 2021 r. o 1,2%.

W 2022 r. udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w ciepłownictwie wyniósł 22,71%. Jest to wzrost w stosunku do roku 2021 o 1,71%. Czynniki, które spowodowały wzrost tego wskaźnika był spadek końcowego zużycia energii odnawialnej na ogrzewanie (o 0,6%) oraz całkowitego końcowego zużycia energii brutto na ogrzewanie (o 8,1%) (Kapica i in., 2022).

W 2022 r. największe znaczenie w zużyciu odnawialnych źródeł energii w Polsce miały biopaliwa stałe, których udział wyniósł 64,7%. Udział ten zmalał w porównaniu z rokiem poprzednim o 4,7%. Kolejnymi istotnymi nośnikami były energia wiatru (12,6%) oraz biopaliwa ciekłe (8,0%). Największy wzrost udziału w 2022 r. w stosunku do ubiegłego roku odnotowano dla energii słonecznej (o 2,8%). Energia geotermalna bez pomp ciepła miała udział w ogólnym bilansie na poziomie 0,2% i udział ten w stosunku do roku 2021 nie uległ zmianie (fig. 4.2.1).

¹ Rozdział ten opracowano na podstawie publikacji analitycznej *Energia ze źródeł odnawialnych w 2022 r.*, wydawanej corocznie przez Główny Urząd Statystyczny przy udziale Ministerstwa Klimatu i Środowiska. Do chwili zamknięcia prac nad niniejszym bilansem nie została wydana publikacja z danymi za 2023 r.

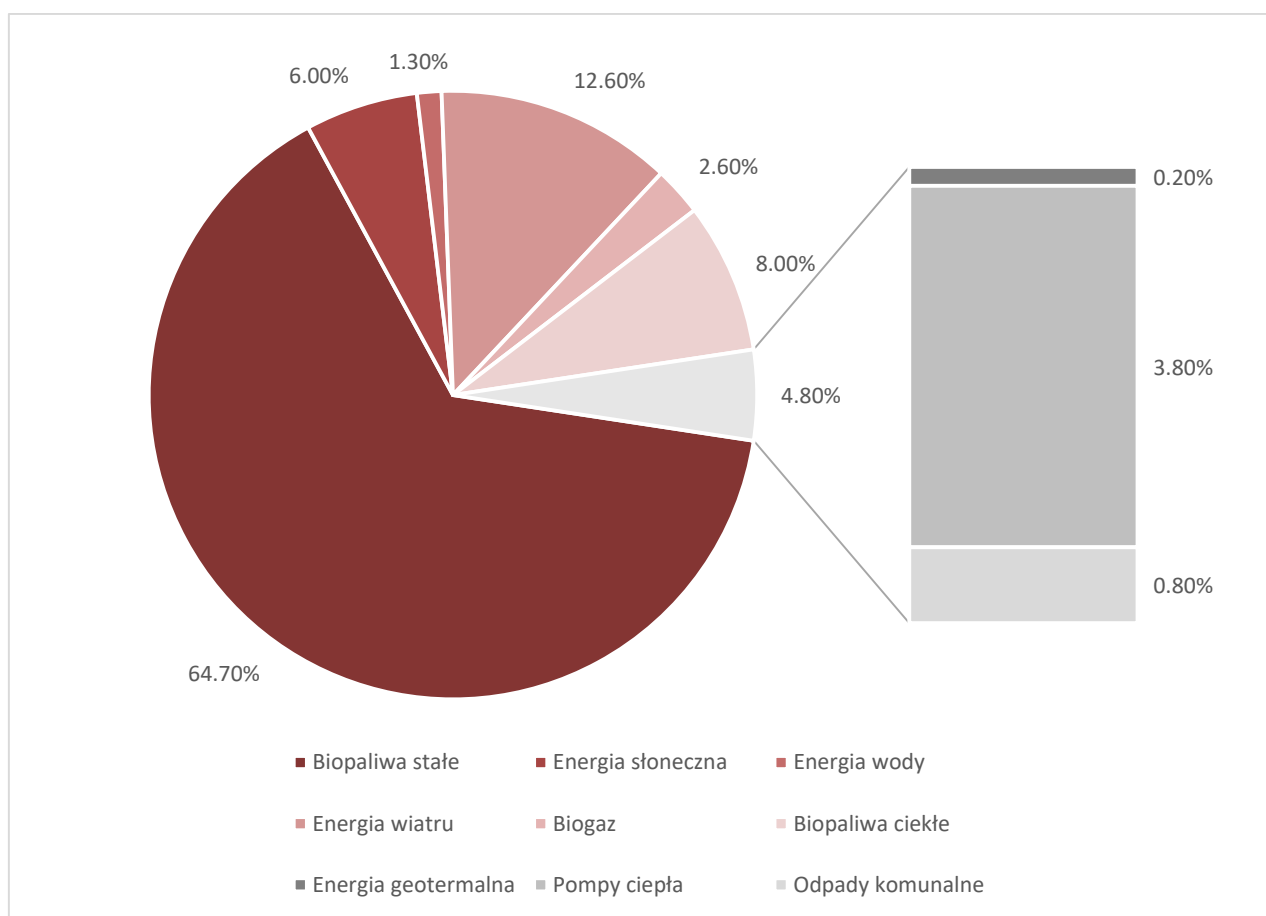


Fig. 4.2.1 Zużycie krajowe energii ze źródeł odnawialnych wg nośników energii (Kapica i in., 2022)

W 2022 r. wykorzystanie energii geotermalnej wyniosło 1300 TJ i wzrosło w stosunku do 2021 r. o 111 TJ (wykorzystanie w 2021 r. – 1189 TJ). W 2022 r. energia geotermalna była używana w przeważającej części do zaspakajania zapotrzebowania gospodarstw domowych na ciepło (75,0% zużycia). Pozostała część ciepła została zużyta w sektorze handlowo-usługowym (fig. 4.2.2) (Kapica i in., 2022).

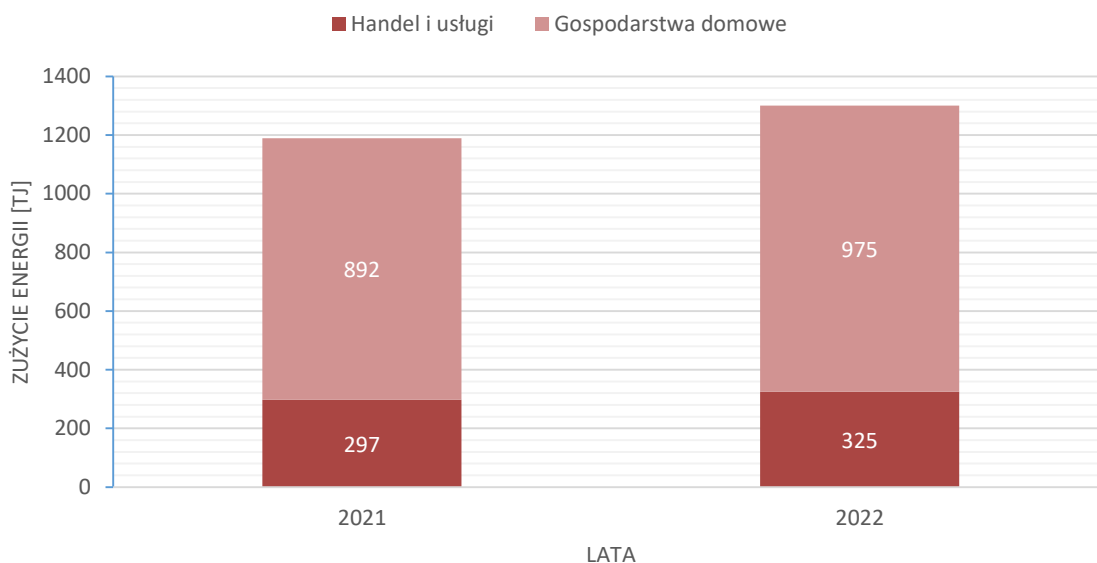


Fig. 4.2.2. Zużycie energii geotermalnej w latach 2021–2022 [TJ] (Kapica i in., 2022)

4.3. Rynek energii geotermalnej w Polsce na tle Europy²

Energia geotermalna jest praktycznie nieograniczonym źródłem energii odnawialnej. Jest uniwersalna i niezawodna, nie jest też zależna od warunków pogodowych. Sprawia to, że jest ona ważnym zasobem energetycznym, na którego wykorzystanie stawia wiele krajów europejskich.

Na koniec 2022 r. w Europie działało 395 ciepłowni geotermalnych (261 na terenie krajów UE) i był to wzrost o 14 w stosunku do roku poprzedniego (12 nowych ciepłowni uruchomiono na terenie krajów UE). Ciepłownie geotermalne funkcjonują w 29 krajach europejskich, z czego 21 to kraje należące do Unii Europejskiej. Całkowita zainstalowana moc ciepłownicza wyniosła 5608 MW i był to wzrost o 105 MW w stosunku do roku poprzedniego (EGEC GEOTHERMAL, 2022). W Polsce całkowita zainstalowana moc ciepłownicza wyniosła 175,3 MW i w stosunku do roku 2022r. nie uległa zmianie. Zainstalowana moc cieplna polskich ciepłowni geotermalnych stanowi 3,1% zainstalowanej mocy ciepłowniczej w Europie.

Pod koniec 2022 r. w Polsce funkcjonowało siedem ciepłowni geotermalnych (w Bańskiej Niżnej, Mszczonowie, Poddębicach, Pyrzycach, Stargardzie, Uniejowie i Toruniu), a trzy były w budowie (Koło, Konin, Sieradz). W osiemnastu lokalizacjach (Dębno, Wągrowiec, Gąsawa, Inowrocław, Gniezno, Oława, Trzebnica, Głuszyca, Jasienica, Łowicz, Żyrardów, Smyków, Wołomin, Piastów, Otwock, Turek, Tomaszów Mazowiecki, Sochaczew) prowadzono prace na różnym stopniu zaawansowania przy wykonaniu pierwszego otworu wiertniczego. Otwory te mogą w przyszłości, w zależności od uzyskanych wyników, zasilić nowe ciepłownie geotermalne. Europejska Rada ds.

² Rozdział ten opracowano na podstawie danych z raportu rynkowego EGEC (*Geothermal Market Report 2022*). Do chwili zakończenia prac nad niniejszym bilansem nie został opublikowany raport rynkowy EGEC za 2023 r.

Energii Geotermalnej (EGEC) w swym corocznym raporcie, który uwzględnia funkcjonujące ciepłownie, a także te na różnym etapie budowy umieściła Polskę na siódmym miejscu w Europie jeśli chodzi o liczbę funkcjonujących i budowanych projektów geotermalnych (fig. 4.3.1) (EGEC GEOTHERMAL, 2022). W związku z tym, że część z uwzględnianych w raporcie EGEC projektów jest jeszcze w fazie przed wierceniem pierwszego otworu, trudno jednoznacznie przesądzić o ich przyszłości, stanowią jednak ważny wskaźnik koniunktury na rynku geotermalnym w Polsce.

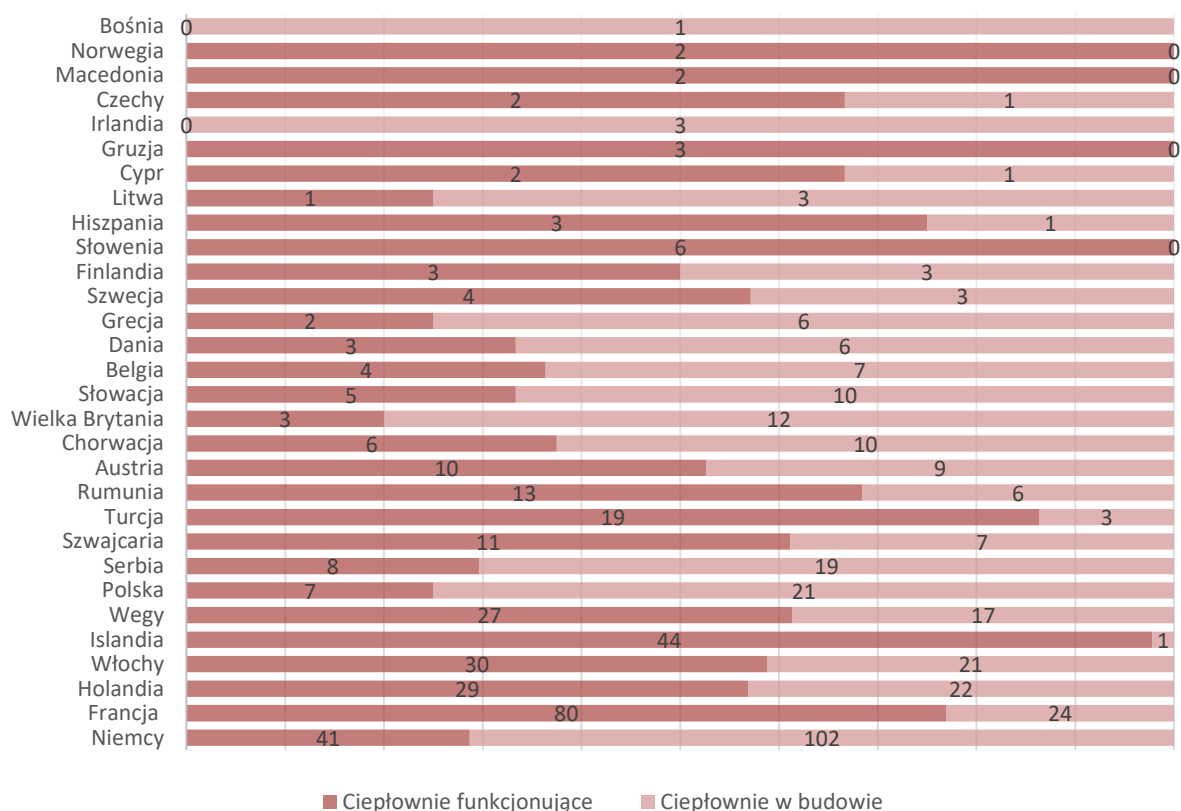


Fig. 4.3.1. Funkcjonujące ciepłownie geotermalne, a także te na etapie realizacji w Europie (EGEC GEOTHERMAL, 2022)

W maju 2022 r. Komisja Europejska przedstawiła dokument pt. *REPowerEU*. Jest to plan działania mający zmniejszyć wahania na rynku energii w Europie przez ograniczenie zależności od importu paliw kopalnych. W ramach tego planu podejmowane są nowe inicjatywy oraz środki mające wspierać szybszą transformację energetyczną. Dokument ten zakłada, że energia geotermalna odegra ważną rolę w planowanej transformacji. Podstawowe założenie to powszechne włączenie energii geotermalnej do nowoczesnych miejskich systemów ogrzewania (<https://commission.europa.eu/>).

4.4. Projekty geotermalne w trakcie realizacji

4.4.1. Projekty robót geologicznych

Na koniec 2022 r. w Polsce zatwierdzonych było 117 projektów robót geologicznych, na poszukiwanie i rozpoznanie złóż wód termalnych i leczniczych termalnych w tym 115 z nich dotyczyło wód termalnych, natomiast 2 – termalnych leczniczych (tab. 4.4.1, fig. 4.4.1). Większość nowych otworów wiertniczych jest planowana w obrębie platformy paleozoicznej (tab. 4.4.1). Pod względem administracyjnym największą liczbą planowanych inwestycji związanych z ujmowaniem wód termalnych i leczniczych termalnych wyróżniły się województwa: mazowieckie (19), łódzkie (16), wielkopolskie (15), dolnośląskie (12), małopolskie (12).

Tab. 4.4.1. Informacje o planowanych i realizowanych inwestycjach związanych z ujmowaniem wód termalnych oraz termalnych leczniczych, zestawienie sporządzone na podstawie zatwierdzonych projektów robót geologicznych (wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

2022	2023	Nazwa projektowanego otworu	Wnioskodawca	Prowincja	Rodzaj wody planowanej do ujęcia	Data wydania decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych	Termin ważności decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych
woj. dolnośląskie – liczba projektów 12 (2022 r.) i 9 (2023 r.)							
1	1	Cieplice-3*	Miasto Jelenia Góra	sudecka	wody termalne	2001-12-17	brak daty ważności
2	-	Duszniki GT-1	Urząd Miejski w Dusznikach-Zdroju	sudecka	wody termalne	2021-08-19	2023-06-29
3	2	Duszniki GT-2	Gmina Miejska Duszniki-Zdrój	sudecka	wody termalne	2019-07-03	2024-07-03
4	3	Głuszycza GT-1	Gmina Głuszycza	sudecka	wody termalne	2023-08-18	2028-08-18
5	4	Jedlina GT-1	Gmina Jedlina-Zdrój	sudecka	wody termalne	2020-12-29	2025-12-29
6	5	Karpacz GT-1	Tadeusz Gołębiewski, działalność gospodarcza firma Hotel Gołębiewski	sudecka	wody termalne	2019-10-25	2024-10-25
7	6	Legnickie Pole GT-1	Gmina Legnickie Pole	sudecka	wody termalne	2022-02-07	2027-02-07
8	-	Łomnica GT-1	Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe K.A.M. Sp. z o.o.	sudecka	wody termalne	2019-04-29	2024-04-29
9	-	Oława GT-1	Gmina Miasto Oława	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-02-19	2024-02-19
10	-	Pieszyce GT-1	firma BDM Forteczna Sp. z o.o.	sudecka	wody termalne	2018-11-16	2023-11-16
11	-	Puchaczówka CG-T1	TAWO Investment Sp. z o.o.	sudecka	wody termalne	2018-06-28	2023-06-28

-	7	Sobótka SG-Z1**	ECOINWEST Sp. z o.o.	sudecka	wody termalne	2023-09-18	2028-09-18
12	8	Trzebnica Jadwiga T-1	Gmina Trzebnica	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-11-12	2024-11-12
-	9	Wleń GT-1	Gmina Wleń	sudecka	wody termalne	2023-09-08	2028-09-08
woj. kujawsko-pomorskie – liczba projektów 5 (2022 r.) i 6 (2023 r.)							
13	10	Biały Bór GT-1	Gmina Grudziądz	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-07-29	2027-06-30
14	11	Gąsawa GT-1	Gmina Gąsawa	platformy paleozoicznej	wody termalne	2023-07-27	2028-07-15
15	12	Inowrocław GT-1	Prezydent Miasta Inowrocław	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-08-11	2025-08-01
16	13	Kruszwica GT-1	Gmina Kruszwica	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-06-20	2027-06-15
-	14	Toruń TG-3	GEOTERMIA TORUŃ Sp. z o.o.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2023-11-21	2028-06-15
17	15	Włocławek GT-1	Gmina Miasto Włocławek	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-16	2027-08-31
woj. lubelskie – liczba projektów 4 (2022 r.) i 3 (2023 r.)							
18	16	Biszczka GT-1	Gmina Biszcza	karpacka	wody termalne	2020-09-24	2025-09-08
19	17	Tomaszów Lubelski	Miasto Tomaszów Lubelski	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-06-17	2024-06-17
20	18	Zamość GT-1	Miasto Zamość	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-08-19	2025-10-09
21	-	Zwierzyniec GT-1	Gmina Zwierzyniec	platformy paleozoicznej	wody termalne	2018-06-27	2023-06-04
woj. lubuskie – liczba projektów 1 (2022 r. i 2023 r.)							
22	19	Strzelce Krajeńskie GT-1	Gmina Strzelce Krajeńskie	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-15	2027-09-15
woj. łódzkie – liczba projektów 16 (2022 r.) i 12 (2023 r.)							
23	20	Aleksandrów Łódzki GT-1	Gmina Aleksandrów Łódzki	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-29	2027-08-31
24	-	Bełchatów OB I	Gmina - Miasto Bełchatów	platformy paleozoicznej	wody termalne	2018-11-23	2023-11-23
25	-	EC Łódź GT-1	Enea Ciepło Sp. z o.o.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-05-22	2023-12-31
26	21	Koluszki GT-1	Gmina Koluszki	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-22	2027-08-31
27	22	Konstantynów Łódzki GT-1	Gmina Konstantynów Łódzki	platformy paleozoicznej	wody termalne	2021-08-10	2026-07-31
28	23	Kutno GT-1	Gmina m. Kutno	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-06-20	2027-04-30

29	-	Łask GT-1	Gmina Łask	platformy paleozoicznej	wody termalne	2018-10-29	2023-10-01
30	24	Łowicz GT-1	Miasto Łowicz	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-09-08	2025-08-31
31	25	Łódź Aquapark GT-1	Aqua Park Łódź Sp. z o. o.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-11-04	2027-10-31
32	26	Łódź GT-1	Gmina Konstantynów Łódzki	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-09-10	2024-08-31
33	27	Moszczenica GT-1	Gmina Moszczenica	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-22	2027-08-31
-	28	Rzgów GT-1	PTAK ENERGY Sp. z o. o.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2023-04-28	2028-03-31
34	-	Skierniewice GT-1	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Skierniewicach	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-05-13	2024-05-13
35	-	Skierniewice GT-2	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Skierniewicach	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-05-13	2024-05-13
36	29	UM Łódź GT-1	Uniwersytet Medyczny w Łodzi	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-08-03	2025-07-31
37	30	Wieluń GT-1	Burmistrz Gminy Wieluń	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-10-26	2025-08-31
38	31	Zgierz GT-1	Gmina miasta Zgierz	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-07-27	2025-06-30
woj. małopolskie – liczba projektów 12 (2022 r.) i 11 (2023 r.)							
39	32	Bańska PGP-4	Gmina Szaflary	karpacka	wody termalne	2021-12-10	2026-12-10
40	33	Bańska PGP-7	Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej „Geotermia Podhalańska” S.A.	karpacka	wody termalne	2022-06-02	2027-06-02
-	34	Białka Tatrzańska GT-3	Spółka Park Wodny Bania S.A.	karpacka	wody termalne	2023-06-27	2028-06-27
41	-	Biały Dunajec PGP-5	Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A.	karpacka	wody termalne	2020-02-20	2025-02-20
42	35	Brzesko GT-1	Burmistrz Brzeska	karpacka	wody termalne	2021-12-09	2026-12-09
43	-	Chochółów GT-1	Chochółowskie Termy sp. z o.o.	karpacka	wody termalne	2022-11-16	2023-12-31
44	36	Kraków GT-1	Prezydent Miasta Krakowa	karpacka	wody termalne	2022-09-26	2027-09-26
45	37	Krynica GT-2	Burmistrz Krynicy-Zdrój	karpacka	wody termalne	2020-07-16	2025-07-16

46	38	Miękinia GT-1	Urząd Miejski w Krzeszowicach	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-11-22	2024-11-22
47	39	Rabka GT-1	Gmina Rabka-Zdrój	karpacka	wody termalne	2019-10-23	2024-10-23
48	40	Szaflary PGP-6	Wójt Gminy Szaflary	karpacka	wody termalne	2021-03-26	2026-03-26
49	41	Szymoszkowa GT-2	Bachleda Hotel Sp. z o.o.	karpacka	wody termalne	2022-03-16	2027-03-16
50	42	Tarnów GTAS-1	Gmina Miasta Tarnowa	karpacka	wody termalne	2021-03-25	2026-03-21
woj. mazowieckie – liczba projektów 19 (2022 r.) i 14 (2023 r.)							
51	43	Błonie GT-1	Gmina Błonie	platformy paleozoicznej	wody termalne	2021-07-15	2026-07-15
52	44	Gąbin GT-1	Gmina i miasto Gąbin	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-29	2027-09-29
53	45	Grójec GT-1	Gmina i miasto Grójec	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-28	2027-09-28
54	46	Jabłonna GT-1	Gmina Jabłonna	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-28	2027-09-28
55	-	Mszczonów GT-1	Geotermia Mazowiecka S.A.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-01-31	2024-01-31
56	-	Mszczonów IG-1	Geotermia Mazowiecka S.A.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-12-20	2024-12-20
57	47	Mysiadło GT-1	Gmina Lesznowola	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-07-15	2027-07-15
58	48	Nowy Dwór Mazowiecki GT-1	Miasto Nowy Dwór Mazowiecki	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-28	2027-09-28
59	49	Otwock GT-1	Miasto Otwock	platformy paleozoicznej	wody termalne	2023-10-10	2028-10-10
60	-	Piaseczno GT-2	Gmina Piaseczno	platformy paleozoicznej	wody termalne	2018-11-15	2023-11-15
61	-	Piastów GT-1	Gmina Piastów	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-08-26	2025-08-26
62	50	Serock GT-1	Miasto i Gmina Serock	platformy prekambryjskiej	wody termalne	2021-03-19	2026-03-19
63	51	Sierpc GT-1	Miasto Sierpc	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-28	2027-09-28
64	52	Sochaczew GT-2	Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sochaczew Sp. z o.o.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-02-05	2025-02-05
65	53	Sokołów Podlaski GT-1	Miasto Sokołów Podlaski	platformy prekambryjskiej	wody termalne	2020-09-28	2025-09-28
66	54	Stare Babice GT-1	Gmina Stare Babice	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-07-10	2024-07-10

67	-	Wołomin GT-1	Gmina Wołomin	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-08-31	2025-08-31
68	55	Zielonki-Parcela GT-1	Gmina Stare Babice	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-03-14	2027-03-14
69	56	Żyrardów GT-1	Miasto Żyrardów	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-09-17	2025-09-17
woj. opolskie – liczba projektów 0 (2022 r.) 1 (2023 r.)							
-	57	Pokrzywna Pok T-1	Hotele Gorzelanny Sp. z o.o.	sudecka	wody termalne	2023-01-25	2028-01-25
woj. podkarpackie – liczba projektów 9 (2022 r. i 2023 r.)							
70	58	Arlamów GT-1	Hotel Arłamów S.A.	karpacka	wody termalne	2020-02-04	2025-02-04
71	59	Brzozów BG-1	ALGEO Sp. z o.o. z/s	karpacka	wody termalne	2020-08-07	2025-08-08
72	60	Latoszyn GT-1	Wójt Gminy Dębica	karpacka	wody termalne	2022-05-26	2027-05-24
73	61	Narol GT-1	Burmistrz Miasta i Gminy Narol	karpacka	wody termalne	2022-09-27	2027-09-12
-	62	Pilzno-45K	Latoszyn Zdrój Sp. z o.o.	karpacka	wody termalne	2023-03-16	2028-03-16
74	63	Sędziszów Małopolski GT-1	Gmina Sędziszów Małopolski	karpacka	wody termalne	2020-09-07	2025-09-07
75	-	Solina POG-1 (dz. 221/5)	Wójt Gminy Solina	karpacka	wody termalne	2019-09-26	2023-12-31
76	64	Solina POG-1 (dz. 232/1)	Wójt Gminy Solina	karpacka	wody termalne	2022-08-19	2027-08-19
77	65	Ustrzyki Dolne GT-1	Burmistrz Ustrzyk Dolnych	karpacka	wody termalne	2020-06-01	2025-06-01
78	66	Wiśniowa GT-1	Wójt Gminy Wiśniowa	karpacka	wody termalne	2021-08-17	2026-08-16
woj. podlaskie – liczba projektów 1 (2022 r. i 2023 r.)							
79	67	Supraśl GT-1	Burmistrza Supraśla	platformy prekambryjskiej	wody termalne	2020-08-12	2025-07-31
woj. pomorskie – liczba projektów 1 (2022 r. i 2023 r.)							
80	68	Chojnice GT-1	Burmistrz Miasta Chojnice	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-23	2027-09-23
woj. śląskie – liczba projektów 4 (2022 r.) i 3 (2023 r.)							
81	69	Jasienica GT-1	Gmina Jasienica	karpacka	wody termalne	2020-09-28	2025-08-31
82	-	Korbielów GT-1	Gmina Jeleśnia	karpacka	wody termalne, wody lecznicze	2018-10-02	2023-08-31
83	70	Kozubnik GT-1	Apartamenty Kozubnik Sp. z o.o. Sp. komandytowa	karpacka	wody termalne	2020-11-27	2025-11-27

84	71	Kozubnik GT-2	Apartamenty Kozubnik Sp. z o.o. Sp. komandytowa	karpacka	wody termalne	2020-11-27	2025-11-27
woj. świętokrzyskie – liczba projektów 10 (2022 r.) i 9 (2023 r.)							
85	72	Bogucice Pierwsze PB-1	Gmina Pińczów	platformy paleozoicznej	wody termalne, wody lecznicze	2022-06-23	2025-12-31
86	73	Busko-Zdrój GT-2	Gmina Busko-Zdrój	karpacka	wody termalne	2020-09-30	2025-09-30
87	74	Końskie GT-1	Gmina Końskie	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-29	2027-09-29
88	75	Łopuszno GT-1	Gmina Łopuszno	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-30	2027-09-30
89	76	Ostrowiec GT-1	Gmina Ostrowiec Świętokrzyski	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-27	2027-09-27
90	77	Pińczów GT-1	Gmina Pińczów	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-07-11	2026-12-31
91	78	Radoszyce GT-1	Gmina Radoszyce	platformy paleozoicznej	wody termalne	2021-09-07	2026-08-31
92	-	Smyków GT-1	Gmina Smyków	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-09-16	2025-09-16
93	79	Solec GT-1	Uzdrowisko Solec-Zdrój M.Cz. Sztuk Sp. J.	karpacka	wody termalne	2022-09-30	2027-09-30
94	80	Starachowice GT-1	Gmina Starachowice	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-06-28	2027-06-27
woj. wielkopolskie – liczba projektów 15 (2022 r.) i 11 (2023 r.)							
-	81	Buk GT-1	Miasto i Gmina Buk	platformy paleozoicznej	wody termalne	2023-09-07	2028-09-07
95	82	Dąbie GT-1	Gmina Dąbie	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-07-04	2027-07-04
96	83	Gniezno GT-1	Miasto Gniezno	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-09-18	2025-09-17
97	84	Jarocin GT-1	Gmina Jarocin	platformy paleozoicznej	wody termalne	2021-08-10	2026-08-10
98	-	Kalisz GT-1 (obręb Piwonice Wieś)	Miasto Kalisz	platformy paleozoicznej	wody termalne	2018-10-04	2023-10-04
99	85	Kalisz GT-1 (obręb Tyniec)	Miasto Kalisz	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-26	2027-09-26
100	-	Kalisz IG-1	VEGEX Sp. z o. o. z siedzibą Szulec 14, 62-860 Opatówek	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-30	2025-12-31
101	86	Kazimierz Biskupi GT-1	Gmina Kazimierz Biskupi	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-06-08	2027-06-08
102	-	Koło GT-2	Miejski Zakład Energetyki Ciepłej Sp. z o.o.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2021-03-09	2026-03-08

103	-	Konin GT-2	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej - Konin Sp. z o.o	platformy paleozoicznej	wody termalne	2018-01-29	2023-01-24
104	-	Konin GT-3	Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej - Konin Sp. z o.o	pla 110 110tformy paleozoicznej	wody termalne	2018-05-23	2023-01-24
-	87	Nowy Tomysł GT-1	Gmina Nowy Tomysł	platformy paleozoicznej	wody termalne	2023-03-17	2028-03-17
-	88	Rogoźno GT-1	MEGAWAT Sp. z o.o.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2023-11-28	2028-11-28
105	-	Skrajnia Rychnowska GT-1	Gospodarstwo Ogrodnicze Krzysztof Chenczke	platformy paleozoicznej	wody termalne	2018-09-21	2023-09-21
106	89	Szulec GT-1	Gospodarstwo Ogrodnicze Marek Wolf	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-12-20	2024-12-20
107	90	Turek GT-2	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej Sp. z o.o.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-04-22	2026-04-22
108	-	Wągrowiec GT-1	Gmina Miejska Wągrowiec	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-09-10	2024-09-10
109	91	Września GT-1	Gmina Września	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-03-15	2027-03-15
woj. zachodniopomorskie – liczba projektów 8 (2022 r. i 2023 r.)							
110	92	Barlinek GT-1	Gmina Barlinek	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-16	2027-09-16
111	93	Dębno GT-1	Gmina Dębno	platformy paleozoicznej	wody termalne	2020-09-23	2025-09-23
112	-	Dreżewo GT-1	Spółka Jurajska Energia Odnawialna Sp. z o.o.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2018-11-13	2023-11-12
113	-	Dźwirzyno HASTON GT-1	Przedsiębiorstwo Produkcji Farmaceutycznej HASCO-LEK S.A.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2019-05-10	2024-05-09
114	-	Dźwirzyno HASTON GT-2K	Przedsiębiorstwo Produkcji Farmaceutycznej HASCO-LEK S.A.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2021-10-14	2024-05-09
115	94	Myślibórz GT-1	Gmina Myślibórz	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-26	2027-09-26
116	95	Police GT-1	Gmina Police	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-09-26	2027-09-26
-	96	Pomorzany GT-1	PGE Energia Ciepła S.A.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2023-06-13	2028-06-13
117	97	Szczecin GT-2	Gmina miasto Szczecin	platformy paleozoicznej	wody termalne	2022-06-29	2027-06-29

-	98	Szczecin SEC-1	SEC GEO Sp. z o. o.	platformy paleozoicznej	wody termalne	2023-06-23	2028-06-23
-	99	Szczecin-Zdroje GT-1	Publiczny Specjalistyczny Zakład Opieki Zdrowotnej „Zdroje” w Szczecinie	platformy paleozoicznej	wody termalne	2023-06-27	2028-06-27

*Cieplice-3 – projekty robót geologicznych ważne na koniec 2022 i 2023 r.

**Sobótka SG-Z1 – projekty robót geologicznych ważne od 2023 r. (oznaczone kolorem niebieskim)

Tab. 4.4.2. Liczba projektowanych otworów związanych z ujmowaniem wód termalnych i leczniczych termalnych w poszczególnych prowincjach (stan na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.)

Prowincja	Liczba projektowanych otworów	
	2022	2023
Platformy prekambryjskiej	3	1
Platformy paleozoicznej	77	63
Sudecka	10	9
Karpacka	27	26
Suma	117	99

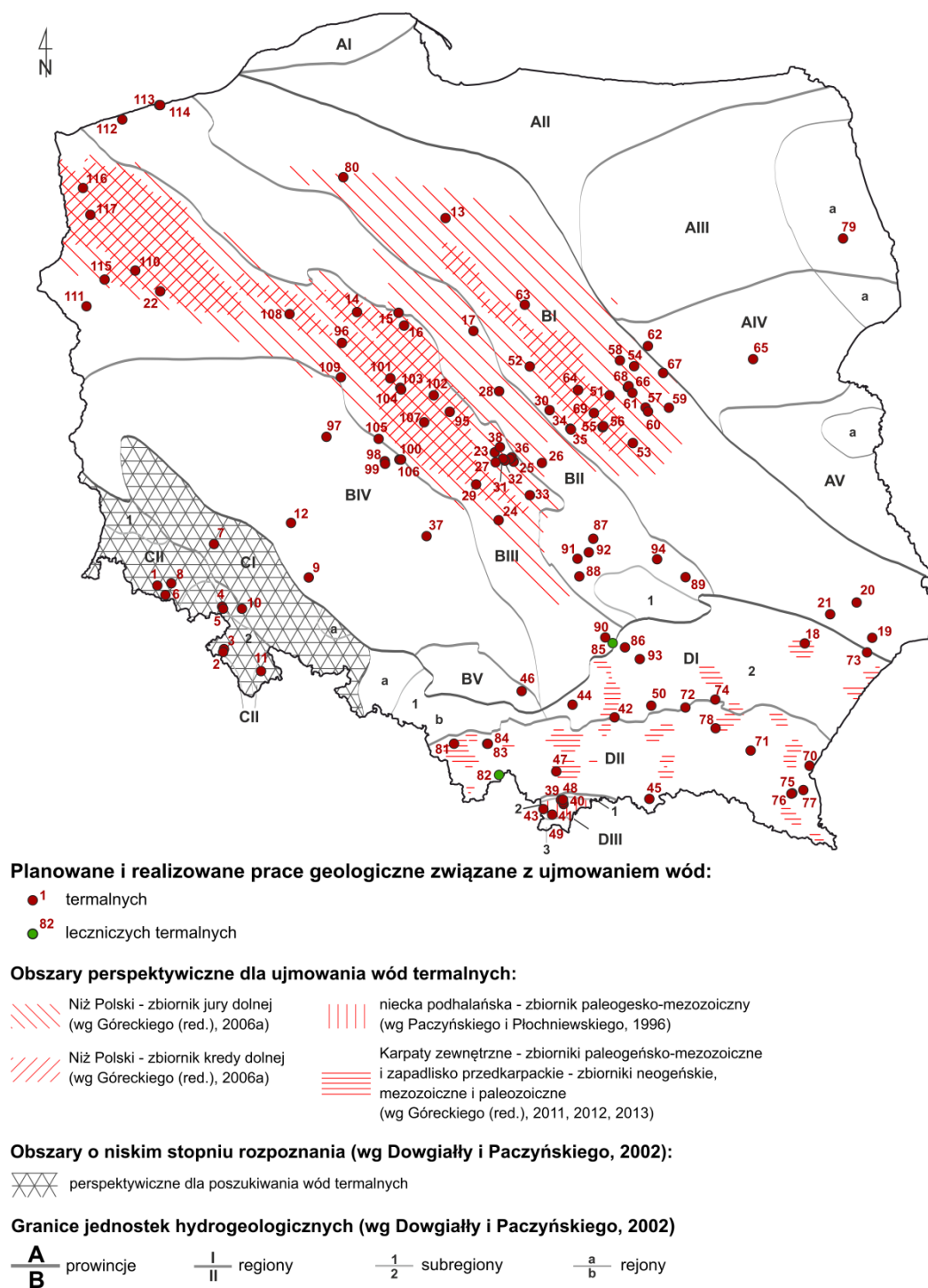


Fig. 4.4.1. Lokalizacja planowanych i realizowanych inwestycji związanych z ujmowaniem wód termalnych oraz leczniczych termalnych, sporządzone na podstawie zatwierdzonych projektów robót geologicznych, stan na 31.12.2022 r.

Numeracja zgodna z tabelą 4.4.1.

Liczba zatwierdzonych projektów robót geologicznych na poszukiwanie i rozpoznanie złóż wód termalnych i leczniczych termalnych na koniec 2023 r. wynosiła 99, z czego 98 dotyczyło wód termalnych, natomiast jedynie jeden – leczniczych termalnych (tab. 4.4.3, fig. 4.4.2.). Podobnie jak rok wcześniej największa liczba projektów dotyczyła platformy paleozoicznej, natomiast najmniejsza – platformy prekambryjskiej (tab. 4.4.2). Pod względem administracyjnym nowe otwory są planowane głównie w obrębie województw: mazowieckiego (14), łódzkiego (12), małopolskiego (11) i wielkopolskiego (11).

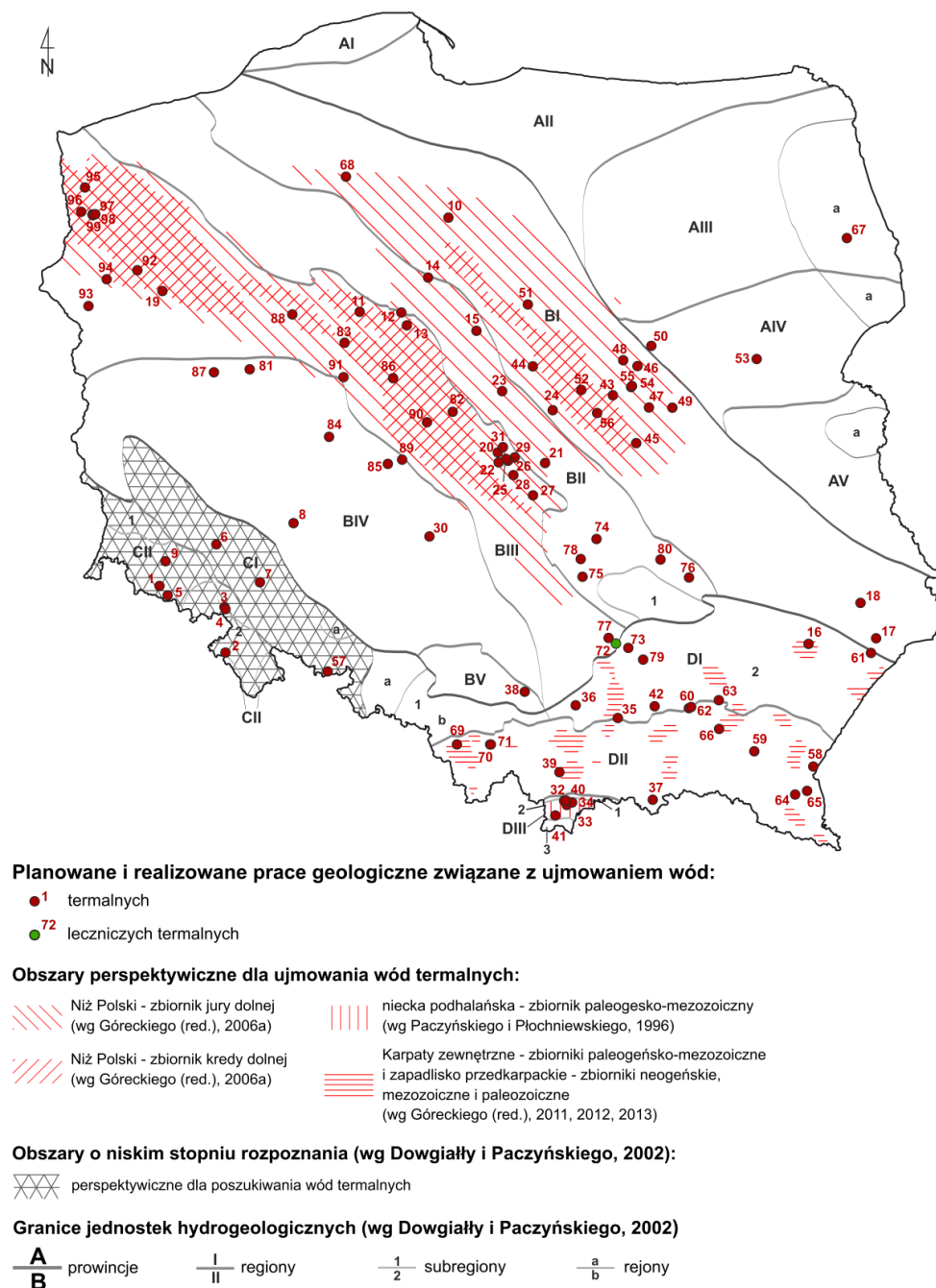


Fig. 4.4.2. Lokalizacja planowanych i realizowanych inwestycji związanych z ujmowaniem wód termalnych oraz leczniczych termalnych, sporządzone na podstawie zatwierdzonych projektów robót geologicznych, stan na 31.12.2023 r.

Numeracja zgodna z tabelą 4.4.1.

4.4.2. Projekty realizowane z programów NFOŚiGW

Rozwój wykorzystania energii geotermalnej jest jednym z celów PEP2040. Geotermia to potencjał, który powinny wykorzystywać w pierwszej kolejności samorządy. Ciepłownictwo, jako główna dziedzina zagospodarowania geotermii, wpisuje się w cele gospodarki niskoemisyjnej i ochrony klimatu. Potrzeba wykorzystania potencjału geotermalnego wpłynęła na zwiększone finansowanie przedsięwzięć związanych z wydobywaniem wód termalnych. Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) w swojej ofercie miał programy kierowane do samorządów i firm, które wspierają rozwój geotermii (<https://www.gov.pl/web/nfosigw/>).

W latach 2016-2019 były to programy priorytetowe NFOŚiGW pn. *Geologia i górnictwo Część 1) Poznanie budowy geologicznej kraju oraz gospodarka zasobami złóż kopalin i wód podziemnych oraz Racjonalne gospodarowanie odpadami i ochrona powierzchni ziemi - Poznanie budowy geologicznej na rzecz kraju*, umożliwiające uzyskanie dofinansowania na wykonywanie badań oraz robót i prac geologicznych związanych z poszukiwaniem i rozpoznawaniem złóż wód termalnych oraz możliwościami pozyskiwania energii ciepłej suchych skał.

Celem programów było rozpoznanie budowy geologicznej na rzecz kraju oraz racjonalna gospodarka zasobami złóż kopalin i wód podziemnych przez: wdrażanie programów, długoterminowych polityk państwa i kierunków badań w zakresie geologii, implementację stosownych dyrektyw oraz realizację zadań ustawowych i innych, niezbędnych do poszerzenia bazy geologicznej, w zakresie badawczo-rozpoznawczym i dokumentacyjnym.

W ramach ww. programów dofinansowanie na łączną kwotę około 274 mln zł uzyskało 11 inwestycji polegających na wykonaniu nowych otworów geotermalnych w Bańskiej, Sieradzu, Łądku-Zdrój, Sochaczewie, Kole, Tomaszowie Mazowieckim, Turku, Pieszcach, Dębicy, Sękowej i Wiśniowej. Część z nich została już pozytywnie zakończona tj. udostępniono do eksploatacji nowe złoża wód termalnych (Sieradz, Sochaczew GT-1, Turek GT-1, Tomaszów Mazowiecki, Koło).

W celu zwiększenia wykorzystania energii geotermalnej w Polsce, mając na uwadze racjonalne wydatkowanie środków i ograniczenie ryzyka geologicznego w projektach geotermalnych, w 2020 r. z inicjatywy Głównego Geologa Kraju, we współpracy z NFOŚiGW uruchomiono kolejny program priorytetowy NFOŚiGW pn. *Udostępnianie wód termalnych w Polsce*. Programu był dedykowany wyłącznie wsparciu wykonania pierwszego otworu badawczego, rozpoznawczego, ukierunkowanego na efektywne udostępnianie wód termalnych w Polsce. Celem programu było wsparcie jednostek samorządu terytorialnego przez dofinansowanie wykonania nowych otworów geotermalnych w lokalizacjach, które dają największe szanse na ujęcie wód termalnych o parametrach pozwalających na ich późniejsze wykorzystanie w ciepłownictwie. Program przewidywał dofinansowanie wykonania wyłącznie pierwszego otworu badawczego, rozpoznawczego, żeby zbadać potencjał geotermii w nieudokumentowanym jeszcze złożu wód termalnych. Program ma kluczowe znaczenie dla ograniczenia ryzyka związanego z wykonaniem pierwszego odwiertu badawczego na nieudokumentowanym jeszcze złożu wód termalnych, jako że NFOŚiGW finansuje odwiert do 100%. Program priorytetowy *Udostępnianie wód termalnych w Polsce* jest ważnym działaniem wspierającym samorządy w podejmowaniu realizacji inwestycji geotermalnych (<https://www.gov.pl/web/nfosigw/>).

W ramach dwóch naborów wniosków, rozstrzygniętych w latach 2020-2023, dofinansowanie na wykonanie 45 nowych otworów geotermalnych wyniosło 657,2 mln zł. Z inicjatywy Ministra Klimatu i Środowiska w 2023 r. nastąpiło zwiększenie budżetu programu o 178 mln zł ze względu na rosnące potrzeby i oczekiwania samorządów w zakresie zapewnienia przez rząd wsparcia finansowego na wykonanie pierwszego otworu geotermalnego.

W roku 2021, w ramach I-go naboru wniosków do programu priorytetowego *Udostępnianie wód termalnych w Polsce*, sfinansowano 15 otworów na łączną kwotę dotacji 223,2 mln zł (dane udostępnione przez NFOŚiGW). W ramach programu dofinansowano otwory w miejscowościach: Łowicz, Otwock, Wołomin, Gniezno, Żyrardów, Gąsawa, Jasienica, Wągrowiec, Inowrocław, Piastów, Głuszycza, Dębno, Smyków, Trzebnica i Oława.

W roku 2023, w ramach II-go naboru wniosków programu priorytetowego *Udostępnianie wód termalnych w Polsce*, zakwalifikowało się do dofinansowania 30 otworów na łączną kwotę dotacji 427,7 mln zł (dane udostępnione przez NFOŚiGW). Do dofinansowania zostało zarekomendowane przez MKiŚ wykonanie otworów w miejscowościach: Lesznowola, Grójec, Barlinek, Myślibórz, Nysa, Strzelce Krajeńskie, Szczecin, Błonie, Chojnice, Koluszki, Jabłonna, Kraków, Nowy Dwór Mazowiecki, Police, Stare Babice, Serock, Sierpc, Kruszwica, Kalisz, Końskie, Łopuszno, Radoszyce, Włocławek, Jelenia Góra, Kazimierz Biskupi, Legnickie Pole, Narol, Września, Brzesko i Moszczenica (fig. 4.4.3). Ze względu na rezygnację kilku beneficjentów z dofinansowania, nie wszystkie z wymienionych otworów zostały dofinansowane (Sierpc, Lesznowola, Chojnice).



Fig. 4.4.3. Otwory zakwalifikowane do dofinansowania w ramach I i II naboru wniosków w programie priorytetowym NFOŚiGW *Udostępnianie wód termalnych w Polsce*

W okresie od sierpnia 2021 r. do sierpnia 2022 r., w celu wsparcia przyszłych beneficjentów w podjęciu decyzji na temat zasadności aplikowania o dofinansowanie w programie, uruchomiony został mechanizm wsparcia samorządów w postaci bezpłatnych, wstępnych opinii na temat występowania i możliwości zagospodarowania wód termalnych we wskazanej lokalizacji, które były wykonywane przez PIG-PIB. W tym okresie o taką opinię wystąpiło łącznie 219 gmin (fig. 4.4.4, tab. 4.4.5).

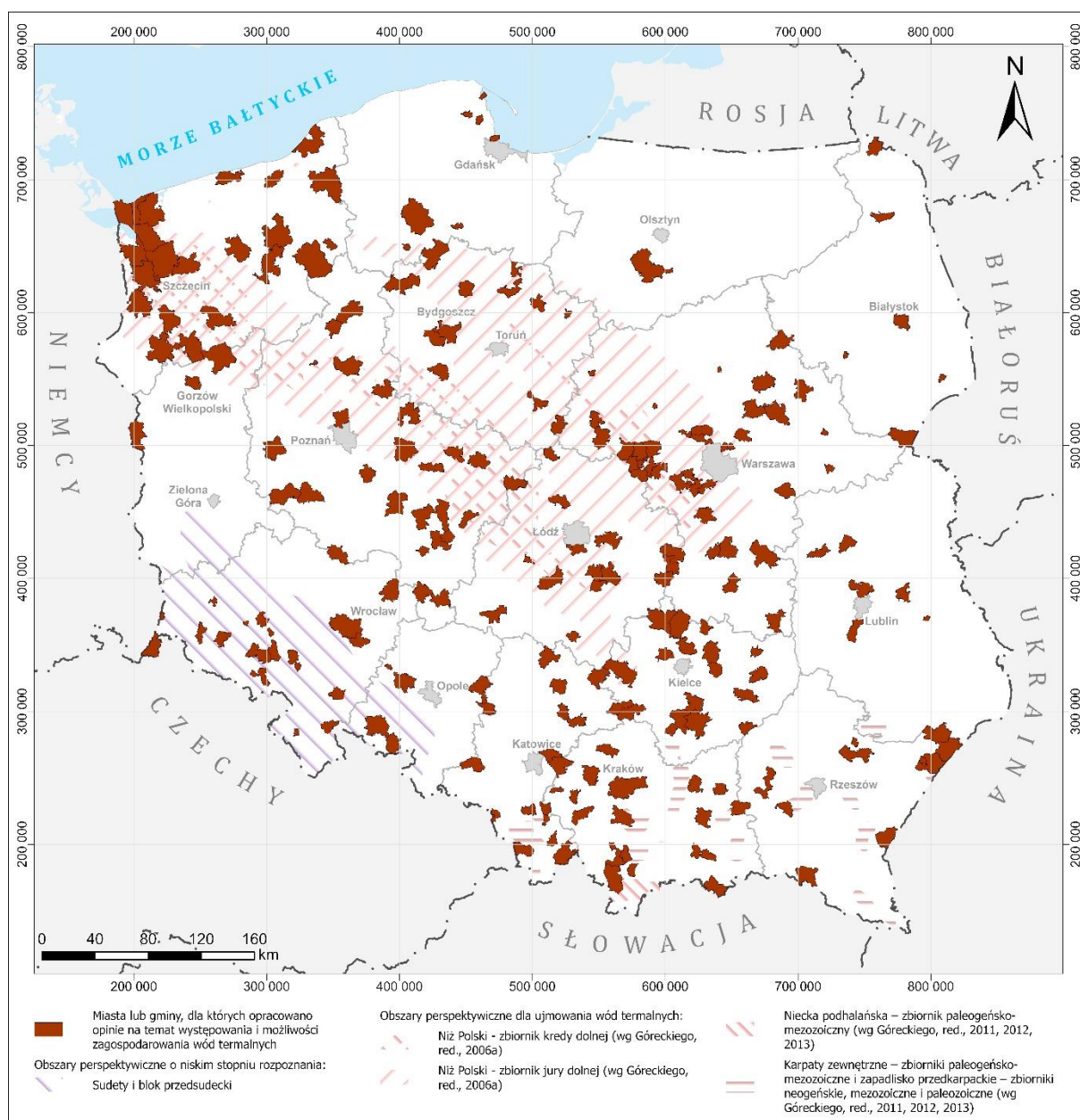


Fig. 4.4.4. Miasta i gminy, które wystąpiły o wykonanie przez PIG-PIB opinii na temat występowania i możliwości zagospodarowania wód termalnych

Tab. 4.4.5. Miasta i gminy, które wystąpiły o wykonanie przez PIG-PIB opinii na temat występowania i możliwości zagospodarowania wód termalnych

Lp.	Gmina	Powiat	Województwo
1	Bolesławiec	bolesławiecki	dolnośląskie
2	Bolków	jaworski	dolnośląskie
3	Jawor	jaworski	dolnośląskie
4	Kamienna Góra	kamiennogórski	dolnośląskie
5	Polanica-Zdrój	kłodzki	dolnośląskie
6	Krotoszyce	legnicki	dolnośląskie
7	Gryfów Śląski	lwówecki	dolnośląskie
8	Wleń	lwówecki	dolnośląskie
9	Wrocław	m. Wrocław	dolnośląskie
10	Twardogóra	oleśnicki	dolnośląskie
11	Dobromierz	świdnicki	dolnośląskie
12	Jaworzyna Śląska	świdnicki	dolnośląskie
13	Świdnica	świdnicki	dolnośląskie
14	Czarny Bór	wałbrzyski	dolnośląskie
15	Siechnice	wrocławski	dolnośląskie
16	Ciepłowody	ząbkowicki	dolnośląskie
17	Złoty Stok	ząbkowicki	dolnośląskie
18	Bogatynia	zgorzelecki	dolnośląskie
19	Zgorzelec	zgorzelecki	dolnośląskie
20	Złotoryja	złotoryjski	dolnośląskie
21	Białe Błota	bydgoski	kujawsko-pomorskie
22	Bydgoszcz	Bydgoszcz	kujawsko-pomorskie
23	Grudziądz	Grudziądz	kujawsko-pomorskie
24	Sępólno Krajeńskie	sępoleński	kujawsko-pomorskie
25	Bukowiec	świecki	kujawsko-pomorskie
26	Tuchola	tucholski	kujawsko-pomorskie
27	Książki	wąbrzeski	kujawsko-pomorskie
28	Baruchowo	włocławski	kujawsko-pomorskie
29	Włocławek	włocławski	kujawsko-pomorskie
30	Barcin	żniński	kujawsko-pomorskie
31	Rejowiec Fabryczny	chełmski	lubelskie
32	Kock	lubartowski	lubelskie
33	Niemce	lubelski	lubelskie
34	Strzyżewice	lubelski	lubelskie
35	Puchaczów	łęczycki	lubelskie
36	Ułęż	rycki	lubelskie
37	Gorzów Wielkopolski	Gorzów Wielkopolski	lubuskie
38	Słubice	m. Słubice	lubuskie
39	Strzelce Krajeńskie	strzelecko-drezdeński	lubuskie
40	Zelów	bełchatowski	łódzkie
41	Nowe Ostrowy	kutnowski	łódzkie
43	Koluszki	łódzki wschodni	łódzkie
42	Rzgów	łódzki wschodni	łódzkie

Lp.	Gmina	Powiat	Województwo
44	Drzewica	opoczyński	łódzkie
45	Ksawerów	pabianicki	łódzkie
46	Piotrków Trybunalski	Piotrków Trybunalski	łódzkie
47	Moszczenica	piotrowski	łódzkie
48	Wolbórz	piotrowski	łódzkie
49	Radomsko	radomszczański	łódzkie
50	Wieluń	wieluński	łódzkie
51	Zduńska Wola	zduńskowolski	łódzkie
52	Ozorków	zgierski	łódzkie
53	Borzęcin	brzeski	małopolskie
54	Krzeszowice	krakowski	małopolskie
55	Kraków	Kraków	małopolskie
56	Nowy Sącz	m. Nowy Sącz	małopolskie
57	Nowy Targ	m. Nowy Targ	małopolskie
58	Tarnów	m. Tarnów	małopolskie
59	Myślenice	m. Myślenice	małopolskie
60	Kamionka Wielka	nowosądecki	małopolskie
61	Muszyna	nowosądecki	małopolskie
62	Czarny Dunajec	nowotarski	małopolskie
63	Raba Wyżna	nowotarski	małopolskie
64	Rabka-Zdrój	nowotarski	małopolskie
65	Trzyciąż	olkuski	małopolskie
66	Oświęcim	oświęcimski	małopolskie
67	Zator	oświęcimski	małopolskie
68	Jordanów	suski	małopolskie
69	Ryglice	tarnowski	małopolskie
70	Zakliczyn	tarnowski	małopolskie
71	Wadowice	wadowicki	małopolskie
72	Stromiec	białobrzegi	mazowieckie
73	Grodzisk Mazowiecki	grodziski	mazowieckie
74	Grójec	grójecki	mazowieckie
75	Nowe Miasto nad Pilicą	grójecki	mazowieckie
76	Kozienice	kozienicki	mazowieckie
77	Jabłonna	legionowski	mazowieckie
78	Wieliszew	legionowski	mazowieckie
79	Lipsko	lipski	mazowieckie
80	Białobrzegi	m. Białobrzegi	mazowieckie
81	Płock	m. Płock	mazowieckie
83	Radom	m. Radom	mazowieckie
82	Sierpc	m. Sierpc	mazowieckie
84	Maków Mazowiecki	makowski	mazowieckie
85	Latowicz	miński	mazowieckie
86	Nowy Dwór Mazowiecki	nowodworski	mazowieckie
87	Troszyn	ostrołęcki	mazowieckie
88	Małkinia Górna	ostrowski	mazowieckie

Lp.	Gmina	Powiat	Województwo
89	Lesznów	piaseczyński	mazowieckie
90	Gąbin	płocki	mazowieckie
91	Płońsk	płoński	mazowieckie
92	Brwinów	pruszkowski	mazowieckie
93	Nadarzyń	pruszkowski	mazowieckie
94	Odrzywół	przysuski	mazowieckie
95	Siedlce	siedlecki	mazowieckie
96	Brochów	sochaczewski	mazowieckie
97	Ilów	sochaczewski	mazowieckie
98	Młodzieszyn	sochaczewski	mazowieckie
99	Nowa Sucha	sochaczewski	mazowieckie
100	Rybno	sochaczewski	mazowieckie
101	Sochaczew	sochaczewski	mazowieckie
102	Teresin	sochaczewski	mazowieckie
103	Sokołów Podlaski	sokołowski	mazowieckie
104	Łochów	węgrowski	mazowieckie
105	Klembów	wołomiński	mazowieckie
106	Kobyłka	wołomiński	mazowieckie
107	Marki	wołomiński	mazowieckie
108	Długosiodło	wyszowski	mazowieckie
109	Wyszów	wyszowski	mazowieckie
110	Brzeg	brzeski	opolskie
111	Lewin Brzeski	brzeski	opolskie
112	Nysa	nyski	opolskie
113	Dobrodzień	oleski	opolskie
114	Prudnik	prudnicki	opolskie
115	Zawadzkie	strzelecki	opolskie
116	Dębica	dębicki	podkarpackie
117	Jaśliska	krośnieński	podkarpackie
118	Leżajsk	leżajski	podkarpackie
119	Horyniec-Zdrój	lubaczowski	podkarpackie
120	Lubaczów	lubaczowski	podkarpackie
121	Lubaczów	lubaczowski	podkarpackie
122	Narol	lubaczowski	podkarpackie
123	Fredropol	przemyski	podkarpackie
124	Wiśniowa	strzyżowski	podkarpackie
125	Augustów	augustowski	podlaskie
126	Białystok	Białystok	podlaskie
127	Hajnówka	hajnowski	podlaskie
128	Mielnik	siemiatycki	podlaskie
129	Rutka-Tartak	suwalski	podlaskie
130	Wysokie Mazowieckie	wysokomazowiecki	podlaskie
131	Brusy	chojnicki	pomorskie
132	Chojnice	chojnicki	pomorskie
133	Puck	m. Puck	pomorskie

Lp.	Gmina	Powiat	Województwo
134	Sopot	m. Sopot	pomorskie
135	Czarna Woda	starogardzki	pomorskie
136	Rumia	wejherowski	pomorskie
137	Wejherowo	wejherowski	pomorskie
138	Czechowice-Dziedzice	bielski	śląskie
139	Kozy	bielski	śląskie
140	Wilamowice	bielski	śląskie
141	Wisła	cieszyński	śląskie
142	Zebrzydowice	cieszyński	śląskie
143	Koniecpol	częstochowski	śląskie
144	Mykanów	częstochowski	śląskie
145	Olsztyn	częstochowski	śląskie
146	Jaworzno	Jaworzno	śląskie
147	Myszków	myszkowski	śląskie
148	Kuźnia Raciborska	raciborski	śląskie
149	Sosnowiec	Sosnowiec	śląskie
150	Zawiercie	zawierciański	śląskie
151	Jeleśnia	żywiecki	śląskie
152	Żywiec	żywiecki	śląskie
153	Busko-Zdrój	buski	świętokrzyskie
154	Sędziszów	jędrzejowski	świętokrzyskie
155	Słupia (Jędrzejowska)	jędrzejowski	świętokrzyskie
156	Bieliny	kielecki	świętokrzyskie
157	Bodzentyn	kielecki	świętokrzyskie
158	Chmielnik	kielecki	świętokrzyskie
159	Strawczyn	kielecki	świętokrzyskie
160	Zagnańsk	kielecki	świętokrzyskie
161	Końskie	konecki	świętokrzyskie
162	Stąporków	konecki	świętokrzyskie
163	Skarżysko-Kamienna	m. Skarżysko-Kamienna	świętokrzyskie
164	Opatów	opatowski	świętokrzyskie
165	Ostrowiec Świętokrzyski	ostrowiecki	świętokrzyskie
166	Pińczów	pińczowski	świętokrzyskie
167	Bogoria	staszowski	świętokrzyskie
168	Połaniec	staszowski	świętokrzyskie
169	Włoszczowa	włoszczowski	świętokrzyskie
170	Olsztynek	olsztyński	warmińsko-mazurskie
171	Budzyń	chodzieski	wielkopolskie
172	Czarnków	czarnkowsko-trzcianecki	wielkopolskie
173	Gniezno	gnieźnieński	wielkopolskie
174	Jarocin	jarociński	wielkopolskie
175	Blizanów	kaliski	wielkopolskie
176	Ceków-Kolonia	kaliski	wielkopolskie
177	Kalisz	Kalisz	wielkopolskie
178	Kępno	kępiński	wielkopolskie

Lp.	Gmina	Powiat	Województwo
179	Dąbie	kolski	wielkopolskie
180	Kazimierz Biskupi	koniński	wielkopolskie
181	Kramsk	koniński	wielkopolskie
182	Śmigiel	kościański	wielkopolskie
183	Nowy Tomyśl	nowotomyski	wielkopolskie
184	Nowe Skalmierzyce	ostrowski	wielkopolskie
185	Ostrów Wielkopolski	ostrowski	wielkopolskie
186	Kobyła Góra	ostrzeszowski	wielkopolskie
187	Piła	pilski	wielkopolskie
188	Pleszew	pleszewski	wielkopolskie
189	Suchy Las	poznański	wielkopolskie
190	Rawicz	rawicki	wielkopolskie
191	Lądek	śłupecki	wielkopolskie
192	Zaniemyśl	średzki	wielkopolskie
193	Brodnica	śremski	wielkopolskie
194	Mieścisko	wągrowiecki	wielkopolskie
195	Przemęt	wolsztyński	wielkopolskie
196	Września	wrzesiński	wielkopolskie
197	Krajenka	złotowski	wielkopolskie
198	Choszczno	choszczeński	zachodniopomorskie
199	Złocieniec	drawski	zachodniopomorskie
200	Goleniów	goleniowski	zachodniopomorskie
201	Maszewo	goleniowski	zachodniopomorskie
202	Stepnica	goleniowski	zachodniopomorskie
203	Gryfino	gryfiński	zachodniopomorskie
204	Międzyzdroje	kamieński	zachodniopomorskie
205	Wolin	kamieński	zachodniopomorskie
206	Kołobrzeg	kołobrzeski	zachodniopomorskie
207	Biesiekierz	koszaliński	zachodniopomorskie
208	Polanów	koszaliński	zachodniopomorskie
209	Łobez	łobeski	zachodniopomorskie
210	Pyrzyce	m. Pyrzyce	zachodniopomorskie
211	Barlinek	myśliborski	zachodniopomorskie
212	Myślibórz	myśliborski	zachodniopomorskie
213	Police	policki	zachodniopomorskie
214	Darłowo	ślawieński	zachodniopomorskie
215	Szczecin	Szczecin	zachodniopomorskie
216	Borne Sulinowo	szczecinecki	zachodniopomorskie
217	Szczecinek	szczecinecki	zachodniopomorskie
218	Połczyn-Zdrój	świdwiński	zachodniopomorskie
219	Świnoujście	Świnoujście	zachodniopomorskie

Po rozpoznaniu i udokumentowaniu złóż wód termalnych, kontynuacja przedsięwzięć takich jak m.in. wykonanie otworów chłonnych i budowy ciepłowni geotermalnych mogła nastąpić również ze środków NFOŚiGW w ramach programu priorytetowego pn. *Polska Geotermia Plus część 1) Geotermia głęboka*.

Program realizowany będzie w latach 2019 - 2027, przy czym zobowiązania (rozumiane jako podpisywanie umów) podejmowane będą do 31.12.2024 r., a środki wydatkowane będą do 31.12.2027 r. Wnioski można było składać w terminie od 30.11.2022 r. do 30.06.2023 r. (<https://www.gov.pl/web/nfosigw/polska-geotermia-plus-czesc-1-geotermia-gleboka>).

Celem programu jest zwiększenie wykorzystania zasobów geotermalnych w Polsce. Beneficjentami mogli być Przedsiębiorcy w rozumieniu *Ustawy z dnia 6 marca 2018 r. Prawo przedsiębiorców* (Dz. U. z 2018 r. poz. 646, z późn. zm.) wykonujący działalność gospodarczą. Dofinansowanie będzie udzielone w formie pożyczki lub dotacji.

Program pozwala sfinansować etap inwestycyjny związany z budową ciepłowni i dystrybucją ciepła oraz przewiduje dofinansowanie kilku rodzajów przedsięwzięć. Są to m.in.:

Obligatoryjne

- Budowa nowej lub rozbudowa istniejącej ciepłowni/ elektrociepłowni/ elektrowni geotermalnej/ istniejących źródeł wytwarzania energii, opartej na źródle geotermalnym, w tym wykonanie kolejnego geotermalnego odwiertu produkcyjnego lub otworu chłonnego.
- Modernizacja istniejącej ciepłowni/ elektrociepłowni/ elektrowni geotermalnej/ istniejących źródeł wytwarzania energii, opartej na źródle geotermalnym.
- Modernizacja istniejącego otworu geotermalnego celem poprawy jego parametrów eksploatacyjnych.
- Zabiegi techniczne w istniejących otworach geotermalnych wydobywczych i chłonnych.
- Rekonstrukcja otworu innego niż odwierconego w celach geotermalnych, w których wystąpiły przypływy wód termalnych.

Opcjonalne

- Nowe źródła ciepła i/lub energii elektrycznej.
- Wykonanie pierwszego odwiertu badawczego.
- Modernizacja/ rozbudowa sieci ciepłowniczych w efektywnych energetycznie systemach ciepłowniczych lub w systemach, w których inwestycje niezbędne do osiągnięcia statusu efektywnego energetycznie systemu ciepłowniczego zostaną rozpoczęte nie później niż w 3 lata od dnia rozpoczęcia projektu, na który udzielane jest dofinansowanie.

Tab. 4.4.6. Rozbudowy i/lub modernizacje realizowane ze środków NFOŚiGW w ramach programu priorytetowego *Polska Geotermia Plus* (dane udostępnione przez NFOŚiGW wg. stanu na 2023 r.).

Beneficjent	Nazwa przedsięwzięcia	Efekt rzeczowy
Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A.	rozbudowa systemu geotermalnego przez wiercenie nowego otworu produkcyjnego Bańska PGP-7, dostawa i montaż wymienników ciepła na Ciepłowni Geotermalnej oraz budowa przyłączy i sieci ciepłowniczych w celu zwiększenia mocy i wykorzystania odnawialnych źródeł energii	wykonanie otworu produkcyjnego Bańska PGP-7 na obszarze górniczym „Podhale 2” w celu ujęcia wód termalnych w podłożu mezozoicznym niecki podhalańskiej i ustalenie zasobów eksploatacyjnych ww. ujęcia wód termalnych
Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A.	zwiększenie mocy odnawialnego źródła energii ciepłej PEC Geotermia Podhalańska S.A. poprzez budowę oraz rekonstrukcję odwiertów chłonnych oraz wykonanie infrastruktury towarzyszącej	dodatkowa zdolność wytwarzania energii ciepłej z ciepłowni geotermalnych: 3,01 MWt, wiercenie otworu Biały Dunajec PGP-5 o głębokości 3,523 m oraz pogłębienie i rekonstrukcja odwiertu Biały Dunajec PGP-2
Geotermia Toruń Sp. z o.o.	wykonanie otworu Toruń TG-3 w celu ujęcia wód termalnych dla ciepłowni geotermalnej w Toruniu i poprawy jej parametrów eksploatacyjnych	w zakres planowanego przedsięwzięcia rozbudowy istniejącej ciepłowni geotermalnej wchodzi następujące elementy inwestycyjne: - wykonanie, zgodnie z zatwierdzonym PRG, otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego Toruń TG-3, który zastąpi istniejący otwór eksploatacyjny Toruń TG-1, - wyposażenie nowego otworu Toruń TG-3 w pompę głębinową (nabycie, montaż, instalacja i uruchomienie), - rozbudowa instalacji stacji filtrów i rurociągów
Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o.	modernizacja odwiertów geotermalnych w systemie układu geotermalnego w Pyrzycach wraz z budową instalacji fotowoltaicznej	dodatkowa zdolność wytwarzania energii ciepłej ciepłowni geotermalnych – 0,27 MWt
Geotermia Mazowiecka	modernizacja geotermalnego systemu ciepłowniczego w Mszczonowie	zapewnienie niezakłóconej pracy ciepłowni geotermalnej w Mszczonowie przez budowę odwiertu geotermalnego Mszczonów GT-1, rekonstrukcję otworu geotermalnego Mszczonów IG-1 i połączenie ich w dublet eksploatacyjno-chłonny, a także modernizację systemu ciepłowniczego w mieście Mszczonów
Chochołowskie Termy Sp. z o.o.	budowa geotermalnej instalacji kogeneracyjnej do produkcji ciepła, energii elektrycznej i chłodu w przedsiębiorstwie Chochołowskie Termy sp. z o.o. (HYDRO-GEO-SOLAR)	Oczekiwany efekt redukcji zapotrzebowania na energię elektryczną z sieci elektroenergetycznej powinien wynieść średnio 25% i zmienia się w zależności od miesiąca od 19–27%. Efektem środowiskowym realizacji projektu HGS będzie zwiększenie emisji unikniętej CO ₂ – 1900 t/rok, SO ₂ – 1691 kg/rok, NO _x – 1567 kg/rok, CO – 683 kg/rok oraz pyłów – 89 kg/rok (obliczenia według metodologii i wskaźników KOBIZE 2019). Dodatkowo planowanymi wskaźnikami

Beneficjent	Nazwa przedsięwzięcia	Efekt rzeczowy
		realizacji projektu będą: - produkcja energii elektrycznej z elektrowni wodnych na poziomie 1834 MWh/rok - produkcja ciepła z energii geotermalnej 18071,27 MWh/rok

Zasoby wód termalnych ustalone w dofinansowanych przez NFOŚiGW otworach geotermalnych zostały zestawione w tab. 3.4.2. *Zestawienie zasobów eksploatacyjnych ujęć wód termalnych oraz wielkości wydobycia (wg stanu na 31.12.2022 r. i 31.12.2023 r.).* W rozdziale 3.4. opisano również zmiany zasobów w odniesieniu do roku poprzedniego. W wyniku dofinansowania z programów NFOŚiGW odwiercono otwory: Koło GT-1, Koło GT-2, Mszczonów GT-1, Chochołów GT-2, Wołomin GT-1.

4.5. Efekt ekologiczny

Zgodnie z definicją podawaną przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Poznaniu (WFOŚiGW, 2021) efekt ekologiczny w ujęciu praktycznym jest rozumiany jako zmniejszenie ilości zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska w relacji przed i po rozpoczęciu eksploatacji nowych urządzeń, będących przedmiotem inwestycji. Dla projektów związanych z wykorzystaniem energii odnawialnej efekt ekologiczny jest wielkością emisji unikniętej, obliczonej w odniesieniu do jednego roku, na podstawie rocznych ilości i rodzajów wyeliminowanych energii nieodnawialnych oraz przyjętych odpowiednio dla nich wskaźników emisyjnych.

W celu oceny korzyści ekologicznych, wynikających z pozyskiwania energii cieplnej ze źródeł odnawialnych, obliczono jaką ilość zanieczyszczeń są w stanie wyeliminować przedsiębiorstwa produkujące energię geotermalną. Przyjęto trzy scenariusze odniesienia: kotłownie opalane węglem kamiennym, gazem ziemnym wysokometanowym oraz olejem opałowym. Analizie poddawane były ciepłownie geotermalne, ciepłownie lokalne oraz geotermalne kompleksy basenowe. Ze względu na wielkość emisji i ich uciążliwość największe znaczenie mają: CO₂, CO, SO₂, NO_x, pyły i benzo(a)piren (Żaba-Nieroda, 2017). W związku z tym obliczenia unikniętej emisji obejmowały wyłącznie te substancje. W analizie uwzględniono wartości opałowe i wskaźniki emisyjne podane w raportach przygotowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE, 2022; 2023) oraz Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW, 2021). Szczegółowy opis metody obliczania efektu ekologicznego został przedstawiony w *Poradniku zagospodarowania potencjału geotermalnego w Polsce* (Gryszkiewicz in. red., 2025).

4.5.1. Szacunkowe zużycie paliwa konwencjonalnego

Do oceny efektu ekologicznego konieczna jest znajomość ilości spalonego paliwa. Z racji tego, że nie było możliwe wyznaczenie zużycia paliwa w sposób bezpośredni, konieczne okazało się określenie ilości na podstawie całkowitej rocznej produkcji ciepła geotermalnego. Obliczenia te mają na celu określenie, ile paliwa byłoby potrzebne do wytworzenia tej samej ilości energii cieplnej, gdyby dane przedsiębiorstwo nie wykorzystywało energii geotermalnej, lecz bazowało na paliwach konwencjonalnych, takich jak: węgiel kamienny, gaz ziemny lub olej opałowy. Niestety, pomimo że w procesie zbierania danych skierowano zapytania do 7 ciepłowni geotermalnych oraz 4 lokalnych systemów ciepłowniczych, nie wszystkie przedsiębiorstwa udzieliły niezbędnych informacji. W związku z powyższym, w bilansie uwzględniono jedynie 6 obiektów (tab. 4.5.1).

Tab. 4.5.1. Całkowita roczna produkcja ciepła geotermalnego [GJ] dla analizowanych ciepłowni geotermalnych i lokalnych

Nazwa podmiotu	Całkowita roczna produkcja ciepła geotermalnego [GJ]	
	2022 r.	2023 r.
ciepłownie geotermalne		
Geotermia Mazowiecka S.A., Zakład Geotermalny ZG-1	14040,00	43086,00
Geotermia Poddębice Sp. z o.o.	65020,00	63405,00
Geotermia Pyrzyce sp. z o.o.	72000,00	102691,00
Geotermia Stargard Sp. z o.o.	284179,00	319737,00
Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A.	672272,00	675873,00

ciepłownie lokalne		
Chochołowskie Termy Sp. z o.o.	134220,00	140917,00

Ilość spalonego węgla kamiennego, gazu ziemnego wysokometanowego i oleju opałowego w przypadku alternatywnego opalania kotłów tymi paliwami w celu pozyskania energii cieplnej zamiast wykorzystania ciepła geotermalnego stanowi iloraz rocznej produkcji ciepła geotermalnego i wartości opałowej danego paliwa. Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 4.5.2. W przypadku oleju opałowego w obliczeniach uwzględniono jego gęstość wynoszącą 0,85 [g/cm³].

Tab. 4.5.2. Ilość paliwa potrzebna do produkcji ciepła

Nazwa podmiotu	Ilość paliwa					
	węgiel kamienny [t/rok]		gaz ziemny wysokometanowy [m ³ /rok]		olej opałowy [l/rok]	
	2022 r.	2023 r.	2022 r.	2023 r.	2022 r.	2023 r.
ciepłownie geotermalne						
Geotermia Mazowiecka S.A., Zakład Geotermalny ZG-1	630,16	1933,84	383083,22	18441282,40	408852,65	19681799,65
Geotermia Poddębice Sp. z o.o.	2918,31	2845,83	1774079,13	1730013,64	1893418,75	1254688,41
Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o.	3231,60	4609,11	1964529,33	8724065,48	2096680,26	1846389,05
Geotermia Stargard Sp. z o.o.	12754,89	14350,85	7753860,85	1175607,09	8275451,37	2990419,34
Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A.	30173,79	30335,41	18343028,65	2801937,24	19576936,52	9310920,21
ciepłownie lokalne						
Chochołowskie Termy Sp. z o.o.	6024,24	6324,82	3662210,10	3844938,61	3908561,44	4103581,83

Widoczny wzrost produkcji ciepła w większości analizowanych ciepłowni w 2023 roku w porównaniu do roku 2022 wskazuje na rosnące wykorzystanie źródeł geotermalnych. Z analizy wynika, że ilości paliw kopalnych, jakie byłyby potrzebne do uzyskania tej samej produkcji ciepła przy zastosowaniu tradycyjnych źródeł energii, znacząco przewyższają te związane z wykorzystaniem energii geotermalnej. Przykładowo, w przypadku Geotermii Mazowieckiej S.A., spalanie węgla kamiennego wzrosłoby z około 630,2 ton w 2022 roku do około 1933,8 ton w 2023 roku, gdyby energia była pozyskiwana z paliw kopalnych. Energia geotermalna pozwala więc na istotne ograniczenie zużycia paliw kopalnych.

Największe ilości paliw kopalnych, w tym węgla, gazu ziemnego i oleju opałowego, byłyby wymagane w ciepłowniach takich jak Geotermia Podhalańska i Geotermia Stargard, które generują największą ilość ciepła. Te instalacje, w porównaniu do mniejszych ciepłowni, potrzebowałyby znacznie większych ilości paliw, co podkreśla znaczenie efektywnego wykorzystania źródeł geotermalnych na skalę przemysłową.

Dzięki zastąpieniu paliw kopalnych energią geotermalną w analizowanych ciepłowniach, uzyskano znaczące korzyści ekologiczne. Gdyby te ciepłownie produkowały ciepło wyłącznie z węgla kamiennego, zużycie tego paliwa w 2023 roku wyniosłoby łącznie 60 399,9 ton, co stanowi wzrost w porównaniu do 55 733,0 ton w 2022 roku. Podobna sytuacja występuje w przypadku gazu ziemnego wysokometanowego, którego zużycie w 2023 roku wyniosłoby 36 717,8 tys. m³, podczas gdy w 2022 roku zapotrzebowanie wynosiłoby 33 880,8 tys. m³. Z kolei, dla oleju opałowego, w 2023 roku konieczne byłoby wykorzystanie 39 187,8 tys. l tego paliwa, co stanowi wzrost w stosunku do 36 159,9 tys. l w 2022 roku.

Powyższe dane jednoznacznie wskazują, że zastąpienie paliw kopalnych energią geotermalną przynosi istotne korzyści w kontekście ograniczania zapotrzebowania na konwencjonalne źródła energii, co bezpośrednio przekłada się na redukcję emisji zanieczyszczeń oraz pozytywny wpływ na środowisko.

4.5.2. Określenie wielkości emisji

Wielkości emisji są uzależnione od rodzaju, ilości i parametrów zużytego paliwa: wartości opałowej, zawartości siarki oraz sprawności zastosowanego urządzenia odpylającego (o ile występuje w układzie technologicznym).

W obliczeniach przyjęto maksymalną zawartość siarki określoną przez obowiązujące akty prawne. Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2022 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych* (Dz. U. 2022 poz. 2856) dla węgla kamiennego wynosi ona 1,7%. W przypadku gazu ziemnego *Obwieszczenie Ministra Energii z dnia 16 maja 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu gazowego* (Dz.U. 2018 poz. 1158) podaje, że zawartość siarki całkowitej w paliwie gazowym nie powinna przekraczać 40,0 mg/m³ paliwa, co daje w przybliżeniu 0,0027%. Z kolei *Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 1 grudnia 2016 r. w sprawie wymagań jakościowych dotyczących zawartości siarki dla olejów oraz rodzajów instalacji i warunków, w których będą stosowane ciężkie oleje opałowe* (Dz.U. 2016 poz. 2008) reguluje zawartość siarki w przeliczeniu na masę w lekkim oleju opałowym na nie większą niż 0,1%.

Założono, że instalacja opalana węglem kamiennym jest wyposażona w kocioł z rusztem mechanicznym o wydajności cieplnej 3–12 MW, w instalacji gazowej przyjęto kocioł o wydajności cieplnej 2,5–30 MW, a w olejowej – kocioł o wydajności cieplnej 5,5–30 MW. Wielkość obliczonej unikniętej emisji dla poszczególnych zanieczyszczeń przedstawiono w tabelach 4.5.3.– 4.5.5.

Tab. 4.5.3. Obliczone wielkości unikniętej emisji zanieczyszczeń w odniesieniu do kotła opalanego węglem kamiennym

Nazwa podmiotu	Rok	Emisja CO ₂ [t]	Emisja SO ₂ [kg]	Emisja NO _x [kg]	Emisja CO [kg]	Emisja PM ₁₀ [kg]	Emisja PM _{2,5} [kg]	Emisja benzo-(a)pirenu [kg]
ciepłownie geotermalne								
Geotermia Mazowiecka S.A., Zakład Geotermalny ZG-1	2022	1331,13	17140,39	2520,65	6301,62	10670,40	10108,80	0,012
	2023	4084,98	52600,50	7735,37	19338,42	32745,36	31021,92	0,037

Nazwa podmiotu	Rok	Emisja CO ₂ [t]	Emisja SO ₂ [kg]	Emisja NO _x [kg]	Emisja CO [kg]	Emisja PM ₁₀ [kg]	Emisja PM _{2,5} [kg]	Emisja benzo-(a)pirenu [kg]
ciepłownie geotermalne								
Geotermia Poddębice Sp. z o.o.	2022	6164,55	79378,10	11673,25	29183,12	49415,20	46814,40	0,055
	2023	6011,43	77406,46	11383,30	28458,26	48187,80	45651,60	0,054
Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o.	2022	6826,32	87899,46	12926,39	32315,98	54720,00	51840,00	0,061
	2023	9736,13	125367,83	18436,45	46091,11	78045,16	73937,52	0,087
Geotermia Stargard Sp. z o.o.	2022	26943,01	346933,07	51019,57	127548,92	215976,04	204608,88	0,242
	2023	30314,26	390343,20	57403,41	143508,53	243000,12	230210,64	0,272
Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A.	2022	63738,11	820727,04	120695,15	301737,88	510926,72	484035,84	0,571
	2023	64079,52	825123,23	121341,65	303354,13	513663,48	486628,56	0,574
ciepłownie lokalne								
Chochołowskie Termy Sp. z o.o.	2022	12725,40	163859,25	24096,95	60242,37	102007,20	96638,40	0,114
	2023	13360,34	172035,12	25299,28	63248,20	107096,92	101460,24	0,120

W latach 2022–2023 zaobserwowano znaczący wzrost unikniętych emisji zanieczyszczeń w wyniku zastąpienia paliw kopalnych energią geotermalną. Analiza dla ciepłowni opalanych węglem kamiennym wykazała, że w 2023 r. uniknięto emisji 127 586,7 ton CO₂, co stanowi istotny wzrost w porównaniu do 117 728,5 ton unikniętych w 2022 r. Wzrost ten wynikał z większego wykorzystania geotermii oraz wzrostu produkcji ciepła. Również emisja innych zanieczyszczeń, takich jak SO₂, NO_x, PM₁₀ i PM_{2,5}, wykazała podobny trend. W 2022 r. uniknięto emisji SO₂ na poziomie 1 515 937,3 kg, podczas gdy w 2023 r. wartość ta wyniosła 1 642 876,3 kg. Zredukowane emisje NO_x wzrosły z 222 931,9 kg w 2022 r. do 241 599,5 kg w 2023 r., a emisje pyłów PM₁₀ i PM_{2,5} odpowiednio z 943 715,6 kg i 894 046,3 kg w 2022 roku do 1 022 73,0 kg i 968 910,5 kg w 2023 r. W przypadku benzo(a)pirenu, w 2023 roku uniknięto emisji 1,144 kg, co stanowi wzrost w stosunku do 1,055 kg w 2022 r.

Tab. 4.5.4. Obliczone wielkości unikniętej emisji zanieczyszczeń w odniesieniu do kotła opalanego gazem ziemnym wysokometanowym

Nazwa podmiotu	Rok	Emisja CO ₂ [t]	Emisja SO ₂ [kg]	Emisja NO _x [kg]	Emisja CO [kg]	Emisja PM ₁₀ [kg]	Emisja PM _{2,5} [kg]	Emisja benzo-(a)pirenu [kg]
ciepłownie geotermalne								
Geotermia Mazowiecka S.A., Zakład Geotermalny ZG-1	2022	778,94	0,00	1417,41	103,43	70,2	70,2	0,001
	2023	2390,41	0,01	4349,75	317,41	215,43	215,43	0,001
Geotermia Poddębice Sp. z o.o.	2022	3607,31	0,01	6564,09	479,00	325,1	325,1	0,000
	2023	3517,71	0,01	6401,05	467,10	317,03	317,03	0,000
Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o.	2022	3994,56	0,01	7268,76	530,42	360,00	360,00	0,000
	2023	5697,30	0,02	10367,17	756,52	513,46	513,46	0,000
Geotermia Stargard Sp. z o.o.	2022	15766,25	0,04	28689,29	2093,54	1420,895	1420,89	0,000
	2023	17739,01	0,05	32279,04	2355,50	1598,69	1598,69	0,000
Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A.	2022	37297,65	0,10	67869,21	4952,62	3361,36	3361,36	0,000
	2023	37497,43	0,10	68232,74	4979,15	3379,37	3379,37	0,000
ciepłownie lokalne								
Chochółowskie Termy Sp. z o.o.	2022	7446,53	0,02	13550,18	988,80	671,1	671,1	0,000
	2023	7818,08	0,02	14226,27	1038,13	704,58	704,58	0,000

W przypadku zastępowania gazu ziemnego wysokometanowego energią geotermalną również odnotowano istotny wzrost sumarycznie unikniętej emisji dla poszczególnych zanieczyszczeń. W 2022 r. udało się uniknąć emisji na poziomie 68 891,2 ton CO₂, podczas gdy w 2023 r. wartość ta wzrosła do 74 659,9 ton. Jednocześnie wyeliminowane emisje SO₂ zwiększyły się z 0,18 kg w 2022 r. do 0,21 kg w 2023 r., a emisje NO_x wzrosły z 125 358,9 kg do 135 856,0 kg. Uniknięte emisje CO wzrosły z 9 147,8 kg w 2022 r. do 9 913,8 kg w 2023 r. Zredukowane emisje pyłów PM₁₀ i PM_{2,5} wzrosły z 6 208,7 kg w 2022 r. do 6 728,6 kg w 2023 r. Uniknięta emisja benzo(a)pirenu utrzymała się na minimalnym poziomie 0,001 kg w obu latach.

Tab. 4.5.5. Obliczone wielkości unikniętej emisji zanieczyszczeń w odniesieniu do kotła opalanego olejem opałowym

Nazwa podmiotu	Rok	Emisja CO ₂ [t]	Emisja SO ₂ [kg]	Emisja NO _x [kg]	Emisja CO [kg]	Emisja PM ₁₀ [kg]	Emisja PM _{2,5} [kg]	Emisja benzo-(a)pirenu [kg]
CIEPŁOWNIE GEOTERMALNE								
Geotermia Mazowiecka S.A., Zakład Geotermalny ZG-1	2022	1091,61	776,82	2044,26	204,43	280,80	280,80	0,001
	2023	3349,94	2383,91	6273,44	627,34	861,72	861,72	0,004
Geotermia Poddębice Sp. z o.o.	2022	5055,31	3597,50	9467,09	946,71	1300,40	1300,40	0,007
	2023	4929,74	3508,14	9231,95	923,19	1268,10	1268,10	0,006
Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o.	2022	5598,00	3983,69	10483,40	1048,34	1440,00	1440,00	0,007
	2023	7984,23	5681,80	14952,10	1495,21	2053,82	2053,82	0,010
Geotermia Stargard Sp. z o.o.	2022	22094,92	15723,36	41377,26	4137,73	5683,58	5683,58	0,028
	2023	24859,55	17690,75	46554,60	4655,46	6394,74	6394,74	0,032
Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A.	2022	52269,15	37196,18	97884,68	9788,47	13445,44	13445,44	0,067
	2023	52549,13	37395,42	98409,00	9840,90	13517,46	13517,46	0,068
ciepłownie lokalne								
Choczołowskie Termy Sp. z o.o.	2022	10435,61	7426,27	19542,81	1954,28	2684,40	2684,40	0,013
	2023	10956,30	7796,81	20517,91	2051,79	2818,34	2818,34	0,014

Zastąpienie oleju opałowego energią geotermalną w analizowanych ciepłowniach pozwoliło w 2022 r. na uniknięcie emisji 96 544,6 ton CO₂, natomiast w 2023 r. wartość ta wzrosła do 104 628,9 ton. Uniknięte emisje SO₂ wzrosły z 68 703,8 kg w 2022 r. do 74 456,8 kg w 2023 r., a emisje NO_x wzrosły z 180 799,5 kg do 195 939,0 kg. Zredukowane emisje CO zwiększyły się z 18 080,0 kg w 2022 r. do 19 593,9 kg w 2023 r.. Podobnie, uniknięte emisje pyłów PM₁₀ i PM_{2,5} wzrosły z 24 834,6 kg do 26 914,2 kg. Wyeliminowana emisja benzo(a)pirenu wzrosła nieznacznie, z 0,123 kg w 2022 r. do 0,134 kg w 2023 r.

Zmniejszenie emisji CO₂ oraz innych zanieczyszczeń, takich jak SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5} i benzo(a)piren, wskazuje na rosnący potencjał geotermii w ograniczaniu negatywnego wpływu na środowisko, szczególnie w porównaniu do paliw kopalnych, takich jak węgiel kamienny, gaz ziemny, wysokometanowy i olej opałowy. Korzystanie z odnawialnych źródeł energii, wpisuje się również

w obowiązujące regulacje prawne, które wymuszają na zakładach energetycznych ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (Dz.U. UE. L. 2010.334.17) nakazuje wprowadzenie środków minimalizujących emisję zanieczyszczeń oraz nakłada na przedsiębiorstwa energetyczne, których moc jest większa lub równa 50 MW obowiązek instalowania urządzeń redukujących emisję zanieczyszczeń takich jak pyły, tlenki azotu i tlenki siarki. Kolejnym przykładem jest Ustawa z dnia 12 czerwca 2015 r. o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (Dz.U. 2023 poz. 589, t.j.), która wprowadza obowiązek zakupu i posiadania odpowiedniej liczby uprawnień do emisji gazów cieplarnianych wprowadzanych do powietrza przez zakłady energetyczne. Wpływa to na zobowiązanie do instalowania urządzeń redukujących emisje CO₂. Ponadto Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów (Dz.U. 2020 poz. 1860) określa wymagania w zakresie stosowania określonych rozwiązań technicznych zapewniających ograniczenie emisji.

Mając powyższe na uwadze można przypuszczać, że tak duże zakłady jakimi są ciepłownie w systemie ogrzewania konwencjonalnego powinny mieć zainstalowane filtry wychwytyjące zanieczyszczenia. Wówczas wielkość emisji zanieczyszczeń do atmosfery byłaby znacznie niższa i zależałaby od sprawności filtra. Niemniej jednak w powyższych obliczeniach nie zostało to uwzględnione, ponieważ konieczne byłoby wprowadzenie dodatkowych założeń dotyczących jego sprawności, co mogłoby znacząco wpłynąć na wyniki i sprawić, że obliczenia odbiegałyby od rzeczywistości.

4.5.3. Porównanie efektu ekologicznego w zależności od zastosowanego paliwa

Zestawione tabelarycznie wartości unikniętej emisji CO₂, SO₂, NO_x, CO, PM₁₀, PM_{2,5} i benzo(a)pirenu przedstawiono graficznie w formie wykresów (fig. 4.5.1–4.5.14). Relatywnie wysoki zakres zmienności danych spowodował, że konieczne było zlogarytmowanie osi pionowej wykresów. Pozwoliło to na utworzenie podziałki o równomiernie rozłożonych liniach. Sporządzone wykresy pozwalają na porównanie poszczególnych zanieczyszczeń na tle różnych paliw.

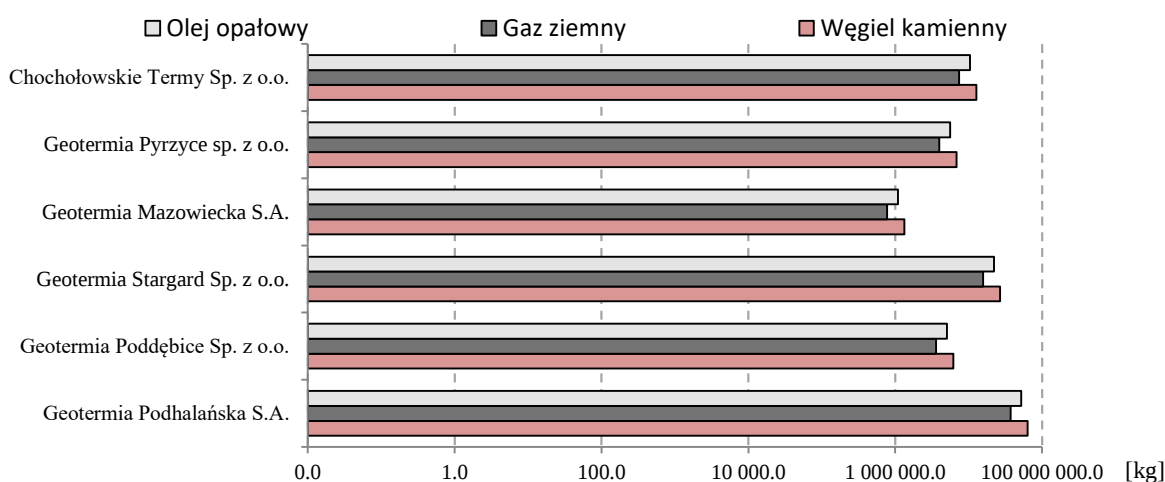
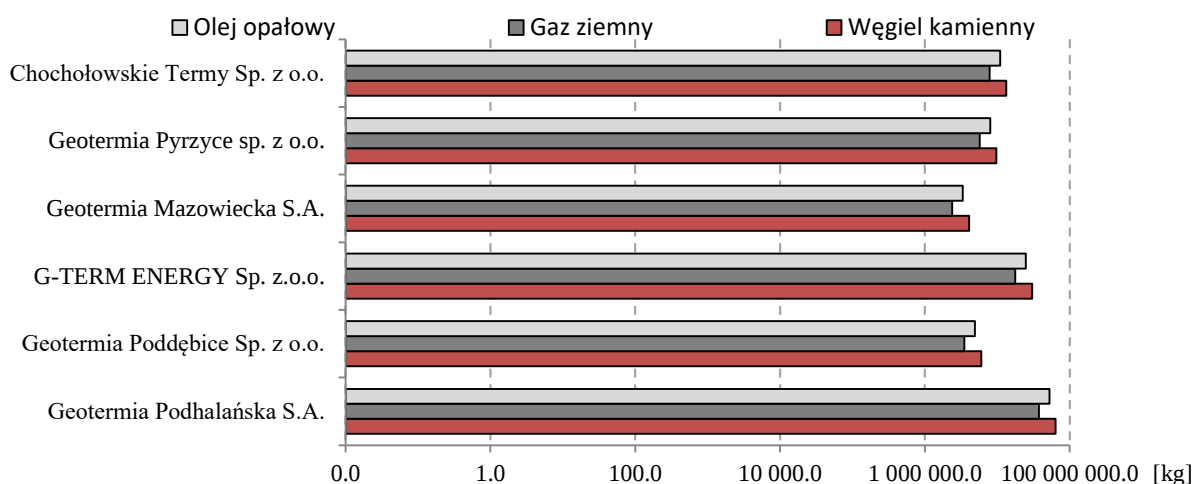


Fig. 4.5.1. Uniknięta emisja CO₂ w 2022 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym



4.5.2. Uniknięta emisja CO₂ w 2023 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

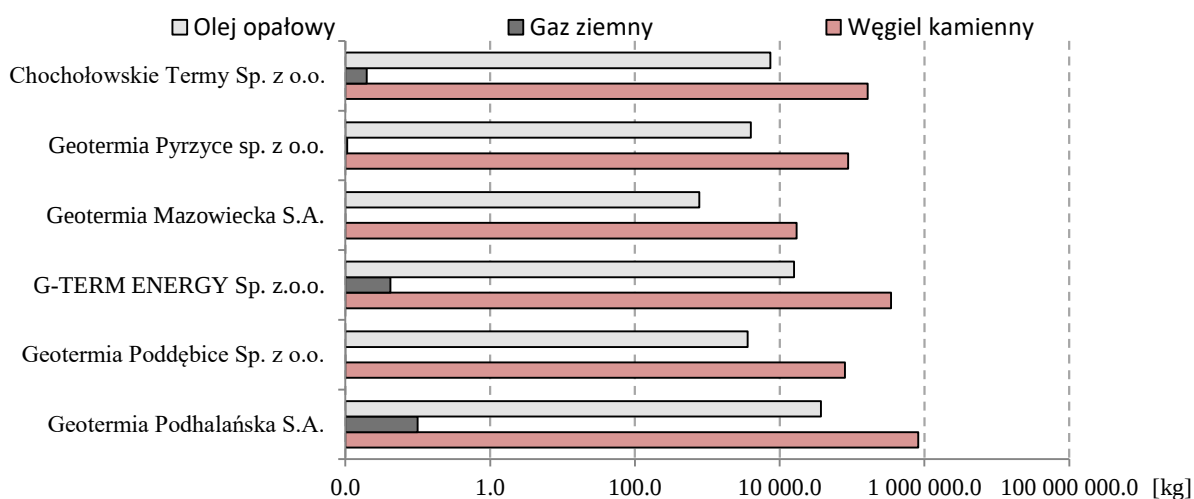


Fig. 4.5.3. Uniknięta emisja SO₂ w 2022 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

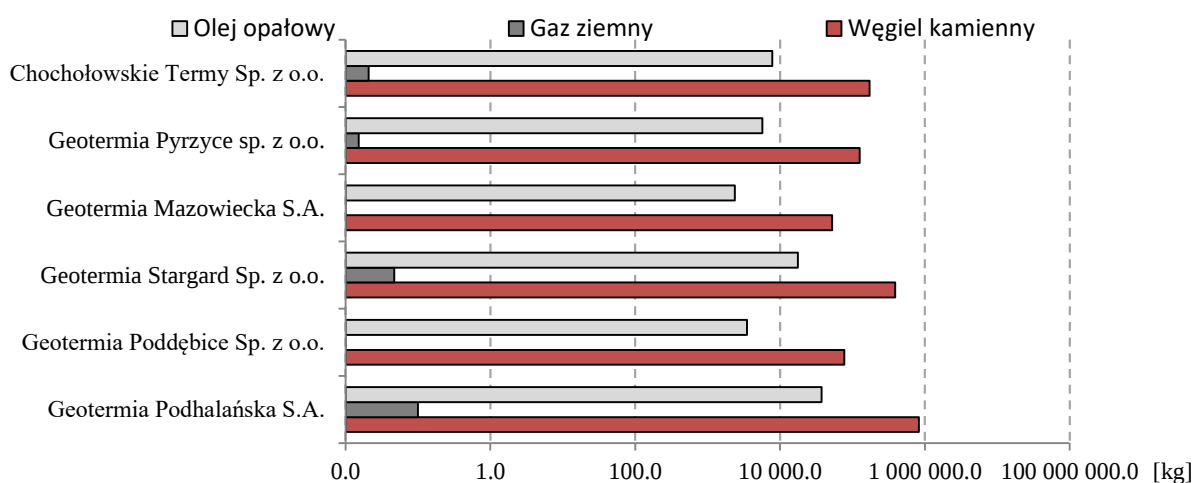


Fig. 4.5.4. Uniknięta emisja SO₂ w 2023 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

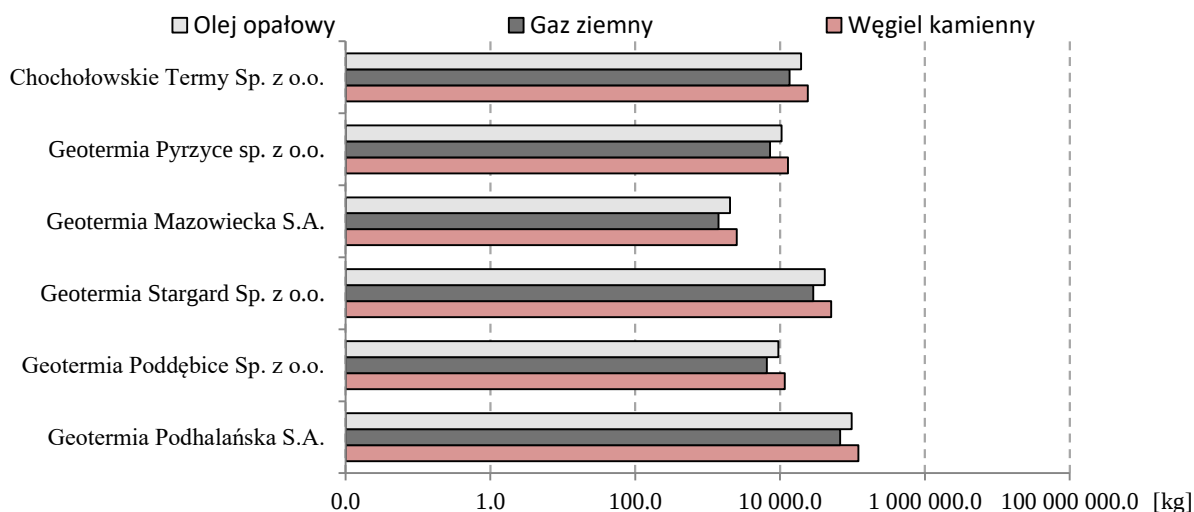


Fig. 4.5.5. Uniknięta emisja NO_x w 2022 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

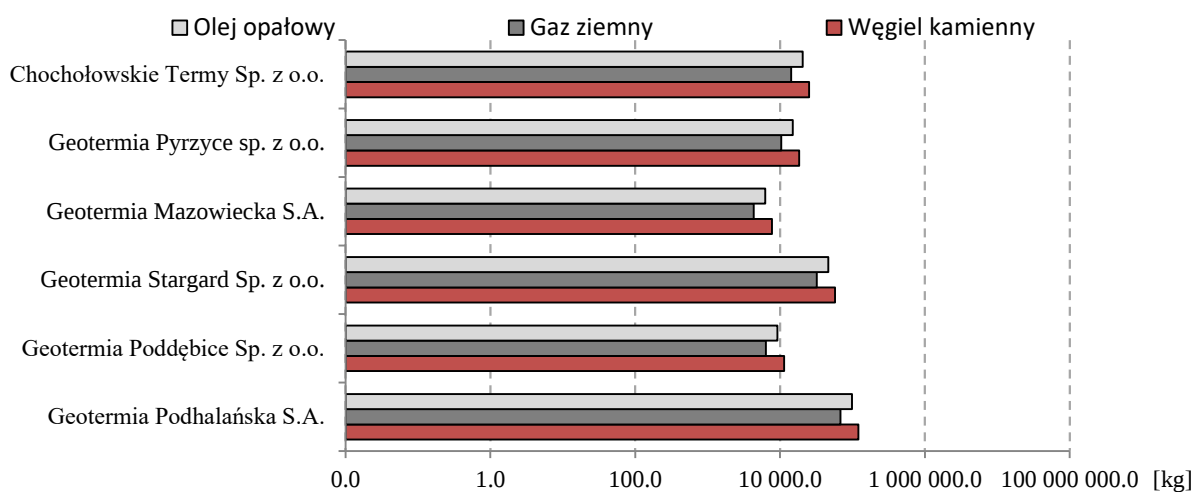


Fig. 4.5.6. Uniknięta emisja NO_x w 2023 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

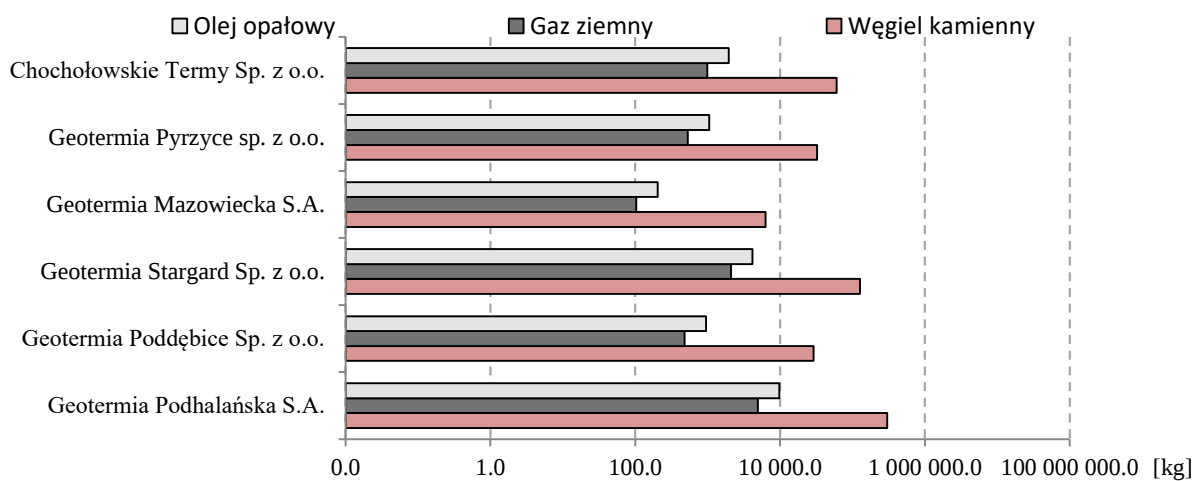


Fig. 4.5.7. Uniknięta emisja CO w 2022 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

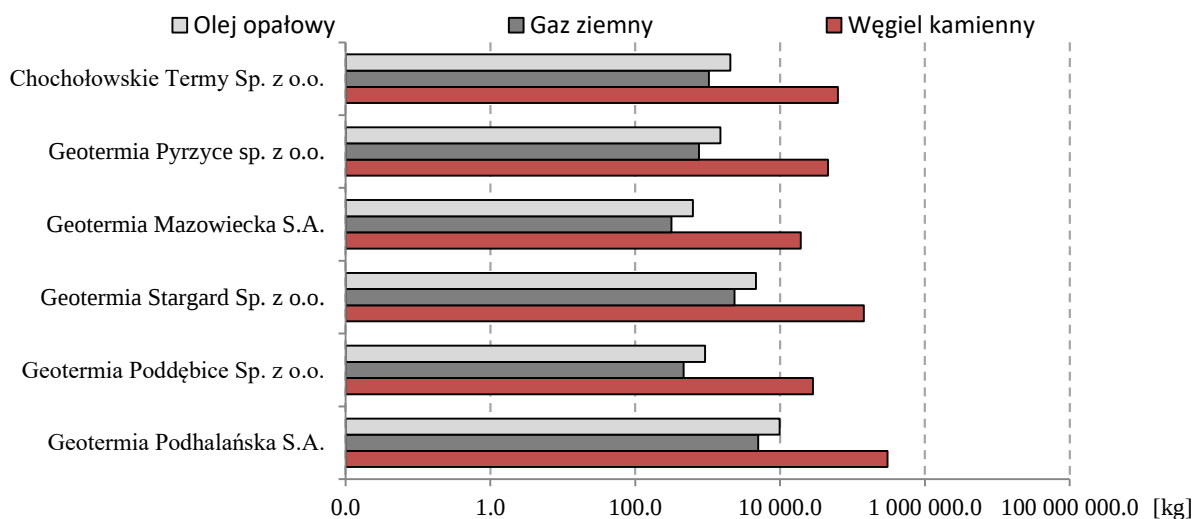


Fig. 4.5.8. Uniknięta emisja CO w 2023 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

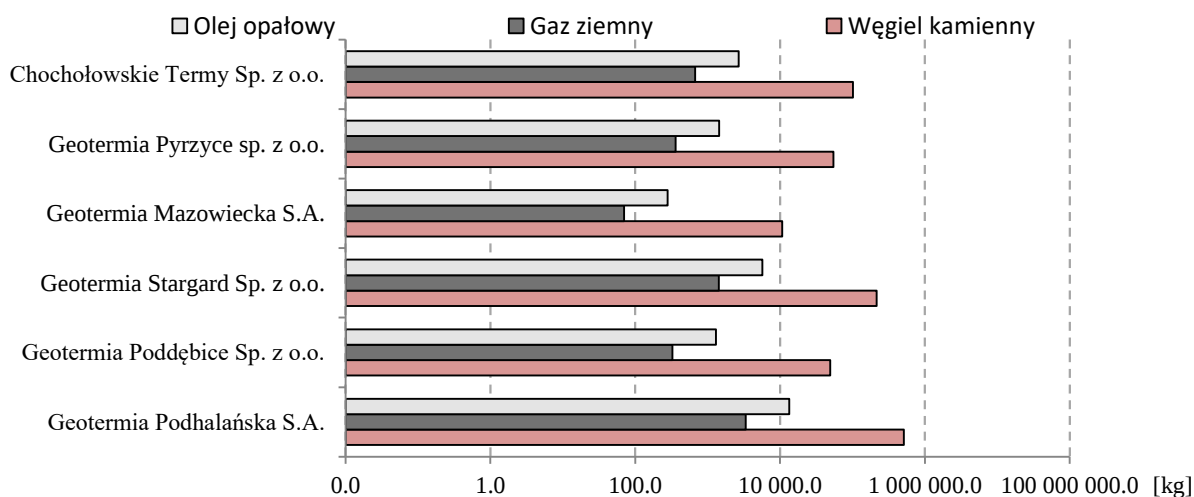


Fig. 4.5.9. Uniknięta emisja PM₁₀ w 2022 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

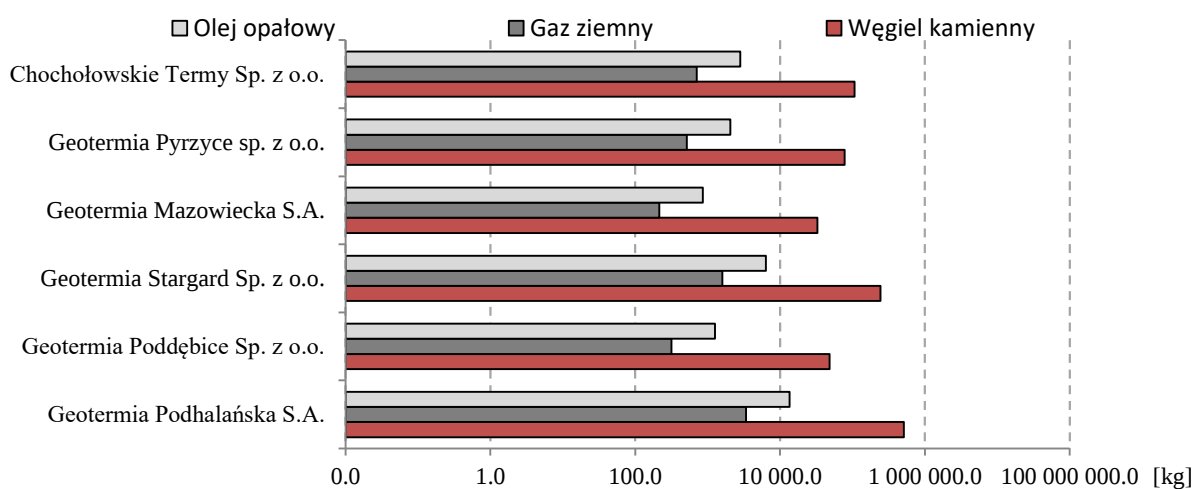


Fig. 4.5.10. Uniknięta emisja PM₁₀ w 2023 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

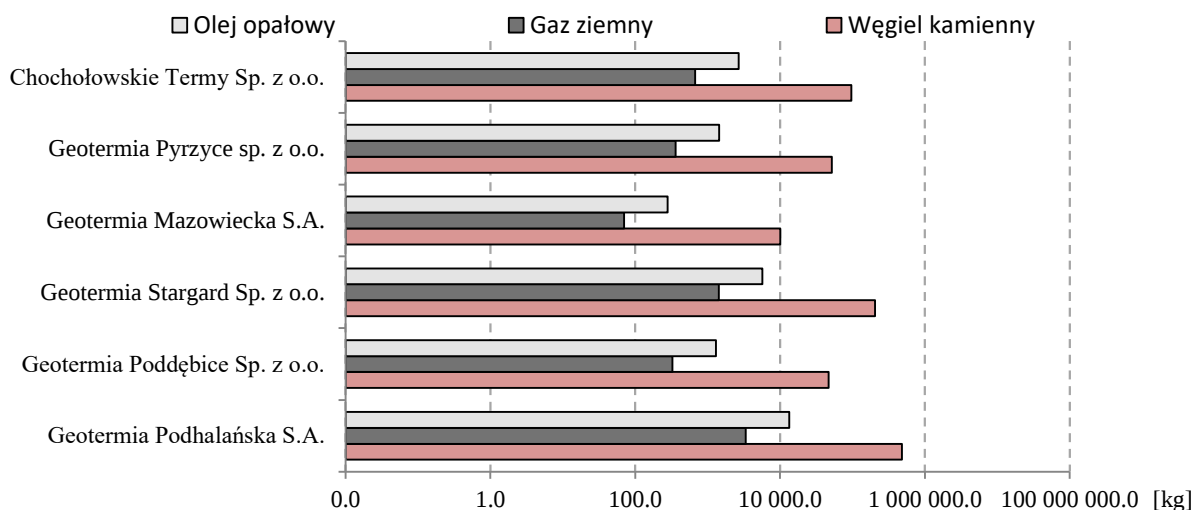


Fig. 4.5.11. Uniknięta emisja $PM_{2.5}$ w 2022 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

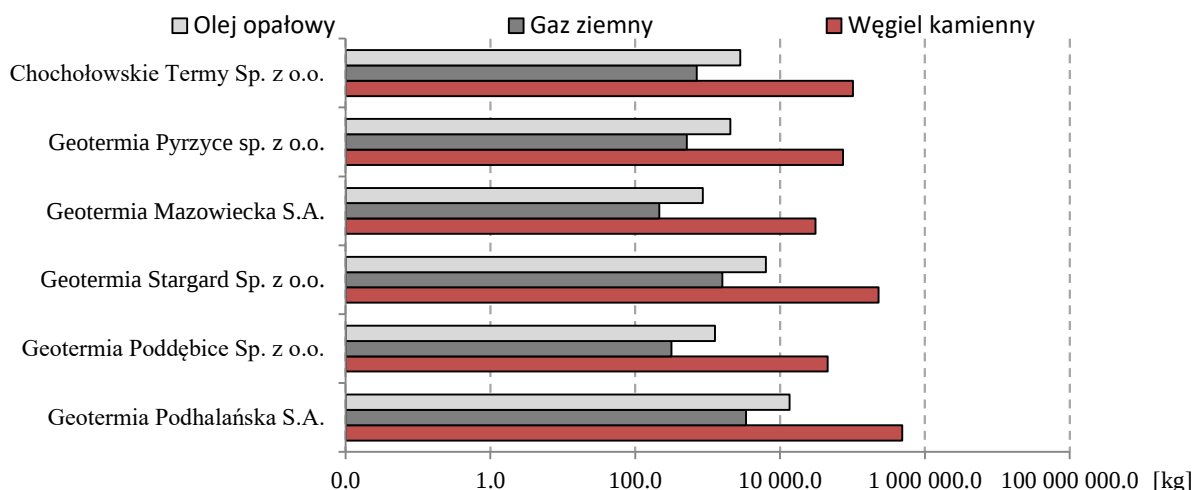


Fig. 4.5.12. Uniknięta emisja $PM_{2.5}$ w 2023 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

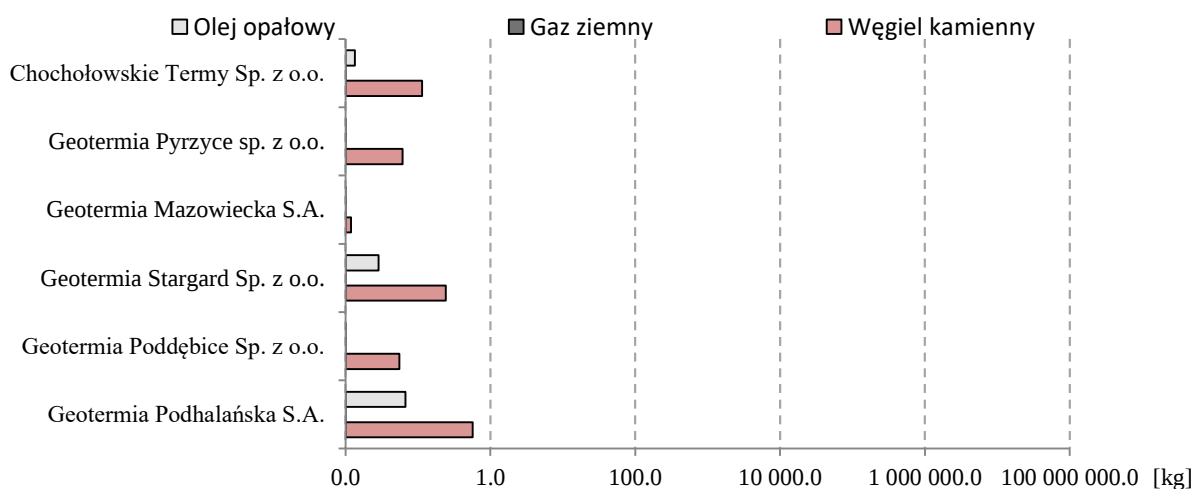


Fig. 4.5.13. Uniknięta emisja benzo(a)pirenu w 2022 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

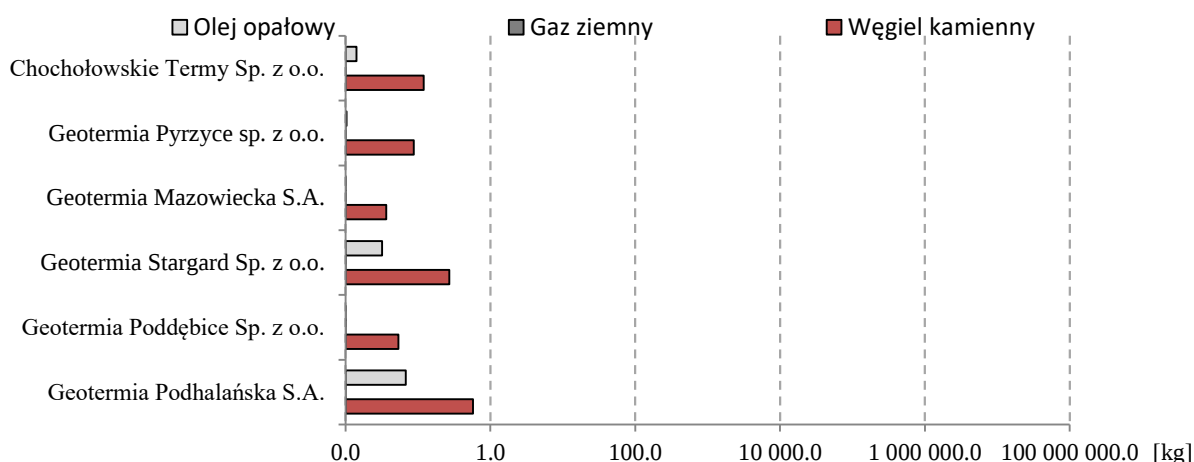


Fig. 4.5.14. Uniknięta emisja benzo(a)pirenu w 2023 r. w odniesieniu do kotłów opalanych węglem kamiennym, gazem ziemnym i olejem opałowym

Przedstawione wykresy jednoznacznie wskazują, że najwięcej unikniętej emisji zanieczyszczeń pochodzi z kotłów opalanych węglem kamiennym, a najmniej – gazem ziemnym. Wynika to bezpośrednio ze składu chemicznego spalane paliwa.

Węgiel kamienny charakteryzuje się wysoką zawartością węgla pierwiastkowego, co w procesie spalania powoduje konieczność dostarczenia znacznie większej ilości powietrza niż w przypadku gazu ziemnego czy oleju opałowego. Efektem jego spalania są duże ilości dwutlenku węgla oraz innych zanieczyszczeń takich jak: dwutlenek siarki, tlenki azotu, tlenek węgla czy pył zawieszony (www.cire.pl, dostęp: styczeń 2024). Jedną z groźniejszych substancji jest dwutlenek siarki, który w wyniku połączenia z parą wodną zawartą w powietrzu tworzy słabą formę kwasu siarkowego – jednej z głównych przyczyn kwaśnych opadów.

Dodatkowo węgiel kamienny zawiera dużą ilość związków organicznych, w tym wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), które podczas spalania przechodzą częściowo w benzo(a)piren. Pojawienie się tej substancji w spalinach jest skutkiem niecałkowitego i mniej efektywnego procesu utleniania niż w przypadku innych paliw (www.polskialarmsmogowy.pl, dostęp: styczeń 2024). Benzo(a)piren jest częstym zanieczyszczeniem powietrza, który towarzyszy tzw. niskiej emisji. Ekspozycja na jego działanie może mieć poważne skutki, gdyż podobnie jak inne WWA, jest to związek silnie rakotwórczy i mutageny (Proszak-Miąsik, Nowak, 2019).

W procesie spalania gazu ziemnego, w porównaniu do innych paliw, konieczne jest dostarczenie mniejszej ilości tlenu. Ma to związek z relatywnie niską zawartością węgla i dużą zawartością wodoru w jego składzie. Spalanie gazu ziemnego skutkuje powstawaniem znacznie mniejszej ilości zanieczyszczeń niż w przypadku węgla kamiennego i oleju opałowego (Rogalski, 2005). Istotną zaletą jest niższa o ok. 40% emisja dwutlenku węgla (tab. 4.5.3.–4.5.5.), który jest uważany za jedno z głównych źródeł globalnego ocieplenia. Podczas spalania gazu ziemnego oprócz dwutlenku węgla powstają również znaczne ilości tlenków azotu, natomiast emisja tlenków siarki i pyłu zawieszonego jest dość niska. Niemniej warto mieć na uwadze, że w przypadku dostarczenia niewystarczającej ilości powietrza w procesie spalania istnieje ryzyko powstania lotnych związków węglowodorów, które stanowią realne zagrożenie dla zdrowia oraz przyczyniają się do powstawania smogu.

Paliwa ropopochodne, takie jak olej opałowy, zwykle są mieszaniną bardzo ciężkich węglowodorów, które w swoim składzie, w porównaniu do paliw stałych, mają większą zawartość wodoru i niższą zawartość węgla. W związku z tym podczas spalania potrzebują mniejszej ilości powietrza, tym samym mniejsza jest emisja dwutlenku i tlenku węgla do atmosfery, a poziom tlenków siarki i azotu jest podobny (www.cire.pl, dostęp: styczeń 2024). Jednocześnie jako paliwo czystsze od węgla kamiennego, który w swoim składzie zawiera znaczne ilości związków siarki, azotu i metali ciężkich, przyczyniających się do powstawania większych cząsteczek i drobnych pyłów, spalanie oleju opałowego emituje mniej zanieczyszczeń PM_{10} i $PM_{2,5}$.

4.5.4. Wnioski końcowe dotyczące efektu ekologicznego

Analiza efektu ekologicznego w latach 2022–2023 jednoznacznie wskazuje na korzystne skutki zastąpienia paliw kopalnych, takich jak węgiel kamienny, gaz ziemny wysokometanowy oraz olej opałowy, energią geotermalną. Produkcja ciepła z geotermii w tym okresie pozwoliła na istotne ograniczenie emisji CO_2 oraz innych szkodliwych substancji, takich jak SO_2 , NO_x , CO , PM_{10} , $PM_{2,5}$ i benzo(a)piren. Zwiększona skala unikniętych emisji w 2023 r. w porównaniu do 2022 r. wynikała z szerszego wykorzystania energii geotermalnej. Skuteczność tej strategii w redukcji zanieczyszczeń podkreśla kluczową rolę odnawialnych źródeł energii w zmniejszaniu negatywnego wpływu ciepłownictwa na środowisko oraz poprawie jakości powietrza.

Ograniczenie emisji SO_2 i NO_x przyczynia się do zmniejszenia ryzyka powstawania kwaśnych deszczy oraz poprawy jakości powietrza, co ma korzystny wpływ na ekosystemy i rolnictwo. Dodatkowo, redukcja pyłów zawieszonych PM_{10} i $PM_{2,5}$, które stanowią istotne zagrożenie dla zdrowia publicznego, prowadzi do poprawy jakości życia mieszkańców, zmniejszając częstość zachorowań na choroby układu oddechowego i sercowo-naczyniowego.

Mimo że benzo(a)piren stanowi stosunkowo niewielki procent ogólnej masy emitowanych zanieczyszczeń, jego redukcja ma szczególne znaczenie z punktu widzenia zdrowia publicznego. Benzo(a)piren, jako związek o właściwościach rakotwórczych i mutagennych, stanowi poważne zagrożenie zdrowotne, zwłaszcza w regionach o wysokim stopniu urbanizacji, gdzie stężenie zanieczyszczeń w powietrzu jest wyższe. Ograniczenie emisji tej substancji może przyczynić się do poprawy stanu zdrowia populacji, w tym zmniejszenia ryzyka zachorowań na nowotwory i choroby układu oddechowego.

Dalsze zwiększanie udziału energii geotermalnej w sektorze ciepłowniczym przyniesie długofalowe korzyści zarówno środowiskowe, jak i zdrowotne. Wyniki analizy efektu ekologicznego za lata 2022–2023 jednoznacznie potwierdzają, że przejście na odnawialne źródła energii, takie jak geotermia, stanowi istotny element w ograniczaniu emisji zanieczyszczeń i poprawie jakości powietrza, szczególnie w regionach narażonych na intensywną emisję pochodzącą z sektorów opartych na paliwach kopalnych.

Należy nadmienić, że przedstawione w niniejszej publikacji wartości unikniętej emisji wg stanu na 2023 r. dla poszczególnych podmiotów wykorzystujących w swojej działalności wody termalne lub energię geotermalną jako źródło ciepła prezentowane są również na portalu Geologia w zakładce GEOTERMIA (<https://geologia.pgi.gov.pl/mapy/?page=Geotermia>). W celu zachowania czytelności danych udostępnionych na portalu, zaprezentowane tam dane dotyczące wartości unikniętej emisji odnoszą się do kotła opalanego węglem kamiennym jako najpopularniejszego i najbardziej

zanieczyszczającego źródła energii. Opracowanie tekstowe rozszerzono natomiast o wartości unikniętej emisji w odniesieniu do kotła olejowego i gazowego.

4.6. Ceny energii geotermalnej

Ciepłownie geotermalne wytwarzają energię ciepłą dla odbiorców indywidualnych i grupowych. Podobnie jak w przypadku paliw konwencjonalnych rozliczenia prowadzone są na podstawie zatwierdzonych przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE) taryf na ciepło. W tabelach 4.6.1–4.6.3 przedstawiono charakterystykę grup odbiorców dla aktualnie działających dostawców energii geotermalnej oraz wybranych dostawców energii pochodzącej ze źródeł konwencjonalnych oraz wyciąg z obowiązujących w grudniu 2022 i 2023 r. taryf rozliczeniowych (netto). Geotermia Uniejów Sp. z o.o. nie ma zatwierdzonej taryfy na ciepło, dlatego też nie została uwzględniona w zestawieniu.

Tab. 4.6.1. Charakterystyka grup taryfowych dla analizowanych ciepłowni na podstawie: www.bip.ure.gov.pl
(dostęp: listopad 2023)

Ciepłownia	Grupa taryfowa	Źródło ciepła	Odbiorcy
Geotermia Pyrzyce Sp. z o. o.	A	sieć geotermalno-gazowa	indywidualni, zasilani bezpośrednio z sieci geotermalno-gazowej
	B	sieć geotermalno-gazowa	zasilani z grupowego węzła ciepłowniczego
	B1	sieć geotermalno-gazowa	zasilani poprzez indywidualne węzły ciepłne
Geotermia Poddębice Sp. z o. o.	W	woda geotermalna, wspomagana kotłownią szczytową	indywidualni, zasilani bezpośrednio z ciepłowni geotermalnej
Geotermia Mazowiecka S.A.	S1	miał węglowy i biomasa	indywidualni, zasilani z Ciepłowni „Chodaków”
	M1	woda geotermalna (80/60°C)	zasilani z Zakładu Geotermalnego w Mszczonowie
	M2	woda geotermalna (70/50°C)	zasilani z Zakładu Geotermalnego w Mszczonowie
	S2	miał węglowy	zasilani z kotłowni w Sochaczewie
Geotermia Podhalańska S.A.	G	woda geotermalna	indywidualni, zasilani bezpośrednio z ciepłowni geotermalnej
	M2	woda geotermalna	indywidualni, zasilani z indywidualnych węzłów ciepłnych
	M4	woda geotermalna	grupowi, zasilani z grupowych instalacji i węzłów
Geotermia Stargard Sp. z o.o.	GSW	woda geotermalna	zasilani bezpośrednio z ciepłowni geotermalnej
Geotermia Toruń Sp. z o.o.	CG-S1	Woda geotermalna o maksymalnej temperaturze 130°C	zasilani z sieci A poprzez grupowe węzły ciepłne
	CG-S2	Woda geotermalna o maksymalnej temperaturze 62°C	zasilani z sieci B poprzez grupowe węzły ciepłne
Tauron Katowice S. A.	AG1EC1/C	kotły gazowo-olejowe	grupowi, zasilani z sieci ciepłowniczej
	AG1EC1/A	kotły gazowo-olejowe	indywidualni, zasilani z sieci ciepłowniczej
MPEC Kraków S.A.	KG	kotły gazowe	indywidualni, zasilani poprzez indywidualne węzły ciepłne
Veolia Warszawa S.A.	A15/B1/C1	kotły opalane węglem kamiennym	indywidualni, przyłączeni do wydzielonego źródła ciepła
Veolia Łódź S.A.	WCo	kotły opalane węglem kamiennym i biomasą	zasilani z węzłów ciepłnych, których strona wysoka stanowi własność Veolii, a niska – odbiorców (węzły grupowe)
	W1a	kotły opalane węglem kamiennym	Indywidualni, zasilani z węzłów ciepłnych

Ciepłownia	Grupa taryfowa	Źródło ciepła	Odbiorcy
		i biomasą	stanowiących ich własność
	Wio	kotły opalane węglem kamiennym i biomasą	indywidualni, ciepło dostarczane poprzez węzeł cieplny należący do Veolii
PEC Stargard Sp. z o. o.	B2/1	kotły opalane węglem kamiennym i woda termalna	zasilani z sieci ciepłowniczej poprzez indywidualne węzły cieplne
	B2/2	kotły opalane węglem kamiennym i woda termalna	zasilani z sieci ciepłowniczej poprzez grupowe węzły cieplne
Szczecińska EC Sp. z o.o.	A.2	kotły opalane węglem kamiennym	końcowi odbiorcy zasilani poprzez indywidualne węzły cieplne, które obsługują jeden obiekt
	A.3	kotły opalane węglem kamiennym	końcowi odbiorcy zasilani z grupowych węzłów cieplnych, które obsługują więcej niż jeden obiekt

Tab. 4.6.2. Taryfy dla ciepła pochodzącego ze źródeł geotermalnych i konwencjonalnych na koniec 2022 r. na podstawie: www.bip.ure.gov.pl (dostęp: listopad 2023)

Ciepłownia	Grupa taryfowa	Cena za zamówioną moc [zł/MW/rok]	Cena ciepła [zł/GJ]	Cena nośnika ciepła [zł/m³]	Stawka opłaty stałej za usługi przesyłowe [zł/MW/rok]	Stawka opłaty zmiennej za usługi przesyłowe [zł/GJ]
		Cmc	Cec		Csop	Czop
Geotermia Pyrzyce Sp. z o. o.	A	144 586,08	46,75	25,71	43 169,04	19,51
	B	144 586,08	46,75	25,71	52 441,56	18,87
	B1	144 58,08	46,75	25,71	58 100,88	21,92
Geotermia Poddębice Sp. z o. o.	W	115 517,83	48,35	16,65	39 621,77	20,7
Geotermia Mazowiecka S.A.	S1	137 018,92	38,52	15,88	33 413,38	11,53
	M1	119 705,14	51,92	18,84	33 655,75	12,62
	M2	119 705,14	51,92	18,84	31 053,91	12,60
	S2	202 741,61	39,01	15,98	41 815,58	8,71
Geotermia Podhalańska S.A.	G	46 550,43	17,55	3,35	0	0
	M2	71 353,86	19,55	18,54	60 670,68	23,69
	M4	71 353,86	19,55	18,54	63 842,05	26,84
Geotermia Stargard Sp. z o.o.	GSW	139 392,84	33,87	0,00	0,00	0,00
Geotermia Toruń Sp. z o.o.	CG-S1	655 587,36	122,70	24,65	11 496,74	4,43
	CG-S2	193 268,52	59,52	15,67	13 653,68	10,45
Tauron Katowice S. A.	AG1EC1/C	185 184,57	55,55	16,07	97 361,30	13,77
	AG1EC1/A	185 184,57	55,55	16,07	70 449,86	12,48
MPEC Kraków S.A.	KG	11 373,53	69,73	0,00	0,00	0,00
Veolia Warszawa S.A.	A15/B1/C1	91 846,78	49,06	5,77	10 309,62	4,99

Ciepłownia	Grupa taryfowa	Cena za zamówioną moc [zł/MW/rok]	Cena ciepła [zł/GJ]	Cena nośnika ciepła [zł/m³]	Stawka opłaty stałej za usługi przesyłowe [zł/MW/rok]	Stawka opłaty zmiennej za usługi przesyłowe [zł/GJ]
		C _{mc}	C _{ec}		C _{sop}	C _{zop}
Veolia Łódź S.A.	WCo	116 160,88	67,5	24,49	53 564,72	16,96
	WIa	116 160,88	67,5	24,49	34 283,44	31,92
	Wio	116 160,88	67,5	24,49	31 468,18	33,25
PEC Stargard Sp. z o. o.	B2/1	146 340,78	138,67	53,39	75 263,46	34,29
	B2/2	146 340,78	138,67	53,39	69 181,18	28,39
Szczecińska EC Sp. z o.o.	A.2	262 873,84	140,45	29,14	53 874,51	22,32
	A.3	262 873,84	140,45	29,14	54 220,88	19,96

Tab. 4.6.3. Taryfy dla ciepła pochodzącego ze źródeł geotermalnych i konwencjonalnych na koniec 2023 r. na podstawie: www.bip.ure.gov.pl (dostęp: styczeń 2024)

Ciepłownia	Grupa taryfowa	Cena za zamówioną moc [zł/MW/rok]	Cena ciepła [zł/GJ]	Cena nośnika ciepła [zł/m³]	Stawka opłaty stałej za usługi przesyłowe [zł/MW/rok]	Stawka opłaty zmiennej za usługi przesyłowe [zł/GJ]
		C _{mc}	C _{ec}		C _{sop}	C _{zop}
Geotermia Pyrzyce Sp. z o. o.	A	285 843,24	149,73	57,01	96 993,48	41,91
	B	285 843,24	149,73	57,01	108 054,48	37,69
	B1	285 843,24	149,73	57,01	132 460,80	48,14
Geotermia Poddębice Sp. z o. o.	W	121 828,21	50,99	16,65	40 523,98	21,15
Geotermia Mazowiecka S.A.	S1	211 861,74	63,13	21,02	55 241,81	18,28
	M1	221 856,20	98,17	28,51	46 488,74	16,71
	M2	221 856,20	98,17	28,51	42 178,91	17,27
	S2	315 647,48	58,38	20,03	62 754,90	12,52
Geotermia Podhalańska S.A.	G	60 680,76	22,5	3,35	0,00	0,00
	M2	88 184,40	25,03	19,08	68 593,56	28,30
	M4	88 184,40	25,03	19,08	77 710,80	30,14
Geotermia Stargard Sp. z o.o.	GSW	220 325,28	66,07	0,00	0,00	0,00
Geotermia Toruń Sp. z o.o.	CG-S1	655 587,36	122,70	24,65	11 496,74	4,43
	CG-S2	193 268,52	59,52	15,67	13 653,68	10,45
Tauron Katowice S. A.	AG1EC1/C	198 046,51	59,41	22,97	107 489,72	15,92
	AG1EC1/A	198 046,51	59,41	22,97	82 618,09	15,35
MPEC Kraków S.A.	KG	199 890,96	370,50	0,00	0,00	0,00
Veolia Warszawa S.A.	A15/B1/C1	91 846,78	49,03	5,77	10 309,62	4,99

Ciepłownia	Grupa taryfowa	Cena za zamówioną moc [zł/MW/rok]	Cena ciepła [zł/GJ]	Cena nośnika ciepła [zł/m ³]	Stawka opłaty stałej za usługi przesyłowe [zł/MW/rok]	Stawka opłaty zmiennej za usługi przesyłowe [zł/GJ]
		C_{mc}	C_{ec}		C_{sop}	C_{zop}
Veolia Łódź S.A.	WCo	123 337,43	71,58	25,12	54 849,93	17,35
	WIa	123 337,43	71,58	25,12	34 940,50	32,52
	Wio	123 337,43	71,58	25,12	32 079,72	33,88
PEC Stargard Sp. z o. o.	B2/1	143 404,32	79,10	56,11	73 012,92	35,29
	B2/2	143 404,32	79,10	56,11	65 456,76	27,71
Szczecińska EC Sp. z o.o.	A.2	472 491,11	112,90	33,16	61 455,66	22,66
	A.3	472 491,11	112,90	33,16	60 740,07	19,79

W celu oszacowania ceny całkowitej zakupu energii cieplnej założono, że będzie ona wykorzystywana przez odbiorcę modelowego. W cenie całkowitej zakupu energii należy uwzględnić cenę za moc zamówioną c_{mc} , cenę energii cieplnej c_{ec} oraz stawkę stałą c_{sop} i zmienną c_{zop} opłaty przesyłowej. Istotnym parametrem opisującym odbiorcę jest maksymalne zapotrzebowanie na moc grzewczą, które również wpływa na finalne koszty zakupu energii. W związku z tym posłużono się zakresem zmienności, wprowadzającym limit dolny i górny tych kosztów. Założono, że minimalne koszty zakupu energii poniesie odbiorca, którego zapotrzebowanie na moc grzewczą p wynosi do 50 W/m², co odpowiada standardowi energooszczędnego ocieplenia nowych budynków jednorodzinnych z dobrą izolacją. Z kolei maksymalnymi kosztami zakupu energii cieplnej charakteryzuje się odbiorca, którego maksymalne zapotrzebowanie na moc p wynosi 100 W/m² – standard ochrony cieplnej budynków jednorodzinnych stosowany w latach 1970–1980 (na podstawie www.columbusenergy.pl, dostęp: październik 2023). Dla przyjętych założeń jednostkowe roczne zapotrzebowanie na energię cieplną q dla odbiorcy z minimalnymi kosztami zakupu energii cieplnej oszacowano na poziomie 0,43 GJ/m²rok, a dla odbiorcy z maksymalnymi kosztami zakupu energii cieplnej – 0,57 GJ/m²rok. Efekty obliczeń przedstawiono w tabelach 4.6.4. i 4.6.5.

Całkowita jednostkowa cena zakupu energii cieplnej została wyznaczona na podstawie wzoru [4.6.1] (Pająk i Bujakowski, 2011):

$$c_c = \frac{(c_{mc} + c_{sop})10^{-6} p}{q} + c_{ec} + c_{zop} \quad [\text{wzór 4.6.1}]$$

gdzie:

c_c – całkowita cena jednostkowa zakupu energii cieplnej [zł/GJ],

c_{mc} , c_{ec} , c_{sop} , c_{zop} – oznaczenia i jednostki zgodne z tab. 4.6.2,

p – jednostkowa moc zamówiona [W/m²],

q – jednostkowe roczne zapotrzebowanie na energię cieplną dla celów grzewczych [GJ/m² rok].

Całkowite koszty ogrzania powierzchni użytkowej obliczono na podstawie wzoru [4.6.2] (Pająk i Bujakowski, 2011):

$$k_{ogrz} = c_c q \quad [\text{wzór 4.6.2}]$$

gdzie:

k_{ogrz} – całkowite koszty ogrzania powierzchni użytkowej [zł/m² rok].

Całkowitą jednostkową cenę zakupu energii cieplnej oraz całkowite koszty jednostkowe ogrzania powierzchni użytkowej przedstawiono w tabelach 4.6.4. i 4.6.5.

Tab. 4.6.4. Prognozowane koszty jednostkowe ogrzania powierzchni użytkowej i jednostkowe ceny zakupu energii cieplnej dla wybranych dostawców (wartości netto) na koniec 2022 r.

Ciepłownia	Grupa taryfowa	Koszty jednostkowe ogrzania powierzchni użytkowej [zł/m ² /rok]			Jednostkowa cena zakupu energii cieplnej [zł/GJ]		
		min.	śr.	max	min.	śr.	max
Geotermia Pyrzyce Sp. z o. o.	A	37,88	47,21	56,54	88,09	93,65	99,20
	B	38,07	47,59	57,11	88,53	94,36	100,19
	B1	39,66	49,54	59,41	92,24	98,23	104,23
Geotermia Poddębice Sp. z o. o.	W	37,45	46,16	54,87	87,09	91,68	96,27
Geotermia Mazowiecka S.A.	S1	30,04	37,81	45,57	69,87	74,91	79,95
	M1	35,42	43,77	52,12	82,37	86,91	91,45
	M2	35,28	43,57	51,85	82,05	86,51	90,97
	S2	32,75	42,20	51,66	76,16	83,39	90,62
Geotermia Podhalańska S.A.	G	9,87	12,27	14,66	22,96	24,34	25,72
	M2	25,19	31,52	37,85	58,59	62,50	66,40
	M4	26,71	33,33	39,96	62,11	66,11	70,11
Geotermia Stargard Sp. z o.o.	GSW	21,53	27,39	33,25	50,08	54,20	58,32
Geotermia Toruń Sp. z o.o.	CG-S1	88,02	113,60	139,17	204,70	224,43	244,16
	CG-S2	40,43	50,50	60,58	94,03	100,15	106,27
Tauron Katowice S. A.	AG1EC1/C	43,93	55,85	67,77	102,17	110,53	118,89
	AG1EC1/A	42,03	53,19	64,34	97,75	105,32	112,88
MPEC Kraków S.A.	KG	30,55	35,72	40,88	71,05	71,39	71,73
Veolia Warszawa S.A.	A15/B1/C1	28,35	34,69	41,02	65,93	68,95	71,97
Veolia Łódź S.A.	WCo	44,80	54,96	65,11	104,20	109,22	114,24
	WIa	50,27	60,99	71,71	116,91	121,36	125,81
	Wio	50,70	61,45	72,19	117,92	122,28	126,65
PEC Stargard Sp. z o. o.	B2/1	85,45	103,10	120,75	198,73	205,28	211,84
	B2/2	82,61	99,69	116,78	192,12	198,50	204,87

Ciepłownia	Grupa taryfowa	Koszty jednostkowe ogrzania powierzchni użytkowej [zł/m²/rok]			Jednostkowa cena zakupu energii cieplnej [zł/GJ]		
		min.	śr.	max	min.	śr.	max
Szczecińska EC Sp. z o.o.	A.2	85,83	105,14	124,45	199,60	208,97	218,34
	A.3	84,83	103,99	123,14	197,28	206,66	216,04

Tab. 4.6.5. Prognozowane koszty jednostkowe ogrzania powierzchni użytkowej i jednostkowe ceny zakupu energii cieplnej dla wybranych dostawców (wartości netto) na koniec 2023 r.

Ciepłownia	Grupa taryfowa	Koszty jednostkowe ogrzania powierzchni użytkowej [zł/m²/rok]			Jednostkowa cena zakupu energii cieplnej [zł/GJ]		
		min.	śr.	max	min.	śr.	max
Geotermia Pyrzyce Sp. z o. o.	A	101,55	124,53	147,52	236,16	247,48	258,80
	B	100,29	123,25	146,22	233,22	244,87	256,52
	B1	106,00	130,31	154,62	246,51	258,88	271,26
Geotermia Poddębice Sp. z o. o.	W	39,14	48,25	57,36	91,02	95,82	100,62
Geotermia Mazowiecka S.A.	S1	48,36	60,74	73,11	112,47	120,37	128,27
	M1	62,82	77,57	92,32	146,08	154,02	161,96
	M2	62,84	77,52	92,20	146,14	153,95	161,76
	S2	49,41	63,83	78,25	114,90	126,09	137,29
Geotermia Podhalańska S.A.	G	12,71	15,80	18,89	29,56	31,35	33,15
	M2	30,77	38,42	46,08	71,56	76,20	80,83
	M4	32,02	40,03	48,04	74,46	79,37	84,27
Geotermia Stargard Sp. z o.o.	GSW	39,43	49,56	59,69	91,69	98,21	104,72
Geotermia Toruń Sp. z o.o.	CG-S1	88,02	113,60	139,17	204,70	224,43	244,16
	CG-S2	40,43	50,50	60,58	94,03	100,15	106,27
Tauron Katowice S. A.	AG1EC1/C	47,67	60,58	73,49	110,86	119,90	128,93
	AG1EC1/A	46,18	58,43	70,68	107,40	115,70	124,00
MPEC Kraków S.A.	KG	169,31	200,24	231,17	393,74	399,66	405,57
Veolia Warszawa S.A.	A15/B1/C1	28,34	34,67	41,01	65,90	68,92	71,94
Veolia Łódź S.A.	WCo	47,15	57,83	68,51	109,65	114,92	120,19
	WIa	52,68	63,92	75,16	122,50	127,19	131,87
	Wio	53,12	64,39	75,65	123,53	128,13	132,73
PEC Stargard Sp. z o. o.	B2/1	60,01	73,43	86,84	139,55	145,96	152,36
	B2/2	56,37	69,07	81,77	131,10	137,27	143,45
Szczecińska EC Sp. z o.o.	A.2	84,99	107,83	130,66	197,65	213,44	229,23
	A.3	83,72	106,34	128,96	194,69	210,47	226,24

Podczas analizy zestawionych danych należy pamiętać, że ceny sprzedaży energii podane w taryfach nie zawsze odpowiadają rzeczywistym kosztom jej produkcji i dystrybucji. Zdarza się, że koszty te są ustalane w taki sposób, żeby były akceptowalne przez odbiorców, a co za tym idzie - rzeczywiste koszty produkcji energii są wyższe od zestawień taryfowych. Następuje wówczas brak opłacalności sprzedaży energii cieplnej, a prowadzący działalność gospodarczą podmiot ponosi straty. Taka sytuacja może mieć miejsce zarówno w przypadku konwencjonalnych nośników energii, jak i instalacji wykorzystujących źródła odnawialne, np. geotermalne. Straty na działalności nie mogą mieć cech zjawiska trwałego. Powstanie strat wymaga podnoszenia kapitału spółki (czy innej formy prawnej podmiotu gospodarczego) lub podejmowania działań naprawczych, aż do osiągnięcia stabilności finansowej podmiotu. Podnoszenie kapitału zakładowego było częstym zjawiskiem w ciepłowniach geotermalnych. Taki proces dokapitalizowania podmiotu obciąża solidarnie wszystkich współwłaścicieli (w ciepłowniach geotermalnych są to zazwyczaj NFOŚiGW, WFOŚiGW czy samorządy lokalne).

Analiza cen energii geotermalnej w latach 2022–2023 wykazuje ich mniejszą zmienność w porównaniu do źródeł konwencjonalnych. Średnia jednostkowa cena zakupu ciepła geotermalnego w 2022 r. wynosiła 25–225 zł/GJ (tab. 4.6.4.), natomiast w 2023 r. wzrosła do 30–260 zł/GJ (tab. 4.6.5.), obejmując zarówno koszty samej energii, jak i jej przesyłu oraz dystrybucji. Wzrost cen w wybranych ciepłowniach geotermalnych wynikał głównie z rosnących kosztów energii elektrycznej, niezbędnej do funkcjonowania pomp ciepła oraz systemów tłoczenia i dystrybucji. Dodatkowo, intensyfikacja eksploatacji oraz potrzeba utrzymania i modernizacji infrastruktury ciepłowniczej przełożyły się na wyższe koszty operacyjne, w tym opłaty dystrybucyjne.

Niemniej jednak, w zestawieniu z energią geotermalną, ceny ciepła z paliw kopalnych w tym samym okresie wykazywały znacznie większą dynamikę. W 2022 r. mieściły się w przedziale 70–210 zł/GJ (tab. 4.6.4.), a w 2023 r. osiągnęły wartości 70–400 zł/GJ (tab. 4.6.5.). Znaczący wzrost kosztów energii konwencjonalnej w latach 2020–2023 (fig. 4.6.1.) wynikał przede wszystkim z niestabilności rynków paliw, rosnącej inflacji oraz wzrastających kosztów uprawnień do emisji CO₂. W przeciwieństwie do źródeł konwencjonalnych, ceny ciepła geotermalnego utrzymywały się na bardziej przewidywalnym poziomie (fig. 4.6.2.).

Porównanie z cenami energii konwencjonalnej wskazuje, że niestabilność rynków paliw kopalnych miała bezpośredni wpływ na wzrost kosztów ogrzewania w ostatnich latach. Cena węgla kamiennego dla ciepłowni przemysłowych i komunalnych na koniec 2023 r. wyniosła 694,85 zł/t, co stanowi spadek o 41,8% względem 2022 r. (1 193,24 zł/t). Wcześniejszy wzrost ceny w latach 2021–2022 wyniósł aż 341%. W latach 2015–2020 ceny węgla utrzymywały się na poziomie 200–300 zł/t (www.polskirynekwegla.pl, dostęp: styczeń 2024). Przyczyn tak gwałtownych zmian w cenach węgla można dopatrywać się m.in. w decyzjach politycznych, np. wprowadzenia embarga na rosyjski surowiec oraz konieczności jego importu po wysokich cenach. Sektor gazu ziemnego również doświadczył znacznych wahań cenowych. Na skutek ograniczenia dostaw z Rosji oraz wzrostu kosztów wydobywania, ceny gazu importowanego do Polski z państw UE i EFTA wzrosły o 863,9% między 2020 a 2022 r. (z 54,82 zł/MWh do 473,60 zł/MWh) (www.ure.gov.pl). W 2023 r. nastąpiła obniżka o 57,5%, do poziomu 201,20 zł/MWh, co wynikało m.in. z dywersyfikacji dostaw (import z Norwegii, rozbudowa magazynów gazu), łagodniejszej zimy oraz spowolnienia gospodarczego. Podobne trendy zaobserwowano na rynku oleju opałowego, którego cena w latach 2020–2022 wzrosła o 61,6% (z 2,03 USD/galon do 3,28 USD/galon) w związku z postpandemicznym wzrostem popytu

i napięciami geopolitycznymi. W 2023 r. większa podaż ropy (zwiększenie wydobycia przez OPEC i USA) przyczyniła się do spadku cen oleju opałowego o 22%, do 2,56 USD/galon.

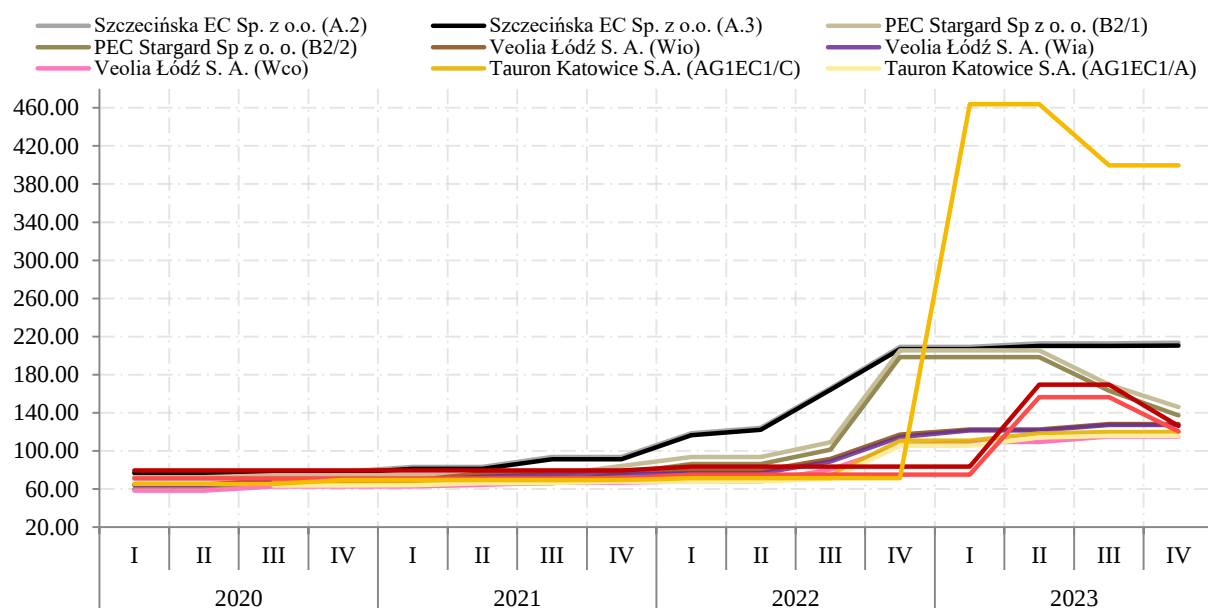


Fig. 4.6.1. Zmiany średniej wartości jednostkowej ceny zakupu energii cieplnej [zł/GJ] dla zakładów produkujących energię ze źródeł konwencjonalnych na przestrzeni lat 2020–2023 z podziałem na kwartały

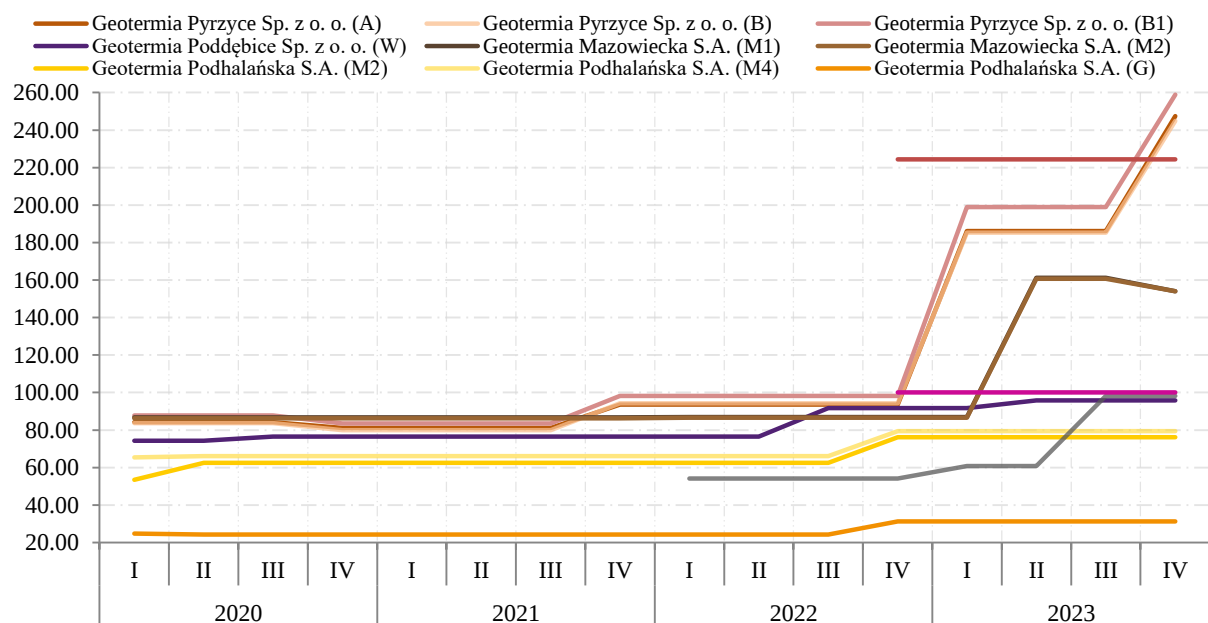


Fig. 4.6.2. Zmiany średniej wartości jednostkowej ceny zakupu energii cieplnej [zł/GJ] dla zakładów produkujących energię ze źródeł geotermalnych na przestrzeni lat 2020–2023 z podziałem na kwartały*

* w przypadku Geotermii Stargard Prezes URE udostępnił taryfy od lutego 2022 r., a dla Geotermii Toruń od września 2022 r.

Wyniki analizy potwierdzają, że geotermia oferuje większą stabilność cenową w porównaniu do źródeł konwencjonalnych, co stanowi istotny czynnik w długoterminowym planowaniu kosztów ogrzewania. Ograniczona zależność od czynników zewnętrznych, takich jak napięcia geopolityczne czy regulacje polityki klimatycznej, minimalizuje ryzyko gwałtownych wzrostów kosztów, które

w przypadku paliw kopalnych są silnie skorelowane z sytuacją rynkową i legislacyjną. Dodatkowym atutem ciepłownictwa geotermalnego są stosunkowo niskie koszty eksploatacyjne, wynikające z braku konieczności zakupu surowca. Wahania cen energii konwencjonalnej utrudniają precyzyjne prognozowanie wydatków na ogrzewanie, co stanowi istotne wyzwanie dla odbiorców końcowych. Analiza wskazuje, że dalszy rozwój systemów geotermalnych może nie tylko zwiększyć stabilność cenową, lecz także ograniczyć zależność sektora energetycznego od paliw kopalnych, które pozostają podatne na zmienne uwarunkowania rynkowe.

4.7. Efektywność ekonomiczna projektów geotermalnych

Wykorzystanie energii geotermalnej jest determinowane przez wiele czynników, do których możemy zaliczyć warunki geologiczne, parametry wody złożowej, efektywność rozwiązań technicznych i technologicznych, strukturę odbiorców ciepła oraz pozostałe, które wpływają wprost lub pośrednio na wartości głównych wskaźników ekonomicznych, a w konsekwencji atrakcyjność inwestycji (fig. 4.7.1).

Czynniki wpływające na opłacalność wykorzystania zasobów geotermalnych	Czynniki zależne od warunków hydrogeotermalnych występujących na danym obszarze	<i>wydajność eksploatacyjna ujęć wód podziemnych</i>
		<i>temperatura wód termalnych</i>
		<i>skład chemiczny wody/mineralizacja</i>
	Czynniki zależne od sposobu obciążenia instalacji	<i>roczny współczynnik obciążenia instalacji</i>
		<i>stopień schłodzenia wody geotermalnej</i>
		<i>odległość otworów wiertniczych od odbiorcy ciepła</i>
		<i>koncentracja zapotrzebowania na ciepło na obszarze jego odbioru</i>
	Czynniki zależne od makrootoczenia	<i>koszty produkcji ciepła metodami konwencjonalnymi</i>
		<i>poziom stóp procentowych kredytów inwestycyjnych</i>
		<i>proekologiczna polityka państwa</i>
		<i>promocja odnawialnych źródeł energii</i>

Fig. 4.7.1. Czynniki wpływające na opłacalność wykorzystania zasobów geotermalnych (Górecki, red., 2006a, b)

Skupiając się na opłacalności wykorzystania złóż do celów energetycznych, przede wszystkim istotne jest właściwe rozpoznanie parametrów geologiczno-złożowych, takich jak: temperatura wód termalnych w górotworze, mineralizacja, głębokość zalegania złoża czy wydajność eksploatacyjna. Im wyższa temperatura oraz wydajność, a mniejsza mineralizacja, tym lepsze warunki geotermalne.

Koszty odwiercenia otworów geotermalnych

Koszty odwiercenia metra bieżącego otworu geotermalnego w podziale na jednostki geologiczne oszacowano na podstawie informacji o kosztach 41 głębokich otworów geotermalnych (fig. 4.7.2). Wykorzystane dane dotyczyły kosztów wykonania otworów geotermalnych (ceny kosztorysowe), ubiegających się o dotację ze środków publicznych programu NFOŚiGW, na lata 2021, 2022 – *Udostępnianie wód termalnych w Polsce* – zamkniętego w 2022 r.

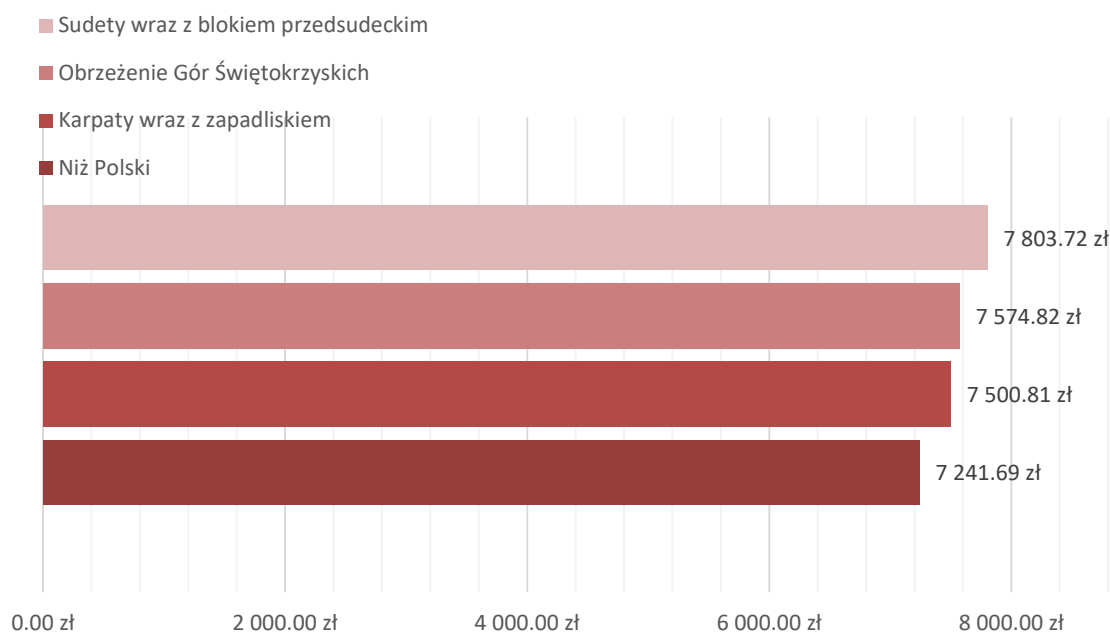


Fig. 4.7.2. Koszt netto odwiercenia metra bieżącego otworu geotermalnego, w podziale na jednostki geologiczne (opracowanie własne)

Koszty netto budowy ujęcia geotermalnego, w skład którego wchodzi dublet geotermalny, oszacowano wg zależności w funkcji głębokości [wzór 4.7.1] (Socha, red., 2020), na podstawie informacji o kosztach głębokich otworów geotermalnych z roku 2022 (fig. 4.7.3).

$$Kd(h) = 2 \cdot (7530 \cdot h + 0,338 \cdot h^2) \text{ [wzór 4.7.1]}$$

gdzie:

$Kd(h)$ – koszt wykonania dubletu geotermalnego w funkcji głębokości [zł],

h – głębokość ujęcia [m].

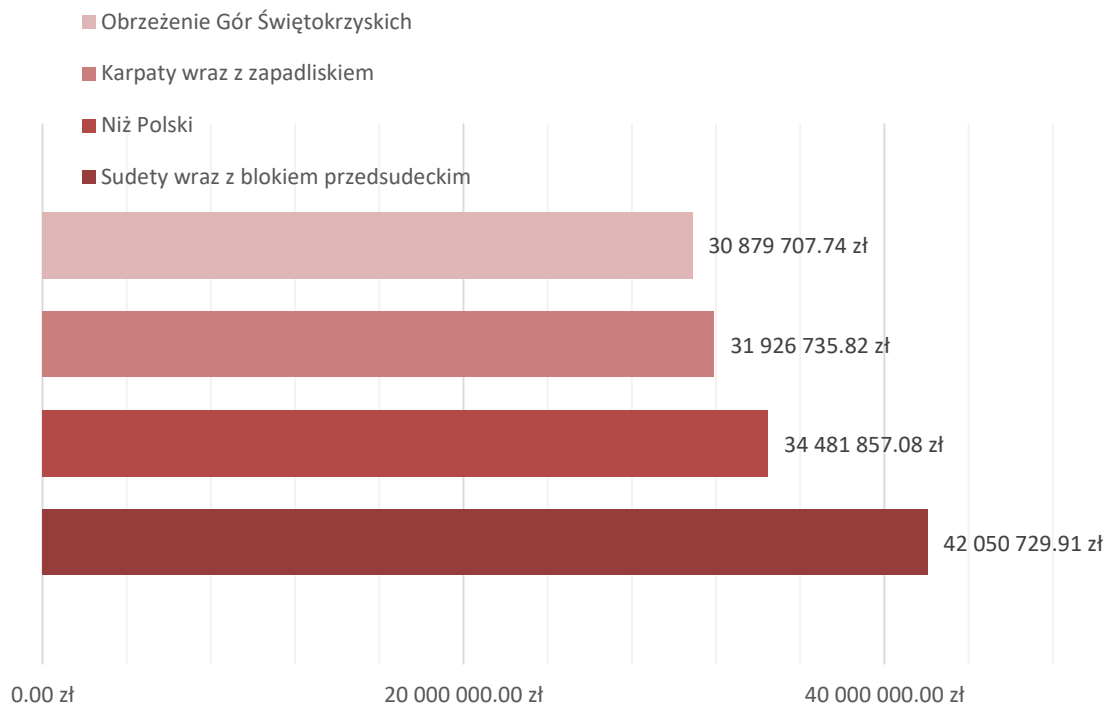


Fig. 4.7.3. Koszt netto budowy ujęcia (dubletu) geotermalnego (opracowanie własne)

Udział kosztów wykonania ujęcia w kosztach wytworzenia energii cieplnej

Założono, że ujęcie składać się będzie z dubletu otworów geotermalnych. Unika się w ten sposób problemów z utylizacją schłodzonej wody termalnej, generuje to niestety dodatkowe nakłady inwestycyjne. Dysponując kosztami wykonania ujęcia i ilością technicznie możliwej do wykorzystania energii cieplnej pozyskanej ujęciem, można określić udział kosztów wykonania ujęcia w kosztach wytworzenia energii cieplnej [wzór 4.2.7] (Socha, red., 2020):

$$ce_g = \frac{K_d}{Q_g \times \Delta\tau} \text{ [wzór 4.7.2]}$$

gdzie:

ce_g – udział kosztów wykonania ujęcia/dubletu geotermalnego w cenie wytworzenia energii cieplnej [zł/GJ],

K_d – koszt wytworzenia ujęcia/dubletu geotermalnego [zł],

Q_g – roczna ilość energii cieplnej wytworzonej z ujęcia geotermalnego [GJ/rok],

$\Delta\tau$ – okres eksploatacji/amortyzacji ujęcia [lata]. Założono, że zgodnie z przyjętymi standardami amortyzacji środków trwałych czas amortyzacji ujęcia wynosi 25 lat.

Na figurze 4.7.4 przedstawiono udział kosztów ujęcia geotermalnego w kosztach wytwarzania energii. W związku z tym, że koszty ujęcia geotermalnego są najpoważniejszym składnikiem nakładów inwestycyjnych, przynajmniej w przypadku instalacji o wysokiej temperaturze głowicowej, tam gdzie wykorzystanie pomp ciepła nie jest konieczne lub konieczne w ograniczonym zakresie, można założyć, że wszystkie instalacje, dla których udział kosztów ujęcia w cenie wytworzenia

energii jest poniżej 60 zł/GJ, mają szansę na ekonomiczną konkurencyjność wobec innych źródeł energii.

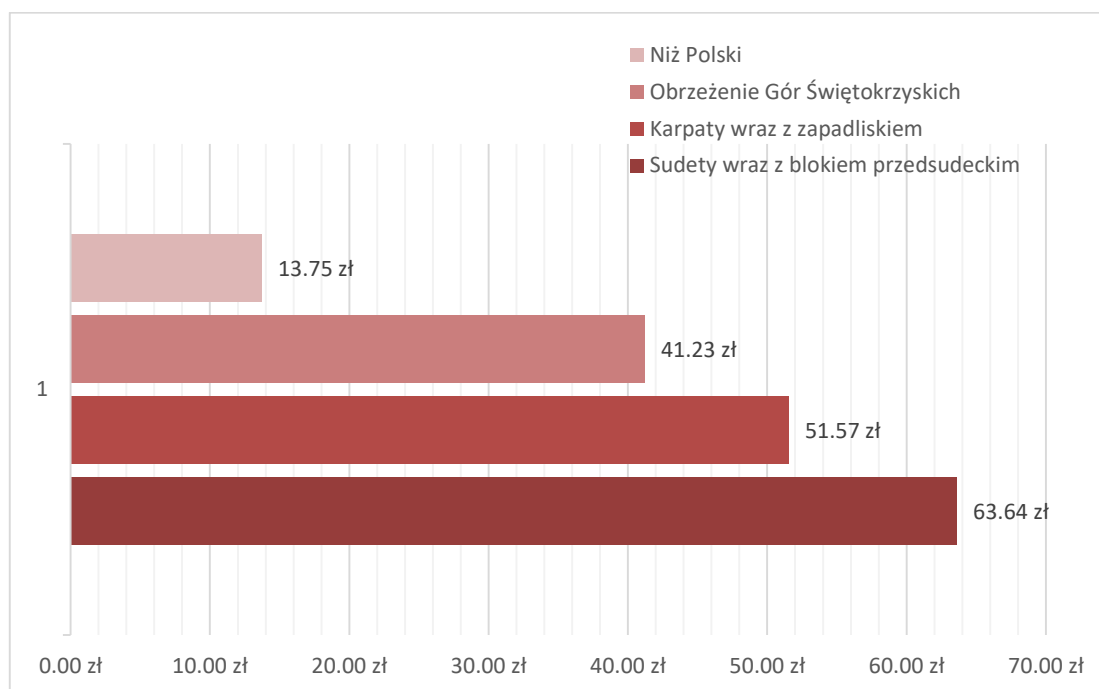


Fig. 4.7.4. Udział kosztów wykonania ujęcia w kosztach wytworzenia energii cieplnej (opracowanie własne)

Stopa dyskontowa

W ujęciu matematyki finansowej stopa dyskontowa określa stosunek kwoty dyskonta do wartości przyszłej kapitału, wyrażonej w procentach. Stopę dyskontową wyrazić można wzorem [4.7.3] (Saługa, 2017; Socha, red., 2020a)

$$r = \frac{FV - PV}{FV} \cdot 100 \text{ [wzór 4.7.3]}$$

gdzie:

r – stopa dyskonta [%],

FV – przyszła wartość kapitału [zł],

PV – bieżąca wartość kapitału [zł].

Na potrzeby niniejszego opracowania stopy dyskontowe wyznaczono na podstawie formuły Fishera (Mankiw, Taylor, 2009), która pozwala ustalić poziom realnej stopy dyskontowej dla danego przedsięwzięcia:

$$r = \frac{1 + R}{1 + i} - 1 \text{ [wzór 4.7.4]}$$

gdzie:

r – stopa dyskontowa realna [%],

R – stopa dyskontowa nominalna [%],

i – inflacja [%].

Nominalna stopa dyskontowa uwzględnia czystą stopę procentową, koszt ryzyka inwestycyjnego (w tym przypadku inwestycji geotermalnej) oraz oczekiwaną stopę inflacji i wyraża się wzorem:

$$R = r_f + r_{proj} + r_{kraj} \text{ [wzór 4.7.5]}$$

gdzie:

r_f – stopa dyskontowa realna [%], przy czym $r_f = r_{lok} + r_{krj}$,

r_{proj} – stopa określająca ryzyko projektu [%] (im wyższe tym większe ryzyko),

r_{lok} – oprocentowania lokat [%],

r_{kraj} – stopa dyskontowa określająca krajowe ryzyko inwestycyjne [%].

$$r = \frac{100\% + R}{100\% + r_{inf}} - 100 \text{ [wzór 4.7.6]}$$

$$R = r_f + r_{proj} + r_{krj} = r_{lok} + r_{inf} + r_{proj} + r_{krj}$$

gdzie:

r – stopa dyskontowa [%],

R – realna stopa dyskontowa [%],

r_f – długoterminowa stopa wolna od ryzyka [%],

r_{lok} – oprocentowanie lokat [%],

r_{inf} – stopa inflacji [%],

r_{proj} – stopa określająca ryzyko projektu [%],

r_{krj} – stopa określająca krajowe ryzyko inwestycyjne [%].

Większość z parametrów wykorzystywanych we wzorach jest uzależniona od szeregu czynników makro- oraz mikroekonomicznych i jest zmienna w czasie, a przez to trudna do określenia (Mankiw, Taylor, 2009).

W celu obliczenia poziomu realnej stopy dyskontowej dla planowanych inwestycji geotermalnych będących przedmiotem analizy, przyjęto następujące założenia:

- ✓ przewidywany poziom inflacji – 11,4%/rok 2023 (na podstawie danych GUS);
- ✓ rynkowa stopa procentowa – 5,75% rok 2023 (na podstawie danych NBP);
- ✓ średnie krajowe ryzyko inwestycyjne – 7% rok 2023 (rentowność 10-letnich polskich obligacji skarbowych na podstawie danych Ministerstwa Finansów).

Wyniki obliczeń stopy dyskontowej dla analizowanych projektów geotermalnych przyjmują szeroki zakres wartości od 13,6 do 39,4%. W obliczeniach uwzględniono wartości określające prawdopodobieństwo sukcesu w zagospodarowaniu złoża wód termalnych oraz wskaźnika określającego ryzyko projektu. Oznacza to odpowiednio relatywnie duże i relatywnie małe ryzyko, że przedsięwzięcie nie przyniesie oczekiwanych rezultatów, tzn. nie osiągniemy spodziewanych

parametrów złożowo-eksploatacyjnych warunkujących budowę instalacji geotermalnej w danej lokalizacji. Przyjęte wartości prawdopodobieństwa uzyskania sukcesu są odzwierciedleniem lokalizacji w odniesieniu do budowy geologicznej i stopnia rozpoznania warunków hydrogeologicznych i złożowych (Socha, red., 2020).

Wartości stopy dyskontowej są zależne od obliczonego „ryzyka projektu” (Ryzyko projektu zostało wyliczone w oparciu o formułę 100% minus prawdopodobieństwo zagospodarowania złoża.), którego wartości mieszczą się w przedziale 2–30%. Zależność obliczonej stopy dyskontowej od wskaźnika opisującego ryzyko projektu przedstawiono na figurze 4.7.5.

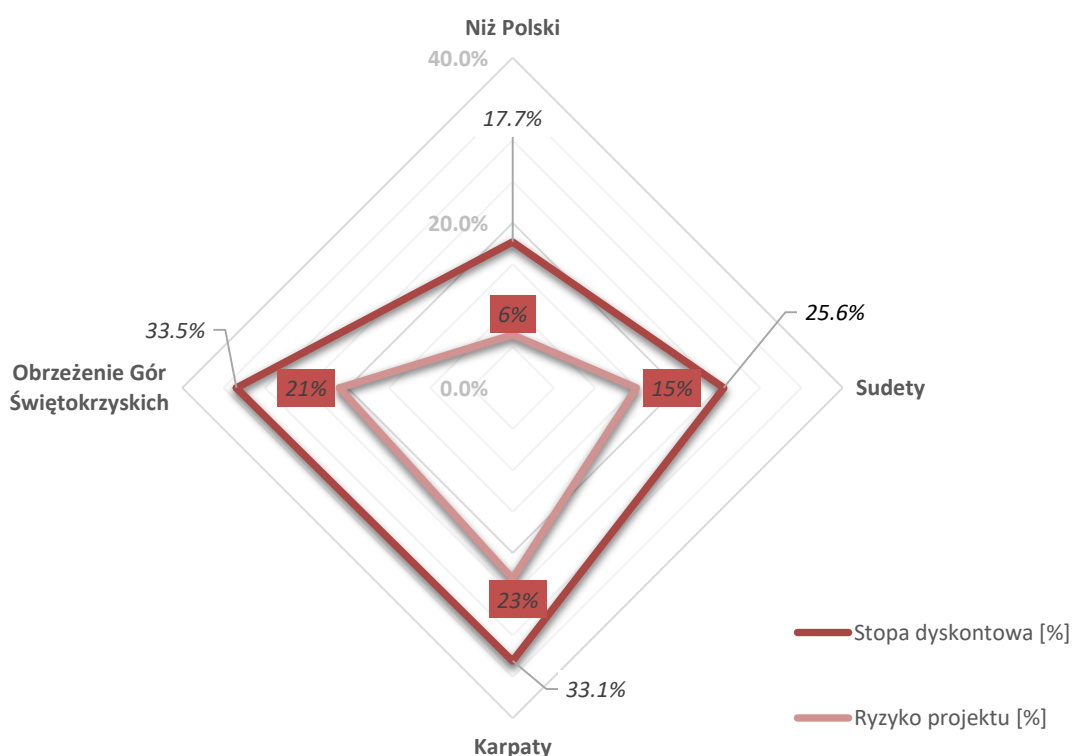


Fig. 4.7.5. Zależność obliczonej stopy dyskontowej od wskaźnika opisującego ryzyko projektu (opracowanie własne)

Wartość zaktualizowana netto (NPV)

Wartość bieżąca netto (ang. *Net Present Value* – NPV) jest to wartość netto przyszłych przepływów pieniężnych związanych z inwestycją z uwzględnieniem utraty wartości pieniądza w czasie. Przepływy pieniężne mogą być zarówno dodatnie, jak i ujemne. Wartość bieżąca netto jest metodą pomocną przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych. Wartość zaktualizowana netto (NPV) została obliczona zgodnie ze wzorem (Gosk, 1982; Smith, 2000).

$$NPV = \sum_{i=0}^n NCF_i \cdot a \text{ [wzór 4.7.7]}$$

gdzie:

NPV – wartość zaktualizowana netto [zł],

i – rok księgowy (rok 0 – realizacja inwestycji),

n – przewidywany czas funkcjonowania instalacji (założono 25 lat),

NCF_i – różnica pomiędzy wpływami i wydatkami w i -tym roku [zł],

$a = \frac{1}{(1+r)^i}$ – stopa dyskontowa (r – wymagana stopa zwrotu).

Do obliczeń przyjęto, że nakłady inwestycyjne wydatkowane są w ciągu jednego roku, który jest rokiem zerowym. Po jego zakończeniu ciepłownia geotermalna rozpoczyna funkcjonowanie, ponosząc jedynie koszty eksploatacyjne i bieżących remontów oraz konserwacji. Założono, że ciepłownia będzie funkcjonować przez 25 lat następujących po zakończeniu inwestycji i w tym czasie nie będą konieczne nakłady finansowe przekraczające przyjęty budżet remontów, konserwacji i napraw bieżących.

Dla każdego z 25 lat funkcjonowania ciepłowni (dla lat od $i = 1$ do $n = 25$) obliczono bilans finansowy NCF_i , który został zdyskontowany na podstawie indywidualnie obliczonej stopy dyskontowej, która uwzględnia również stopień rozpoznania warunków geotermalnych w danym rejonie.

Gdy NPV w ostatnim roku analiz przyjmuje wartości większe od zera, inwestycja powinna przynieść zysk równy wyliczonej wartości NPV. Im wyższą wartość osiąga NPV, tym inwestycja jest bardziej atrakcyjna ekonomicznie. Na figurze 4.7.6 pokazano uśrednione ceny za jeden gigadżul ciepła geotermalnego w podziale na regiony geologiczne, gdy NPV w ostatnim roku analizy przyjmuje wartości wyższe niż zero.

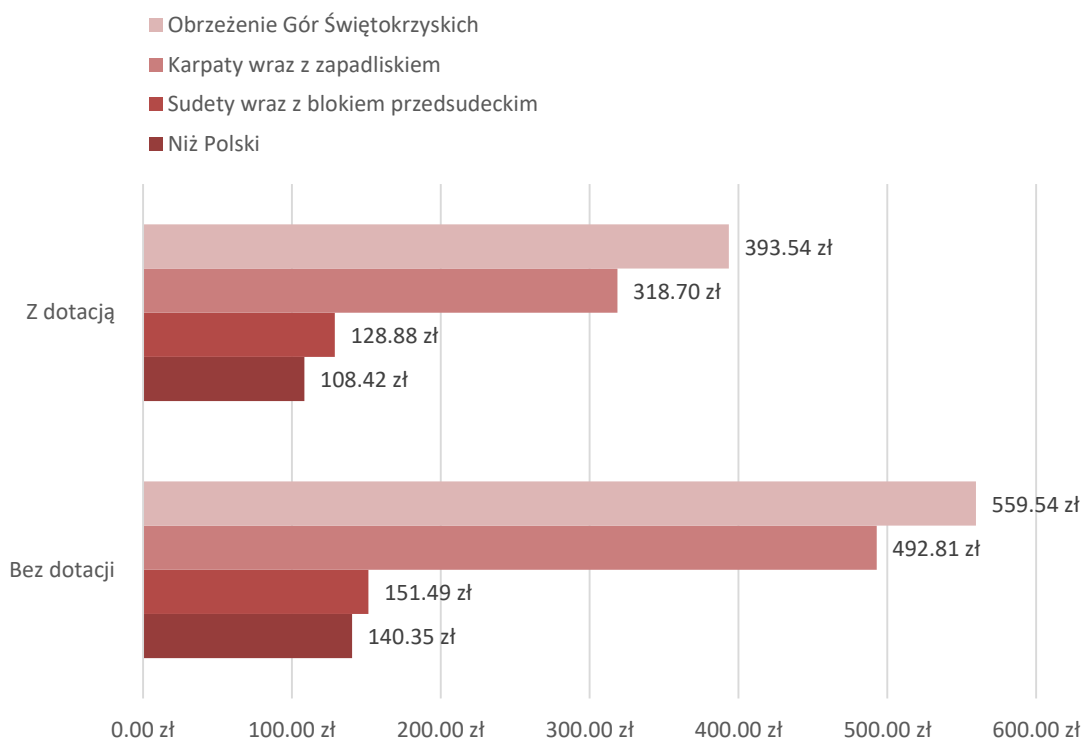


Fig. 4.7.6. Uśrednione ceny za jeden gigadżul ciepła geotermalnego w podziale na regiony geologiczne, gdy NPV w ostatnim roku analizy przyjmuje wartości wyższe niż zero (opracowanie własne)

Na figurze 4.7.7 zaprezentowano uśrednione wartości NPV w podziale na regiony geologiczne w wariantach z dotacją na pierwszy otwór i bez dotacji. Pozorna sprzeczność polegająca na niższych wartościach NPV w wariantach z dotacją wynika z faktu, że dzięki dotacji można w efekcie końcowym zastosować niższą taryfę dla odbiorcy końcowego. Takie podejście jest uzasadnione, ponieważ inwestycje geotermalne korzystające ze wsparcia środkami publicznymi powinny dbać nie tylko o wynik finansowy, lecz także o bezpieczeństwo energetyczne swoich odbiorców. Poniższe wyliczenia pokazują również sporą dysproporcję jeśli chodzi o wynik finansowy inwestycji geotermalnych w poszczególnych regionach geologicznych. Najbardziej rentowne będą przedsięwzięcia zlokalizowane w obrębie Nizy Polskiego, nieco mniej te zlokalizowane w mezozoicznym obrzeźeniu Gór Świętokrzyskich. Przedsięwzięcia zlokalizowane w Karpatach i w zapadlisku przedkarpaccim będą wykazywały prawdopodobnie niewielką rentowność, te zlokalizowane w Sudetach i na bloku przedsudeckim będą wymagać uwzględnienia specyfiki regionu aby wykazywać dodatni efekt finansowy. Należy zaznaczyć, że wyliczenia te dotyczą projektów, dla których kosztorysy wykonano w 2022 r., a w obliczeniach przyjęto wartości parametrów złożowych podane przez projektantów w projektach robót geologicznych.

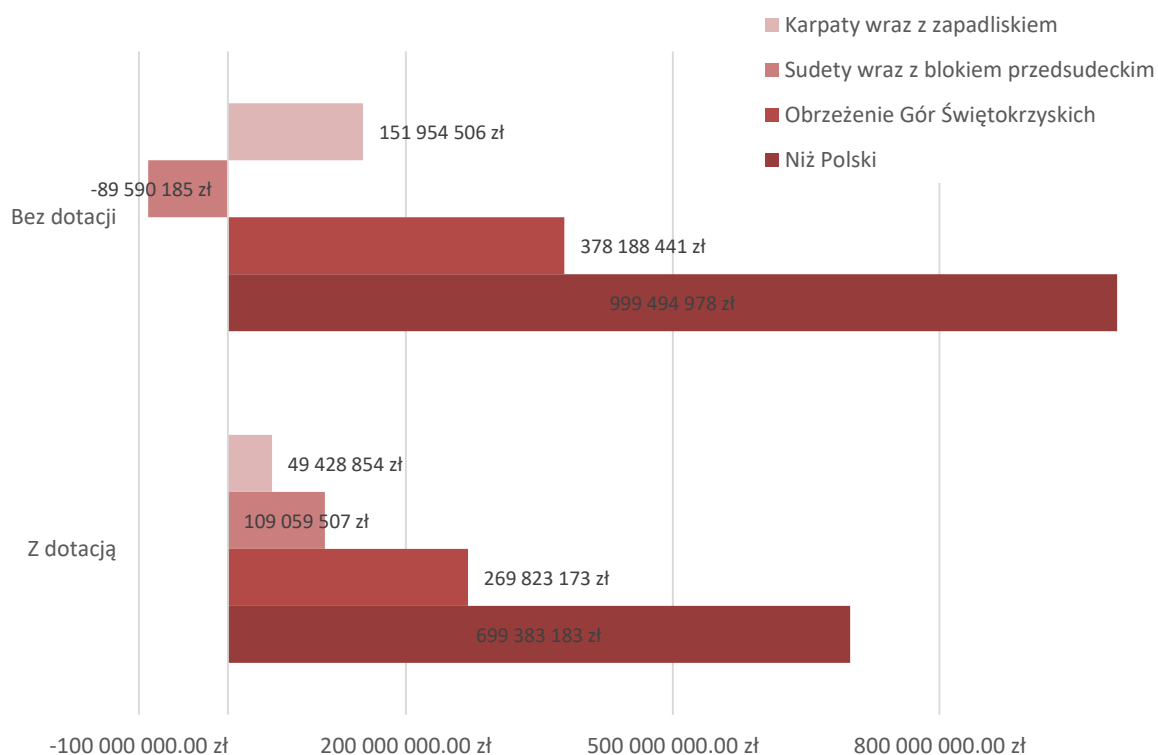


Fig. 4.7.7. Uśrednione wartości NPV w podziale na regiony geologiczne w wariantcie z dotacją na pierwszy otwór i bez dotacji (opracowanie własne)

5. PODSUMOWANIE

Troska o klimat, zielona energia, oraz aktywny wypoczynek i dobra kondycja fizyczna społeczeństwa to jedne z głównych filarów nowoczesnej gospodarki. Osiągnięcie tych celów jest możliwe dzięki wykorzystaniu potencjału wód termalnych. Polska posiada bogate zasoby tego typu wód. Konieczne jest zatem zastosowanie takich mechanizmów wsparcia dla inwestorów które spowodują dynamiczny wzrost wykorzystania tego potencjału. Jest to niezwykle istotne w kontekście europejskiej polityki klimatycznej i przyjętych przez nasz kraj zobowiązań w tym zakresie.

Energia geotermalna powinna stać się w najbliższych latach jednym z filarów transformacji energetycznej, ponieważ jest to energia która jest dostępna bez względu na warunki pogodowe i porę dnia, a także jest najbardziej akceptowana społecznie. Aby tak się mogło stać, konieczne jest zrozumienie przez inwestorów i odbiorców specyfiki wykorzystania tej energii. W związku z tym największym wyzwaniem jest edukacja inwestorów i potencjalnych użytkowników instalacji geotermalnych. Problematyka zagospodarowania wód termalnych jest obecna w dyskusji publicznej od wielu lat, niemniej jednak nie dotarła ona jeszcze w stopniu wystarczającym do wszystkich najbardziej zainteresowanych a ponadto narosło wiele mitów zwłaszcza na temat możliwości wykorzystania wód termalnych. Prowadzi to do sytuacji, w których tam gdzie te wody mogą być z powodzeniem zagospodarowane brak jest chętnych do inwestowania, a w miejscach gdzie tych wód brakuje albo mają słabe parametry jest duże zainteresowanie.

Konieczna jest kampania edukacyjna na temat tego, jaki jest rzeczywisty potencjał wód termalnych w Polsce i jakie korzyści płyną z ich zagospodarowania. Edukacja w takim zakresie jest z pewnością zadaniem dla państwowej służby geologicznej. Jednym z nowych narzędzi poprawy świadomości inwestorów i społeczeństwa w na temat rzeczywistego potencjału geotermalnego naszego kraju oraz możliwości jego wykorzystania jest Bilans i zagospodarowanie zasobów złóż wód termalnych oraz energii geotermalnej w Polsce wg stanu na 31.12.2023 r. Tego typu narzędzia oraz wsparcie formalne, prawne i finansowe ze strony Ministerstwa Klimatu i Środowiska oraz NFOŚiGW pokazują, że obecnie w Polsce jest bardzo dobry klimat inwestycyjny dla projektów geotermalnych.

Aktualne dane dotyczące powyższych zagadnień przedstawiono w formie cyfrowego obrazu kartograficznego, dostępnego pod adresem <https://geologia.pgi.gov.pl>. Dane cyfrowe uzupełniono komentarzem i zestawieniami tabelarycznymi w postaci niniejszego opracowania tekstowego. Dane cyfrowe w serwisie internetowym oraz opracowanie tekstowe będą aktualizowane w cyklu rocznym (wg stanu na 31 grudnia roku poprzedniego) i publikowane w serwisie internetowym <https://www.pgi.gov.pl/geotermia> w formie pliku .pdf

W opracowaniu autorzy uwzględnili szeroki zakres informacji – od podstaw prawnych, przez charakterystykę warunków występowania wód, stanu udokumentowania zasobów wód termalnych i leczniczych termalnych oraz stopnia ich wykorzystania, koncesji na wydobycie tych wód, zagospodarowania wód termalnych (ciepłownictwo, rekreacja, lecznictwo i in.), produkcji energii geotermalnej i jej wykorzystania w Polsce (ciepłownie geotermalne, produkcja ciepła z geotermii, produkcja ciepła ze źródeł szczytowych, moc zainstalowana, efekt ekologiczny), efektywności ekonomicznej projektów geotermalnych oraz przeglądu projektów geotermalnych w trakcie realizacji prowadzonych obecnie pracach zmierzających do ujęcia lub wykorzystania wód. Przedstawiono również zagadnienia mające znaczenie w zagospodarowaniu wód podziemnych zaliczonych do kopalin, dotyczące odprowadzania wód zużytych i niewykorzystanych. Zagadnienie to wskazano jako istotne w działaniach gospodarczych służących do zagospodarowania wód zaliczonych do kopalin, w warunkach ochrony środowiska naturalnego. Kolejne ważne zagadnienie z zakresu ochrony

środowiska dotyczy zagrożeń jakości i zasobów wód podziemnych zaliczonych do kopalin oraz konieczności i warunków ochrony tych wód.

Realizowane prace pozwolą dostarczyć odbiorcom opracowanie, które będzie wiarygodnym źródłem informacji, użytecznym dla organów administracji rządowej i samorządowej, a także dla szkół, wyższych uczelni i potencjalnych inwestorów w dziedzinie zagospodarowania wód termalnych. Publikacja pozwoli także na popularyzację wiedzy na temat złóż wód termalnych na terenie Polski oraz sposobów ich zagospodarowania, zgodnie z wymogami ochrony środowiska naturalnego. Opracowanie to przyczyni się także do inicjowania działań gospodarczych w zakresie wykorzystania tych wód.

W przypadku zagospodarowania potencjału wód podziemnych zaliczonych do kopalin, w celu wiarygodnego określenia perspektywy powodzenia przedsięwzięcia, obok wskaźników geologiczno-złożowych należy uwzględnić również uwarunkowania środowiskowe, techniczne, ekonomiczne oraz społeczne. Opłacalne ekonomicznie wykorzystanie energii wód uznanych za kopaliny musi się opierać na szczegółowej analizie warunków geologicznych i hydrogeologicznych ich występowania (tzn. wydajność ujęcia, temperatura wody, głębokość zalegania warstwy wodonośnej, mineralizacja wód i ich skład chemiczny) oraz określeniu rynku potencjalnych odbiorców czy sposobu obciążenia instalacji.

W przypadku wód termalnych i leczniczych termalnych należy wiązać ryzyko inwestycyjne głównie ze stopniem zmineralizowania, określonym składem chemicznym i odpowiednią temperaturą wód podziemnych. Do najważniejszych czynników ryzyka inwestycyjnego w przypadku wód termalnych i leczniczych termalnych, oprócz parametrów fizykochemicznych, należy zaliczyć stan infrastruktury. Występowanie i jakość zasobów wód można udokumentować dopiero po wykonaniu otworu wiertniczego, co wiąże się z wysokimi kosztami. W miarę rosnącego zaawansowania przedsięwzięcia obniżają się zarówno krzywe ryzyka, jak i nakłady inwestycyjne, jednak pozostaje długoterminowe ryzyko pogorszenia parametrów eksploatacyjnych w trakcie pracy systemu.

6. SPIS WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW

- Adamczyk A., Józefko I., Białas Z., Bielec B., 1996 – Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej wód leczniczych z odwiertów U-3 i U-3A w Ustroniu, woj. bielskie. Nr CAG 1239/97.
- Barbacki A., Bujakowski W., Pająk L., 2006 – Atlas zbiorników wód geotermalnych Małopolski. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.
- Barbier E., 2002 – Geothermal energy technology and current status: an overview. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, 6.
- Bentkowski A., Biernat H., Kapuściński J., Posyniak A., 2005 – Dodatek do dokumentacji ustalającej zasoby eksploatacyjne wód termalnych z utworów kredy dolnej rejonu Uniejowa wraz z określeniem warunków hydrogeologicznych w związku z wtłaczaniem wód do dolnokredowego poziomu wodonośnego. *Przeds. Geol. Polgeol*, Warszawa. Nr CAG 43/2006.
- Bentkowski A., Biernat H., Posyniak A., Kapuściński J., 2006 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w Stargardzie Szczecińskim wraz z określeniem warunków wtłaczania wód wykorzystanych do górotworu. Nr CAG 2067/2008.
- Bielec B., Kukuła M., 2010 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Poronin PAN-1. *GEOPROFIL Sp. z o.o.*, Kraków. Nr CAG 7882/2010.
- Bielec B., Operacz A., 2018 – Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych „Chochółów PIG-1”, miejsc. Witów, gm. Kościelisko, pow. tatrzański, woj. małopolskie. *VENA*, Kraków. Nr CAG 3004/2018.
- Bielec B., Operacz A., 2020 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w Jachrance (otwory: Jachranka GT-1 i Jachranka GT-2K), gm. Serock, pow. legionowski, woj. mazowieckie. *VENA*, Kraków. Nr CAG 6962/2020.
- Bielec B., Operacz A., 2023 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z wtłaczaniem wód do górotworu otworem Chochółów GT-1. *HydroGeoTech Bielec B., Bochnia*. Nr CAG 14169/2023.
- Biernat H., Kapuściński J., 2011a – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w otworze Lidzbark Warmiński GT-1. *Przeds. Geolog. POLGEOL S.A.*, Warszawa. Nr CAG 525/2012.
- Biernat H., Kapuściński J., 2011b – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w otworze Tarnowo Podgórne GT-1. *POLGEOL S.A.*, Warszawa. Nr CAG 114/2012.
- Biernat H., Kapuściński J., Niewiarowicz J., Martyka P., 2011 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych w Kleszczowie wraz z określeniem warunków wtłaczania wód wykorzystanych do górotworu. *Przeds. Geologiczne POLGEOL S.A.*, Warszawa. Nr CAG 2565/2012.
- Biernat H., Kapuściński J., Pijewski G., Martyka P., Barszczewska M., Nowak K., 2012 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w otworze Trzęsacz GT-1. *Przeds. Geologiczne POLGEOL S.A.*, Warszawa. Nr CAG 3860/2013.
- 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: 17–27

- Biernat H., Martyka P., Kotko D., Pająk Ł., Czapla K., Zwierzyński M., 2015 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury górnej i jury środkowej w Celejowie. POLGEOL, Warszawa. Nr CAG 3535/2015.
- Bojarski L., 1982 – Wyniki opróbowania poziomów zbiornikowych. [W:] Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego, z. 56: Środa IG 2, Środa IG 3 (red., Gajewska I. Raczyńska A.), Wyd. Geol., Warszawa.
- Bojarski L., Sadurski A., 2000 – Wody podziemne głębokich systemów krążenia na Niżu Polskim. Prz. Geol., 48(7): 587–595.
- Bruszevska B., 2000 – Warunki geotermiczne Dolnego Śląska. Prz. Geol., 48(7): 639–643.
- Bujakowska K., Biernat H., Bentkowski A., Kapuściński J., 1995 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej dla potrzeb m. Pyrzyc, woj. szczecińskie. Przeds. Geol. Polgeol, Warszawa. Nr CAG 337/96.
- Bujakowski W., Barbacki A., Bielec B., Hołojuch G., Kasztelewicz A., Kępińska B., Miecznik M., Pająk Ł., Skrzypczak R., Tomaszewska B., 2014 – Dodatek nr 1 do dok. hydrogeologicznej zasobów eksploatacyjnych ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w Skierniewicach w związku z ustaleniem zasobów eksploatacyjnych otworu Skierniewice GT-1 oraz określeniem warunków wtlaczania wód do górotworu. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, Kraków. Nr CAG 193/2015.
- Bujakowski W., Mokrzycki E., Barbacki A., Bielec B., Hołojuch G., Kasztelewicz A., Kępińska B., Miecznik M., Pająk Ł., Skrzypczak R., Tomaszewska B., 2013 – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej podziemnych wód mineralnych z utworów paleogenu - otwór Rabka IG-1 i utworów kredy-paleogenu - otwór Poręba Wielka IG-1 w związku z ustaleniem nowych zasobów eksploatacyjnych wód termalnych otworu Poręba Wielka IG-1. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, Kraków. Nr CAG 4706/2013.
- Bujakowski W., Bielec B., Meisel G., Kasztelewicz A., Miecznik M., Pająk Ł., Pasek P., Pierzchała K., Tomaszewska B., Tyszer M., 2023 – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów eksploatacyjnych ujęcia wód termalnych z utworów kredy dolnej opracowany w związku z wykonaniem otworu Mszczonów GT-1 oraz rekonstrukcją otworu Mszczonów IG-1, miejscowość Mszczonów, gm. Mszczonów, pow. żyrardowski, woj. mazowieckie. Inst. Gosp. Sur. Min. i Energią PAN, Kraków. Nr CAG 15368/2023.
- Bystroń K., Guty Ł., Długosz P., 2020 – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych w Toruniu wraz z określeniem warunków wtlaczania wód wykorzystanych do górotworu (otwór eksploatacyjny – Toruń TG-1, otwór chłonny – Toruń TG-2), gm. i pow. Toruń, woj. kujawsko-pomorskie. Pro-Invest Solutions Sp. z o.o. Sp. Kom., Kraków. Nr CAG 6550/2020.
- Bystroń K., Szczurek S., Woźniak T., Długosz P., 2023a – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Koło GT-2 w miejscowości Koło, gm. Koło, pow. kolski, woj. wielkopolskie. PROINSOL Sp. z o.o. Sp. Kom., Kraków. Nr CAG 12180/2023.
- Bystroń K., Woźniak T., Szczurek S., Długosz P., Długosz J., 2023b – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w Sieradzu wraz z określeniem warunków wtlaczania wykorzystanych wód do górotworu (otwór eksploatacyjny Sieradz GT-1, otwór chłonny Sieradz GT-2). PROINSOL Sp. z o.o. Sp. Kom., Kraków. UOS Drilling S.A., Warszawa. Nr CAG 1969/2024.
- Castany G., 1972 – Poszukiwanie i eksploatacja wód podziemnych. Wyd. Geol., Warszawa.
- Chmura K., Chudek M., 1999 – Geotermomechanika górnicza. Wydaw. Geol., Katowice.

- Chowaniec J., 2003 – Wody podziemne niecki podhalańskiej [W:] Współczesne problemy hydrogeologii. Tom XI, cz. 1: 45–53. Gdańsk.
- Chowaniec J., 2009 – Studium hydrogeologii zachodniej części Karpat polskich. Biul. Państw. Inst. Geol., 434: 1–98.
- Chowaniec J., 2012 – „Gorąca kopalina” niecki podhalańskiej na tle innych niecek przytatrzańskich. Biul. Państw. Inst. Geol., 448: 229–238.
- Chowaniec J., Poprawa D., 1986 – Dokumentacja hydrogeologiczna w kat. B zasobów wód podziemnych z utworów oligocenu ujętych otworem Zazadnia IG-1. Przeds. Hydrogeolog., Kraków. Nr CAG 15893.
- Chowaniec J., Barbacki A., Bujakowski W. i in., 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych wód termalnych z utworów eocenu i triasu ujętych otworami Bańska PGP-1 i Biały Dunajec PGP-2, gm. Szaflary i Biały Dunajec, woj. małopolskie. PIG, Oddz. Karpacki, Kraków. Nr CAG 1209/99.
- Chowaniec J., Długosz P., Drozdowski B., Nagy S., Poprawa D., Witczak S., Witek K., 1997 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód termalnych niecki podhalańskiej. PIG Oddz. Karpacki, Kraków. Nr CAG 594/98.
- Chowaniec J., Poprawa D., Witek K., 2001 – Występowanie wód termalnych w polskiej części Karpat. Prz. Geol., 49(8): 734–742.
- 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. PIG-PIB, Kraków. Nr CAG: 626/2012.
- Chowaniec J., Gorczyca G., Gągulski T., Patorski R., 2015 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód leczniczych antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa. Nr CAG 2296/2016.
- Ciężkowski W., 1980 – Hydrogeologia i hydrochemia wód termalnych Łąka Zdroju. Probl. Uzdrow., z. 4 (150): 125–193.
- Ciężkowski W., red., 2007 – Współoddziaływanie wód zwykłych i leczniczych – zasady dokumentowania, ochrony i gospodarki wodnej. Oficyna Wyd. PWR., Wrocław.
- Ciężkowski W., Kapuściński J., 2011 – Wyznaczanie granic obszaru i terenu górniczego dla złóż wód podziemnych uznanych za kopaliny. Poradnik metodyczny. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Ciężkowski W., Doktor S., Graniczny M., Kabat T., Kozłowski J., Liber-Madziarz E., Przylibski T., Teisseyre B., Wiśniewska M., Zuber A., 1996 – Próba określenia obszarów zasilania wód leczniczych pochodzenia infiltracyjnego w Polsce na podstawie badań izotopowych. Zał. 20 – Źłoże wód leczniczych Łąka-Zdroju. Arch. ZBU „Zdroje”, Wrocław.
- Ciężkowski W., Michniewicz M., Przylibski T. A., 2011 – Wody termalne na Dolnym Śląsku. [W:] Mezozoik i Kenozoik Dolnego Śląska (red. A. Żelaźniewicz i in.). WIND, Wrocław.
- Ciężkowski W., Rasała M., Tunak A., Grzybowski Ł., 2012 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód leczniczych IL-1-Źródło Solankowe z utworów górnej jury na terenach miasta Inowrocławia. Prac. Geol.-Inż. A. Tunak, Wrocław. Nr CAG 3076/2012.
- Ciężkowski W., Kielczawa B., Liber-Makowska B., Przylibski T.A., Żak S., 2016 – Wody lecznicze regionu sudeckiego – wybrane problemy. Prz. Geol., 64(9): 671–682.
- Cwojdzinski S., 2020 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Złoty Stok (902). PIG-PIB, Warszawa. Cymerman Z., 2019 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kudowa Zdrój (899) i Duszniki Zdrój (900). PIG-PIB, Warszawa.

- Cymerman Z., 2019 – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Kudowa Zdrój (899) i Duszniki Zdrój (900). PIG-PIB, Warszawa.
- Czerski M., Wojtkowiak A., Fistek J., 1991 – Aneks do dokumentacji zasobów termalnej wody mineralnej w kat. C z 1985 r. w Grabinie gmina Niemodlin woj. opolskie (otwór ODRA 5/I). PIG, Warszawa. Nr CAG 785/91.
- Dadlez R., 1998 – Epikontynentalne baseny sedimentacyjne w Polsce, od dewonu po kredę - Zależności rozwoju od budowy skorupy krystalicznej. Pr. Państw. Inst. Geol., 165: 17–30.
- Dadlez R., 2001 – Przekroje geologiczne przez bruzdę śródpolską. PIG, Warszawa.
- Dąbrowski S., Górski J., Kapuściński J., Przybyłek J., Szczepański A., 2004 – Metodyka określania zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych. Poradnik metodyczny. Min. Środ., Warszawa.
- Dąbrowski S., Przybyłek J., 2005 – Metodyka próbnych pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych. Poradnik metodyczny. Min. Środ., Warszawa.
- Dendys M., 2018 – Hydrodynamiczne uwarunkowania krążenia wód termalnych i leczniczych w utworach cenomanu niecki miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego. IGSMiE PAN. Studia, Rozprawy, Monografie, 208: 1–110.
- Dowgiałło J., 2001 – Sudecki region geotermiczny (SRG) – określenie, podział, perspektywy poszukiwawcze. [W:] Współczesne problemy hydrogeologii. T. X, cz. 1: 301–308. Wyd. Sudety, Wrocław.
- Dowgiałło J., 2007 – 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). PIG, Warszawa.
- Dowgiałło J., Fistek J., 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód leczniczych Jelenia Góra-Cieplice, gm. Jelenia Góra, woj. jeleniogórskie. Nr CAG 1210/99.
- Dowgiałło J., Karski A., Potocki I., 1969 – Geologia surowców balneologicznych. Wydaw. Geol., Warszawa.
- Dowgiałło J., Kleczkowski A.S., Macioszczyk T., Rózkowski A. (red.), 2002 – Słownik hydrogeologiczny. PIG, Warszawa.
- Dowgiałło J., Paczyński B., 2002 – Podział regionalny wód leczniczych Polski. [W:] Ocena zasobów dyspozycyjnych wód potencjalnie leczniczych. Poradnik metodyczny (red. B. Paczyński): 17–23. PIG, Warszawa.
- Dulski K., 1993 – Dokumentacja hydrogeologiczna odwiertu chłonnego C-1 w Ustroniu, gm. Ustroń, woj. Bielsko-Biała, zlewnia Wisły. Balneoprojekt. Nr CAG 1366/93.
- EGEC GEOTHERMAL, 2022 – European Geothermal Energy Council, „EGEC Geothermal Market Report 2022”, Bruksela.
- Felter A., Skrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Stożek J., Gryczko-Gostyńska A., 2015 – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce, skala 1:1 000 000 (wg stanu na 31.12.2014). PIG-PIB, Warszawa.
- Felter A., Skrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Stożek J., Gryczko-Gostyńska A., 2016 – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce, skala 1:1 000 000 (wg stanu na 31.12.2015). PIG-PIB, Warszawa.
- Felter A., Skrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Stożek J., Gryczko-Gostyńska A., 2017 – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce, skala 1:1 000 000 (wg stanu na 31.12.2016). PIG-PIB, Warszawa.
- Felter A., Skrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Stożek J., Gryszkiewicz I., Gryczko-Gostyńska A., 2018 – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce, skala 1:1 000 000 (wg stanu na 31.12.2017). PIG-PIB, Warszawa.
- Felter A., Skrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Sosnowska M., Stożek J., Gryszkiewicz I.,

- Wrzosek A., 2019 – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce, skala 1:1 000 000 (wg stanu na 31.12.2018). PIG-PIB, Warszawa.
- Felter A., Filippovits E., Gryszkiewicz I., Lasek-Woroszkievicz D., Skrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Sosnowska M., Stożek J., Wrzosek A., 2021a – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce, skala 1:1 000 000 (wg stanu na 31.12.2019). PIG-PIB, Warszawa.
- Felter A., Filippovits E., Gryszkiewicz I., Lasek-Woroszkievicz D., Skrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Sosnowska M., Stożek J., 2021b – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce, skala 1:1 000 000 (wg stanu na 31.12.2020). PIG-PIB, Warszawa.
- Felter A., Filippovits E., Gryszkiewicz I., Lasek-Woroszkievicz D., Skrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Sosnowska M., Stożek J., 2022 – Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce, skala 1:1 000 000 (wg stanu na 31.12.2021). PIG-PIB, Warszawa.
- Fistek J., Fistek A., 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód leczniczych (szczaw) Dusznik Zdroju (aneks aktualizujący dokumentację zasobową z 1965 r.). Nr CAG 2610/2000.
- Fistek J., Fistek A., 2002 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych szczaw termalnych ujętych otworem Duszniki GT-1. UPiB Geol.-Hydrogeol., Warszawa. Nr CAG 3177/2002.
- Gajewska I., Raczynska A., red., 1982 – Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego, z. 56: Środa IG 2, Środa IG 3, Wyd. Geol., Warszawa.
- Gągulski T., Chowaniec J., Gorczyca G., Operacz T., Tott M., Patorski R., Śmietanski L., Koziara T., Strojna K., Gryczko-Gostynska A., Felter A., 2018 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód leczniczych, siarczkowych w rejonie Buska-Zdroju i Solca-Zdroju, pow. buski i pińczowski, woj. świętokrzyskie, zlewnia rzeki Nidy i Wisły, region wodny Górnej Wisły. PIG-PIB, Oddz. Karpacki, Kraków; PIG-PIB, Warszawa. Nr CAG 7317/2019.
- Gierwielanec J., 1970 – Z geologii Łącka Zdroju. Pr. Nauk. Inst. Geotech. PWR, nr 5, Wrocław.
- Gosk E., 1982 – Geothermal resources assesment. [W:] Geothermics and geothermal energy (ed. V. Čermák, R. Haenel).
- Górecki W. (red.), 1990 – Atlas wód geotermalnych Niżu Polskiego. ISE AGH, Kraków.
- 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 przedkarpackiego. AGH, Kraków.
- Górecki W. (red.), 2013 – Atlas geotermalny Karpat Wschodnich. AGH, Kraków.
- Górnik M., 2014 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Wołczyn VIIA złoża Wołczyn w Wołczynie. Zakład Wodociągów i Kanalizacji Spółka z o.o. w Wołczynie, Wołczyn. Nr CAG 2390/2015.
- Grabowski J., Waśkiewicz K., Wierzbowski H., red., 2023 – Profile Głębokich Otworów Wiertniczych, z.165: PIŁA 1/IG 1.
- Gryszkiewicz I., Socha M., Kępińska B., (red.), 2025 – Poradnik zagospodarowania potencjału geotermalnego w Polsce. PIG-PIB, Warszawa.

- Guterch A., Grad M., 2006 – Lithospheric structure of the TESZ in Poland based on modern seismic experiments. *Geol. Quart.*, 50(1): 23–32.
- Hajto M., 2008 – Baza zasobowa wód termalnych na Niżu Polskim – geologiczne i hydrogeologiczne uwarunkowania lokalizacji obszarów perspektywicznych. *Geologia*, 34(3): 503–526.
- Hajto M., 2014 – Potencjał geotermalny w rejonie zewnętrznych Karpat Zachodnich. *Technika Poszukiwań Geologicznych. Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, 1/2: 37–49.
- Harapińska-Depciuch M., 1969 – Osady piaszczyste barremu–albu środkowego w północno-zachodniej części synklinorium szczecińsko-mogileńskiego. *Kwart. Geol.*, 13(3).
- Harapińska-Depciuch M., 1971 – Osady kredy dolnej z obszaru niecki szczecińskiej, mogileńskiej i warszawskiej. Nr CAG 43928.
- Janowski M., Kolasa P., 2016 – Geotermalny system wspomagania zasilania w ciepło obiektu Solparku w miejscowości Kleszczów. *Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, 2: 67–78.
- Józefko I., Kukuła M., 2013 – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Szymoszkowa GT-1 w miejscowości Zakopane. *Przedsiębiorstwo Badań Geologicznych GEOPROFIL Sp. z o.o.*, Kraków. Nr CAG 3615/2013.
- Józefko I., Kukuła M., Bystron K., Kosiek K., 2018a – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne wód termalnych z utworów eocenu i triasu ujętych otworem „Bańska PGP-3” w miejsc. Bańska Niżna, gm. Szaflary, pow. nowotarski, woj. małopolskie. *Przeds. Bad. Geol. GEOPROFIL I. Józefko, M. Kukuła s.c.*, Kraków. Nr CAG 3262/2018.
- Józefko I., Kukuła M., Bystron K., Guty Ł., Kosiek K., 2018b – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych „Sieradz GT-1” w Sieradzu, gm. Sieradz, pow. sieradzki, woj. łódzkie. *Przeds. Bad. Geol. GEOPROFIL*, Kraków. Nr CAG 1826/2019.
- Kapica K., Twaród D., Plutecki P., Kopyto K., Kmuk P., Machowska K., Kacprowska J., Moskal I., 2022 – Energia ze źródeł odnawialnych w 2022 r.. Główny Urząd Statystyczny, Rzeszów.
- Kapuściński J., Bentkowski A., Biernat H., Bujakowski W., Graczyk S., 1997a – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych ujęcia wód termalnych z utworów kredy dolnej dla potrzeb miasta Mszczonowa. *PG POLGEOL*, Warszawa. Nr CAG 3409/97.
- Kapuściński J., Nagy S., Długosz P., Biernat H., Bentkowski A., Zawisza L., Macuda J., Bujakowska K., 1997b – Zasady i metodyka dokumentowania zasobów wód termalnych i energii geotermalnej oraz sposoby odprowadzania wód zużytych. *Poradnik metodyczny. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa*, Warszawa.
- Kapuściński J., Szymańska E., Hulboj A., Połujan-Kowalczyk M., Kubiczek I., Niewiarowicz J., Pijewski G., Krawczyk J., Gągulski T., Gorczyca G., Tott M., Kos J., Fiszer J., Kondel G., Pytel A., 2010 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód leczniczych i potencjalnie leczniczych Ziemi Kłodzkiej i obszaru jeleniogórskiego. *Przeds. Geol. Polgeol*, Warszawa. Nr CAG 8585/2011.
- Kapuściński J., Nowak K., Pijewski G., Szymańska E., 2012 – Dodatek do dokumentacji: Ujęcie termalnej wody mineralnej z utworów jury dolnej w otworze Swarzędz IGH-1 w Poznaniu ul. Wileńska ustalający zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w otworze Swarzędz IGH-1. *POLGEOL SA*, Warszawa. Nr CAG 1051/2013.
- Kapuściński J., Bystron K., Guty Ł., Wagner J., Renowski M., Noga B., Długosz P., 2019a – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych

- z utworów jury dolnej ujętych otworem Tomaszów Mazowiecki GT-1. PG POLGEOL, Warszawa. Nr CAG 4257/2021.
- Kapuściński J., Wagner J., Renowski M., Noga B., 2019b – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów kredy dolnej ujętych otworem Wręcza GT-1 w miejsc. Wręcza, gm. Mszczonów, pow. żyrardowski, woj. mazowieckie. HPC Polgeol S.A., Warszawa i Hydroeko, Warszawa. Nr CAG 3303/2019.
- Kapuściński J., Wagner J., Krygier M., Nalazek C., 2022 – Dodatek nr 2 do dokumentacji hydrogeologicznej ustalający zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w Stargardzie wraz z określeniem warunków zatłaczania wód do górotworu. HPC Polgeol S.A., Warszawa i Hydroeko, Warszawa. Nr CAG 6154/2022.
- Kępińska B., 2021 – Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce w latach 2019–2021. *Prz. Geol.*, 69(9): 559–565.
- Kępińska B., 2023 – Przegląd wykorzystania energii geotermalnej w Polsce w latach 2022-2023. Książka rozszerzonych abstraktów. VIII Ogólnopolski Kongres Geotermalny. Polskie Stowarzyszenie Geotermiczne, Kraków.
- Kępińska B., Bujakowski W. (red.), 2011 — Wytyczne projektowe poprawy chłonności skał zbiornikowych w związku z zatłaczaniem wód termalnych w polskich zakładach geotermalnych. Wyd. EJB, Kraków.
- Kielczawa B., 2013 – Charakterystyka hydrochemiczna wód termalnych Łądko-Zdroju. *Technika Poszukiwań Geologicznych. Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, 2: 105–116.
- KOBiZE, 2022 - Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2020 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2023. [online]: https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/monitorowanie_raportowanie_weryfikacja_emisji_w_eu_ets/WO_i_WE_do_monitorowania-ETS-2023.pdf
- KOBiZE, 2023: Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw dla źródeł o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, zastosowane do automatycznego wyliczenia emisji w raporcie do Krajowej bazy za rok 2022. [online]: https://krajowabaza.kobize.pl/docs/Wska%C5%BAniki_ma%C5%82e_%C5%BAr%C3%B3dla_spalania_paliw_2022.pdf
- Kowalski M., 2019 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych „PGI GT-1” w Turku. Pro-Invest Solutions Sp. z o. o., Kraków. Nr CAG 34/2020.
- Krawiec A., 2009 – Wody termalne w uzdrowisku Ciechocinek. *Technika Poszukiwań Geologicznych. Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, nr 2: 73–79.
- Krzywiec P., 2002 – Mid-Polish Trough inversion – seismic examples, main mechanisms, and its relationship to the Alpine-Carpathian collision. *EGU Stephan Mueller Special Publication Series*, 1: 151–165.
- Kucharski M., Sokołowski A., Sokołowski J., 2011 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęć wód leczniczych 11, 14, 16, 19a z utworów jurajskich w Ciechocinku. Krajowa Izba Gospodarcza „Przemysł rozlewniczy”, Bielsko-Biała. Nr CAG 4081/2012.
- Kukuła M., Bystron K., Guty Ł., Kosiek K., Długosz P., 2019 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Koło GT-1 w miejscowości Chojny, gm. Koło, pow. kolski, woj. wielkopolskie. G-Drilling S.A., Warszawa. Nr CAG 4370/2020.
- Kukuła M., Kosiek K., Czełusniak P., 2020 – Dodatek nr 2 do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z otworu Białka Tatrzańska GT-1 w miejscowości Białka Tatrzańska, gm. Bukowina Tatrzańska, pow. tatrzański z/s w Zakopanem, woj. małopolskie. Przedsiębiorstwo Badań Geologicznych GEOPROFIL, Kraków. Nr CAG 5188/2020.

- Kukuła M., Kosiek K., Posyniak A., 2021 – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w związku z wtłaczaniem wód do górotworu otworem Biały Dunajec PGP-5 w miejsc. Biały Dunajec, gm. Biały Dunajec, pow. tatrzański, woj. małopolskie. Nr CAG 8598/2021.
- Kukuła M., Bystróż K., Szczurek S., Kosiek K., Długosz P., Wieczorek J., 2022 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Białka Tatrzańska GT-2 z utworów podfliszowych niecki podhalańskiej w miejscowości Białka Tatrzańska, gm. Bukowina Tatrzańska, pow. tatrzański, woj. małopolskie. Nr CAG 11758/2022.
- Kukuła M., Kosiek K., Guty Ł., 2023 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Wołomin GT-1 w Wołominie. Nr CAG 964/2024.
- Lamarche J., Scheck M., Lewerenz B., 2003 – Heterogeneous tectonic inversion of the Mid-Polish Trough related to crustal architecture, sedimentary patterns and structural inheritance. *Tectonophysics*, 373: 75–92.
- Lasota J., Malon A., Sokołowski J., 2024 – Solanki, wody lecznicze i termalne. W: Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2023 r. (red. M. Szuflicki i in.). Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa.
- Leszczyński K., zespół, 2011 – Profile głębokich otworów wiertniczych Państwowego Instytutu Geologicznego, z. 129: Grudziądz IG-1. Liber E., 2007 – Współdziałanie pomiędzy źródłami wód termalnych w Łądku-Zdroju. *Górnictwo i Geologia*, Pr. Nauk. Inst. Górn. Pol. Wr., Nr 118, *Studia i Materiały*, Nr 33. Of. Wyd. Pol. Wr., Wrocław: 81–88.
- Liber-Makowska E., Ciężkowski W., 2018 – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej wód leczniczych w Jeleniej Górze-Cieplicach, gm. M. Jelenia Góra, pow. jeleniogórski, woj. dolnośląskie, zlewnia Kamiennej. Politech. Wrocławska, Wydz. Geoinż., Górn. i Geol., Wrocław. Nr CAG 3372/2019.
- Łukaczyński I., Polaczek P., 2014a – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych otworem KT-1 w Karpnikach k/Jeleniej Góry. Nowe Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne s.c., Częstochowa. Nr CAG 38/2015.
- Łukaczyński I., Polaczek P., 2014b – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych otworem ST-1 w Stanisławowie k/Jeleniej Góry. Nowe Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne s.c., Częstochowa. Nr CAG 39/2015.
- Majorowicz J., Wróblewska M., Krzywiec P., 2002 – Interpretacja i modelowanie ziemskiego strumienia ciepłego na obszarze eksperymentu sejsmicznego POLONAISE'97 – analiza krytyczna. *Przegląd Geologiczny*, 50, 11: 1082–1091.
- Małecka D., Małecki J., Murzynowski, 1994 – Dokumentacja hydrogeologiczna wraz z aneksem ujęcia wód termalnych na Antałówce w Zakopanem /otwory: Zakopane-IG-1, Zakopane-2. Uniwersytet Warszawski, Warszawa. Nr CAG 1826/98.
- Mankiw G., Taylor M.P., 2009 – Makroekonomia. PWE, Warszawa.
- Marek S., 1997 – Kreda dolna (berias–alb górny). Litostratygrafia i litofacje. Sedymentacja, paleogeografia i paleotektonika. [W:] *Epikontynentalny perm i mezozoik w Polsce* (red. S. Marek, M. Pajchłowa). Pr. Państw. Instyt. Geol., 153: 386–402.
- Matyja H., zespół, 2007 – Profil stratygraficzny otworu wiertniczego Jamno IG 3. [W:] *Profile głębokich otworów wiertniczych – Jamno IG-1, IG-2, IG-3* (red., H. Matyja), PIG, Warszawa. Zeszyt 124: 19–22.
- Michalik A., 1972 – Dokumentacja hydrogeologiczna podziemnych wód mineralnych z utworów kredy i dewonu w Ustroniu pow. Cieszyń dla Dzielnicy Leczniczo-Rehabilitacyjnej woj. katowickie zlewnia Wisły. PIG Oddz. Karpacki, Kraków. Nr CAG 9621 CUG.
- Muffler L.P.J., Cataldi R., 1978 – Methods for regional assessment of geothermal resources.

Geothermics, 7.

- Myśliwiec A., Szczeniak-Szlagowska A., Zwierzchowska T., Mielniczuk M., Mielniczuk W., Zięba M., 2015 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód termalnych z utworów jury dolnej ujętych otworem Konin GT-1 w Koninie (Wyspa „Pociejewo”). Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o., Warszawa. Nr CAG 1817/2016.
- Nawrocki J., 2020 – Pole geotermiczne i regiony geotermalne na Niżu Polskim [W:] Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych i leczniczych termalnych w wybranych obszarach zurbanizowanych wraz z analizą geośrodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania (M. Socha, red.). PIG-PIB, Warszawa.
- Nawrocki J., Socha M., 2021 – Regiony hydrogeotermalne na Niżu Polskim. *Prz. Geol.*, 69 (9): 578–593.
- Noga B., Wagner J., Renowski M., Kurkowski J., Przybylik G., 2023 – Dokumentacja geologiczna inna z wykonania prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów wód termalnych w otworze eksploatacyjnym Kleszczów GT-1. Nr CAG 3026/2023.
- Ney R., Sokołowski J., 1987 – Wody geotermalne Polski i możliwości ich wykorzystania. *Nauka Polska*, 6.
- Oficjalska H., Grochowska M., Dobkowska A., Krawczyński J., Bestyński Z., Starościak A., Żmijewski Ł., Gontarz Ż., Rodzoch A., Muter K., Karwacka K., 2009 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby dyspozycyjne wód leczniczych Rabki-Zdroju. SEGI-AT Sp. z o.o., Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód – HYDROEKO, Warszawa. Nr CAG 6069/2010.
- Pacholewski A., Wiktorowicz B., Kos M., Młyńczak T., Lipiec I., Felter A. Socha M., 2015 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych i leczniczych Cudzynowice GT-1 z utworów górnej kredy, miejscowość Cudzynowice, gm. Kazimierza Wielka, pow. kazimierski, woj. świętokrzyskie.. PIG-PIB, Warszawa. Nr CAG 4440/2015.
- Paczyński B., Płochniewski Z., 1996 – Wody mineralne i lecznicze Polski. PIG, Warszawa.
- Paczyński B., Sadurski A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. T. II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane. PIG, Warszawa.
- Pająk L., Bujakowski W., 2011 - Porównanie cen zakupu energii pochodzącej z polskich ciepłowni geotermalnych z energią innych dostawców w świetle obowiązujących taryf rozliczeniowych. *Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, (1-2), 237-244.
- Pazdro Z., Kozerski B., 1990 – Hydrogeologia ogólna. Wydaw. Geol., Warszawa.
- Pęksa A., 1972 – Dokumentacja wynikowa otworu: Grudziądz IG-1. PIG, Warszawa. Nr CAG 116122 CUG.
- Płochniewski Z., 1974 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wody mineralnej z utworów jury w Łagowie. IG, Warszawa. Nr CAG 11186 CUG.
- Płochniewski Z., 1980 – Dokumentacja zasobów wody mineralnej z utworów triadu dolnego we Fromborku (otwór Frombork IGH-1). Nr CAG 13780 CUG.
- Płochniewski Z., Hordejuk T., 1975 – Dokumentacja zasobów wód mineralnych z utworów triasu w Trzebnicy województwo wrocławskie. Insty. Geol. Zakład Hydrogeol., Warszawa. Nr CAG 11358 CUG.
- Płochniewski Z., Stachowiak J., 1981a – Dokumentacja zasobów termalnej wody mineralnej z utworów kredy dolnej w otworze Dobrów IGH-1 woj. konińskie. CUG – Inst. Geol., Warszawa. Nr CAG 13468 CUG.
- Płochniewski Z., Stachowiak J., 1981b – Dokumentacja zasobów termalnej wody mineralnej z utworami kredy dolnej w otworze Ślesin IGH-1 w miejscowości Głębockie w kat. C. PIG,

- Warszawa. Nr CAG 2120/99.
- Ponikowska I. (red.), 2015 – Encyklopedia balneologii i medycyny fizykalnej. Wyd. ALUNA, Warszawa–Konstanin-Jeziorna.
- Poprawa D., Konior D., zespół, 1981 – Dokumentacja zasobów wód mineralnych rejon Jaworza/otwór Jaworze IG-1, otwór Jaworze IG-2/ miejscowość Jaworze, woj. bielskie, zlewnia Wisły. PIG, Warszawa. Nr CAG 13781 CUG.
- Porwisz B., Chowaniec J., Gorczyca G., Kowalski J., Koziara T., 2002 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód leczniczych i towarzyszących im lub współwystępujących odrębnie wód potencjalnie leczniczych na obszarze Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Przeds. Geol., Kraków. Nr CAG 3009/2003.
- Porwisz B., Radwan J., Grządziel A., 2012 – Dodatek nr 1 do d.h. dla ustalenia zasobów eksploatacyjnych wód termalnych w otworze Bukowina Tatrzańska PIG/PNiG-1. Z.U.H s.c. Kraków. Nr CAG 5102/2012.
- Posyniak A., 2015 – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych „Poddebice GT-2” z utworów kredy dolnej w Poddebicach. G-DRILLING S.A., Warszawa. Nr CAG 1602/2015.
- Požaryski W., Żytko K., 1979 – Aulakogen środkowopolski a geosynklina karpacka. Prz. Geol., 27: 305–311.
- Proszak-Miąsik D., Nowak K., 2019 – Metody ograniczania niskiej emisji w zabudowie miejskiej. Instal, 6: 18–22.
- Rasała M., Ciężkowski W., Wąsik M., Kiełczawa B., 2019 – Dokumentacja geologiczna z wykonania prac geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów złoża kopalin w związku z wykonaniem otworu poszukiwawczego za wodami termalnymi LZT-1 w Łądku Zdroju, gm. Łądek Zdrój, pow. kłodzki, woj. dolnośląskie. Nr CAG 9119/2019.
- Rogalski L., 2005 – Emisja do atmosfery zanieczyszczeń gazowych powstałych ze spalania różnych paliw. Zesz. Probl. Postępów Nauk Rolniczych, 505: 353–359.
- Sadurski A., Skrzypczyk L., Socha M., Szewczyk J., Kijewska S., Sokołowski J., 2010 – Identyfikacja regionów geotermalnych. PIG-PIB, Warszawa.
- Saługa P.W., 2017 – Dobór stopy dyskontowej dla długoterminowych projektów sekwencyjnych z branży surowców mineralnych. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management, 33(3): 49–70.
- Sierżęga P., 2002 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych wód leczniczych hipertermalnych z utworów dolnojurajskich w miejsc. Marusza – otwór Grudziądz IG-1. Nr CAG 2983/2002.
- Sierżęga P., Tomaszewski A., 2015 – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wody mineralnej do celów leczniczych z utworów permu w Ustce (otwór Ustka IGH-1), woj. pomorskie. Mosty Gdynia s.c., Gdynia. Nr CAG 1491/2016.
- Skłodowska M., 2022 – Czego potrzebuje geotermia w Polsce? Internet: <https://wysokienapiecie.pl/71786-czego-potrzebuje-geotermia-w-polsce/> (dostęp: 31.12.2023).
- Skrzypczyk L., Sokołowski J., 2022 – Wody podziemne zaliczone do kopalin. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2021 r. (red. M. Szuflicki i in.): 496–514. PIG–PIB, Warszawa.
- Smith L.D., 1994 – Discount Rates and Risk Assessment in Mineral Project Evaluations. Transactions Institution of Mining & Metallurgy (Sect. A: Mineral Industry).
- Smith L.D., 2000 – Discounted Cash Flow Analysis and Discount Rates. Special Session on Valuation of Mineral Properties Mining Millennium 2000, March 8, 2000, Toronto, Ontario.
- Socha M. (red.), 2020a – Ocena potencjału energetycznego i surowcowego wód termalnych i leczniczych termalnych w wybranych obszarach zurbanizowanych wraz z analizą

- geośrodowiskowych oraz ekonomicznych uwarunkowań ich zagospodarowania. PIG-PIB, Warszawa.
- Socha M. (red.), 2020b – Wody jako kopalina. [W:] Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31.12.2018 r. (red. K. Szamalek i in.). PIG-PIB, Warszawa.
- Sokołowski S., 1973 – Geologia paleogenu i mezozoicznego podłoża południowego skrzydła niecki podhalańskiej w profilu głębokiego wiercenia w Zakopanem. Biul. Inst. Geol., 265: 5–74.
- Sokołowski S., Chowaniec J., Poprawa D., 1974 – Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów eocenu – mezozoiku, nawierconych w otworach Siwa Woda IG-1 i Hruby Regiel IG-2 w miejscowości Witów i Kościelisko, woj. krakowskie, pow. tatrzański, zlewnia Dunajec. PIG Oddz. Karpacki, Kraków. Nr CAG 10811 CUG.
- Sokołowski A., Szarszewska Z., 1985 – Aneks nr 2 do „Dokumentacji hydrogeologicznej wód leczniczych Iwonicza-Zdroju i Lubatówki” zasoby eksploatacyjne ujęć wody. Balneoprojekt, Warszawa. Nr CAG 8127c CUG.
- Sokołowski J. (red.), 1995 – Prowincje i baseny geotermalne Polski. Polska Geotermalna Asocjacja, Centr. Podst. Probl. Gosp. Sur. Min. i Energ. PAN, Kraków.
- Sokołowski J., Felter A., Kielczawa B., Krawiec A., Liber-Makowska E., Porwisz B., Sadurki A., Skrzypczyk L., Sosnowska M., Stożek J., Śmiałowski L., Walczak M., 2022 – Dokumentowanie zasobów eksploatacyjnych ujęć wód leczniczych. Poradnik metodyczny. PIG-PIB, Warszawa.
- Sokołowski J., Filippovits E., Gryszkiewicz I., Kopera P., Lasek-Woroszkievicz D., Lasota J., Mikołajków J., 2024 – Zagospodarowanie wód leczniczych i solanek w Polsce wg stanu na 31 XII 2023 r. PIG-PIB, Warszawa.
- Sokołowski J., Skrzypczyk L., 2023 – Solanki, wody lecznicze i termalne. [W:] Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2022 r. (red. M. Szuflicki i in.): 496–513. PIG-PIB, Warszawa.
- Sokołowski J., Sosnowska M., 2021 – Aspekty formalnoprawne i metodyczne dokumentowania zasobów wód leczniczych, termalnych i solanek, wynikające z faktu zaliczenia ich do kopalin. Gór. Odkryw., 1: 4–10.
- Sokołowski J., Skrzypczyk L., Malon A., 2015 – Problematyka wyznaczania granic złóż wód leczniczych, termalnych i solanek. Prz. Geol., 63(10/1): 1059–1062.
- Sowiżdżał A., Górecki W., 2013 – Możliwości wykorzystania energii geotermalnej w rejonie zapadliska przedkarpackiego. Tech. Posz. Geol., 52(2): 59–73.
- Staśko S., 2010 – O wodach podziemnych w utworach krystalicznych Sudetów i ich przedpola. Biul. Państw. Inst. Geol., 440: 135–144.
- Stupnicka E., 2013 – Geologia regionalna Polski. Wydanie III, zmienione. Wydaw. Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Szarszewska Z., 1967 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód leczniczych Łącka-Zdroju wraz z aneksem (1969). Obsługa Uzdrowisk, Warszawa. Nr CAG 8056 CUG.
- Szarszewska Z., 1978 – Dokumentacja hydrogeologiczna w kat. "B" wód mineralnych ujętych otworem Czeszewo IG-1 w Czeszewie k/Miłosławia, zlewnia Warty. Balneoprojekt Biur. Proj. i Usł. Tech. Branży Uzdr., Warszawa. Nr CAG 12231 CUG.
- Szarszewska Z., 1981 – Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód leczniczych w kategorii B ujętych odwiertem „Warszawa IG-1” w Konstancinie, zlewnia Wisły. Balneoprojekt, Warszawa. Nr CAG 12733b CUG.
- Szarszewska Z., 1988 – Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody podziemnej dla celów leczniczych (solanki) z utworów jury dolnej w miejscowości Dziwnówek, zlewnia Bałtyku. Balneoprojekt Biur. Proj. i Usł. Tech. Branży Uzdr., Warszawa. Nr CAG 16724 CUG.

- Szarszewska Z., 1989 – Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wody mineralnej z utworów jury dolnej w miejscowości Kotuń k/Piły. Balneoprojekt, Warszawa. Nr CAG 16805 CUG.
- Szarszewska Z., Madej E., 1974 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód leczniczych z utworów prekambriu ujętych otworem L-2 (700 m) w Łądku-Zdroju. Nr CAG 10882 CUG.
- Szlagowska A., Myśliwiec A., 2012 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód leczniczych ujętych otworem GZ-1 z utworów jurajskich i ujętych otworem GZ-2 z utworów kredowych Gołdapi. Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o., Kielce. Nr CAG 5363/2012.
- Szymańska D., 1968 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód mineralnych ujętych otworem Środa IG-2 w Koszutach. P.P. Obsługa Techniczna Uzdrowisk, Warszawa. Nr CAG 8596 CUG.
- Szymańska D., 1972 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód leczniczych ujętych otworem Jamno IG-3 w miejscowości Chłopy. Balneoprojekt, Warszawa. Nr CAG 11147 CUG.
- Szymańska D., 1978 – Dokumentacja hydrogeologiczna wód mineralnych ujętych otworem „Wilga IG-1” w miejscowości Sobienie Kiełczawskie/Aneks do dokumentacji w kat. C. Balneoprojekt, Warszawa. Nr CAG 11643b CUG.
- Tarkowski R. (red.), 2010 – Potencjalne struktury geologiczne do składowania CO₂ w utworach mezozoiku Niżu Polskiego (charakterystyka oraz ranking). IGSMiE PAN. Studia, Rozprawy Monografie: 1–164.
- Wagner J., Kapuściński J., Bielecki P., Noga B., Gajowczyk P., Mazur M., Wichowska A., Łaski P., 2019 – Dokumentacja otworowa otworu badawczo-eksploatacyjnego Sochaczew GT-1, miejscowość Sochaczew, gm. m. Sochaczew, pow. sochaczewski, woj. mazowieckie. HPC Polgeol S.A., Warszawa. Nr CAG 5728/2020.
- Waligóra J., Krawiec A., Kolber E., Kiełczawa B., 2016 – Dodatek nr 1 do dokumentacji hydrogeologicznej wód leczniczych ujętych otworem „IG-1”, miejscowość Krynica Morska, gm. Krynica Morska, pow. nowodworski, woj. pomorskie. Hydro-Nafta Sp. z o.o., Piła Przeds. Inż.-Techn. Geologus, Miłówka. Nr CAG 3884/2016.
- WFOŚiGW, 2021: Zestawienie wzorów i wskaźników emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza. [online]: <https://www.wfosgw.poznan.pl/wp-content/uploads/2022/03/Definicja-i-wzor-efektu-OA-2022-1.pdf>
- Żaba-Nieroda R., 2017 – Sektor energetyczny jako producent energii elektrycznej i emitent zanieczyszczeń środowiska w sytuacji nowych standardów ekologicznych. Pr. Nauk. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 491: 376–388.

Akty prawne

- Dz.U. UE. L. 2010.334.17: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych.
- Dz.U. 2012 poz. 511: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż.
- Dz. U. 2016 poz. 1757, t.j.: Rozporządzenie Ministra Budownictwa z dnia 14 lipca 2006 w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych
- Dz.U. 2016 poz. 2008: Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 1 grudnia 2016 r. w sprawie wymagań jakościowych dotyczących zawartości siarki dla olejów oraz rodzajów instalacji i warunków, w których będą stosowane ciężkie oleje opałowe.

- Dz.U. 2016 poz. 2033: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.
- Dz.U. 2017 poz. 2075: Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej.
- Dz.U. 2017 poz. 2293, z późn. zm.: Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 8 grudnia 2017 r. w sprawie planów ruchu zakładów górniczych.
- Dz.U. 2018 poz. 605: Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 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. 2018 poz. 1158: Obwieszczenie Ministra Energii z dnia 16 maja 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu gazowego.
- Dz. U. 2019 poz. 1311: Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych
- Dz.U. 2019 poz. 1839: Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko.
- Dz. U. 2019 poz. 1220: Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 28 czerwca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, których odprowadzenie w ściekach przemysłowych do urządzeń kanalizacyjnych wymaga uzyskania pozwolenia wodnoprawnego.
- Dz.U. 2020 poz. 1860: Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów.
- Dz.U. 2020 poz. 2449: Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 6 grudnia 2016 r. w sprawie innych dokumentacji geologicznych.
- Dz.U. 2021 poz. 998, t.j.: Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 15 listopada 2011 r. w sprawie operatu ewidencyjnego oraz wzorów informacji o zmianach zasobów złoża kopaliny.
- Dz.U. 2021 poz. 1301, t.j.: Ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych.
- Dz.U. 2022 poz. 2039: Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 5 września 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o kombatantach oraz niektórych osobach będących ofiarami represji wojennych i okresu powojennego.
- Dz.U. 2022 poz. 2856: Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 23 grudnia 2022 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych.
- Dz.U. 2023 poz. 155, t.j.: Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji.

- Dz.U. 2023 poz. 589, t.j.: Ustawa z dnia 12 czerwca 2015 r. o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych.
- Dz.U. 2023 poz. 1094, t.j.: Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko.
- Dz. U. 2024 poz. 757, t.j.: Ustawa z 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków
- Dz.U. 2024 poz. 1290, t.j.: Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze
- Dz. U. 2024 poz. 1087, t.j.: Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne
- MONITOR POLSKI 2021 r. poz. 264: Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2040 r.
- MONITOR POLSKI 2021 r. poz. 482: Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 17 maja 2021 r. w sprawie stawek opłat na rok 2022 z zakresu przepisów Prawa geologicznego i górniczego.
- MONITOR POLSKI 2022 r. poz. 1080: Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 3 listopada 2022 r. w sprawie stawek opłat na rok 2023 z zakresu przepisów Prawa geologicznego i górniczego.

Strony internetowe

- www.columbusenergy.pl [dostęp: październik 2023]
- https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_pl,” Komisja Europejska, 15 01 2024. [Online]. Available: <https://commission.europa.eu/> [dostęp: grudzień 2023]
- <https://spd.pgi.gov.pl/PSH/>
- <https://stat.gov.pl/sygnalne/komunikaty-i-obwieszczenia/lista-komunikatow-i-obwieszczen/>:
 Komunikat Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 15 stycznia 2021 r. w sprawie średniorocznego wskaźnika cen konsumpcyjnych nośników energii w 2020 r.
 Komunikat Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 14 stycznia 2022 r. w sprawie średniorocznego wskaźnika cen konsumpcyjnych nośników energii w 2021 r.
 Komunikat Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 13 stycznia 2023 r. w sprawie średniorocznego wskaźnika cen konsumpcyjnych nośników energii w 2022 r.
 Komunikat Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 15 stycznia 2024 r. w sprawie średniorocznego wskaźnika cen konsumpcyjnych nośników energii w 2023 r.
- www.bankier.pl [dostęp: grudzień 2023]
- www.bip.ure.gov.pl [dostęp: grudzień 2023]
- www.cire.pl: <https://www.cire.pl/artykuly/materialy-problemowe/137326-ochrona-powietrza> [dostęp: grudzień 2023]
- www.geologia.pgi.gov.pl
- <https://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>
- www.gov.pl/web/klimat [dostęp: wrzesień 2024]
- www.gov.pl/web/klimat/mapa-drogowa-rozwoju-geotermii-w-polsce [dostęp: wrzesień 2024]
- www.gov.pl/web/klimat/projekt-strategiczny [dostęp: wrzesień 2024]
- www.gov.pl/web/ia/polityka-energetyczna-polski-do-2040-r-pep2040 [dostęp: wrzesień 2024]
- www.pgi.gov.pl/psh/psh-2/baza-wiedzy-hydrogeologicznej/945-leksykon-psh.html

www.polskialarmsmogowy.pl:

www.polskialarmsmogowy.pl/zdrowie/wplyw-na-zdrowie-pm10-pm2-5-bap-www/ [dostęp: grudzień 2023]

www.polskiirynekwegla.pl [dostęp: listopad 2023]

www.gov.pl/web/klimat/mapa-drogowa-rozwoju-geotermii-w-polsce [dostęp: wrzesień 2024]

www.gov.pl/web/nfosigw/polska-geotermia-plus-czesc-1-geotermia-gleboka [dostęp: wrzesień 2024]

www.sjp.pwn.pl/ [dostęp: wrzesień 2024]

www.stat.gov.pl/ [dostęp: wrzesień 2024]

www.wfosigw.pl [dostęp: wrzesień 2024]

Tabele 3.5.5, 3.5.6, 3.5.7:

<https://geotermia.com.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://geotermia.poddebice.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<http://geotermia-pyrzyce.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://geotermiatorun.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<http://geotermia-uniejow.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://uzdrowisko-cieplce.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.chocholowskietermy.pl/>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.geotermia.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.geotermiakolo.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.gterm.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.mpec.konin.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.termybukovina.pl/>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.zamekkarpniki.pl>, stan na 31.12.2023 r.

Tabela 3.5.8:

<http://czasawypoczynek.pl/Sanatoria,Lądek-Zdrój,Jerzy+Zakład+Przyrodolecznicy>, stan na 31.12.2023 r.

<https://evapark.pl/spa/basen-solankowy>, stan na 31.12.2023 r.

<https://parkofpoland.com>, stan na 31.12.2023r.

<https://spa-ustron.pl/baseny-solankowe>, stan na 31.12.2023 r.

<https://szymoszkowa.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://tarnowskie-term.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://uzdrowisko-ladek.pl/zdroj-wojciech>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.chocholowskietermy.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.deepspot.com/en>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.geotermiagrudziadz.pl/baseny>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.goracypotok.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.grandlubicz.pl/aquapark/basen-solankowy>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.osir.inowroclaw.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.sanatoriaslowacki.pl/terma-slowacki>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.termabania.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.termybukovina.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.termycieplkie.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.termygorce.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://termymaltanskie.com.pl>, stan na 31.12.2023 r.

<https://www.termy-mszczonow.eu>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.termy.poddebice.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.termyszaflary.com>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.termyuniejow.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.termywarminskie.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.termy-zakopianskie.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.uzdrowiskociechocinek.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.uzdrowisko-ustron.pl/uzdrowisko/atracje/basen-solankowy>, stan na 31.12.2023 r.

Tabele 3.5.9, 3.5.10:

<https://niedzwiedz.iap.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://poddebice.pl/pijalnia-wod-termalnych>, stan na 31.12.2023 r.
<https://tarnowskie-termy.pl/pl/tarnowskie-teznie>, stan na 31.12.2023 r.
<https://uniejow.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://uzdrowisko-cieplce.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://uzdrowiskogoldap.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://uzdrowisko-konstancin.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://uzdrowisko-rabka.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://wolczyn.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.ubz.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<http://www.izc.pl/uniejow>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.geotermiagrudziadz.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.grandlubicz.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<http://www.solanki.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.termy.poddebice.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.uzdrowiskociechocinek.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.uzdrowisko-ladek.pl/ladek-zdroj>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.uzdrowisko-ustron.pl>, stan na 31.12.2023 r.

Tabela 3.5.11:

<https://iwoline.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://kosmetyki-terra.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://mfiles.pl>
<https://pelokosmetyki.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://sklep.uzdrowisko-konstancin.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://sklep.uzdrowisko-rabka.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.dermedic.pl>, stan na 31.12.2023 r.
<https://www.uzdrowiskociechocinek.pl/produkty>, stan na 31.12.2023 r.

KARTY ŹŹÓŹ WÓD TERMALNYCH I LECZNICZYCH TERMALNYCH

DODATEK

1. WPROWADZENIE	172
2. OBJAŚNIENIA SYMBOLI UŻYTYCH NA KARTACH ZŁÓŻ	173
1. BIAŁKA	174
2. BUKOWINA	176
3. CELEJÓW	178
4. CHOCHOŁOWSKIE TERMY	180
5. CUDZYNOWICE	182
6. FURMANOWA PIG-1	184
7. JACHRANKA	186
8. KARPNIKI	188
9. KLESZCZÓW GT-1	190
10. KOŁO	192
11. KONIN GT-1	194
12. LIDZBARK WARMIŃSKI GT-1	196
13. MSZCZONÓW	198
14. PODDĘBICE	200
15. PODHALE 2	202
16. PORĘBA WIELKA	204
17. PORONIN	206
18. PYRZYCE	208
19. SIERADZ GT-1	210
20. SIWA WODA IG-1	212
21. SKIERNIEWICE GT-1, GT-2	214
22. SOCHACZEW GT-1	216
23. STANISZÓW	218
24. STARGARD	220
25. SWARZĘDZ IGH-1	222
26. SZYMOSZKOWA	224
27. TARNOWO PODGÓRNE GT-1	226
28. TOMASZÓW MAZOWIECKI	228
29. TORUŃ	230
30. TRZĘSACZ GT-1	232
31. TUREK GT-1	234
32. UNIEJÓW I	236
33. WOŁOMIN	238
34. WRĘCZA	240
35. ZAKOPANE	242
36. ZAZADNIA IG-1	244
1. BUSKO-PÓŁNOC	246
2. CIECHOCINEK	248
3. CIEPLICE	250
4. CZESZEWO IG-1	252

5. DOBRÓW IGH-1	254
6. DUSZNIKI-ZDRÓJ	256
7. DZIWNÓWEK JÓZEF	258
8. FROMBORK IGH-1	260
9. GOŁDAP	262
10. GRABIN 5/1 (ODRA)	264
11. INOWROCŁAW II	266
12. IWONICZ	268
13. JAMNO IG-3	270
14. JAWORZE IG-1, IG-2	272
15. KONSTANCIN	274
16. KRYNICA MORSKA IG-1	276
17. ŁĄDEK-ZDRÓJ	278
18. ŁAGÓW LUBUSKI IG-1	280
19. MARUSZA	282
20. PIŁA IG-1	284
21. RABKA-ZDRÓJ	286
22. ŚLESIN IGH-1	288
23. ŚRODA IG-2	290
24. TRZEBNICA IG-1	292
25. USTKA	294
27. WILGA IG-1	298
28. WOŁCZYN	300

1. WPROWADZENIE

Dodatek powstał w celu przeglądowej prezentacji podstawowych danych o złożach wód termalnych, w tym wód leczniczych termalnych udokumentowanych na obszarze Polski wg stanu na koniec 2023 roku. Dotychczas część informacji o złożach przedstawiana była w opracowaniu PIG-PIB *Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* (Felter i in., 2015, 2017a, 2017b, 2018, 2019, 2021a, 2021b, 2022). W *Dodatku* rozszerzono zakres prezentowanych dotychczas treści, m.in. o krótki opis warunków geologicznych i hydrogeologicznych każdego złoża, a także informacje odnoszące się do sposobu zagospodarowania ujętych wód.

Dodatek składa się z 64 kart złożów przedstawionych w porządku alfabetycznym, w tym 36 kart złożów wód termalnych, oznaczonych kolorem czerwonym (numeracja 1–36), oraz 28 kart złożów wód leczniczych termalnych, oznaczonych kolorem niebieskim (numeracja 1–28). Każda karta składa się z dwóch części. Na pierwszej stronie poniżej nazwy złoża umieszczono informacje dotyczące lokalizacji złoża w trójstopniowym podziale administracyjnym. Poniżej, w ramce, umieszczona została lokalizacja złoża w odniesieniu do regionalizacji hydrogeologicznej według Dowgiałły i Paczyńskiego (2002). Następnie w zestawieniu tabelarycznym zaprezentowano dane dotyczące rodzaju udokumentowanej kopaliny, ujętego poziomu wodonośnego, stanu zagospodarowania złoża oraz jego eksploatacji. W wierszu dotyczącym rodzaju kopaliny znajdują się informacje na temat typu chemicznego ujętej wody, jej mineralizacji i temperatury wód na wypływie z ujęcia lub ze źródła. Typ chemiczny wód uwzględnia składniki swoiste według obecnie obowiązujących przepisów PGiG. Informacje dotyczące poziomu wodonośnego obejmują: wiek i litologię ujętych utworów, przybliżoną głębokość stropu poziomu wodonośnego oraz jego przybliżoną miąższość, a także typ ośrodka i rodzaj struktury, w której występują udokumentowane wody. W wierszu odnoszącym się do stanu zagospodarowania złoża wskazano właściciela ujęcia, informacje dotyczące koncesji na wydobywanie kopaliny ze złoża oraz ustanowionego obszaru górniczego, a także informacja o wykorzystywaniu wód z ujęcia w lecznictwie uzdrowiskowym. Za złożo zagospodarowane uznano złożo objęte koncesją na wydobywanie kopaliny ze złoża. W rubryce dotyczącej eksploatacji podano liczbę ujęć wchodzących w skład złoża, w tym ujęć czynnych, a także wielkość zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych, roczne wydobycie oraz stopień wykorzystania zasobów i cel eksploatacji. Jeśli w danych roku kalendarzowym przynajmniej jedno ujęcie w obrębie złoża było eksploatowane, złożo takie uznano za czynne. W tegorocznej wersji *Dodatku* wyjątkowo podano dane dotyczące wydobywania za lata 2022 (wg Sokołowski, Skrzypczyk, 2023) i 2023 (wg Lasota i in., 2024). Założeniem jest jednak prezentacja danych odnoszących się do jednego roku kalendarzowego. Druga strona karty zawiera krótki opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych panujących w rejonie danego złoża oraz informacje o ujęciach wchodzących w skład złoża, jego zasobach oraz chemizmie ujętych wód.

2. OBJAŚNIENIA SYMBOLI UŻYTYCH NA KARTACH ZŁÓŻ

W odniesieniu do rodzaju kopaliny, stanu zagospodarowania złoża oraz jego eksploatacji na kartach złóż użyto następujących symboli:

WT – woda termalna;
 WL_T – woda lecznicza, termalna;
 NZ – złożo niezagospodarowane;
 Z – złożo zagospodarowane
 NC – złożo nieczynne;
 C – złożo czynne.

Ponadto przy zapisie stratygrafii ujętego poziomu zastosowano następujące skróty jednostek stratygraficznych:

Ng – neogen	J ₃ – jura górna	P – perm	Cm – kambr
Pg – paleogen	J ₂ – jura środkowa	P ₁ – perm dolny	Cm ₂ – kambr dolny
K – kreda	J ₁ – jura dolna	C ₂ – karbon górny	pCm – prekamb
K ₂ – kreda górna	T – trias	D ₃ – dewon górny	
K ₁ – kreda dolna	T ₃ – trias górny	D ₂ – dewon środkowy	
J – jura	T ₂ – trias środkowy	Θ ₁ – ordowik dolny	

1. BIAŁKA

m. Białka Tatrzańska
gm. Bukowina Tatrzańska
pow. tatrzański
woj. małopolskie

**Regionalizacja
hydrogeologiczna**

DIII prowincja karpacka
region Karpat wewnętrznych

Kopalina	WT	Typ wody	SO ₄ -Cl-Na-Ca
		Mineralizacja	Cl-SO ₄ -Na-Ca,S,F,Si
		Temperatura	2,0-3,0 g/dm ³
			78,0-81,0°C

Poziom wodonośny	T ₂	Głębokość stropu	2330,0-2392,6 m
		Mięższość	142,0-537,4 m
		Litologia	dolomity, wapienie
		Typ ośrodka	szczelinowy, szczelinowo-krasowy
		Struktura	półotwarta

Stan	Z	Właściciel	Park Wodny Bania S.A.
		Koncesja	tak (do 03.08.2040 r.)
		Obszar górniczy	tak (Białka)
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	2
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	258,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	294846,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	242303,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	13,0%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	10,7%
		Cel wydobycia	rekreacja

Budowa geologiczna złoŜa

ZłoŜe Białka znajduje się w obrębie niecki podhalańskiej, położonej w północnej częsci Karpat wewnętrznych, między Tatrami na południu i pienińskim pasem skałkowym (Pieninami) na północy. ZłoŜe wód termalnych Białka zostało udostępnione dwoma otworami wiertniczymi Białka Tatrzańska GT-1 i GT-2 wykonanymi odpowiednio w 2007 i 2022 r. W otworach pod cienką warstw  utworów czwartorzędowych o mi szszo ci 15–24 m stwierdzono kompleks fliszu podhalańskiego (warstwy zakopiańskie i szaflarskie) o mi szszo ci 2306,0–2446,5 m. Poni ej występują płaszczowinowe utwory podłoża mezozoicznego o odwróconym profilu stratygraficznym – triasu i kredy, które zostały przewiercone do g łboko ci 2930,0 m. ZłoŜe wód termalnych występuje w obrębie utworów w g lanowych przynależnych do serii regłowej triasu środkowego (dolomity i wapienie). Jego strop występuje na g łboko ci 2330,0–2392,6 m. Niżej le  ce margle kredowe są uważane jako izolujące zło e i stanowi  jego spągową granic  (Kukuła i in., 2020, 2022).

Warunki hydrogeologiczne zło a

Silne zaangażowanie tektoniczne niecki podhalańskiej jest jednym z czynników ksztaltuj cych korzystne warunki hydrogeologiczne. Rejon z o a charakteryzuje się bardzo dobrymi parametrami hydrogeologicznymi i geotermicznymi. Zdecydowana większość strumienia regionalnego przepływu w niecce (ponad 70%) przypada na stref  rozwiniętą w wapieniach triasu  rodkowego. Zło e wód termalnych jest uszczelnione od góry utworami fliszu podhalańskiego i od dołu osadami kredowymi. Testy hydrogeologiczne przeprowadzone w otworze GT-1 wykazały obecność czterech stref dopływu wód termalnych ze złoża, z których dwie mają charakter dominujący: 2344,0–2353,0 m (wapienie triasu środkowego) i 2380,0–2387,0 m (dolomity triasu  rodkowego). Wod  z u  cia GT-1 scharakteryzowano jako $\text{SO}_4\text{--Cl--Na--Ca}$ o mineralizacji ogólnej ok. 2,0 g/dm³.  redni współczynnik filtracji u  tej warstwy wodonośnej wynosi ok. $5,0 \cdot 10^{-8}$ m/s. Wod  z u  cia GT-2 scharakteryzowano jako $\text{Cl--SO}_4\text{--Na--Ca,S,F,Si}$ o mineralizacji ogólnej ok. 3,0 g/dm³.  redni współczynnik filtracji u  tej warstwy wodonośnej wynosi ok. $5,0 \cdot 10^{-7}$ m/s. Temperatura wód na wypływie z u  c wynosi 78,0–81,0 C. Zasoby eksploatacyjne z o a wynos  258,0 m³/h, przy czym zasoby poszczególnych u  c wynos  38,0–220,0 m³/h przy depresji 104,0–577,0 m (Kukuła i in., 2020, 2022). Z uwagi na znaczną g łboko   występowania oraz izolacj  od płytszych i g łbszych poziomów wodonośnych, a także znaczne zasilanie z o a, brak jest zagrożeń dla jakości i ilości wód termalnych ze złoża Białka.

2. BUKOWINA

m. Bukowina Tatrzańska
gm. Bukowina Tatrzańska
pow. tatrzański
woj. małopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DIII

provincja karpacka
region Karpat wewnętrznych

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	SO ₄ -Ca-Na,S ok. 2,0 g/dm ³ 67,0°C
Poziom wodonośny	K ₁ +J ₃ - T ₂₋₃ ?	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	2390,0 m 420,0 m wapienie, margle szczelinowy, szczelinowo-krasowy półotwarta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Bukow. Tow. Geoterm. Sp. z o.o. tak (do 06.12.2026 r.) tak (Bukowina) nie
Eksplatacja	C	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022 r. Wielkość wydobycia 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022 r. Stopień wyk. zasobów 2023 r. Cel wydobycia	1 1 48,00 m ³ /h 258385,0 m ³ /rok 255431,0 m ³ /rok 61,4% 60,7% rekreacja, lokalny system ciepłowniczy

Budowa geologiczna złoża

Złoże Bukowina znajduje się w obrębie niecki podhalańskiej i zostało udostępnione jednym otworem wiertniczym Bukowina Tatrzańska PIG/PNiG-1 o głębokości pierwotnej 3780,0 m, zakończonym w obrębie wapieni dolomitycznych jednostki wierchowej (trias środkowy-górny?). Następnie otwór częściowo zlikwidowano korkiem cementowym do głębokości 3250,0 m i zakończono w obrębie wapieni marglistych i margli datowanych na trias górny, także zaliczonych do jednostki wierchowej. Strop utworów jednostki wierchowej znajduje się na głębokości 3220,0 m. Powyżej w profilu zaznaczają się serie skalne jednostki regłowej dolnej – wapienie i wapienie margliste oraz margle (jura górna-kreda dolna), wapienie dolomityczne, wapienie margliste i dolomity wapniste triasu środkowego-górnego?, wapienie dolomityczne jury oraz wapienie dolomityczne, dolomity wapniste, wapienie margliste, margle i mułowce (trias środkowy-górny?). Strop jednostki regłowej znajduje się na głębokości 2225,0 m. Powyżej leżą zlepińce eocenu środkowego oraz łupki ilasto-margliste z wkładkami piaskowców i kompleksy piaskowcowe z wkładkami łupków eocenu górnego-oligocenu. W ich obrębie w przedziale głębokości 1986,0–2041,0 m nawiercono olistolit zbudowany z wapieni jednostki regłowej. Utwory oligoceńskie reprezentowane są przez łupki ilasto-margliste, łupki margliste i piaskowce. Czwartorzęd reprezentowany jest przez glinę zwietrzelinową z okruchami piaskowców (Chowaniec i in., 2005). Podłoże niecki podhalańskiej charakteryzuje się skomplikowaną budową geologiczno-tektoniczną, charakterystyczną dla obszarów o tektogenezie alpejskiej. Wyróżnia się tu szereg podłużnych równoleżnikowych stref tektonicznych o różnym stopniu intensywności zaburzeń typu fałdowego i uskokowego. Wymienione strefy uskokowe odgrywają istotną rolę w obrazie wgłębnej budowy niecki podhalańskiej oraz jej podłoża (Porwisch i in., 2012).

Warunki hydrogeologiczne złoża

W otworze Bukowina Tatrzańska PIG/PNiG-1 ujęto wody termalne występujące w obrębie wapieni dolomitycznych i dolomitów triasu (udostępniony przedział 2390,0–2605,0 m p.p.t.) oraz wapieni jury i kredy (udostępniony przedział 3045,0–3250,0 m p.p.t.). Miąższość ujętego poziomu wodonośnego wynosi w sumie 420,0 m. Zwierciadło wód termalnych nawiercono na głębokości 2390,0 m, a ustabilizowało się ono na głębokości ponad 40 m. Średni współczynnik filtracji ujętej warstwy wodonośnej wynosi ok. $8,0 \cdot 10^{-7}$ m/s. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 48,0 m³/h. Temperatura ujętych wód na wypływie z ujęcia wynosi 67,0°C. Uzyskaną wodę scharakteryzowano jako wodę typu SO₄-Ca-Na,S o mineralizacji ok. 2,0 g/dm³ (Porwisch i in., 2012, Felter i in. 2022). Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz izolację od płytszych i głębszych poziomów wodonośnych oraz znaczne zasilanie złoża brak jest zagrożeń dla jakości i ilości wód termalnych ze złoża Bukowina.

3. CELEJÓW

m. Celejów
gm. Wąwolnica
pow. puławski
woj. lubelskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium brzeżnego

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	Cl-Na ok. 46,0 g/dm ³ ok. 29,0°C
Poziom wodonośny	J₃₋₂	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	1023,0 m 206,0 m wapienie, czerty, mułowce szczelinowy półotwarta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Termy Celejów Sp. z o.o. tak (do 12.10.2048 r.) tak (Celejów) nie
Eksploracja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	1 0 28,00 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% —

Budowa geologiczna złoża

Złoże Celejów leży w obrębie rowu lubelskiego, jednostki położonej w obrębie skłonu platformy wschodnioeuropejskiej, graniczącej od zachodu z podniesieniem radomsko-kraśnickim, a od południa z zapadliskiem przedkarpackim. W kierunku północno-zachodnim rów lubelski przechodzi w nieckę warszawską. Rów lubelski charakteryzuje się występowaniem licznych form antyklinalno-zrębowych, zwłaszcza w południowej części. Złoże jest położone w obniżeniu Puławy–Lublin, które graniczy od północnego wschodu z antykliną Dęblin–Abramów–Świdnik, a od południowego wschodu jest zamknięte regionalnym uskokiem Ursynów–Kazimierz Dolny, oddzielającym rów lubelski od podniesienia radomsko-kraśnickiego. Zjawiska tektoniczne na obszarze rowu lubelskiego uformowały dwa piętra strukturalne: laramijskie i silnie zredukowane piętro młodokimeryjskie, jednocześnie powodując duże luki stratygraficzne w profilu. Na omawianym obszarze brak jest utworów permu, osadów mezozoicznych (jury dolnej i triasu) oraz utworów paleogenu i neogenu. Zaznacza się również silna redukcja utworów jury środkowej i kredy dolnej. Złoże rozpoznano w 2015 r. otworem Celejów GT-2 o głębokości 1234,0 m. Najstarszymi nawierconymi osadami są utwory jury środkowej, reprezentowane przez wapienie organodetrytyczne. Ich strop nawiercono na głębokości 1171,0 m. Osady jury górnej są wykształcone jako wapienie oksfordu oraz dolomity kimerydu. Powierzchnię stropową osadów jury górnej stwierdzono na głębokości 914,0 m. Kredę dolną budują piaskowce drobnoziarniste, a kredę górną wapienie margliste i kredopodobne. Osady kredy nawiercono tuż pod powierzchnią terenu, na głębokości 6,0 m (Biernat i in., 2015).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Otworem Celejów GT-2 do eksploatacji wód termalnych udostępniono połączony poziom górnio- i środkowojurajski, występujący w interwale 1023,0–1229,0 m. Kontakt hydrauliczny pomiędzy poziomami wodonośnymi jest możliwy dzięki sieci licznych spękań w utworach węglanowych. Zasilanie złoża odbywa się drogą pośrednią poprzez infiltrację opadów atmosferycznych w strefach wychodni utworów górnio- i środkowojurajskich pod warstwą osadów czwartorzędowych, a następnie przez przepływ w strefach spękań utworów kredowych, a także wskutek dopływu lateralnego z kierunku południowo-wschodniego, z rejonu Huczwy i mezozoicznego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. Poziom wodonośny ma charakter szczelinowy i jest zbudowany głównie z wapieni organodetrytycznych. Utwory wodonośne charakteryzują się stosunkowo wysoką porowatością efektywną, dochodzącą do 30% i niską przepuszczalnością ok. 10 mD, maksymalnie 28 mD. Współczynnik filtracji warstwy wodonośnej mieści się w przedziale $0,1\text{--}2,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Stopień geotermiczny dla złoża wynosi ok. 57,0 m/°C, a gradient geotermiczny ok. 2,0°C/100 m. Woda termalna jest zgazowana, a składnikiem dominującym w mieszaninie gazowej jest azot, w mniejszym stopniu pojawia się dwutlenek węgla i tlen. Ponadto stwierdzono w wodzie niewielkie zawartości metanu i etanu. Zasoby eksploatacyjne złoża wynoszą 28,0 m³/h przy depresji w otworze ok. 92,0 m i temperaturze na wypływie ok. 29,0°C, a wydobyte wody scharakteryzowano jako wody termalne typu Cl–Na o mineralizacji ogólnej ok. 46,0 g/dm³ (Biernat i in., 2015). W obrębie złoża odwiercono także drugi otwór Celejów GT-1, jednak wyniki wiercenia okazały się negatywne (nie uzyskano przypływu wód). Otwór ten nie został zagospodarowany, a Właściciel ujęcia nie podjął dotychczas decyzji o jego likwidacji bądź innym wykorzystaniu. Z uwagi na izolację od powierzchni terenu i płytszych poziomów wodonośnych, a także brak poboru wód z ujętego poziomu w sąsiedztwie, stan jakościowy i ilościowy wód termalnych jest niezagrażony.

4. CHOCHOŁOWSKIE TERMŹY

m. Witów
gm. Kościelisko
pow. tatrzański
woj. małopolskie

**Regionalizacja
hydrogeologiczna**

DIII

provincia karpacka
region Karpat wewnętrznych

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	SO ₄ -Ca-Mg-Na ok. 1,0 g/dm ³ ok. 90,0°C
Poziom wodonośny	T ₂	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	3218,0–3469,0 m 326,2–329,0 m dolomity, wapienie szczelinowy, szczelinowo-krasowy półotwarta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Chochołowskie Termy Sp. z o.o. tak (do 22.03.2036 r.) tak (Chochołowskie Termy) nie
Eksploracja	C	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022 r. Wielkość wydobycia 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022 r. Stopień wyk. zasobów 2023 r. Cel wydobycia	2 (1 otw. prod., od 2023 r. 1 otw. chł.) 1 160,00 m ³ /h 531562,0 m ³ /rok 558077,0 m ³ /rok 37,9% 39,8% rekreacja, lokalny system ciepłowniczy

Budowa geologiczna złoża

Złoże Chochołowskie Termy znajduje się w obrębie niecki podhalańskiej. Zostało ono rozpoznane dwoma otworami wiertniczymi Chochołów PIG-1 o głębokości 3572,0 m oraz Chochołów GT-1 o głębokości 3795,0 m. Utwory mezozoiczne serii reglowej zostały nawiercone na głębokości 3076,0–3576,0 m, a ich spąg nie został osiągnięty aż do końcowej głębokości otworów dokumentujących złoże, tj. 3572,0 m w otworze Chochołów PIG-1 oraz 3795,0 m w otworze Chochołów GT-1. Skały triasu środkowego reprezentowane przez dolomity, wapienie i mułowce udokumentowano na głębokości 3183,0–3572,0 m (Chochołów PIG-1) oraz 3707,0–3795,0 m (Chochołów GT-1). Trias górny jest wykształcony w postaci iłowców z wkładkami dolomitów oraz serii osadów ilasto-piaskowcowych. Ich strop w otworze Chochołów PIG-1 znajduje się na głębokości 3132,0 m natomiast w otworze Chochołów GT-1 na głębokości 3687,0 m. Utwory jurajsko-kredowe, których strop znajduje się na głębokości od 3076,0 m w otworze Chochołów PIG-1 do 3576,0 m w otworze Chochołów GT-1 reprezentowane są przez wapienie, wapienie margliste, margle, iłowce, mułowce i mułowce margliste. Strop utworów paleogenu występuje na głębokości 7,0–9,0 m, a ich miąższość wynosi 3067,0–3569,0 m. Są to piaskowce, iłowce, mułowce i łupki. Utwory czwartorzędowe reprezentowane są przez żwiry i piaski, otoczaki i okruchy skał fliszowych. Silne zaangażowanie tektoniczne utworów budujących nieckę podhalańska jest jednym z czynników sprzyjających wytworzeniu się korzystnych warunków hydrogeologicznych w masywie skalnym, wobec czego rejon złoża charakteryzuje się bardzo dobrymi parametrami hydrogeologicznymi i temperaturowymi (Bielec, Operacz, 2018, 2023).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Wody mezozoicznego piętra wodonośnego krążą głównie w szczelinowo-krasowych i krasowych utworach węglanowych. Złoże jest zasilane opadami atmosferycznymi, a obszar zasilania podfliszowych poziomów wodonośnych znajduje się na terenie Tatr, skąd infiltrujące wody przemieszczają się systemem szczelin i pustek krasowych ku północy, zgodnie z kierunkiem zapadania utworów serii tatrzańskich. Przenikając w głąb górotworu wody te ogrzewają się, nabierając charakteru wód termalnych. W obrębie złoża wody termalne występują w zbrekcjonowanych dolomitach i wapieniach zdolomityzowanych triasu środkowego. Początkowo zasoby eksploatacyjne otworu Chochołów PIG-1 wynosiły 190,0 m³/h (1997 r.), później 120 m³/h (2009 r.), a od 2017 r. wynoszą 160,0 m³/h przy depresji ok. 146,0 m. Z utworów triasu środkowego uzyskano wodę typu SO₄–Ca–Mg–Na o mineralizacji ogólnej ok. 1,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie w wysokości ok. 90,0°C. Średni współczynnik filtracji ujętej warstwy wodonośnej wynosi 6,0–9,0·10⁻⁷ m/s (Bielec, Operacz, 2018, 2023). Zwierciadło wód termalnych ma charakter artezyjski, a dzięki sprzyjającym warunkom hydrodynamicznym ujęcie jest eksploatowane w warunkach samowypływu, bez stosowania jakichkolwiek urządzeń mechanicznych. Otwór Chochołów GT-1 pełni rolę otworu chłonnego. Maksymalna ilość włączanej wody wynosi 176 m³/h. Temperatura włączanej wody mieści się w zakresie 15,0–90,0°C. Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz izolację od płytszych poziomów wodonośnych, a także znaczne zasilanie złoża, brak jest zagrożeń dla jakości i ilości wód termalnych ze złoża Chochołowskie Termy.

5. CUDZYNOWICE

m. Cudzynowice
gm. Kazimierza Wielka
pow. kazimierski
woj. świętokrzyskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DI

provincja karpacka
region zapadliska przedkarpackiego

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	Cl-SO ₄ -Na,S,I ok. 15,0 g/dm ³ ok. 29,0°C
Poziom wodonośny	K₂	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	667,0 m 63,0 m piaskowce porowy półzakryta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Kaz. Wody Lecz. i Term. Sp. z o.o. tak (do 28.02.2031 r.) tak (Cudzynowice) obszar ochrony uzdrowiskowej
Eksploracja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	1 0 82,00 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% —

Budowa geologiczna złoza

Złoże wód termalnych Cudzynowice położone jest w obrębie zapadliska przedkarpackiego. Złoże rozpoznano otworem wiertniczym Cudzynowice GT-1 o głębokości 750,0 m. W 2017 r. zatwierdzony został projekt robót geologicznych na wykonanie drugiego otworu wiertniczego Cudzynowice GT-2. Omawiany obszar charakteryzuje się silnym zaangażowaniem tektonicznym. Dominujące znaczenie w budowie niecki odgrywa tektonika blokowa oraz dwa generalne systemy uskoków: o kierunku NE–SW (usytuowany równolegle do strefy uskokowej Kurdwanów–Zawichost) oraz NW–SE (równoległy do osi synklinorium). Najstarszymi utworami rozpoznanymi w otworze Cudzynowice GT-1 są piaski i piaskowce glaukonitowe oraz margle kredy górnej. Strop utworów kredy górnej znajduje się na głębokości 220,0 m. Powyżej zalegają osady miocenu reprezentowane przez ility, ility piaszczyste i iłowce o miąższości 210,0 m. Profil geologiczny kończą utwory czwartorzędowe tworzące na powierzchni terenu pokrywę lessową (Pacholewski i in., 2015).

Warunki hydrogeologiczne złoza

Wody termalne ujęte otworem Cudzynowice GT-1 występują w piaskach i piaskowcach glaukonitowych kredy górnej, nawierconych w przedziale głębokości 667,0–750,0 m. Utwory te charakteryzują się korzystnymi parametrami hydrogeologicznymi. Porowatość utworów wodonośnych mieści się w granicach 9,1–32,8%, zaś przepuszczalność wynosi 27,7–1380 mD. Średnia wartość współczynnika filtracji ujętego poziomu wodonośnego wynosi $2,3 \cdot 10^{-4}$ m/s. W rejonie złoza stwierdzono występowanie wód artezyjskich o wysokim ciśnieniu, przekraczającym 6 bar. W otworze Cudzynowice GT-1 uzyskano samowypływ wód termalnych typu Cl–SO₄–Na,S,I o mineralizacji ogólnej ok. 15,0 g/dm³ i temperaturze osiągającej na wypływie z ujęcia ok. 29,0°C. Zawartość związków siarki dwuwartościowej w wodzie wynosiła ok. 110,0 mg/dm³, zaś jodu ok. 2,0 mg/dm³. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 82,0 m³/h przy depresji ok. 8,0 m. Pod względem genetycznym wody siarczkowe niecki miechowskiej są miocenijskimi wodami morskimi, rozcieńczonymi wodami infiltracji przedczwartorzędowej, ługującymi gipsy (Pacholewski i in., 2015). Zasoby złoza uznaje się za praktycznie nieodnawialne lub odnawialne w bardzo słabym stopniu. Zasilanie może odbywać się częściowo poprzez dopływ z poziomów głębszych w strefach uskokowych. Dotychczasowe rozpoznanie hydrogeologiczne w rejonie złoza Cudzynowice daje podstawę do prognozowania trwałości właściwości fizycznych i składu chemicznego ujętych wód. Z uwagi na znaczną głębokość występowania poziomu wodonośnego oraz jego izolację od powierzchni terenu, brak jest zagrożeń dla jakości wód termalnych ze złoza.

6. FURMANOWA PIG-1

m. Furmanowa
gm. Zakopane
pow. tatrzański
woj. małopolskie

**Regionalizacja
hydrogeologiczna**

DIII

provincja karpacka
region Karpat wewnętrznych

Kopalina

WT

Typ wody
Mineralizacja
Temperatura

HCO₃-Na-Ca
ok. 0,5 g/dm³
ok. 61,0°C

Poziom
wodonośny

Pg-K₁+J

Głębokość stropu
Miąższość
Litologia
Typ ośrodka
Struktura

2003,0 m
321,0 m
piaskowce, wapienie, zlepienie
szczelinowo-porowy
półotwarta

Stan

NZ

Właściciel
Koncesja
Obszar górniczy
Uzdrowisko

brak danych
nie
nie
nie

Eksploatacja

NC

Liczba ujęć
Liczba ujęć czynnych
Zasoby ekspl.
Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.
Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.
Cel wydobycia

1
0
90,00 m³/h
0,0 m³/rok
0,0%
—

Budowa geologiczna złoza

Złoże Furmanowa PIG-1 znajduje się w obrębie niecki podhalańskiej i zostało rozpoznane jednym otworem o głębokości 2324,0 m. Najstarszymi rozpoznanymi w nim utworami są piaskowce typu kwarcowego jury. Ich strop znajduje się na głębokości 2130,0 m. Powyżej leżą wapienie mikrytowe, krzemionkowe o miąższości 90,0 m, których wiek określono jako kreda dolna-jura. Przykryte są one grubą warstwą (2038,0 m) utworów miocenских i eocenских wykształconych w postaci zlepieńców węglanowych, łupków marglistych i piaskowców. Osady czwartorzędowe reprezentowane są przez zwiątrzeliny utworów fliszowych (Chowaniec i in., 1997).

Warunki hydrogeologiczne złoza

Wody termalne w otworze Furmanowa PIG-1 nawiercono na głębokości 2003,0 m w utworach eocenu węglanowego. W przedziale głębokości 2003,0–2324,0 m oprócz eocenu węglanowego opróbowano także skały węglanowe kredy dolnej i jury oraz piaskowce jury. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 90,0 m³/h przy depresji ok. 28,0 m. Ujętą wodę scharakteryzowano jako HCO₃–Na–Ca o mineralizacji ogólnej ok. 0,5 g/dm³ i temperaturze wody osiagającej na wypływie z ujęcia ok. 61,0°C. Wyniki badań izotopowych sugerują współczesny wiek ujętych wód, w graniach od ok. 100 do ok. 2000 lat. Przyjmuje się, że obszar zasilania ujętego poziomu wodonośnego znajduje się na obszarze Tatr na wysokości ok. 1400,0 m n.p.m (Chowaniec i in., 1997). Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz izolację od płytszych i głębszych poziomów wodonośnych oraz znaczną wielkość zasilania brak jest zagrożeń dla jakości i ilości wód termalnych ze złoza Furmanowa PIG-1.

7. JACHRANKA

m. Jachranka
gm. Serock
pow. legionowski
woj. mazowieckie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium brzeżnego

Kopalina

WT

Typ wody
Mineralizacja
Temperatura

Cl-Na,I,Fe
68,0–76,0 g/dm³
ok. 43,0°C

Poziom
wodonośny

J₁

Głębokość stropu
Miąższość
Litologia
Typ ośrodka
Struktura

1524,0–1883,0 m
229,3–249,0 m
piaskowce, iłowce
porowy
zakryta

Stan

NZ₂₀₂₂
Z₂₀₂₃

Właściciel
Koncesja
Obszar górniczy
Uzdrowisko

Hotele Korona Sp. z o.o.
tak (do 04.09.2053 r.)
tak (Jachranka)
nie

Eksploatacja

NC

Liczba ujęć
Liczba ujęć czynnych
Zasoby ekspl.
Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.
Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.
Cel wydobycia

2 (1 otw. prod., 1 otw. chł.)
0
201,00 m³/h
0,0 m³/rok
0,0%
—

Budowa geologiczna złoża

Złoże Jachranka znajduje się w południowo-wschodniej części niecki warszawskiej, stanowiącej fragment większej jednostki strukturalnej – synklinorium brzeżnego. Rozpoznano je dwoma otworami wiertniczymi: Jachranka GT-1 o głębokości 1780,5 m i Jachranka GT-2K o głębokości 2150,0 m. Najstarszymi utworami rozpoznanymi w złożu są mułowce i iłowce, lokalnie zapiaszczone triasu górnego. Powyżej leżą utwory jury dolnej, których strop znajduje się na głębokości 1883,0–1524,0 m, a ich miąższość wynosi 229,3–249,0 m. Jura środkowa wykształcona jest w postaci piaskowców drobnoziarnistych często przeławiconych utworami ilasto-mułowcowymi, które w stropie przechodzą w dolomity z wkładkami iłowców lub piaskowców. Ich miąższość wynosi 97,5–103,5 m. Osady jury górnej są reprezentowane przez różne typy skał węglanowych: wapienie, wapienie margliste i margle o łącznej miąższości 435,5–557,5 m. Profil kredy dolnej rozpoczynają ciemne iłowce, przechodzące wyżej w drobnoziarniste piaskowce. Ponad nimi zalega węglanowy kompleks kredy górnej zbudowany głównie z wapieni i margli. Łączna miąższość utworów kredy wynosi 729,0–972,0 m. Utwory paleogeńsko-neogeńskie o łącznej miąższości 151,5–161,5 m reprezentowane są głównie przez piaski i iły. Na powierzchni znajduje się pokrywa osadów czwartorzędowych w postaci piasków i glin o grubości 94,5–104,5 m (Bielec, Operacz, 2020).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Wody termalne w rejonie Jachranki występują w utworach jury dolnej. Głębokość występowania warstwy wodonośnej wynosi: w otworze Jachranka GT-1 1524,0–1753,3 m, natomiast w otworze Jachranka GT-2K 1883,0–2132,0 m. Poziom wodonośny tworzą różnoziarniste piaskowce formacji zagajskiej, olsztyńskiej oraz borucickiej. Są to skały o bardzo dobrych własnościach zbiornikowych i filtracyjnych. Współczynnik porowatości piaskowców wynosi ok. 30%, a ich średnia przepuszczalność 2183,0 mD. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi w przybliżeniu $1,3\text{--}3,4 \cdot 10^{-5}$ m/s. Zasilanie zbiornika wód termalnych odbywa się najprawdopodobniej na wschód i północny wschód od Jachranki, w strefie wychodni podkenozoicznych utworów jury. Wody ujęte w otworze Jachranka GT-2K należą do wód typu Cl–Na,I,Fe. Ich mineralizacja wynosi 68,0–76,0 g/dm³, a temperatura na wypływie z ujęcia osiąga ok. 43,0°C. Otwór Jachranka GT-1 pełni rolę otworu chłonnego. Zasoby eksploatacyjne złoża Jachranka wynoszą 201,0 m³/h. Pod względem genetycznym wody termalne w Jachrance są pochodzenia meteorycznego, infiltrujące najprawdopodobniej w ciepłym klimacie przedczwartorzędowym. Ich zasolenie pochodzi natomiast głównie z ługowania cechsztyńskich struktur solnych (Bielec, Operacz, 2020).

8. KARPNIKI

m. Karpniki
gm. Mysłakowice
pow. jeleniogórski
woj. dolnośląskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

CII

provincja sudecka
region Sudetów

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	HCO ₃ -SO ₄ -Na,F,Rn ok. 0,5 g/dm ³ ok. 55,0°C
Poziom wodonośny	C₂	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	1793,5 m 216,5 m granity szczelinowy otwarta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Termy Zamek Karpniki Sp. z o.o. tak (do 19.09.2066 r.) tak (Termy Zamek Karpniki) nie
Eksploracja	C	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022 r. Wielkość wydobycia 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022 r. Stopień wyk. zasobów 2023 r. Cel wydobycia:	1 1 44,00 m ³ /h 126656 m ³ /rok 126432,0 m ³ /rok 32,9% 32,8% lokalny system ciepłowniczy

Budowa geologiczna złoza

Złoże wód termalnych Karpniki znajduje się w Sudetach Zachodnich, w obrębie bloku karkonosko-izerskiego, we wschodniej części karkonoskiego masywu granitoidowego i w pobliżu jego kontaktu ze wschodnią osłoną metamorficzną Rudaw Janowickich. Obszar złoza wód termalnych Karpnik leży w strefie granitów przykrytych warstwą czwartorzędowych zwietrzelin o charakterze gliniastym o miąższości ok. 10,0 m. Granity są zaburzone tektonicznie, przeważają dyslokacje o kierunkach NW–SE i NE–SW, podkreślone przebiegiem utworów żyłowych, o dużych kątach upadu. Odrębną grupę stanowią uskoki o kierunkach NNE–SSW lub N–S oraz uskoki o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego. Złoże zostało rozpoznane jednym otworem wiertniczym – Karpniki KT-1 o głębokości 2010,0 m zakończonym w obrębie granitów karbonu górnego (Łukaczyński, Polaczek, 2014a).

Warunki hydrogeologiczne złoza

W trakcie wiercenia otworu Karpniki KT-1 natrafiono na kilka stref spękań w granitach, tworzących strefy wodonośne. Główny dopływ wody do otworu (80%) odbywa się z przewierconej strefy uskokowej, z głębokości 1793,5 m. Przyjęty sposób wiercenia uniemożliwił wyselekcjonowanie i przebadanie poszczególnych stref dopływu wody do otworu. Występują one na różnych głębokościach, charakteryzują się zróżnicowaną wodonośnością i właściwościami fizyczno-chemicznymi występujących w nich wód, tworząc odrębne systemy przepływu. Najpłytsza strefa występowania wód sięga do głębokości ok. 300 m i charakteryzuje się występowaniem wód zwykłych (chłodnych) płytkiego krążenia. Najgłębsza z kolei, to strefa przepływu regionalnego, związana z głębokimi rozłami tektonicznymi, tworzącymi lokalne obszary anomalii hydrodynamicznych, hydrogeochemicznych i hydrogeotermicznych. Silne rozcięcia erozyjne obszarów górskich sprzyjają nacinaniu zróżnicowanych głębokościowo stref wodonośnych, co powoduje infiltrację wód opadowych w podłoże, a następnie ich przemieszczanie się na większe głębokości systemem rozłamów tektonicznych. Współczynnik filtracji ujętych utworów wynosi ok. $2,5 \cdot 10^{-5}$ m/s. Badania izotopowe wód termalnych z otworu Karpniki KT-1 wskazały na jej infiltracyjne pochodzenie. Ujęte wody termalne należą do wód typu $\text{HCO}_3\text{--SO}_4\text{--Na,F,Rn}$. Ich mineralizacja wynosi ok. $0,5 \text{ g/dm}^3$, a temperatura na wypływie z ujęcia osiąga ok. $55,0^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą $44,0 \text{ m}^3/\text{h}$ (Łukaczyński, Polaczek, 2014a). Z uwagi na znaczną głębokość występowania, nieobecność potencjalnych ognisk zanieczyszczeń oraz niewielki stopień wykorzystania zasobów brak jest obecnie zagrożeń dla jakości i ilości wód termalnych ze złoza Karpniki.

9. KLESZCZÓW GT-1

m. Kleszczów
gm. Kleszczów
pow. bełchatowski
woj. łódzkie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na
		Mineralizacja	8,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 52,0°C

Poziom wodonośny	J₁-T₃	Głębokość stropu	1277,0–1484,0 m
		Mięższość	136,0–448,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	Z	Właściciel	Zakład Komunalny Kleszczów Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 20.03.2065 r.)
		Obszar górniczy	tak (Kleszczów GT-1)
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	2 (1 otw. prod., 1 otw. chł.)
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	150,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	—

Budowa geologiczna złoza

Złoże wód termalnych Kleszczów GT-1 znajduje się na pograniczu dwóch dużych, mezozoicznych jednostek geologicznych: niecki mogileńsko-lódzkiej i niecki miechowskiej, rozdzielonych elewacją radomszczańską. W budowie geologicznej pokrywy mezozoicznej zaznacza się wiele rowów tektonicznych, między innymi rów w okolicy Kleszczowa. Został on uformowany wzdłuż równoleżnikowo zorientowanych stref dyslokacyjnych, tnących skośnie laramijskie struktury fałdowe. Dodatkowo rów ten jest poprzecinany wieloma diagonalnymi dyslokacjami podłoża o orientacji WSW–ENE. Najstarsze utwory występujące w rejonie Kleszczowa to osady permu, do których zalicza się cechsztyńskie sole kamienne cyklotemu werra. Złoże rozpoznano dwoma otworami wiertniczymi: GT-1 o głębokości 1620,0 m i GT-2 o głębokości 1725,0 m. Najstarszymi utworami rozpoznanymi w otworze GT-1 są iłowce i piaskowce triasu górnego, natomiast w otworze GT-2 średnio- i gruboziarniste piaskowce kwarcowe i iłowce jury dolnej. Profil jury środkowej w obu otworach zbudowany jest głównie z iłowców, piaskowców, mułowców i margli z kolei utwory jury górnej wykształcone są w postaci utworów węglanowych. Łączna miąższość rozpoznanych utworów jury wynosi ok. 1400,0 m. W otworze GT-1 nie stwierdzono osadów kredy, które zostały udokumentowane w otworze GT-2. Są to przede wszystkim wapienie, margle i piaskowce. Powyżej w profilu znajdują się utwory neogeńskie reprezentowane przez piaski i mułki oraz osady czwartorzędowe wykształcone w postaci piasków i glin (Biernat i in., 2011).

Warunki hydrogeologiczne złoza

Otworem GT-1 ujęto jurajsko-triasowy poziom wodonośny występujący w przedziale głębokości 1484,0–1620,0 m. Ujęty poziom wód termalnych tworzą drobno- lub różnoziarniste piaskowce kwarcowe przewarstwione utworami słabo przepuszczalnymi: iłowcami, iłowcami piaszczystymi, mułowcami i mułowcami piaszczystymi. Miąższość poziomu wodonośnego wynosi 136 m, jednak jego spąg nie został osiągnięty. Współczynniki filtracji utworów wodonośnych kształtują się w granicach $2,3\text{--}2,6 \cdot 10^{-5}$ m/s. Przewodność wodna warstwy wodonośnej ujętej w otworze GT-1 wynosi ok. $10,0 \text{ m}^2/\text{h}$, natomiast warstwy wodonośnej ujętej w otworze GT-2 ok. $17,0 \text{ m}^2/\text{h}$. Zasilanie lateralne zbiornika dolnojurajskiego w rejonie Kleszczowa następuje przede wszystkim z kierunku południowego, natomiast zasilanie pionowe odbywa się pośrednio, w drodze przesiąkania poprzez utwory młodszej jury, kredy, neogenu i czwartorzędu. W otworze GT-1 udokumentowano wody typu Cl-Na o mineralizacji $8,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze sięgającej na wypływie z ujęcia ok. $52,0^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych składającego się z otworu eksploatacyjnego GT-1 oraz otworu chłonnego Kleszczów GT-2 wynoszą $150,0 \text{ m}^3/\text{h}$ (Biernat i in., 2011). W ostatnich latach w otworze GT-1 zaobserwowano trwałą utratę wydajności (Noga i in., 2023). Pełna izolacja od powierzchni terenu i płytszych poziomów wodonośnych oraz brak poboru wód z ujętego poziomu w rejonie złoza sprawiają, iż w chwili obecnej brak jest zagrożeń dla jakości wód termalnych.

10. KOŁO

m. Chojny
gm. Koło
pow. kolski
woj. wielkopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na,I,(Fe)
			Cl-Na
		Mineralizacja	94,0–106,0 g/dm ³
		Temperatura	84,0–91,0°C

Poziom wodonośny	K₁	Głębokość stropu	2565,0–2690,0 m
		Mięszczość	217,0–237,0 m
		Litologia	piaskowce, mułowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	NZ	Właściciel	Gmina Miejska Koło
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	2
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	257,00 m ³ /h (od 2023 r. – 311,00 m ³ /h)
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia:	—

Budowa geologiczna złożeń

Złoże Koło znajduje się w obrębie niecki mogileńsko-lódzkiej, w strefie tektonicznej Gopło–Ponętów–Pabianice. Rozpoznano je dwoma otworami wiertniczymi: Koło GT-1 oraz Koło GT-2. Pierwotna głębokość otworu Koło GT-1 wynosiła 3905,0 m i sięgała łańcuchów triasu górnego. Z uwagi na brak potencjału złożowego utworów jury dolnej, otwór zlikwidowano do głębokości 2815,0 m. Głębokość otworu Koło GT-2 wynosi 2980,0 m i sięga utworów kredy dolnej. Warstwą wodonośną w obu otworach są dolnokredowe utwory formacji mogileńskiej (piaskowce, zapiaszczone mułowce oraz heterolity piaskowcowo-mułowcowe datowane na alb środkowy–barrem) nawiercone w przedziale głębokościowym 2565,0–2748,0 m w otworze Koło GT-1 oraz 2690,0–2869,0 m w otworze Koło GT-2, a także piaskowce formacji bodzanowskiej (datowane na walanżyn dolny) występujące w interwale 2772,0–2803,0 m w otworze Koło GT-1 oraz 2887,0–2907,0 m w otworze Koło GT-2. Oba poziomy rozdziela formacja włocławska o miąższości 18,0–24,0 m, wykształcona w postaci utworów mułowcowo-łańcuchowych z wkładkami piaskowca. W otworze Koło GT-2 warstwę wodonośną stanowią dodatkowo rozpoznane w interwale głębokości 2907,0–2950,0 m mułowce i piaskowce formacji rogoźniańskiej. W stropie formacji mogileńskiej znajduje się warstwa utworów marglisto-węglanowych zaliczanych do albu górnego o miąższości ponad 30,0 m. Powyżej, w interwale 30,0–2533,0 m w otworze Koło GT-1 oraz 60,0–2653,0 m w otworze Koło GT-2 nawiercono utwory kredy górnej, reprezentowane głównie przez skały węglanowe (wapienie, margle, opoki). Na powierzchni terenu zalegają osady czwartorzędowe wykształcone w postaci glin zwałowych i piasków wodnolodowcowych zlodowacenia Odry i Warty. W profilu otworu Koło GT-1 osady czwartorzędowe osiągają miąższość 30,0 m, natomiast ich miąższość w otworze Koło GT-2 wynosi 60,0 m (Kukuła i in., 2019, Bystron i in., 2023a).

Warunki hydrogeologiczne złożeń

Otworami Koło GT-1 oraz Koło GT-2 ujęto dolnokredowy zbiornik wód termalnych wykształcony głównie w fałdach piaskowcowej oraz podrzędnie piaskowcowo-mułowcowej, należących do formacji mogileńskiej oraz bodzanowskiej. Otworami udostępniono utwory wodonośne o łącznej miąższości 237,0 m w otworze Koło GT-1 oraz 217,0 m w otworze Koło GT-2. Poziomy wodonośne posiadają naturalną izolację od utworów nadległych, zapewniającą pełną izolację przed wpływem antropopresji z powierzchni terenu. W stropie poziomu wodonośnego zalegają utwory marglisto-węglanowe albu górnego, natomiast w dolnej części zbiornika oraz w jego podłożu znajdują się utwory łańcuchowe i mułowcowe kredy dolnej i jury górnej. Porowatość efektywna ujętych utworów wynosi 9,6–17,8% (Koło GT-1) oraz 3,7–24,9% (Koło GT-2). Przepuszczalność mieści się natomiast w zakresie odpowiednio 4,4–425,2 mD oraz 0,0038–283,8 mD. Średnia wartość współczynnika filtracji warstw wodonośnych ujętych otworem Koło GT-1 wynosi ok. $3,6 \cdot 10^{-6}$ m/s, natomiast otworem Koło GT-2 – ok. $4,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Największe znaczenie z punktu widzenia zdolności gromadzenia wód podziemnych wykazuje piaskowcowe ogniwo kruszwickie formacji mogileńskiej, nawiercone na głębokości 2565,0–2708,0 m (Koło GT-1) oraz 2690,0–2832,5 m (Koło GT-2). Wody podziemne zbiornika dolnokredowego są pochodzenia infiltracyjnego (infiltracji przedczwartorzędowej) i pozostają w łączności hydraulicznej z wodami zgromadzonymi w obrębie utworów wodonośnych jury oraz w spękanych utworach kredy górnej. Zasilanie poziomu odbywa się poprzez przesiąkanie wód z poziomów nadległych lub wskutek dopływu z obszarów wychodni warstw wodonośnych. W otworze Koło GT-1 ujęto wody termalne typu Cl–Na,(Fe),I o mineralizacji ogólnej 94,0–95,0 g/dm³ i temperaturze osiągającej na wypływie z ujęcia ok. 84,0°C. W otworze Koło GT-2 ujęto wody termalne typu Cl–Na o mineralizacji 101,0–106,0 g/dm³ i temperaturze osiągającej na wypływie z ujęcia ok. 91,0°C. Zasoby ujęcia początkowo wynosiły 257,0 m³/h przy depresji ok. 120,0 m i były równe zasobom eksploatacyjnym otworu Koło GT-1. W 2023 r. zatwierdzono zasoby otworu Koło GT-2 w ilości 311,0 m³/h przy depresji ok. 213,0 m. Otwór Koło GT-1 w przyszłości ma pełnić rolę otworu chłonnego, dlatego zasoby eksploatacyjne ujęcia przyjęto w ilości 311,0 m³/h (Kukuła i in., 2019, Bystron i in., 2023a).

11. KONIN GT-1

m. Konin
gm. m. Konin
pow. m. Konin
woj. wielkopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincia platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na
		Mineralizacja	ok. 150,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 90,0°C

Poziom	J₁	Głębokość stropu	2578,0 m
Wodonośny		Mięższość	63,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	NZ	Właściciel	Geotermia Konin Sp. z o.o.
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	114,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	—

Budowa geologiczna złoża

Złoże Konin GT-1 znajduje się na obszarze synklinorium łódzkiego, rozległego zbiornika sedymentacyjnego o przybliżonym przebiegu NW–SE. Złoże zostało udokumentowane otworem wiertniczym Konin GT-1 o głębokości 2660,0 m, zakończonym w iłowcach i mułowcach triasu. Utwory jury dolnej nawiercono na głębokości 2578,0 m. Miąższość tych utworów wynosi 63,0 m. Pod względem litologicznym są to piaskowce kwarcowe, drobno- i średnioziarniste, miejscami przechodzące w gruboziarniste. W piaskowcach występują liczne smugi i laminy węglistych iłowców i węgla. W interwale 2614,0–2635,0 m p.p.t. piaskowce są silnie przeławiczone mułowcami i iłowcami węglistymi. Powyżej w profilu występują mułowce, iłowce i piaskowce jury środkowej, które przykryte są utworami węglanowymi oraz mułowcami i iłowcami jury górnej. Kreda dolna wykształcona jest głównie w postaci piaskowców drobno- i średnioziarnistych, natomiast kreda górna reprezentowana jest przez margle, wapienie, opoki i gezy. Łączna miąższość utworów kredowych wynosi 1740,0 m. Bezpośrednio nad nimi leży 10-metrowa warstwa osadów czwartorzędowych w postaci osadów fluwialnych, organicznych i mineralnych (Myśliwiec i in., 2015).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Otworem Konin GT-1 ujęto wody termalne z piaskowców jury dolnej występujące w przedziale głębokości 2578,0–2641,0 m. Zbiornik dolnojurański posiada pełną izolację od powierzchni terenu i nie ma bezpośredniego kontaktu ze zwykłymi wodami podziemnymi. Zasilanie poziomu wodonośnego odbywa się głównie drogą pośrednią w strefach wychodni pod warstwą osadów kenozoicznych lub przez przesiąkanie wód z poziomów jury górnej bądź kredy. W zbiorniku panują warunki subartezyjskie, obserwuje się w nim także wyraźną pionową strefowość hydrogeochemiczną. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $3,6 \cdot 10^{-5}$ m/s, a przewodność wodna ok. 194,0 m²/d. W otworze Konin GT-1 ujęto wody typu Cl–Na o mineralizacji ok. 150,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia wynoszącej ok. 90,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia zostały zatwierdzone w ilości 114,0 m³/h przy depresji ok. 87,0 m. (Myśliwiec i in., 2015).

12. LIDZBARK WARMIŃSKI GT-1

m. Lidzbark Warmiński
gm. Lidzbark Warmiński
pow. lidzbarski
woj. warmińsko-mazurskie

Regionalizacja hydrogeologiczna	
AII	provincia platformy prekambryjskiej region basenu bałtyckiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na
		Mineralizacja	ok. 27,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 20°C

Poziom wodonośny	J₁	Głębokość stropu	877,0 m
		Mięższość	107,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce, mułowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	Z	Właściciel	Termy Warmińskie Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 11.07.2036 r.)
		Obszar górniczy	tak (Lidzbark Warmiński GT-1)
		Uzdrowisko	obszar ochrony uzdrowiskowej

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	120,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	151,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	185,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	<0,1%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	<0,1%
		Cel wydobycia	rekreacja

Budowa geologiczna złoża

Złoże Lidzbark Warmiński GT-1 znajduje się w obrębie platformy prekambryjskiej, w jednostce tektonicznej zwanej obniżeniem nadbałtyckim (d. syneklizą perybałtycką). Złoże rozpoznano otworem Lidzbark Warmiński GT-1 o głębokości 1035,0 m. Najstarszymi nawierconymi osadami są utwory triasu (retyku), których strop stwierdzono na głębokości 1000,0 m. Pod względem litologicznym są to przede wszystkim mułowce oraz iłowce. Jurę dolną reprezentują głównie naprzemianległe pakiety mułowców, iłowców i różnoziarnistych piaskowców. Ich strop nawiercono na głębokości 839,0 m. Jurę środkową reprezentują piaskowce batonu oraz margle mułowcowe keloweju. Strop utworów jury środkowej nawiercono na głębokości 791,0 m. Osady jury górnej są wykształcone jako margle i wapienie margliste oksfordu oraz mułowce margliste i margle mułowcowe portlandu i kimerydu. Strop utworów jury górnej występuje na głębokości 578,0 m. Kreda dolna jest reprezentowana przez piaskowce kwarcowe, zaś kredę górną stanowią margle i wapienie margliste turonu oraz margle, mułowce i piaskowce kwarcowe wieku santon–kampan–mastrycht. Strop osadowej pokrywy mezozoicznej nawiercono na głębokości 257,0 m. Powyżej leżą utwory paleogeńsko-neogeńskie wykształcone w postaci margli, piasków kwarcowych, mułków i iłów o łącznej miąższości 167,0 m. Osady czwartorzędowe reprezentowane są przez piaski kwarcowe, gliny i torfy. Ich miąższość wynosi 97,0 m (Biernat, Kapuściński, 2011a).

Warunki hydrogeologiczne złoża

W otworze Lidzbark Warmiński GT-1 ujęto wody termalne występujące w utworach jury dolnej. Zasilanie zbiornika dolnojurajskiego odbywa się poprzez przesiąkanie przez przepuszczalne utwory czwartorzędowe, neogeńsko-paleogeńskie, kredowe i górnojurajskie. Odpływ wody odbywa się w kierunku północnym. Kompleks wodonośny jury dolnej o miąższości 107,0 m występuje w interwale 877,0–984,0 m i jest reprezentowany przez warstwy olsztyńskie wykształcone w postaci średnio- i gruboziarnistych piaskowców kwarcowych z przewarstwieniami iłowców i mułowców. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych jury dolnej wynosi ok. $4,2 \cdot 10^{-5}$ m/s. Poziom jurajski charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami zbiornikowymi. Porowatość piaskowców wynosi ok. 30%. Stopień geotermiczny w utworach dolnojurajskich wynosi ok. 133,0 m/°C, a gradient geotermiczny ok. 1,0°C/100 m. Ujęte wody zalicza się do typu Cl–Na o mineralizacji ok. 27,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie wynoszącej ok. 20,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą w wysokości 120,0 m³/h (Biernat, Kapuściński, 2011a).

13. MSZCZONÓW

m. Mszczonów
gm. Mszczonów
pow. żyrardowski
woj. mazowieckie

Regionalizacja hydrogeologiczna	
BI	provincia platformy paleozoicznej region synklinorium brzeżnego

Kopalina	WT	Typ wody	HCO ₃ -Ca-Na
		Mineralizacja	0,4–0,6 g/dm ³
		Temperatura	ok. 42,0°C

Poziom wodonośny	K₁	Głębokość stropu	1596,0–1603,0 m
		Mięższość	112,0–115,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce, mułowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półzakryta

Stan	Z	Właściciel	Geotermia Mazowiecka S.A.
		Koncesja	tak (do 24.03.2028 r.)
		Obszar górniczy	tak (Mszczonów)
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	2 (od 2023 r. – 1 otw. prod., 1 otw. chł.)
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	60,00 m ³ /h (od 2023 r. – 150,00 m ³ /h)
		Wielkość wydobycia 2022 r.	409324,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	250196,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	77,9%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	19,0%
		Cel wydobycia:	geotermia, rekreacja, cele komunalne

Budowa geologiczna złoŹa

Mszczonów znajduje się w południowej części niecki warszawskiej, w obrębie bloku Grodziska Mazowieckiego. Jego południowo-wschodnią granicę stanowi strefa dyslokacyjna Grójec–Źyrów, a północno-zachodnią jednostka Płońska. Niecka warszawska, stanowiąca część synklinorium brzeźnego, jest stosunkowo młodą strukturą tektoniczną, ukształtowaną na skłonie wschodnioeuropejskiej platformy prekambryjskiej i w strefie T-T, powstała w okresie od późnej kredy do paleogenu. Niecka jest wypełniona utworami neogenu i paleogenu, poniżej których występują utwory kredy górnej. PodłoŹe niecki tworzą osady jury, triasu, permu i karbonu. Spąg kompleksu cechsztyńsko-mezozoicznego znajduje się na głębokości ok. 4060,0 m. Omawiany kompleks charakteryzuje niemal pełny profil stratygraficzny oraz duŹa miąższość kredy górnej. Rejon złoŹa nie jest zaburzony tektonicznie – utwory budujące południową część niecki warszawskiej w rejonie Mszczonowa są praktycznie niesfałdowane. Poziom wodonośny stanowią utwory kredy dolnej, wykształcone przede wszystkim w facji terygenicznej. Ich miąższość na obszarze złoŹa wynosi ok. 135,0 m. Kreda dolna wykształcona jest w postaci utworów piaskowcowych i piaskowcowo-weglanowych przeławicowych utworami ilastymi i mułowcowymi (Kapuściński i in., 1997a; Bujakowski i in., 2023).

Warunki hydrogeologiczne złoŹa

Wody termalne w Mszczonowie występują w utworach kredy dolnej na głębokości ok. 1600,0 m. Pierwszym otworem ujmującym wody termalne złoŹa Mszczonów był otwór Mszczonów IG-1 o głębokości 4119,0 m, sięgający utworów karbonu, a następnie zlikwidowany do głębokości 1793,0 m i zakończony w utworach jury górnej. Warstwy wodonośne kredy dolnej charakteryzują się porowatością ok. 18–27% i współczynnikiem filtracji w zakresie $7,0 \cdot 10^{-6}$ – $2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s. Cechą charakterystyczną złoŹa jest głęboka penetracja wód infiltracyjnych. Utwory kredy leŹą w obszarze intensywnej wymiany wód o bardzo głębokim zasięgu. Wśród składowych genetycznych zasilających złoŹe dominuje woda zasilana w klimacie chłodniejszym od holocenijskiego, prawdopodobnie w końcowym stadium ostatniego glacjału lub na przełomie glacjału i holocenu (Kapuściński i in., 1997a; Bujakowski i in., 2023). W otworze Mszczonów IG-1 udokumentowano wody termalne typu $\text{HCO}_3\text{--Ca--Na}$ o mineralizacji 0,4–0,6 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia osiagającej ok. 42,0°C. W latach 2022–2023 otwór Mszczonów IG-1 został zrekonstruowany i pełni obecnie rolę otworu chłonnego. Dodatkowo wykonano nowy otwór eksploatacyjny Mszczonów GT-1, którego zasoby eksploatacyjne wynoszą 150 m³/h przy depresji ok. 55,0 m. W otworze Mszczonów GT-1 udokumentowano wody termalne typu $\text{HCO}_3\text{--Ca--Na}$ o mineralizacji 0,4–0,6 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia osiagającej ok. 42,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia składającego się z dwóch otworów Mszczonów GT-1 i Mszczonów IG-1 wynoszą 150,0 m³/h, z uwagi na fakt, iŹ otwory będą eksploatowane w dublcie geotermalnym i nie będą eksploatowane jednocześnie (Bujakowski i in., 2023).

14. PODDĘBICE

m. Poddębice
gm. Poddębice
pow. poddębicki
woj. łódzkie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody	HCO ₃ -Na-Ca,Si
		Mineralizacja	ok. 0,5 g/dm ³
		Temperatura	ok. 68,0°C
Poziom wodonośny	K₁	Głębokość stropu	1962,0 m
		Mięższość	103,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta
Stan	Z	Właściciel	Geotermia Poddębice Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 31.12.2040 r.)
		Obszar górniczy	tak (Poddębice I)
		Uzdrowisko	nie
Eksploracja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	252,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	1269069, 0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	1219793,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	57,5%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	55,3%
		Cel wydobycia:	geotermia, rekreacja, zabiegi lecznicze, kosmetyki

Budowa geologiczna złoża

Złoże Poddębice zlokalizowane jest w centralnej części niecki mogileńsko-łódzkiej, stanowiącej część synklinorium szczecińsko-miechowskiego. Złoże rozpoznane zostało otworem Poddębice GT-2 o głębokości 2101,0 m. Budowa geologiczna rejonu złoża jest złożona, co wynika z zaawansowanej tektoniki solnej. Tektoniczne przemieszczenie się warstw solnych odpowiada za powstanie struktur antyklinalnych w rejonie Poddębic. Efektem tych zaburzeń są nieciągłości profilu geologicznego i zmienność miąższości poszczególnych serii skalnych. Najstarsze utwory rozpoznane otworami wiertniczymi w rejonie Poddębic to drobnoziarniste piaskowce i mułowce przeławicone wapieniami triasu dolnego. Ich nadkład stanowi seria utworów ewaporatowych i klastycznych retu, wykształconych jako anhydryty, dolomity i mułowce. Wapień muszlowy jest wykształcony w facji wapieni pelitycznych i margli. Trias górny jest zbudowany z drobnoziarnistych piaskowców z wkładkami iłowców, przechodzących w iłowce. Powyżej triasu występują silnie zredukowane utwory jury dolnej, będące najstarszymi utworami rozpoznanymi otworem Poddębice GT-2 udostępniającym złoże. Ich miąższość wynosi niespełna 40,0 m, choć otworem osiągnięto jedynie stropową partię tych osadów. Pod względem litologicznym są to głównie piaskowce z przewarstwieniami iłowców. Utwory jury środkowej i górnej na obszarze złoża nie występują. Wyniki okolicznych wiercen wskazywać, że są one reprezentowane w przewodzie przez wapienie, margle, dolomity i mułowce z cienkimi wkładkami piaskowców glaukonitowych. Powyżej osadów jury dolnej zalegają piaskowce z iłowcami kredy dolnej. Utwory te, o miąższości wynoszącej 1030,0 m, tworzą poziom wodonośny wód termalnych. Zasadniczą część profilu stanowią wyżej ległe utwory kredy górnej (wapienie, margle, iłowce, mułowce) o miąższości wynoszącej 1950,0 m (Posyniak, 2015).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Wody termalne w Poddębicach zostały ujęte z utworów kredy dolnej. Poziom wodonośny zbudowany jest z drobnoziarnistych, miejscami średnioziarnistych piaskowców stratygraficznie reprezentujących alb dolny, apt i barrem. Strop warstwy wodonośnej znajduje się na głębokości 1962,0 m, a jej miąższość wynosi 103,0 m. W złożu panują warunki artezyjskie. Piaskowce charakteryzują się dobrymi właściwościami kolektorskimi. Ich porowatość wynosi 16–23%, przepuszczalność ok. 177,0 mD, a współczynnik filtracji ok. $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Ujęte wody scharakteryzowano jako $\text{HCO}_3\text{--Na--Ca,Si}$ o mineralizacji ok. 0,5 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. 68,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 252,0 m³/h przy depresji ok. 85,0 m. Pod względem genetycznym są to wody współczesnej infiltracji, które dzięki uwarunkowaniom strukturalnym krążą na dużych głębokościach (Posyniak, 2015). Rejon Poddębic jest uznawany za strefę tzw. głębokiego wystłodzenia wód. Zasilanie zbiornika odbywa się we wschodniej części niecki łódzkiej i z tego kierunku napływa zasadniczy strumień wód kształtujących zasoby złoża. Na zachód od Poddębic znajduje się morfostrukturalne wyniesienie utworów kredy dolnej, które tworzy barierę hydrodynamiczną dla strumienia niskozmineralizowanych wód infiltracyjnych.

15. PODHALE 2

m. Bańska Niżna, Biały Dunajec
gm. Szaflary, Biały Dunajec
pow. nowotarski, tatrzański
woj. małopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DIII

provincja karpacka
region Karpat wewnętrznych

Kopalina	WT	Typ wody	SO ₄ -Cl-Na-Ca,(Si),(F)
		Mineralizacja	2,0–3,0 g/dm ³
		Temperatura	82,0–86,0°C
Poziom wodonośny	Pg–T	Głębokość stropu	2083,0–2748,0 m
		Mięższość	281,0–1103,0 m
		Litologia	dolomity, wapienie
		Typ ośrodka	szczelinowy, szczelinowo-krasowy
		Struktura	półotwarta
Stan	Z	Właściciel	PEC Geotermia Podhalańska S.A.
		Koncesja	tak (do 31.07.2025 r.)
		Obszar górniczy	tak (Podhale 2)
		Uzdrowisko	nie
Eksploracja	C	Liczba ujęć	6 (3 otw. prod., 3 otw. chł.)
		Liczba ujęć czynnych	6
		Zasoby ekspl.	1070,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	4846983,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	4831416,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	51,7%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	51,5%
		Cel wydobycia	geotermia, rekreacja

Budowa geologiczna złoża

Złoże Podhale 2 znajduje się w obrębie niecki podhalańskiej. Utwory niecki podhalańskiej są silnie zaburzone tektonicznie, co sprzyja kształtowaniu się korzystnych warunków hydrogeologicznych. Złoże zostało rozpoznane sześcioma otworami: Biały Dunajec PGP-2 o głębokości 2450,0 m, Bańska IG-1 o głębokości 5261,0 m, Bańska PGP-3 o głębokości 3519,3 m, Bańska PGP-1 o głębokości 3242,0 m, Biały Dunajec PAN-1 o głębokości 2394,0 m oraz Biały Dunajec PGP-5 o głębokości 3564,0 m. Najstarszymi utworami rozpoznanymi we wszystkich otworach są łupki ilaste, dolomity, wapienie, piaskowce, zlepieńce triasu. Utwory jury występują jedynie w otworze Bańska IG-1. Są to wapienie, margle i iłowce. Utwory kredy rozpoznano w otworach Bańska IG-1 oraz Bańska PGP-3. Wykształcone są one w postaci łupków ilastych, margli, dolomitów, wapieni, mułowców, iłowców i zlepieńców. W profilach geologicznych wszystkich otworów występują utwory paleogeńsko-neogeńskie w postaci margli, wapieni, mułowców, iłowców, łupków, piaskowców i zlepieńców. Utwory fliszowe przykryte są warstwą osadów czwartorzędowych reprezentowanych przez gliny, żwiry i piaski o łącznej miąższości 5,0–10,0 m (Chowaniec i in., 1998; Józefko i in., 2018a; Kukuła i in., 2021).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Wody termalne występują głównie w utworach węglanowych eocenu i triasu środkowego. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi od ok. $6,0 \cdot 10^{-6}$ do ok. $3,0 \cdot 10^{-5}$ m/s. Ujęcie składa się z trzech otworów eksploatacyjnych (Bańska PGP-1, Bańska IG-1, Bańska PGP-3) oraz trzech otworów chłonnych (Biały Dunajec PGP-2, Biały Dunajec PAN-1, Biały Dunajec PGP-5). Pod względem chemicznym wody z otworów eksploatacyjnych scharakteryzowano jako $\text{SO}_4\text{--Cl--Na--Ca, (Si), (F)}$ o mineralizacji 2,0–3,0 g/dm³. Temperatura wody na wypływie z ujęć wynosi maksymalnie 82,0–86,0°C. Łączne zasoby eksploatacyjne wszystkich otworów produkcyjnych w obrębie złoża wynoszą 1070,0 m³/h, w tym zasoby eksploatacyjne poszczególnych ujęć wynoszą 120,0–550,0 m³/h przy depresji zmieniającej się w zakresie 141,0–185,0 m (Józefko i in., 2018a). Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz izolację od płytszych poziomów wodonośnych i od powierzchni terenu, brak jest zagrożeń dla jakości wód termalnych ze złoża.

16. PORĘBA WIELKA

m. Niedźwiedź
gm. Niedźwiedź
pow. limanowski
woj. małopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DII

provincja karpacka
region Karpat zewnętrznych

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-HCO ₃ -Na,I
		Mineralizacja	23,0–24,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 42,0°C

Poziom		Głębokość stropu	1749,0 m
wodonośny	Pg-K	Mięższość	253,0 m
		Litologia	piaskowce, łupki
		Typ ośrodka	szczelinowo-porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	Z	Właściciel	Gorczańskie Wody Termalne Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 31.12.2035 r.)
		Obszar górniczy	tak (Poręba Wielka)
		Uzdrowisko	nie

		Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	16,10 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	355,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	212,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	0,2%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	0,2%
		Cel wydobycia:	rekreacja, zabiegi lecznicze

Eksploracja

C

Budowa geologiczna złoża

Poręba Wielka znajduje się w obrębie dwóch dużych jednostek tektonicznych Karpat fliszowych: płaszczowiny magurskiej i płaszczowiny śląskiej. W oknach tektonicznych (np. Mszany, Limanowej) ukazują się utwory płaszczowin zalegających głębiej. Płaszczowina magurska tworzy jednolitą sfałdowaną pokrywę, w obrębie której poszczególne antykliny są wąskie i często nachylone ku północy, natomiast synkliny szerokie i połogie. Osie tych struktur biegną na ogół w kierunku WSW–ENE. U czoła nasunięcia obserwuje się większy stopień zaangażowania tektonicznego, objawiający się m.in. złuskowaniem. W profilu tej jednostki występują warstwy fliszowe ze znacznym udziałem ogniw piaskowcowych od paleogenu do kredy górnej. Najstarsze osady występujące w płaszczowinie to piaskowce i łupki warstw inoceramowych z przełomu kredy górnej i paleogenu. Powyżej nich zalegają eoceńskie pstre łupki. Są to łupki przewarstwione cienkimi ławicami piaskowca, zapadające w kierunku południowym oraz północnym pod kątem 30–80°. Osadami płaszczowiny śląskiej są łupki, piaskowce i rogowce warstw menilitowych oraz łupki warstw krośnieńskich. Pod warstwami krośnieńskimi, w niemal niezaburzonym tektonicznie profilu, nawiercono utwory charakterystyczne dla serii przedmagurskiej – piaskowce z Jaworzynki. Pod względem litologicznym są one wykształcone jako łupki z cienkimi warstwami zbitych piaskowców oraz bloki piaskowców. Złoże zostało udostępnione jednym otworem wiertniczym Poręba Wielka IG-1 o głębokości 2002,4 m (Bujakowski i in., 2013).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Otworem Poręba Wielka IG-1 ujęto paleogeńsko-kredowe piętro wodonośne składające się z zespołu warstw wodonośnych zbudowanych głównie z piaskowców zalegających wśród łupków. Cały kompleks osadów fliszowych jest silnie zaangażowany tektonicznie, co sprawia, że obserwuje się brak ciągłości poziomów wodonośnych, choć strefy zawodnione nie tworzą układów izolowanych. Dzięki licznym spękanom poszczególnych ogniw litostratygraficznych tworzą one jeden wspólny poziom wodonośny. Zasilanie poziomu odbywa się przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych, a także przez infiltrację wód powierzchniowych i dopływ ascenzyjny z podłoża. Wody termalne występują w obrębie okna tektonicznego, w którym odsłaniają się szczelinowo-porowe piaskowce warstw krośnieńskich (paleocen–kreda górna). Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $5,0 \cdot 10^{-7}$ m/s. Otworem Poręba Wielka IG-1 ujęto wody typu Cl–HCO₃–Na,I o mineralizacji 23,0–24,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia wynoszącej ok. 42,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 16,1 m³/h przy depresji blisko 512,0 m (Bujakowski i in., 2013).

17. PORONIN

m. Poronin
gm. Poronin
pow. tatrzański
woj. małopolski

Regionalizacja hydrogeologiczna

DIII

provincja karpacka
region Karpat wewnętrznych

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	SO ₄ -HCO ₃ -Cl-Na-Ca,S ok. 1,0 g/dm ³ ok. 59,0°C
Poziom wodonośny	T₂	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	1768,0 m 87,0 m wapienie, dolomity szczelinowy, szczelinowo-krasowy półotwarta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Tatra-Termal Sp. z o.o. tak (do 22.08.2042 r.) tak (Poronin) nie
Eksploracja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	1 0 70,00 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% —

Budowa geologiczna złoŜa

ZłoŜe Poronin znajduje się w obrębie niecki podhalańskiej. Rozpoznano je jednym otworem wiertniczym Poronin PAN-1 o głębokości 3003,0 m. W jego profilu stwierdzono brak utworów eocenu numulitowego. Osady fliszowe zalegają tu bezpośrednio na mezozoicznym podłożu. Profil utworów fliszowych obejmuje warstwy szaflarskie, zakopiańskie i chochołowskie. Największą miąższość osiągają warstwy zakopiańskie, wykształcone w przewadze jako iłolupki i mułowce (warstwy zakopiańskie dolne) i piaskowce (warstwy zakopiańskie górne). W podłożu paleogeńskich utworów niecki podhalańskiej występują utwory mezozoiczne od kredy po trias. Tworzą one szereg jednostek tektonicznych o charakterze płaszczowin cząstkowych lub łusek, przetransportowanych w obecne położenie podczas ruchów orogenezy alpejskiej w późnej kredzie. Są to utwory typu tatrzańskiego, należące do jednostek reglowych dolnych (kriżniańskich), środkowych (choczańskich), a poniżej – do jednostek typu wierchowego. Dla występowania wód termalnych podstawowe znaczenie mają wapienie i dolomity triasu środkowego, należące do jednostek reglowych kriżniańskich. Utwory te, dzięki znacznemu zeszcelinowaceniowi i zbrekcyonowaniu, stanowią główny kolektor wód termalnych na Podhalu. Silne zaangażowanie tektoniczne jest jednym z czynników sprzyjających wytworzeniu się korzystnych warunków hydrogeologicznych w masywie skalnym (Bielec, Kukuła, 2010).

Warunki hydrogeologiczne złoŜa

Otworem wiertniczym Poronin PAN-1 udostępniono do eksploatacji wody termalne występujące w obrębie wapieni i dolomitów triasu środkowego, zalegające w interwale 1768,0–1855,0 m p.p.t., bezpośrednio pod fliszem podhalańskim. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $4,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Ujęte wody termalne zaliczono do typu $\text{SO}_4\text{--HCO}_3\text{--Cl--Na--Ca,S}$. Ich mineralizacja wynosi ok. $1,0 \text{ g/dm}^3$, a temperatura wód na wypływie z ujęcia osiąga ok. $59,0^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą $70,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji ponad 150,0 m (Bielec, Kukuła, 2010). Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz izolację od płytszych poziomów wodonośnych, brak jest zagrożeń antropogenicznych dla jakości wód termalnych ze złoŜa Poronin.

18. PYRZYCE

m. Pyrzyce
gm. Pyrzyce
pow. pyrzycki
woj. zachodniopomorskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na
		Mineralizacja	118,0–126,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 60,0°C
Poziom wodonośny	J ₁	Głębokość stropu	1424,0–1496,0 m
		Mięszczość	122,0–185,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta
Stan	Z	Właściciel	Geotermia Pyrzyce Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 20.12.2026 r.)
		Obszar górniczy	tak (Pyrzyce)
		Uzdrowisko	nie
Eksploracja	C	Liczba ujęć	4 (2 otw. prod., 2 otw. chl.)
		Liczba ujęć czynnych	4
		Zasoby ekspl.	340,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	1001652,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	518330,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	33,6%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	17,4%
		Cel wydobycia	geotermia

Budowa geologiczna złoża

Złoże Pyrzyce znajduje się w niecce szczecińskiej będącej częścią synklinorium szczecińsko-miechowskiego. Przez złożo przebiega głęboka strefa dyslokacyjna Pyrzyce–Krzyż. Znajdują się tu także słabo wykształcone spęczenia solne. Złoże zostało rozpoznane czterema otworami wiertniczymi: Pyrzyce GT-1 o głębokości 1637,0 m, Pyrzyce GT-2 o głębokości 1640,0 m, Pyrzyce GT-3 o głębokości 1630,0 m oraz Pyrzyce GT-4 o głębokości 1620,0 m. Poziom wodonośny zbudowany jest z warstw mechowskich, wykształconych jako kompleks naprzemianległych pakietów mułowcowo-iłowcowych i piaskowcowych. Warstwy mechowskie dolne są zbudowane w przewadze z piaskowców różno-, średnio- i drobnoziarnistych z wkładkami iłowców i łupków ilastych z detrytusem roślinnym, a także piaskowców drobnoziarnistych z ryzoidami i piaskowców dolomitycznych. Warstwy mechowskie środkowe to piaskowce drobnoziarniste, podrzędnie średnioziarniste. Warstwy mechowskie górne charakteryzują się występowaniem piaskowców drobnoziarnistych, przewarstwionych piaskowcami z przemazami ilastymi, piaskowcami mułowcowymi, iłowcami i mułowcami piaszczystymi oraz iłowcami i łupkami ilastymi. Strop utworów jury dolnej zalega na głębokości 1150,0–1200,0 m. Powyżej w profilu występują margle jury środkowej, cienka warstwa osadów kredy dolnej oraz miąższy kompleks wapieni i margli kredy górnej. Na powierzchni terenu zalega pokrywa kenozoiczna o miąższości 130,0–140,0 m, zbudowana w przewadze z piasków i iłów (Bujakowska i in., 1995).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Udokumentowane złożo wód termalnych występuje w poziomie wodonośnym jury dolnej, zbudowanym głównie z drobno- lub różnoziarnistych piaskowców o miąższości 122,0–185,0 m. Piaskowce te są przewarstwione utworami słabo- lub praktycznie nieprzepuszczalnymi: iłowcami, iłowcami piaszczystymi, mułowcami i mułowcami piaszczystymi. W profilu litologicznym jury dolnej utwory przepuszczalne stanowią 40–80% ich ogólnej miąższości. Strop poziomu wodonośnego znajduje się w przybliżeniu na głębokości 1424,0–1496,0 m. Współczynnik filtracji utworów budujących ujęty poziom wodonośny wynosi ok. $4,5 \cdot 10^{-5}$ m/s. Złoże Pyrzyce składa się z dwóch otworów eksploatacyjnych (Pyrzyce GT-1, Pyrzyce GT-3) oraz dwóch otworów chłonnych (Pyrzyce GT-2, Pyrzyce GT-4). Ujęte wody termalne reprezentują typ chemiczny Cl–Na, a ich mineralizacja wynosi 118,0–126,0 g/dm³. Temperatura wód na wypływie z dla obu ujęć wynosi 60,0°C. Łączne zasoby eksploatacyjne otworów produkcyjnych wynoszą 340,0 m³/h, przy depresji otworowej 22,0–33,0 m (Bujakowska i in., 1995). Z uwagi na głębokość występowania i pełną izolację ujętego poziomu wodonośnego od powierzchni terenu brak jest zagrożeń antropogenicznych dla jakości i ilości zasobów wód termalnych ze złoża. Z informacji uzyskanych od Właściciela ujęcia obecnie czynny pozostaje tylko jeden otwór eksploatacyjny (Pyrzyce GT-1 Bis), jednak PIG-PIB nie ma dostępu do odpowiedniej dokumentacji hydrogeologicznej zatwierdzającej jego zasoby. Dlatego w karcie złoża podano jedynie informacje, które znajdują potwierdzenie w materiałach archiwalnych znajdujących się w Centralnym Archiwum Geologicznym.

19. SIERADZ GT-1 (2022)

SIERADZ (2023)

m. Sieradz
gm. Sieradz
pow. sieradzki
woj. łódzkie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	Cl-Na ok. 3,0 g/dm ³ ok. 52,0°C
Poziom wodonośny	J ₁	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	1373,0–1693,0 m 126,0–277,0 m piaskowce, mułowce, iłowce porowy półotwarta
Stan	NZ	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Gmina Miasto Sieradz nie nie nie
Eksploatacja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	2 (1 otw. prod., od 2023 r. 1 otw. chl. GT-2) 0 249,00 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% —

Budowa geologiczna złoza

Złoże Sieradz, składające się z dwóch otworów – Sieradz GT-1 i Sieradz GT-2, znajduje się w obrębie niecki łódzkiej, która wraz z niecką mogileńską tworzą permsko-mezozoiczną jednostkę geologiczną wyższego rzędu – nieckę mogileńsko-łódzką, stanowiącą fragment synklinorium szczecińsko-miechowskiego. Najstarszymi rozpoznanymi utworami są iłowce, piaskowce i mułowce triasu górnego. W jurze dolnej zbiornik ten przeszedł w śródlądowe rozlewisko, w którym osadzały się naprzemianległe piaskowce kwarcowe, heterolity oraz mułowce i iłowce. Powyżej w profilu występują osady jury środkowej wykształcone w postaci piaskowców, iłowców marglistych i mułowców z nielicznym detrytusem muszli oraz wapieni i margli, na których zalegają węglanowe utwory jury górnej reprezentowane przez fację płytkiego morza. Całkowita miąższość utworów jury w obrębie złoza wynosi 1000,0–1400,0 m. Na utworach jury zalegają osady kredy dolnej reprezentowane przez piaskowce i piaski różnoziarniste oraz iłowce margliste, margle i ily. Sedymentację górnokredową rozpoczynają osady facji węglanowej z fauną inoceramów i otwornic. Powyżej zalegają margle oraz podrzędnie wapienie margliste, z domieszką materiału detrytycznego oraz mikroskamieniałościami. Profil stratygraficzny skał górnokredowych zamykają lekko zapiaszczone opoki. Utwory kredy górnej przykryte są ok. 50,0 m warstwą osadów czwartorzędowych wykształconych w postaci piasków, żwirów, iłów i glin (Józefko i in., 2018b; Bystroń i in., 2023b).

Warunki hydrogeologiczne złoza

Ujęcie wód termalnych w Sieradzu składa się z otworu eksploatacyjnego Sieradz GT-1 oraz otworu chłonnego Sieradz GT-2. Utwory poziomu dolnojurajskiego charakteryzują się korzystnymi parametrami hydrogeologicznymi. Średnia wartość współczynnika filtracji wynosi ok. $1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s. System przepływu wód w zbiorniku jury dolnej ma charakter regionalny, a spływ wód podziemnych następuje generalnie z kierunku południowego. Zasilanie odbywa się drogą pośrednią, na drodze przesiąkania przez wyżej leżące poziomy wodonośne, najczęściej w strefach wychodni utworów dolnojurajskich pod warstwą utworów czwartorzędowych. Ujęte wody termalne należą do wód typu Cl-Na. Ich mineralizacja wynosi ok. $3,0 \text{ g/dm}^3$, a temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi ok. $52,0^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą $249,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji ponad 70,0 m (Józefko i in., 2018b; Bystroń i in., 2023b). Pod względem genetycznym wody termalne ze złoza w Sieradzu są wodami poligenetycznymi, powstałymi wskutek zmieszania się wód pochodzenia infiltracyjnego z silnie zasolonymi wodami reliktowymi. Ze względu na znaczną głębokość występowania oraz izolację od płytszych i głębszych poziomów wodonośnych brak jest zagrożeń antropogenicznych dla jakości ujętych wód termalnych.

20. SIWA WODA IG-1

m. Witów
gm. Kościelisko
pow. tatrzański
woj. małopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DIII

provincja karpacka
region Karpat wewnętrznych

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	HCO ₃ -SO ₄ -Mg-Na-Ca, ok. 0,5 g/dm ³ ok. 20,0°C
Poziom wodonośny	Pg-T	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	646,0 m 210,0 m dolomity, zlepienie szczelinowy, szczelinowo-krasowy półotwarta
Stan	NZ	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	brak danych nie nie nie
Eksploracja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	1 0 5,00 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% —

Budowa geologiczna złoŜa

ZłoŜe Siwa Woda IG-1 znajduje się w obrębie niecki podhalańskiej i zostało rozpoznane jednym otworem o g boko ci 856,0 m. Najstarszymi rozpoznanymi w otworze utworami są dolomity z wkładkami brekcji i iłowców triasu. Ich strop znajduje się na g boko ci 750,0 m. PowyŜej leŜ  utwory paleoge nskie wykształcone w postaci dolomitów, wapieni, zlepieńców oraz łupków z wkładkami mułowców i piaskowców. Ich  ączna mi szo   wynosi 735,0 m. Na powierzchni znajduje się warstwa osadów czwartorzędowych o grubości 15,0 m. Omawiany obszar charakteryzuje się silnym zaangaŜowaniem tektonicznym, co jest jednym z czynników sprzyjających wytworzeniu się korzystnych warunków hydrogeologicznych w masywie skalnym (Sokołowski i in., 1974).

Warunki hydrogeologiczne złoŜa

W otworze Siwa Woda IG-1 przypływ wód termalnych zaobserwowano na g boko ci 646,0 m. W złożu panują warunki artezyjskie. Otworem Siwa Woda IG-1 u  to paleoge nsko-triasowy poziom wodonośny zbudowany głównie z dolomitów i zlepieńców. Uzyskane wody pod względem hydrochemicznym określono jako $\text{HCO}_3\text{--SO}_4\text{--Mg--Na--Ca}$. Ich mineralizacja ogólna wynosi ok. $0,5 \text{ g/dm}^3$, a temperatura na wypływie z u  cia wynosi ok. 20°C . Zasoby eksploatacyjne u  cia wynoszą $5,0 \text{ m}^3/\text{h}$ (Sokołowski i in., 1974). Brak jest danych na temat depresji, jak r wnieŜ wartości współczynnika filtracji utworów wodonośnych. Z uwagi na izolacj  od płytszych poziomów wodonośnych oraz powierzchni terenu brak jest zagrożeń dla jakości wód termalnych z omawianego z o a.

21. SKIERNIEWICE GT-1, GT-2

m. Skierniewice
gm. m. Skierniewice
pow. m. Skierniewice
woj. łódzkie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium brzeżnego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na,(Fe),(I),(F)
		Mineralizacja	101,0–110,0 g/dm ³
		Temperatura	57,0–58,0°C

Poziom wodonośny	J₁	Głębokość stropu	2801,7–2875,0 m
		Mięższność	66,0–74,3m
		Litologia	piaskowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	NZ	Właściciel	Geotermia Mazowiecka S.A.
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	2 (1 otw. prod., 1 otw. chl.)
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	86,60 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia:	–

Budowa geologiczna złoże

Złoże Skierniewice GT-1, GT-2 zlokalizowane jest w południowo-zachodniej części niecki warszawskiej, stanowiącej środkowy fragment niecki brzeżnej. Zagłębienie niecki jest wypełnione utworami kredy górnej, paleogenu i neogenu. Poniżej występują utwory kredy dolnej, jury i triasu górnego, będące najstarszymi osadami rozpoznanyymi otworami wiertniczymi Skierniewice GT-1 (gł. 3001,0 m) i Skierniewice GT-2 (gł. 2886,0) udostępniającymi złoże. Tektonika obszaru jest spokojna, a utwory budujące południową część niecki warszawskiej w rejonie złoże praktycznie nie są sfałdowane. Strop utworów triasu górnego wykształconych w postaci iłowców występuje na głębokości 2885,0–2932,0 m. Strop utworów jury dolnej reprezentowanych przede wszystkim przez piaskowce i iłowce znajduje się na głębokości 2181,0–2186,0 m. Profil jury środkowej budują piaskowce, iłowce, mułowce oraz wapienie, a jury górnej wapienie, margle, iłowce i mułowce. Kreda dolna wykształcona jest w postaci iłowców i piaskowców, które przykryte są wapieniem, marglami, piaskowcami i piaskami kredy górnej. Utwory paleogeńsko-neogeńskie reprezentowane są przez ropy i piaski o miąższości 52,0–83,0 m. Na powierzchni występują czwartorzędowe piaski o miąższości 26,5–48,0 m (Bujakowski i in., 2014).

Warunki hydrogeologiczne złoże

Wody termalne w Skierniewicach występują w poziomie wodonośnym jury dolnej, zbudowanym z utworów hetangu, synemuru górnego, domeru i toarsu górnego (warstwy: borucickie, sławęcińskie, kłodawskie). Skałami wodonośnymi są piaskowce grubo- i średnioziarniste, przedzielone piaskowcami drobnoziarnistymi, mułowcami i iłowcami. Do eksploatacji udostępniono warstwę kłodawskie górne, w obrębie których utwory przepuszczalne stanowią 40–60% profilu. Porowatość efektywna piaskowców dochodzi do 14–20%, a ich przepuszczalność osiąga maksymalnie 5000,0–6800,0 mD. Współczynnik filtracji utworów zawodnionych wynosi od ok. $4,0 \cdot 10^{-6}$ do ok. $1,5 \cdot 10^{-5}$ m/s. Ujęte wody zalicza się do typu Cl–Na,(Fe),(I),(Fe). Ich mineralizacja wynosi 101,0–110,0 g/dm³, a temperatura wody na wypływie z ujęć wynosi 57,0–58,0°C. Przyjmuje się meteoryczne pochodzenie wody, a zasilanie zachodziło w ciepłym klimacie przedczwartorzędowym. Obszary zasilania związane są prawdopodobnie z wychodniami podkenozoicznymi jury. Zasoby eksploatacyjne ujęcia składającego się z dwóch otworów Skierniewice GT-1 i Skierniewice GT-2 wynoszą 86,6 m³/h, z uwagi na fakt, iż otwory będą pracować w dublecie geotermalnym i nie będą eksploatowane jednocześnie (Bujakowski i in., 2014). Z uwagi na głębokość zalegania i pełną izolację od powierzchni terenu brak jest zagrożeń antropogenicznych dla ilości i jakości zasobów wód termalnych ze złoże.

22. SOCHACZEW GT-1

m. Sochaczew
gm. m. Sochaczew
pow. sochaczewski
woj. mazowieckie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincia platformy paleozoicznej
region synklinorium brzeżnego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-HCO ₃ -Ca-Na
		Mineralizacja	ok. 1,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 44,0°C

Poziom wodonośny	K₁	Głębokość stropu	1349,0 m
		Mięższność	144,0 m
		Litologia	piaskowce, mułowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	NZ	Właściciel	Gmina Miasto Sochaczew
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	180,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	—

Budowa geologiczna złoża

Złoże w Sochaczewie, rozpoznane otworem wiertniczym Sochaczew GT-1 o głębokości 1540,0 m, znajduje się w południowej części niecki warszawskiej, w obrębie bloku Grodziska Mazowieckiego. Najstarszymi utworami rozpoznanymi otworem Sochaczew GT-1 są osady dolnokredowe wykształcone w postaci iłowców, margli, piaskowców, mułowców. Powyżej nich zalega węglanowy kompleks kredy górnej zbudowany z wapieni, margli i opok. Łączna miąższość utworów kredy w obrębie złoża wynosi 1294,0 m. Powyżej utworów kredy górnej występują osady paleogeńsko-neogeńskie reprezentowane przez ropy, piaski, mułki, węgiel brunatny oraz osady czwartorzędowe w postaci różnoziarnistych piasków ze żwirem (Wagner i in., 2019).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Ujęte wody termalne występują w obrębie utworów dolnokredowych o dominującym udziale piaskowców, przedzielonych warstwami iłowców, margli i mułowców. Poziom wodonośny stanowią głównie drobno- i średnioziarniste piaskowce kwarcowe z domieszką ziaren glaukonitu. Są to utwory kruche, słabo zwięzłe, miejscami zawierające okruchy węgla brunatnego oraz przewarstwienia iłowcowe. Łączna miąższość serii piaszczystych wynosi ok. 83,0 m. Zbiornik wód termalnych jest zasilany głównie z kierunku południowego i południowo-zachodniego, wzdłuż krawędzi antyklinorium kujawskiego. Na całym obszarze niecki zasilanie następuje również poprzez przesiąkanie z utworów nadległych, a także w wyniku dopływu z niżej leżących poziomów wodonośnych. Odpływ wód odbywa się w kierunku północno-zachodnim. Istotną rolę w drenażu poziomym stanowi też przesiąkanie pionowe, głównie w dolinach większych rzek. Zbiornik kredy dolnej w rejonie Sochaczewa charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami kolektorskimi – wysoką porowatością utworów wodonośnych (25–31%) oraz przepuszczalnością (715,0–2085,0 mD). Przewodność wodna udostępnionego poziomu wodonośnego wynosi ok. 13,0 m²/h, a współczynnik filtracji ok. 5,0·10⁻⁵ m/s. Zasoby eksploatacyjne ujęcia zatwierdzono w wysokości 180,0 m³/h przy depresji ok. 20,0 m. Ujęte wody reprezentują typ Cl–HCO₃–Ca–Na o mineralizacji ok. 1,0 g/dm³. Temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi ok. 44,0°C (Wagner i in., 2019). Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz izolację od innych poziomów wodonośnych oraz powierzchni terenu brak jest zagrożeń dla jakości wód termalnych z omawianego złoża.

23. STANISZÓW

m. Staniszków
gm. Podgórzyn
pow. jeleniogórski
woj. dolnośląskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

CII

provincja sudecka
region Sudetów

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	SO ₄ -HCO ₃ -Cl-Na,F,Rn,S ok. 0,5 g/dm ³ ok. 37,0°C
Poziom wodonośny	C₂	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	1293,0 m 288,0 m granity, porfiry szczelinowy otwarta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Termy Staniszków Sp. z o.o. i Wspólnicy Sp. k tak (do 27.07.2068 r.) tak (Termy Staniszków) nie
Eksploracja	NC	Liczba ujęć: Liczba ujęć czynnych: Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia:	1 0 20,50 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% —

Budowa geologiczna złoża

Złoże wód termalnych w Staniszowie, rozpoznane otworem Staniszów ST-1 o głębokości 1580,0 m znajduje się w obrębie bloku karkonosko-izerskiego, we wschodniej części karkonoskiego masywu granitoidowego, w pobliżu jego kontaktu ze wschodnią osłoną metamorficzną Rudaw Janowickich. Batolit karkonoski ukształtował się w późnym karbonie (namur–westfal). W rejonie Staniszowa jest zbudowany z gruboziarnistych, porfirowatych granitów (monzogranitów), typowych dla Kotliny Jeleniogórskiej. Charakterystyczną cechą tego rodzaju granitów są prakryształe różowych skaleni potasowych tkwiące w równo- i gruboziarnistej masie skalnej złożonej ze skaleni, kwarcu i biotytu. W obrębie granitów występują różnego rodzaju utwory żyłowe typu aplitów, pegmatytów i mikrogranitów, którym towarzyszą żyły kwarcowe i lamprofiry. Masyw granitoidowy w rejonie złoża przykrywa warstwa czwartorzędowych zwietrzelin granitu o miąższości 11,0 m. Omawiany obszar jest silnie zaburzony tektonicznie. W jego obrębie występują dyslokacje o dominujących kierunkach NW–SE i NE–SW i dużych kątach upadu, podkreślone przebiegiem utworów żyłowych. Odrębną sieć spękań stanowią uskoki o kierunkach NNE–SSW lub N–S oraz uskoki o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego (Łukaczyński, Polaczek, 2014b).

Warunki hydrogeologiczne złoża

W obrębie utworów krystalicznych wyróżnia się szereg szczelinowych stref wodonośnych znajdujących się na różnych głębokościach. Strefy te charakteryzuje zróżnicowana wodonośność oraz odmienne właściwości fizyczno-chemiczne występujących w nich wód. Zasięg głębokościowy płytszej strefy wodonośnej, rozpoznanej w rejonie złoża na głębokości ok. 300 m, jest związany z granicą pomiędzy występowaniem wód zwykłych (chłodnych) i wód termalnych. Ujęte wody termalne występują w najgłębszej strefie przepływu regionalnego, w obrębie głębokich rozłamów tektonicznych tworzących lokalne obszary anomalii hydrodynamicznych, hydrogeochemicznych i hydrogeotermicznych. Zróżnicowaniu głębokościowemu stref wodonośnych i powstawaniu różnych systemów wód podziemnych sprzyja silne rozcięcie erozyjne obszarów górskich. Otworem Staniszów ST-1 ujęto wody termalne typu $\text{SO}_4\text{--HCO}_3\text{--Cl--Na,F,Rn,S}$ o mineralizacji ok. $0,5 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia wynoszącej ok. $37,0^\circ\text{C}$. Zwierciadło ujętych wód termalnych ma charakter subartezyjski. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą $20,5 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji ok. 97,0 m (Łukaczyński, Polaczek, 2014b).

24. STARGARD

m. Stargard
gm. Stargard
pow. stargardzki
woj. zachodniopomorskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na
		Mineralizacja	117,0–126,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 88,0°C

Poziom	J₁	Głębokość stropu	2245,0–2783,0 m
Wodonośny		Mięższość	218,0–458,0 m
		Litologia	piaskowce, mułowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	Z	Właściciel	G-Term Energy Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 12.04.2037 r.)
		Obszar górniczy	tak (Stargard)
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	7 (2 otw. prod., 5 otw. chl.)
		Liczba ujęć czynnych	7
		Zasoby ekspl.	340,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	1719963,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	1868946 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	57,7%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	62,8%
		Cel wydobycia	geotermia

Budowa geologiczna złoże

Złoże Stargard znajduje się w centralnej, osiowej części niecki szczecińskiej, w obrębie tzw. niecki Stargardu. Jednostka ta ma charakter tektoniczny i jest ograniczona strefami dyslokacyjnymi: Pyrzyce–Krzyż od północnego zachodu, Stargard–Świdwin–Goleniów–Krzyż od północnego wschodu i Dębno–Złocieniec od południowego wschodu. Niecka Stargardu rozciąga się w kierunku NWW–SEE, przechodząc w kierunku północno-wschodnim w antyklinę Marianowa, a w kierunku południowo-zachodnim w antyklinę Chabowa. Złoże zostało rozpoznane siedmioma otworami wiertniczymi: Stargard GT-1–Stargard GT-7. Najstarszymi utworami rozpoznanymi ww. otworami są iłowce, mułowce i piaskowce triasu górnego (retyku), których strop nawiercono na głębokości 2658,0–3056,0 m. Powyżej nich zalega kompleks utworów jury dolnej o miąższości 543,0–612,0 m. Wśród nich wyróżnia się warstwy radowskie i mechowskie. Warstwy radowskie są wykształcone jako zwarte lub średniozwarte piaskowce, najczęściej drobnoziarniste (miejscami średnioziarniste), bardzo często z mikrospekami. Warstwy mechowskie to głównie piaskowce kwarcowe drobno-, średnio- i różnoziarniste o spoiwie ilastym, podrzędnie z przewarstwieniami, wkładkami lub gniazdami mułowców i iłowców mułowcowych. Powyżej utworów jury dolnej zalegają zredukowane serie jury środkowej i dolnej oraz kredy dolnej, przykryte marglami i wapieniami kredy górnej o miąższości 1586,0–1890,5 m. Na powierzchni terenu występują osady kenozoiczne, zaliczane do paleogenu, neogenu i czwartorzędu (Bentkowski i in., 2006; Kapuściński i in., 2022).

Warunki hydrogeologiczne złoże

Dolnojurański poziom wodonośny ujęty w Stargardzie jest częścią rozległego zbiornika wód termalnych występującego na znacznym obszarze Niżu Polskiego. W złożu panują warunki artezyjskie, a utwory wodonośne charakteryzują się korzystnymi parametrami zbiornikowymi. Porowatość efektywna piaskowców warstw radowskich dochodzi do ok. 30%, a ich przepuszczalność osiąga ponad 1700,0 mD. Piaskowce warstw mechowskich charakteryzują się zbliżoną porowatością efektywną, jednak ich maksymalna przepuszczalność jest niższa i nie przekracza 500,0 mD. Brak jest danych dotyczących wartości współczynnika filtracji utworów wodonośnych. Udział piaskowców w całkowitym profilu warstw mechowskich zmienia się w granicach 50–90%. Ujęcie wód termalnych w Stargardzie składa się z 2 dwóch otworów eksploatacyjnych Stargard GT-6 i GT-7 oraz pięciu otworów chłonnych od Stargard GT-1 do GT-5. W otworach eksploatacyjnych ujęto wody termalne typu Cl–Na o mineralizacji ogólnej sięgającej 117,0–126,0 g/dm³. Temperatura wód na wypływie z ujęcia wynosi ok. 88,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 340,0 m³/h przy depresjach w wygrzanych otworach w przybliżonym zakresie 41,0–51,0 m (Kapuściński i in., 2022).

25. SWARZĘDZ IGH-1

m. Poznań
gm. m. Poznań
pow. m. Poznań
woj. wielkopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na
		Mineralizacja	ok. 15,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 36,0°C

Poziom wodonośny	J₁	Głębokość stropu	1081,8 m
		Mięższność	204,2 m
		Litologia	piaskowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	Z	Właściciel	Termy Maltańskie Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 14.03.2033 r.)
		Obszar górniczy	tak (Swarzędz IGH-1)
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	10,00 m³/h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	8724,0 m³/rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	11061,0 m³/rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	10,0%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	12,6%
		Cel wydobycia	rekreacja

Budowa geologiczna złoŜa

ZłoŜe wód termalnych Swarzędz IGH-1 znajduje się w północno-wschodniej, peryferyjnej części monokliny przedsudeckiej. Rozpoznano je jednym otworem wiertniczym o głębokości 1306,0 m. Najstarszymi rozpoznanymi w nim utworami są piaskowce, iłowce i mułowce jury dolnej. Utwory jury środkowej – margle i mułowce margliste, miejscami przewarstwione piaskowcami, występują w przedziale głębokości 742,0–854,0 m. PowyŜej leŜą utwory jury górnej reprezentowane przez wapienie, wapienie margliste, margle, mułowce i iłowce, które przykryte są warstwą utworów paleogeńsko-neogeńskich o miąższości 112,5 m. Są to przede wszystkim piaski, mułki, Źwirki i iły. Na powierzchni zalegają osady czwartorzędowe wykształcone w postaci glin zwałowych, Źwirów i piasków o łącznej miąższości 66,5 m (Kapuściński i in., 2012).

Warunki hydrogeologiczne złoŜa

Ujęte wody termalne występują w obrębie warstw mechowskich dolnych i środkowych oraz w warstwach komorowskich i kamieńskich jury dolnej. Ze względu na większą głębokość występowania korzystniejsze warunki geotermiczne panują w warstwach mechowskich. Zbiornik ma charakter porowy, a występujące w nim wody znajdują się pod ciśnieniem artezyjskim. Zwierciadło wody stabilizuje się ok. 67 m ponad powierzchnią terenu. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $7,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Pod względem hydrochemicznym ujęte wody zalicza się do typu Cl–Na. Ich mineralizacja wynosi ok. 15,0 g/dm³, a temperatura na wypływie z ujęcia osiąga ok. 36,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 10,0 m³/h (Kapuściński i in., 2012). Z uwagi na znaczną głębokość występowania, izolację od płytszych poziomów wodonośnych oraz niewielki stopień wykorzystania zasobów brak jest zagrożeń, zarówno dla jakości, jak i ilości wód termalnych z omawianego złoŜa.

26. SZYMOSZKOWA

m. Zakopane
gm. Zakopane
pow. tatrzański
woj. małopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DIII

provincja karpacka
region Karpat wewnętrznych

Kopalina	WT	Typ wody	HCO ₃ -Ca-Mg,S
		Mineralizacja	ok. 0,4 g/dm ³
		Temperatura	ok. 27,0°C
Poziom	Pg-	Głębokość stropu	1112,0 m
wodonośny	J-T	Mięższość	551,0 m
		Litologia	dolomity, wapienie, margle
		Typ ośrodka	szczelinowo-krasowy, krasowy
		Struktura	półotwarta
Stan	Z	Właściciel	Dorado Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 04.03.2034 r.)
		Obszar górniczy	tak (Szymoszkowa)
		Uzdrowisko	nie
Eksploracja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	70,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	49717,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	49460,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	8,1%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	8,1%
		Cel wydobycia	rekreacja

Budowa geologiczna złoza

Złoże Szymoszkowa znajduje się w obrębie niecki podhalańskiej i zostało rozpoznane jednym otworem Szymoszkowa GT-1 o głębokości 1737,0 m, zakończonym w wapieniach i marglach jury. Powyżej leżą utwory triasu wykształcone głównie w postaci dolomitów, wapieni dolomitycznych i wapieni pelitycznych. Utwory mezozoiczne w rejonie złoza tworzą szereg jednostek tektonicznych o charakterze płaszczowin cząstkowych lub łusek. Strop utworów triasu występuje na głębokości 1194,0 m, natomiast jury na głębokości 1590,0 m. W interwale 1112,0–1194,0 m p.p.t. nawiercono utwory serii węglanowej eocenu. Powyżej występuje gruba warstwa utworów fliszowych (warstwy zakopiańskie dolne i górne) wykształconych w postaci łupków ilastych i marglistych z wkładkami piaskowców, mułowców i dolomitów. Łączna miąższość tych utworów wynosi 1107,0 m. Na powierzchni występują osady czwartorzędowe w postaci gliny zwietrzelinowej z okruchami piaskowców fliszu podhalańskiego o miąższości 5,0 m. Silne zaangażowanie tektoniczne omawianego obszaru jest jednym z czynników sprzyjających wytworzeniu się korzystnych warunków hydrogeologicznych w masywie skalnym (Józefko, Kukuła, 2013).

Warunki hydrogeologiczne złoza

Poziom wodonośny wód termalnych złoza Szymoszkowa zbudowany jest głównie z serii węglanowych triasu i jury, a w stropie także z paleogeńskich piaskowców. Ma charakter krasowy i szczelinowo-krasowy. W złożu panują warunki artezyjskie. Zwierciadło wody stabilizuje się ok. 40,0 m ponad powierzchnią terenu. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $3,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Ujęte wody pod względem chemicznym określono jako $\text{HCO}_3\text{--Ca--Mg,S}$ o mineralizacji wynoszącej ok. $0,4 \text{ g/dm}^3$. Temperatura wody na wypływie z ujęcia osiąga ok. $27,0^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą $70,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji ponad 40,0 m (Józefko, Kukuła, 2013). Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz izolację od płytszych poziomów wodonośnych i od powierzchni terenu brak jest zagrożeń dla jakości wód termalnych ze złoza Szymoszkowa.

27. TARNOWO PODGÓRNE GT-1

m. Tarnowo Podgórne
gm. Tarnowo Podgórne
pow. poznański
woj. wielkopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na,I
		Mineralizacja	ok. 81,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 44,0°C

Poziom	J₁	Głębokość stropu	1052,0 m
wodonośny		Miąższość	118,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	Z	Właściciel	Tarn. Gosp. Komunalna TP-KOM Sp. z o.o
		Koncesja	tak (do 14.12.2062 r.)
		Obszar górniczy	tak (Tarnowo Podgórne GT-1)
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	225,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	604,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	862,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	<0,1%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	<0,1%
		Cel wydobycia	rekreacja, zabiegi lecznicze

Budowa geologiczna złoza

Złoże Tarnowo Podgórne GT-1 znajduje się w obrębie niecki szczecińskiej, będącej fragmentem synklinorium szczecińsko-miechowskiego. W otworze Tarnowo Podgórne GT-1 o głębokości 1200,0 m najstarszymi nawierconymi osadami są utwory triasu górnego (retyku). Ich strop stwierdzono na głębokości 1170,0 m. Pod względem litologicznym są to przede wszystkim mułowce oraz iłowce z przewarstwieniami piaskowców. Jura dolna jest reprezentowana głównie przez naprzemianległe pakiety mułowców, iłowców i piaskowców różnoziarnistych. Strop jury dolnej nawiercono na głębokości 804,5 m. Powyżej w profilu występują mułowce margliste oraz iłowce jury środkowej. Strop tych utworów nawiercono na głębokości 726,0 m. Osady jury górnej (oksford) wykształcone są jako margle i wapienie margliste przewarstwione mułowcami i iłowcami. Powierzchnia stropowa utworów jury górnej występuje na głębokości 409,5 m. Powyżej zalegają utwory kredy dolnej, wykształcone w postaci piaskowców kwarcowych. Profil mezozoiku kończy seria osadowa kredy górnej – wapienie dolomityczne i wapienie margliste cenomanu oraz wapienie i margle turonu. Strop osadów kredowych nawiercono na głębokości 211,0 m. Powyżej leżą utwory paleogezo-neogeońskie wykształcone głównie w postaci piasków kwarcowych, mułków i iłów. Na powierzchni występuje warstwa osadów czwartorzędowych o grubości 74,0 m, reprezentowanych przez piaski kwarcowe ze żwirem (Biernat, Kapuściński, 2011b).

Warunki hydrogeologiczne złoza

Wody termalne ujęte otworem Tarnowo Podgórne GT-1 występują w utworach jury dolnej. Warstwę wodonośną tworzą drobno- lub średnioziarniste piaski i piaskowce kwarcowe, słabo i średnio zwięzłe, przewarstwione utworami słabo lub nieprzepuszczalnymi: iłowcami, iłowcami piaszczystymi, mułowcami i mułowcami piaszczystymi (warstwy radowskie i mechowskie). Miąższość piaskowców jest zmienna, łącznie wynosi w rejonie złoza ok. 120,0 m. Szacuje się, że utwory przepuszczalne stanowią 40–80% ogólnej miąższości warstwy wodonośnej. W poziomie wodonośnym panują warunki artezyjskie lub subartezyjskie. Zbiornik wód termalnych charakteryzuje się dobrą izolacją utworami słabo przepuszczalnymi, występującymi zarówno w stropie jak i w spągu poziomu wodonośnego. Poziom jest zasilany infiltracyjnie w strefach podczwartorzędowych wychodni utworów dolnojurajskich lub pośrednio, poprzez przesiąkanie przez utwory nadległe. Bazę drenażu dla jurajskiego piętra wodonośnego stanowią doliny większych rzek, zaś generalny spływ wód odbywa się w kierunku zachodnim i południowo-zachodnim. Porowatość efektywna piaskowców dochodzi do prawie 36%, a ich przepuszczalność osiąga maksymalnie ok. 4590,0 mD. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $4,6 \cdot 10^{-5}$ m/s. Na podstawie wskaźników hydrochemicznych stwierdzono, że ujęte wody są wodami reliktowymi, silnie zmetamorfizowanymi, o dobrej izolacji od powierzchni terenu oraz znikomym, współczesnym przepływie filtracyjnym. Ujęte wody zaliczono do typu Cl–Na,I. Ich mineralizacja wynosi ok. 81,0 g/dm³, a temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi ok. 44,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia zatwierdzono w ilości 225,0 m³/h przy depresji blisko 27,0 m (Biernat, Kapuściński, 2011b).

28. TOMASZÓW MAZOWIECKI

m. Tomaszów Mazowiecki
gm. m. Tomaszów Mazowiecki
pow. tomaszowski
woj. łódzkie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincia platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-HCO ₃ -Na
		Mineralizacja	ok. 0,5 g/dm ³
		Temperatura	ok. 42,0°C
Poziom	J ₁	Głębokość stropu	1437,0 m
Wodonośny		Mięszość	128,0 m
		Litologia	piaskowce, mułowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta
Stan	NZ	Właściciel	Gmina Miasto Tomaszów Mazowiecki
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie
Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	80,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	—

Budowa geologiczna złoża

Złoże Tomaszów Mazowiecki znajduje się w niecce mogileńsko-lódzkiej przy granicy z antyklinorium środkowopolskim, a dokładniej w mającej formę brachyantykliny niecce tomaszowskiej. Złoże rozpoznano jednym otworem Tomaszów Mazowiecki GT-1 o głębokości 1672,0 m. Najstarszymi nawierconymi w nim utworami są mułowce oraz iłowce, często wapniste, z wkładkami wapieni marglistych i gipsów, a także piaskowców triasu górnego, których strop nawiercono na głębokości 1565,0 m. Jura dolna jest reprezentowana głównie przez naprzemianległe pakiety mułowców, iłowców i piaskowców różnoziarnistych. Jura środkowa jest reprezentowana przez mułowce ilaste, łupki, piaskowce i iłowce, podrzędnie dolomity. W części stropowej występują także margle. Miąższość utworów jury środkowej wynosi 430,0 m. Osady jury górnej wykształcone są jako dolomity, margle i wapienie, tworzące kompleks węglanowy o miąższości 1002,0 m. Utwory jury górnej przykryte są osadami czwartorzędowymi reprezentowanymi przez piaski różnoziarniste ze żwirem oraz zwietrzelinę marglistą o łącznej miąższości 5,0 m (Kapuściński i in., 2019a).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Wody termalne występują w utworach jury dolnej. Warstwę wodonośną tworzą drobno- lub średnioziarniste, słabo zwięzłe piaskowce kwarcowe przewarstwione utworami słabo przepuszczalnymi: iłowcami, iłowcami piaszczystymi, mułowcami i mułowcami piaszczystymi. Zbiornik wód termalnych charakteryzuje się dobrą izolacją utworami słabo przepuszczalnymi, występującymi zarówno w stropie jak i w spągu poziomu wodonośnego. Poziom jest zasilany infiltracyjnie w strefach podczwartorzędowych wychodni utworów dolnojurajskich lub pośrednio, poprzez przesiąkanie przez utwory nadległe. Bazę drenażu dla jurajskiego piętra wodonośnego stanowią doliny większych rzek, zaś generalny spływ wód odbywa się w kierunku północno-zachodnim. Porowatość efektywna piaskowców wynosi ok. 20%, a ich przepuszczalność osiąga maksymalnie do 680 mD. Brak jest danych dotyczących wartości współczynnika filtracji utworów wodonośnych. Na podstawie badań składu izotopowego stwierdzono, że ujęte wody są wodami paleoinfiltracyjnymi, których „wiek” jest szacowany na ponad 35 tys. lat. Ujęte wody zaliczono do typu Cl–HCO₃–Na o mineralizacji ogólnej ok. 0,5 g/dm³. Temperatura wody na wypływie z ujęcia wynosi ok. 42,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia zatwierdzono w ilości 80,0 m³/h (Kapuściński i in., 2019a).

29. TORUŃ

m. Toruń
gm. m. Toruń
pow. m. Toruń
woj. kujawsko-pomorskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BII

provincja platformy paleozoicznej
region antyklinorium środkowopolskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl–Na
		Mineralizacja	ok. 120,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 61,0°C

Poziom wodonośny	J₁	Głębokość stropu	1794,0–1904,0 m
		Mięższość	442,0–623,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	Z	Właściciel	Geotermia Toruń Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 30.11.2033 r.)
		Obszar górniczy	tak (Toruń)
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	2 (1 otw. prod., 1 otw. chl.)
		Liczba ujęć czynnych	2
		Zasoby ekspl.	320,00 m³/h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	1528879,0 m³/rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	1707084,4 m³/rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	54,4%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	60,9%
		Cel wydobycia	geotermia

Budowa geologiczna złoża

Złoże Toruń znajduje się w obrębie antyklinorium środkowopolskiego, przy granicy z południowo-zachodnim skrzydłem synklinorium brzeżnego. Jest to rejon o stosunkowo złożonej budowie geologicznej, charakteryzującej się bardzo stromym zapadaniem warstw mezozoicznych i ich zmienną miąższością, a także znacznym zaangażowaniem tektonicznym. Złoże wód termalnych rozpoznano trzema otworami wiertniczymi: Toruń TG-1, TG-2 (zlikwidowany) i TG-2A. Najstarszymi utworami nawierconymi ww. otworami są osady triasu dolnego (pstręgo piaskowca górnego). Są to przede wszystkim mułowce i iłowce, miejscami z wkładkami wapieni z licznym detrytusem. Trias środkowy (wapień muszlowy) jest reprezentowany przede wszystkim przez wapień, których strop nawiercono na głębokości 2755,0 m. Trias górny jest wykształcony w postaci mułowców i iłowców kajpru oraz retyku. Strop tych utworów nawiercono na głębokości 2335,0 m. Powyżej zalega seria osadowa jury dolnej zbudowana głównie z naprzemianległych pakietów mułowców, iłowców i różnoziarnistych piaskowców. Strop jury dolnej nawiercono na głębokości 1780,0–1790,0 m. Jurę środkową reprezentują serie iłowcowo-piaskowcowo-mułowcowe, natomiast jura górna jest reprezentowana przez margle i wapień margliste, w stropie z gipsami. Strop utworów jurajskich nawiercono na głębokości ok. 550 m. Powyżej występują iłowce kredy dolnej, przechodzące w stropie w piaskowce. Profil mezozoiku kończą margle piaszczyste i wapień margliste kredy górnej. Na powierzchni terenu zalega pokrywa kenozoiczna o miąższości 60,0–80,0 m zbudowana z iłów i piasków (paleogen–neogen) oraz piasków i glin (czwartorzęd) (Bystroń i in., 2020).

Warunki hydrogeologiczne złoża

W Toruniu wody termalne ujęto z utworów jury dolnej. Warstwę wodonośną tworzą drobno- i różnoziarniste piaskowce przewarstwione iłowcami i mułowcami (warstwy ksawerowskie i kłódawskie). W profilu litologicznym jury dolnej utwory przepuszczalne stanowią 40–80% ich ogólnej miąższości. Lokalnie mogą występować przerwy w ciągłości warstw dolnojurajskich, zwłaszcza w strefach dyslokacji związanych ze zrębowo-blokową tektoniką jednostek strukturalnych. Współczynnik porowatości piaskowców jury dolnej przekracza 25%, a ich średnia przepuszczalność ok. 1030,0 mD. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi $7,0 \cdot 10^{-6}$ – $2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s. Poziom wodonośny jest zasilany lateralnie przede wszystkim z kierunku wschodniego. W ujętym poziomie panują warunki artezyjskie. Zwierciadło wody, nawiercone na głębokości ok. 1900 m, stabilizuje się ok. 17 m ponad powierzchnią terenu. Ujęte wody reprezentują typ Cl–Na. Ich mineralizacja wynosi ok. 120 g/dm³, a temperatura wód na wypływie z ujęcia osiąga ok. 61,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia zatwierdzono w ilości 320,0 m³/h (Bystroń i in., 2020). Z uwagi na znaczną głębokość występowania złoża i jego pełną izolację od powierzchni terenu brak jest zagrożenia z powierzchni terenu na stan zasobów wód termalnych.

30. TRZĘSACZ GT-1

m. Trzęsacz
gm. Rewal
pow. gryficki
woj. zachodniopomorskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BII

provincja platformy paleozoicznej
region antyklinorium środkowopolskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na
		Mineralizacja	ok. 14,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 25,0°C

Poziom	J₁	Głębokość stropu	1115,0 m
wodonośny		Mięższość	88,0 m
		Litologia	piaskowce, ilowce, mułowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	Z	Właściciel	Milex Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 18.03.2035 r.)
		Obszar górniczy	tak (Trzęsacz GT-1)
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	180,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	17724,5 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	27564,6 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	1,1%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	1,7%
		Cel wydobycia	hodowla ryb

Budowa geologiczna złoza

Złoże Trzęsacz GT-1 znajduje się na obszarze antyklinorium środkowopolskiego, w jego pomorskim odcinku. Złoże rozpoznano jednym otworem o głębokości 1224,5 m. Najstarszymi rozpoznanymi w nim utworami są iłowce triasu górnego. Jura dolna to głównie naprzemianległe pakiety mułowców, iłowców i różnoziarnistych piaskowców. Strop utworów jury dolnej nawiercono na głębokości 527,0 m. Jurę środkową reprezentują pakiety iłowcowo-piaskowcowo-mułowcowe, powyżej których zalegają przeważnie mułowce. Profil jury środkowej kończą iłowce marglisto-piaszczyste, których strop nawiercono na głębokości 357,0 m. Osady jury górnej są reprezentowane przez margle i wapienie margliste oksfordu oraz mułowce i piaskowce kwarcowe portlandu i kimerydu. Strop tych osadów nawiercono na głębokości 94,0 m. Kreda dolna jest wykształcona w postaci mułowców i iłowców oraz piasków kwarcowych. Kredę górną reprezentują margle piaszczyste z niewielką wkładką czarnych iłowców w spągu. Strop osadów mezozoiku nawiercono na głębokości 48,0 m. Na powierzchni występuje warstwa osadów czwartorzędowych reprezentowana przez gliny i piaski (Biernat i in., 2012).

Warunki hydrogeologiczne złoza

Ujęty w Trzęsaczu dolnojurajski poziom wodonośny ma charakter artezyjskiego zbiornika wód podziemnych typu basenowego. Zasilanie poziomu odbywa się drogą pośrednią, przez przesiąkanie w strefach podczwartorzędowych wychodni utworów dolnojurajskich. Poziom wodonośny zbudowany jest z drobno- lub różnoziarnistych piasków i piaskowców kwarcowych (głównie należących do warstw mechowskich) przewarstwionych utworami słabo lub nieprzepuszczalnymi: iłowcami, iłowcami piaszczystymi, mułowcami i mułowcami piaszczystymi. W profilu litologicznym jury dolnej utwory przepuszczalne stanowią 40–80% ogólnej miąższości. Współczynnik filtracji ujętego poziomu wodonośnego wynosi ok. $1,0 \cdot 10^{-4}$ m/s. Średni stopień geotermiczny dla otworu wynosi ok. 69,0 m/°C, a średni gradient geotermiczny osiąga nieco ponad 1,0°C/100 m. Na podstawie analizy wskaźników hydrochemicznych stwierdzono, że wody termalne występują w strefie utrudnionego kontaktu z wodami infiltracyjnymi i mogą zawierać domieszki wód reliktowych i zmetamorfizowanych. Ujęte wody termalne zalicza się do wód typu Cl–Na. Ich mineralizacja wynosi ok. 14,0 g/dm³, a temperatura na wypływie z ujęcia osiąga ok. 25,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 180,00 m³/h przy depresji ok. 27,0 m. Ujęty poziom wodonośny jest dobrze izolowany utworami słabo przepuszczalnymi występującymi zarówno w jego stropie, jak i w spągu (Biernat i in., 2012).

31. TUREK GT-1

m. Turek
gm. Turek
pow. turecki
woj. wielkopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna	
BIII	provincia platformy paleozoicznej region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na,Fe,I,
		Mineralizacja	132,0–133,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 78,0°C

Poziom wodonośny	J₁	Głębokość stropu	2101,0 m
		Mięższość	48,0 m
		Litologia	piaskowce, mułowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	NZ	Właściciel	Gmina Miejska Turek
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploracja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	54,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia:	—

Budowa geologiczna złoŹa

ZłoŹe Turek GT-1 znajduje się w niecce łódzkiej, będącej częścią synklinorium szczecińsko - miechowskiego. ZłoŹe udokumentowano jednym otworem wiertniczym o g łbokości 2169,0 m. najstarszymi rozpoznanymi nim utworami są mułowce i mułowce ilaste triasu g rniego. Ostateczna g łbokość otworu, z powodu częściowego zasypu, wynosi 2151,0 m. Jura dolna reprezentowana jest przez drobnoziarniste piaskowce kwarcowe oraz heterolity piaskowcowo-mułowcowe ze sporadycznie występującymi wk łdkami mułowców i warstwami heterolitów mułowcowo-piaskowcowych. PowyŹej, w interwale 1965,0–2100,5 m p.p.t. leŹą utwory jury  rodkowej wykształcone jako mułowce, piaskowce i iłowce. Profil jury górnej jest zdominowany przez sedymentacj  osadów wapienno-marglistych. Utwory kredy dolnej, których strop nawiercono na g łbokości 1228,0 m wykształcone są w postaci zapiaszczonych margli, piaskowców oraz mułowców. Profil mezozoiku kończą osady kredy górnej występujące w przedziale g łbokości od 5,0 do 1228,0 m. Pod względem litologicznym są to opoki, margle, wapie ie margliste oraz wapie ie. Skały mezozoiczne występują pod niezbyt grubą (5 m) warstw  utworów czwartorzędowych, reprezentowanych przez silnie zapiaszczone gliny zwałowe (Kowalski, 2019).

Warunki hydrogeologiczne złoŹa

Utwory wodonośne jury dolnej charakteryzują się dobrymi w łasciwościami zbiornikowymi. Wartość współczynnika porowatości utworów wodonośnych osiąga ok. 14,0%, zaś współczynnik filtracji wynosi ok. $3,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Zasilanie piętra jurajskiego odbywa się poprzez przesiekanie wód z poziomów leŹących wyŹej, a takŹe poprzez dopływ boczny z obszarów podkredowych wychodni warstw wodonośnych. G łwn  baz  drenuŹu jest rzeka Warta. Badania izotopowe wód termalnych wykazały, Źe nie zawierają one trytu, a więc brak jest w nich składowej zasilanej po 1952 r. Zwierciad  wód termalnych uŹ tego poziomu o charakterze napiętym nawiercono na g łbokości 2101,0 m. Poziom wody w otworze ustabilizowa  się na g łbokości ok. 115,0 m. Zasoby eksploatacyjne uŹ cia wynoszą 54,0 m³/h przy depresji ponad 165,0 m. Otworem Turek GT-1 udokumentowano wody termalne typu Cl–Na,Fe,I o mineralizacji 132,0–133,0 g/dm³ i temperaturze osiągającej na wypływie z uŹ cia ok. 78,0 C (Kowalski, 2019). Zbiornik wód termalnych jest dobrze izolowany. Zarówno strop, jak i spąg uŹ tego poziomu stanowi  przede wszystkim osady słabo przepuszczalne lub nieprzepuszczalne. Biorąc pod uwagę g łbokość zalegania złoŹa oraz obecność warstw izolujących, moŹna przyj ć, Źe stopień zagroŹenia antropogenicznego dla jakości wód termalnych nie występuje.

32. UNIEJÓW I

m. Uniejów
gm. Uniejów
pow. poddębicki
woj. łódzkie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	Cl-Na ok. 7,0 g/dm ³ ok. 69,0°C
Poziom wodonośny	K ₁	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	1897,0–1957,0 m 118,0–147,0 m piaskowce porowy półotwarta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Geoterm. Uniejów im. St. Olasa Sp. z o.o. tak (do 31.12.2028 r.) tak (Uniejów I) tak
Eksploatacja	C	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022 r. Wielkość wydobycia 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022 r. Stopień wyk. zasobów 2023 r. Cel wydobycia	3 (1 otw. prod., 2 otw. chl.) 1 120,00 m ³ /h 895011,0 m ³ /rok 955490 m ³ /rok 85,1% 90,9% geotermia, rekreacja, balneoterapia

Budowa geologiczna złoże

Złoże Uniejów I położone jest w obrębie niecki łódzkiej, będącej częścią synklinorium szczecińsko-miechowskiego, na północno-wschodnim skrzydle antykliny (struktury solnej) Uniejów–Janów. Złoże rozpoznano trzema otworami: Uniejów PIG/AGH-1 o głębokości 2065,0 m, Uniejów PIG/AGH-2 o głębokości 2031,0 m oraz Uniejów IGH-1 o głębokości 2254,0 m. Najstarszymi utworami rozpoznanymi otworami wiertniczymi są osady jury górnej, głównie wapienie. Powyżej nich zalegają utwory kredy dolnej wykształcone w postaci piaskowców kwarcowych, średnio zwięzłych, przechodzących ku spągowi w piaskowce drobnoziarniste i bardzo drobnoziarniste, zwięzłe o spoiwie ilasto-krzemionkowym, z wkładkami mułowców. Strop kredy dolnej, zalegający na głębokości 1897,0–1957,0 m zapada w kierunku południowo-wschodnim. Powyżej występuje miąższy kompleks utworów kredy górnej zbudowany głównie z opok, margli, wapieni i wapieni marglistych. Maksymalna miąższość serii osadowej kredy górnej osiąga w rejonie złoże ok. 1900,0 m. Utwory mezozoiczne przykryte są cienką warstwą osadów kenozoicznych o miąższości dochodzącej do ok. 60,0 m (Bentkowski i in., 2005).

Warunki hydrogeologiczne złoże

Ujęcie wód termalnych w Uniejowie składa się z jednego otworu eksploatacyjnego Uniejów PIG/AGH-2 oraz dwóch otworów chłonnych: Uniejów IGH-1, Uniejów PIG/AGH-1. Wody termalne ujęto z piaskowców kredy dolnej. Współczynnik porowatości efektywnej piaskowców kredy dolnej wynosi od kilku do ok. 20%, natomiast współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi w przybliżeniu $6,0 \cdot 10^{-6}$ – $2,0 \cdot 10^{-4}$ m/s. Reprezentują one typ Cl–Na. Ich mineralizacja wynosi ok. 7,0 g/dm³ i wzrasta w kierunku północno-zachodnim, co jest związane prawdopodobnie z ascencją z głębszych poziomów. Temperatura wód na wypływie z ujęcia osiąga ok. 69,0°C. W poziomie wodonośnym panują warunki artezyjskie. Zwierciadło statyczne stabilizuje się ponad 30,0 m nad powierzchnią terenu. Pod względem genetycznym ujęte wody termalne należą do wód poligenetycznych i są mieszaniną wód reliktowych z młodszymi wodami infiltrującymi do górotworu w różnych okresach geologicznych. Współczesne zasilanie infiltracyjne zachodzi na wychodniach utworów kredy dolnej od strony antyklinorium środkowopolskiego i monokliny przedsudeckiej. Zasoby eksploatacyjne otworu produkcyjnego wynoszą 120,0 m³/h. Otwory chłonne pozostają nieczynne (Bentkowski i in., 2005).

33. WOŁOMIN

m. Wołomin
gm. m. Wołomin
pow. wołomiński
woj. mazowieckie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincia platformy paleozoicznej
region synklinorium brzeżnego

Kopalina	WT	Typ wody	Cl-Na
		Mineralizacja	51,0–55,0 g/dm ³
		Temperatura ²	ok. 37,0°C

Poziom wodonośny	J₁	Głębokość stropu	1358,0 m
		Mięższość	150,0 m
		Litologia	piaskowce, mułowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	NZ	Właściciel	Gmina Wołomin
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	199,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	—

Budowa geologiczna złoŜa

ZłoŜe Wołomin znajduje się w północno-wschodniej części niecki warszawskiej, będącej częścią niecki brzeŜnej, która uformowała się w pokrywie osadowej platformy wschodnioeuropejskiej. ZłoŜe zostało rozpoznane jednym otworem wiertniczym Wołomin GT-1 o głębokości całkowitej 1540,0 m (głębokość ostateczna 1515,0 m). Najstarszymi rozpoznanymi utworami są osady górnego triasu, których strop nawiercono na głębokości 1509,5 m. Wykształcone są one w postaci pstrych iłowców i mułowców gruzłowych warstw nidzickich. PowyŜej znajduje się dolnojurajski kompleks piaszczysto-mułowcowy, obejmujący osady od hetangu po toark, zaliczone do formacji (od spągu): zagajskiej, olsztyńskiej, ciechocińskiej i borucickiej. Łączna miąższość utworów jury dolnej wynosi 152,0 m. Są to głównie piaskowce kwarcowe róŜnych frakcji oraz warstwy mułowców, iłowców i heterolitów, które występują w środkowej części kompleksu. Utwory te stanowią poziom wodonośny ujęty otworem Wołomin GT-1. PowyŜej w profilu zaznacza się luka stratygraficzna obejmująca utwory aalenu i bajosu. Profil jury środkowej rozpoczyna facja piaskowcowo-iłowcowa przechodząca w serię osadów piaszczysto-węglanowych, na której zalegają wapienie organodetrytyczne, dolomity i margle. Strop jury górnej znajduje się na głębokości 919,5 m. Utwory górnajurajskie to wapienie, wapienie margliste i margle, które przykryte są cienką ok. 23 m warstwą osadów kredy dolnej. Kreda dolna jest wykształcona w postaci piaskowców ilastych z wkładkami iłowców oraz piaskowców kwarcowych z domieszką glaukonitu oraz konkrecjami fosforytowymi występującymi w stropie. Utwory kredy górnej nawiercono na głębokości 281 m i reprezentowane są przez wapienie z wkładkami margli, wapienie margliste z krzemieniami, wapienie margliste oraz zapiaszczone margle. PowyŜej zalega warstwa osadów paleogeńsko-neogeńskich wykształconych w postaci geoz, piaskowców glaukonitowych z warstwami iłowców, piasków i piaskowców z warstwami iłowców i poziomami węgla brunatnych, a także iłów pstrych. Czwartorzęd to głównie piaski i żwiry rzeczne i wodnolodowcowe oraz podrzędnie gliny zwałowe, mułki i ły zastoiskowe (Kukuła i in., 2023).

Warunki hydrogeologiczne złoŜa

Wody termalne ujęte otworem Wołomin GT-1 występują w obrębie utworów jury dolnej o dominującym udziale piaskowców z przewarstwieniami mułowców, iłowców i heterolitów. Poziom wodonośny stanowią głównie drobno- i średnioziarniste piaskowce kwarcowe. Przepływ wód w rejonie złoŜa odbywa się przede wszystkim w kierunku północnym i północno-wschodnim. Zbiornik jury dolnej w rejonie Wołomina charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami kolektorskimi – wysoką porowatością utworów wodonośnych (20–39%) oraz przepuszczalnością (56–935 mD). Badania zawartości trytu w wodzie z otworu Wołomin GT-1 wykazały, że ujęta woda nie zawiera domieszki składowej zasilanej po 1952 r. Zwierciadło wód ma charakter napięty, nawiercono je na głębokości ok. 1358,0 m, a ustabilizowało się ono na głębokości ok. 23,0 m. Średnia przewodność wodna udostępnionego poziomu wodonośnego wynosi $1,7 \cdot 10^{-3}$ m²/h, a średni współczynnik filtracji $1,9 \cdot 10^{-5}$ m/s. Zasoby eksploatacyjne ujęcia zatwierdzono w wysokości 199,0 m³/h przy depresji ok. 71,0 m. Ujęte wody reprezentują typ Cl–Na o mineralizacji ogólnej zmieniającej się w zakresie 51,0–55,0 g/dm³. Temperatura wody na wypływie z ujęcia osiągała ok. 37°C (Kukuła i in., 2023). Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz izolację od innych poziomów wodonośnych oraz powierzchni terenu brak jest zagrożeń dla jakości wód termalnych z omawianego złoŜa.

34. WRĘCZA

m. Wręcza
gm. Mszczonów
pow. żyrardowski
woj. mazowieckie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincia platformy paleozoicznej
region synklinorium brzeżnego

Kopalina	WT	Typ wody	HCO ₃ -Ca
		Mineralizacja	ok. 0,4 g/dm ³
		Temperatura	ok. 40,0°C

Poziom wodonośny	K₁	Głębokość stropu	1524,0 m
		Mięższność	119,0 m
		Litologia	piaskowce, mułowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	Z	Właściciel	Global Parks Poland Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 08.03.2071 r.)
		Obszar górniczy	tak (Wręcza)
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	150,00 m³/h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	77941,4 m³/rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	60043,4 m³/rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	5,9%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	4,6%
		Cel wydobycia	rekreacja

Budowa geologiczna złoża

Pod względem geologicznym złoże Wręcza znajduje się w strefie przejściowej między antyklinorium środkowopolskim i synklinorium brzeżnym (niecką warszawską). Złoże rozpoznano otworem Wręcza GT-1 o głębokości 1688,0 m. Najstarszymi rozpoznanymi nim utworami są wapienie dolomityczne i margle jury górnej. Utwory kredy dolnej są wykształcone w postaci trzech serii piaskowcowych o miąższości kolejno: dolna – 17,3 m, środkowa – 34,7 m, górna – 44,0 m. Serie te są oddzielone od siebie warstwami iłowców, mułowców i margli. Utwory kredy górnej wykształcone są w postaci wapieni, margli, opok, gez oraz kredy piszącej o łącznej miąższości sięgającej blisko 1240,0 m. Powyżej nich leżą paleogeńskie i neogeńskie utwory margliste, marglisto-piaszczyste oraz piaskowcowo-mułowcowe, które przykrywa miąższa seria piasków pylastych i iłów pliocenu. Łączna miąższość utworów paleogenu i neogenu w otworze Wręcza GT-1 wynosi 202,0 m. Na powierzchni występują osady czwartorzędowe reprezentowane przez gliny zwałowe, piaski z domieszką pyłów oraz mułki i ły o łącznej miąższości 90,0 m (Kapuściński i in., 2019b).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Poziom wodonośny ujęty otworem Wręcza GT-1 występuje w obrębie utworów kredy dolnej. Utwory wodonośne charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami zbiornikowymi. Ich porowatość efektywna mieści się w przedziale 27–31%, przewodność warstwy wodonośnej wynosi ok. 550 m²/d, a współczynnik filtracji osiąga wartość ok. $7,0 \cdot 10^{-5}$ m/s. Korzystne parametry hydrogeologiczne wynikają przypuszczalnie z sąsiedztwa stref tektonicznych, stanowiących dogodne drogi krążenia wód. Zasilanie poziomu wodonośnego odbywa się głównie z kierunku południowego oraz południowo-wschodniego i następuje na drodze przesiąkania przez utwory nadległe, a także poprzez dopływ z niżej leżących poziomów wodonośnych, zwłaszcza jury górnej. Przepływ wód podziemnych następuje w kierunku północnym i północno-zachodnim. Napięte zwierciadło wód termalnych ujętego poziomu występuje na głębokości ok. 1524,0 m i stabilizuje się na głębokości ok. 44,0 m. Ujęte wody scharakteryzowano jako HCO₃–Ca. Ich mineralizacja wynosi ok. 0,4 g/dm³, a temperatura wody na wypływie z ujęcia osiąga ok. 40,0°C Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 150,0 m³/h przy depresji w wygrzanym otworze blisko 30,0 m (Kapuściński i in., 2019b). Mając na względzie głębokość otworu oraz obecność w nadkładzie ujętego poziomu wodonośnego warstw nieprzepuszczalnych przyjmuje się, że brak jest zagrożeń dla jakości zasobów wód termalnych.

35. ZAKOPANE

m. Zakopane
gm. Zakopane
pow. tatrzański
woj. małopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DIII

provincia karpacka
region Karpat wewnętrznych

Kopalina	WT	Typ wody	HCO ₃ -Ca-Mg,S HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg,S
		Mineralizacja	0,3–0,4 g/dm ³
		Temperatura	25,0–36,0°C
Poziom wodonośny	Pg, J₁	Głębokość stropu	1065,0 m (Pg) 1540,0 m (J ₁)
		Mięszość	46,0 m (Pg) 80,0 m (J ₁)
		Litologia	wapienie, zlepieńce, dolomity (Pg) margle, wapienie margliste (J ₁)
		Typ ośrodka	szczelinowo-krasowy (Pg, J ₁)
		Struktura	półotwarta (Pg, J ₁)
Stan	Z	Właściciel	Polskie Tatry S.A.
		Koncesja	tak (do 01.07.2028 r.)
		Obszar górniczy	tak (Zakopane)
		Uzdrowisko	nie
Eksploatacja	C	Liczba ujęć	2
		Liczba ujęć czynnych	2
		Zasoby ekspl.	130,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	390263,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	384533,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	34,3%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	33,8%
		Cel wydobycia	rekreacja

Budowa geologiczna złoza

Złoże Zakopane znajduje się w obrębie niecki podhalańskiej i zostało udokumentowane dwoma otworami: Zakopane IG-1 o głębokości 3073,2 m (głębokość ostateczna 1960,0 m) oraz Zakopane 2 o głębokości 1113,0 m. W podłożu paleogeńskich utworów niecki podhalańskiej występują sfałdowane mezozoiczne serie wewnętrznokarpackie wieku triasowego i jurajskiego. Strop utworów mezozoicznych w obrębie złoza występuje na głębokości ok. 1100,0 m. Tworzą one szereg jednostek tektonicznych o charakterze płaszczowin cząstkowych lub łusek, które zostały przemieszczone w dzisiejsze położenie podczas ruchów orogenezy alpejskiej w późnej kredzie (Małecka i in., 1994).

Warunki hydrogeologiczne złoza

W otworze Zakopane IG-1 wody termalne występują w obrębie margli i wapieni marglistych z rogowcami jury dolnej. Do eksploatacji udostępniono nim interwał 1540,0–1620,0 m p.p.t. W otworze Zakopane 2 w przedziale głębokości 1065–1111,0 m ujęto wody termalne występujące w obrębie wapieni organodetrytycznych, zlepieńców i dolomitów eocenu. W otworze Zakopane IG-1 ujęto wody termalne zliczane do wód typu $\text{HCO}_3\text{--SO}_4\text{--Ca--Mg,S}$, a w otworze Zakopane 2 wody termalne typu $\text{HCO}_3\text{--Ca--Mg,S}$. Ich mineralizacja wynosi 0,3–0,4 g/dm³, a temperatura na wypływie z ujęć osiąga 25,0–36,0°C. Głównym obszarem zasilania podfliszowych poziomów wodonośnych są Tatry. Zasoby eksploatacyjne złoza wynoszą 130,0 m³/h, w tym zasoby poszczególnych ujęć wynoszą 50,0–80,0 m³/h przy depresji 20,0–50,0 m. (Małecka i in., 1994). Brak jest danych na temat wartości współczynnika filtracji utworów wodonośnych. Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz izolację od płytszych poziomów wodonośnych i od powierzchni terenu brak jest zagrożeń dla jakości wód termalnych ze złoza Zakopane.

36. ZAZADNIA IG-1

m. Małe Ciche
gm. Poronin
pow. tatrzański
woj. małopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DIII

provincja karpacka
region Karpat wewnętrznych

Kopalina	WT	Typ wody Mineralizacja Temperatura	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Mg ok. 0,2 g/dm ³ 20,0–21,0°C
Poziom wodonośny	Pg	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	655,0 m 25,0 m wapienie szczelinowy, szczelinowo-krasowy półotwarta
Stan	NZ	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Urząd Rady Ministrów nie (poz. wodnopraw.) nie nie
Eksplatacja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	1 0* 25,10 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% –

* ujęcie eksploatowane na podstawie pozwolenia wodnoprawnego do celów pitnych i socjalno-bytowych

Budowa geologiczna złoża

Złoże Zazadnia IG-1 znajduje się w obrębie niecki podhalańskiej i zostało udokumentowane jednym otworem o głębokości 680,0 m. Podłoże niecki podhalańskiej charakteryzuje się skomplikowaną budową geologiczno-tektoniczną, typową dla obszarów o tektogenezie alpejskiej. Wyróżnia się w nim szereg podłużnych, równoleżnikowych stref tektonicznych o różnym stopniu zaburzeń typu fałdowego i uskoku. Wymienione strefy uskoku odgrywają istotną rolę zarówno w obrazie wgłębnej budowy niecki podhalańskiej oraz jej podłoża, jak i w kształtowaniu jej warunków hydrogeologicznych. Pod względem litologicznym eocen numulitowy to w partiach spągowych brekcje i zlepieńce, powyżej których zalegają wapienie organodetrytyczne, organogeniczne i dolomityczne oraz dolomity detrytyczne z wkładkami zlepieńców. Powyżej eocenu numulitowego występują osady fliszowe. Pod warstwą zwietrzliny o miąższości 1,0 m nawiercono utwory oligocenu, wykształcone jako łupki margliste z nielicznymi wkładkami piaskowców drobnoziarnistych, zaliczone do warstw zakopiańskich (Chowaniec, Poprawa, 1986).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Wody termalne występują w podfliszowych utworach paleogeńskich: wapieniach numulitowych, dolomitach i zlepieńcach eocenu środkowego. Głównym obszarem zasilania ujętych poziomów wodonośnych są Tatry. Napięte zwierciadło wód podziemnych nawiercono w spękanych utworach węglanowych na głębokości 655,0 m, bezpośrednio pod łupkami ilastymi warstw zakopiańskich. W złożu panują warunki artezyjskie. Ujęte wody należą do typu $\text{HCO}_3\text{--SO}_4\text{--Ca--Mg}$ o mineralizacji ogólnej ok. $0,2 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia wynoszącej $20,0\text{--}21,0^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne złoża wynoszą $25,1 \text{ m}^3/\text{h}$. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ (Chowaniec, Poprawa, 1986). Woda z ujęcia nigdy nie była zagospodarowana jako kopalina, natomiast po schłodzeniu w zbiorniku retencyjnym jest wykorzystywana do celów pitnych i socjalno-bytowych w pobliskim ośrodku wypoczynkowym Urzędu Rady Ministrów na Zgorzelisku na podstawie pozwolenia wodnoprawnego.

1. BUSKO-PÓŁNOC

m. Busko-Zdrój
gm. Busko-Zdrój
pow. buski
woj. świętokrzyskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DI

provincia karpacka
region zapadliska przedkarpackiego

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl-Na,I,S
		Mineralizacja	ok. 12,0 g/dm ³
		Temperatura	24,0–26,0°C

Poziom	K₂	Głębokość stropu	622,0 m
Wodonośny		Mięszość	27,0 m
		Litologia	piaskowce, piaski
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	Z	Właściciel	Hydrogeotechnika Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 16.04.2060 r.)
		Obszar górniczy	tak (Busko-Północ)
		Uzdrowisko	nie

Eksploracja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	15,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	25772,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	26731,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	19,6%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	20,3%
		Cel wydobycia	balneoterapia, rekreacja

Budowa geologiczna złoŹa

ZłoŹe Busko-Północ znajduje się w południowym fragmencie synklinorium szczecińsko-miechowskiego, w obrębie niecki miechowskiej (nidziańskiej). W podłożu niecki miechowskiej znajdują się utwory jury, a wypełniają ją osady kredy górnej oraz lokalnie miocenu. Rejon złoŹa leŹy w tzw. depresji Buska. ZłoŹe udokumentowano otworem wiertniczym Busko C-1 o głębokości 663,0 m. zakończonym w obrębie wapieni kimerydu (jura górna). Ich strop nawiercono na głębokości 649,6 m. Profil kredy górnej rozpoczynają piaskowce i piaski glaukonitowe (miejscami zlepieńcowate) z wkładkami margli piaszczystych z galukonitem cenomanu, a kończą utwory kampanu wykształcone w postaci opok z przewarstwieniami margli i wapieni. Sumaryczna miąższość utworów kredy górnej w obrębie złoŹa wynosi ok. 631,0 m. PowyŹej leŹą utwory neogenu reprezentowane przez margle, wapienie organogeniczne, utwory piaszczyste i gipsy miocenu oraz wapienie organogeniczne i iły sarmatu. Osady czwartorzędowe wykształcone są w postaci glin zwałowych oraz namułów, piasków i osadów aluwialnych (Gągulski i in., 2018).

Warunki hydrogeologiczne złoŹa

Omawiany obszar odznacza się skomplikowanymi warunkami hydrogeologicznymi, wynikającymi głównie z zaangażowania tektonicznego rejonu i zmiennej przewodności wodnej skał. W otworze Busko C-1 ujęto wody termalne występujące w piaskowcach i piaskach glaukonitowych cenomanu. Przepływ wód w obrębie warstwy wodonośnej występującej w utworach cenomanu determinuje amplituda głównych uskoków, zwłaszcza uskołu radzanowskiego, dochodząca do 500,0 m. Obszar zasobowy ujęcia ogranicza się do obszaru głębokiego występowania utworów cenomanu w depresji Buska. Uważa się, Źe złoŹe Busko-Północ jest zbiornikiem wód reliktowych (paleoinfiltracyjnych), odizolowanym od wód współcześnie infiltrujących. Badania obecności trytu w wodzie z otworu Busko C-1 wykazały, Źe nie zawiera ona domieszki składowej zasilanej po 1952 r. Napięte zwierciadło wody nawiercono na głębokości ok. 622,0 m, a ustabilizowało się ono ok. 50,0 m p.p.t. Średnia wartość współczynnika filtracji ujętej warstwy wodonośnej wynosi ok. $2,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Ujęte wody naleŹą do typu Cl-Na, I, S. Ich mineralizacja wynosi ok. 12,0 g/dm³, a temperatura na wypływie z ujęcia w przybliŹeniu 24,0–26,0°C. Zasoby eksploatacyjne złoŹa wynoszą 15,0 m³/h. W stropowych partiach kompleksu kredy górnej występują utwory słaboprzepuszczalne izolujące wody lecznicze termalne od płytszych poziomów wodonośnych. Z uwagi na pełną izolację od powierzchni terenu, stan jakościowy wód leczniczych termalnych nie jest zagrożony. Inaczej jest w przypadku stanu ilościowego, któremu zagraŹa intensywna eksploatacja siarczkowych wód leczniczych w rejonie Buska-Zdroju (Gągulski i in., 2018).

2. CIECHOCINEK

m. Ciechocinek
gm. Ciechocinek
pow. aleksandrowski
woj. kujawsko-pomorskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BII

provincia platformy paleozoicznej
region antyklinorium środkowopolskiego

Kopalina ¹	WL _T	Typ wody	Cl–Na,I [J ₂ , J ₁]
		Mineralizacja	ok. 44,0 g/dm ³ [J ₂] 53,0–71,0 g/dm ³ [J ₁]
		Temperatura	ok. 28,0°C [J ₂] 32,0–37,0°C [J ₁]
Poziom wodonośny	J ₂ , J ₁	Głębokość stropu	530,0 [J ₂] 1242,0–1275,0 m [J ₁]
		Mięższczość	120,0 m [J ₂] 63,0–80,0 m [J ₁]
		Litologia	piaskowce [J ₂] piaskowce, iłowce, mułowce [J ₁]
		Typ ośrodka	porowy [J ₂ , J ₁]
		Struktura	półzakryta [J ₂ , J ₁]
Stan	Z	Właściciel	Uzdrowisko Ciechocinek S.A.
		Koncesja	tak (do 9.11.2042 r.)
		Obszar górniczy	tak (Ciechocinek)
		Uzdrowisko	tak
Eksploatacja	C	Liczba ujęć:	3
		Liczba ujęć czynnych:	2
		Zasoby ekspl.:	145,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia ^{2022 r.}	23300,9 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia ^{2023 r.}	25629,8 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów ^{2022 r.}	1,8%
		Stopień wyk. zasobów ^{2023 r.}	2,0%
		Cel wydobycia:	balneoterapia, rekreacja, produkty zdrojowe

¹Informacje zawarte w tabeli dotyczą jedynie tych ujęć w obrębie złoża, w których udokumentowano występowanie wód termalnych.

Budowa geologiczna złoże

Złoże Ciechocinek znajduje się w pradolinie Wisły, w północnej części kujawskiego odcinka antyklinorium środkowopolskiego. Na obszarze tym występują wypiętrzone i sfałdowane utwory mezozoiczne, przykryte osadami neogenu i czwartorzędu. W obrębie antyklinorium występują liczne depresje i elewacje. Omawiane złoże znajduje się w obrębie elewacji – w brachyantyklinie Ciechocinka. Udokumentowane zostało ono pięcioma otworami: 19A (*Krystynka*), 11 (*Grzybek*), 14 (*Terma I*) oraz 16 (*Terma II*) i 18 (*Terma III*), przy czym wody termalne rozpoznano w trzech z nich: nr 14, 16 i 18. Do najstarszych osadów rozpoznanych otworami wiertniczymi w Ciechocinku należą reprezentujące trias górny łupki i iłowce z wkładkami gipsów, anhydrytów i piaskowców, przechodzących początkowo w wapienie margliste, a następnie w mułowce piaszczyste z wkładkami piaskowców. Jura dolna wykształcona jest w postaci naprzemianległych drobnoziarnistych piaskowców i łupków ilastych. Jura środkowa to piaskowce z wkładkami wapieni, łupków i gipsów, natomiast jura górna to wapienie i dolomity, a także wapienie oolitowe z muszlowcami oraz przewarstwieniami wapieni marglistych. Utwory neogenu tworzą miocенską formację burowęglową wykształconą w postaci iłowców z przewarstwieniami węgla brunatnego. Wyżej leżą utwory holocenu reprezentowane przez torfy i mady rzeczne tarasów akumulacji Wisły, piaski wydymowe i deluwialne, oraz plejstocenu wykształcone jako piaski rzeczne tarasów akumulacyjnych Wisły, piaski akumulacji lodowcowej oraz gliny zwałowe (Kucharski i in., 2011).

Warunki hydrogeologiczne złoże

Rejon Ciechocinka charakteryzuje się występowaniem trzech pięter wodonośnych – czwartorzędowego, jurajskiego i triasowego. W profilu pionowym zaznacza się strefowość hydrochemiczną. Wraz ze wzrostem głębokości wzrasta mineralizacja wód. Złoże wód leczniczych udokumentowano w obrębie utworów jury górnej, środkowej i dolnej reprezentowanych przez osady piaskowcowo-mułowcowo-iłowcowe oraz węglanowe. Wody termalne ujęto w obrębie poziomu jury środkowej i dolnej. W przeszłości eksploatowano także wody piętra czwartorzędowego. Poziom wodonośny występujący w obrębie utworów jury górnej jest częściowo izolowany od piętra czwartorzędowego iłami miocenu i glinami zwałowymi czwartorzędu. Jedynie miejscami miąższość utworów nieprzepuszczalnych jest w znacznym stopniu zredukowana, co umożliwia lokalny bezpośredni kontakt z piętrzem nadległym. Wody termalne z poziomów jury środkowej i dolnej zalicza się do wód paleoinfiltracyjnych i infiltracyjnych, zasilanych przed czwartorzędem. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych jury dolnej i środkowej osiąga wartości rzędu 10^{-5} m/s. Ujęte wody reprezentują typ Cl–Na, I. Ich mineralizacja wynosi od ok. 44 do ok. 71,0 g/dm³. Temperatura wód z poziomu jury środkowej (otwór nr 14) wynosi ok. 28,0°C, natomiast z poziomu jury dolnej (otwory 16 i 18) osiąga 32,0–37,0°C. Łączne zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć złoże Ciechocinek wynoszą 220,0 m³/h, w tym wód leczniczych termalnych – 145,0 m³/h (Kucharski i in., 2011). Otwór nr 18 po nieudanych pracach rekonstrukcyjnych pozostaje nieczynny (Krawiec, 2009).

3. CIEPLICE

m. Jelenia Góra
gm. m. Jelenia Góra
pow. m. Jelenia Góra
woj. dolnośląskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

CII

provincia sudecka
region Sudetów

Kopalina ¹	WLT	Typ wody	SO ₄ –HCO ₃ –Na,F,(Si)
		Mineralizacja	HCO ₃ –SO ₄ –Na–Ca,F
		Temperatura	ok. 1,0 g/dm ³
			21,0–87,0°C
Poziom wodonośny	C₂	Głębokość stropu	0,0–570,0 m
		Mięższość	do 1433,0 m
		Litologia	granity
		Typ ośrodka	szczelinowy
		Struktura	otwarta
Stan	Z	Właściciel	Uzdrowisko Cieplice Sp. z o.o. – Grupa PGU
		Koncesja	tak (do 04.01.2043 r.)
		Obszar górniczy	tak (Cieplice)
		Uzdrowisko	tak
Eksploatacja	C	Liczba ujęć	4
		Liczba ujęć czynnych	2
		Zasoby ekspl.	56,04 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	182160,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	209879,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	37,1%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	42,8%
		Cel wydobycia	balneoterapia, rekreacja, lokalny system ciepłowniczy, kosmetyki, cele komunalne

¹Informacje zawarte w tabeli dotyczą jedynie tych ujęć w obrębie złoża, w których udokumentowano występowanie wód termalnych.

Budowa geologiczna złoza

Złoże Cieplice znajduje się w Kotlinie Jeleniogórskiej, w północno-wschodniej części krystaliniku karkonosko-izerskiego, w obrębie masywu granitowego Karkonoszy. Kotlina Jeleniogórska jest śródgórskim obniżeniem, w niewielkim stopniu wypełnionym młodszą pokrywą skał osadowych. W rejonie złoza masyw krystaliczny budują górnokarbońskie granity karkonoskie przykryte osadami czwartorzędowymi o miąższości 5,0–30,0 m, które wypełniają erozyjne zagłębienia podłoża. Są to przede wszystkim preglacjalne żwiry i zwietrzeliny granitów, ily, gliny i piaszczysto-żwirowe utwory tarasowe. Wśród granitów licznie występują skały żyłowe (aplity, pegmatyty i lamprofiry). O występowaniu wód leczniczych decyduje głównie tektonika obszaru, zwłaszcza obecne tu głębokie spękania towarzyszące strefom uskokowym. Odpowiadają one za charakterystyczną, blokową oddzielność granitu karkonoskiego. Do głównych stref dyslokacji masywu granitowego Karkonoszy należą: uskoki śródsudecki, uskoki brzeżny Karkonoszy i dyslokacja Rozdroża Izerskiego. Złoże Cieplice składa się z pięciu źródeł (nr 2 – *Sobieski*, nr 3 – *Antoni-Wacław*, nr 4 – *Nowe* (źródło ujęte otworem pionowym i 4 otworami poziomymi), nr 5 – *Basenowe Damskie* oraz nr 6 – *Basenowe Męskie*), jednej studni (nr 1 – *Marysieńka*) oraz dwóch głębokich otworów wiertniczych (C-1, C-2) (Liber-Makowska, Ciężkowski, 2018).

Warunki hydrogeologiczne złoza

Wody lecznicze złoza Cieplice związane są z górnokarbońskimi granitami. Struktura wodonośna złoza ma charakter otwarty i jest zasilana poprzez infiltrację opadów atmosferycznych. Drogami krążenia wód podziemnych są strefy tektoniczne, przede wszystkim uskoki o przebiegu ENE–WSW i NE–SW występujące w dolinie Kamiennej i Wrzosówki, a także uskoki: źródłowy, Parku Zdrojowego, Wojcieszyc i Goduszyna. Zwierciadło wód ma charakter napięty, a wysokie ciśnienie hydrostatyczne powoduje wypływ wód na powierzchnię terenu w źródłach. Brak jest danych odnośnie wartości współczynnika filtracji utworów stanowiących strefy wodonośne. W latach 60. XX w. wody termalne w Cieplicach udokumentowane zostały w płytkich ujęciach: nr 1 (*Marysieńka*), nr 2 (*Sobieski*), nr 3 (*Antoni-Wacław*), nr 4 (*Nowe*), nr 5 (*Basenowe Damskie*) i nr 6 (*Basenowe Męskie*). Temperatura wód z tych ujęć wynosiła wówczas od 20,0°C do 43,0°C. W latach 70. XX wykonano dwa głębokie otwory ujmujące wody termalne: C-1 o głębokości 2002,5 m oraz C-2 o głębokości 750,0 m, w których temperatura wód na wypływie wynosiła 60,0–87,0°C. W następnych latach temperatura wód w płytkich ujęciach systematycznie spadała i niektóre wody przestały mieć charakter wód termalnych. Wpływ na to miały prawdopodobnie także prace zmierzające do ustalenia nowych zasobów ujęć C-1 i C-2 (Dowgiałło, Fistek, 1998). Wody lecznicze termalne ze złoza Cieplice należą do typu $\text{SO}_4\text{--HCO}_3\text{--Na,F,(Si)}$, jedynie źródło nr 2 (*Sobieski*) wyprowadza wody reprezentujące typ $\text{HCO}_3\text{--SO}_4\text{--Na--Ca,F}$. Mineralizacja ujętych wód termalnych osiąga ok. 1,0 g/dm³, a temperatura wód na wypływie z ujęć wynosi 21,0–87,0°C. Stężenie fluorków w wodach leczniczych złoza dochodzi do ok. 14,0 mg/dm³, natomiast zawartość kwasu metakrzemowego sięga ok. 137,0 mg/dm³. Zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć w obrębie złoza wynoszą 56,54 m³/h (Liber-Makowska, Ciężkowski, 2018). Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć wód leczniczych termalnych (nr 2, nr 4, C-1, C-2) wynoszą 56,04 m³/h. W 1998 r., po włączeniu do eksploatacji otworu C-1, źródła nr 5 i 6 zanikły. Nie było również możliwości pomiaru wydajności eksploatacyjnej ujęcia nr 3. Wobec tego zasoby tych ujęć nie mogły zostać poddane weryfikacji w momencie zatwierdzenia zasobów otworów C-1 i C-2 (Dowgiałło, Fistek, 1998). Z uwagi na płytkie występowanie wód leczniczych oraz ich kontakt ze zwykłymi wodami podziemnymi, a także z powodu wrażliwości systemu wodonośnego na zmiany warunków hydrodynamicznych wody lecznicze złoza zagrożone są zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Ze względu na oddziaływanie hydrodynamiczne poszczególnych ujęć otwór C-2 jest wyłączony z eksploatacji i pełni rolę piezometru.

4. CZESZEWO IG-1

m. Czeszewo
gm. Miłosław
pow. wrzesiński
woj. wielkopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna	
BIII	provincia platformy paleozoicznej region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WL _T	Typ wody	Cl–Na
		Mineralizacja	ok. 5,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 35,0°C
Poziom wodonośny	J ₁ –T ₃	Głębokość stropu	930,0 m
		Mięższość	30,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce, mułowce
		Typ ośrodka	porowo-szczelinowy
		Struktura	półtwarda
Stan	NZ	Właściciel	Tow. Wyk. Wód Term. i Wal. Nat. Ziemi Czesz.
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie
Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	15,50 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	–

Budowa geologiczna złoża

Złoże Czeszewo IG-1 znajduje się w obrębie synklinorium szczecińsko-miechowskiego, w strefie przechodzącej w północne obrzeżenie monokliny przedsudeckiej. Obszar ten cechuje skomplikowana tektonika, a występowanie licznych uskoków i dyslokacji powoduje nawet na małym obszarze duże różnice w profilu stratygraficznym, redukcję osadów, w tym liczne luki stratygraficzne oraz zmniejszanie się miąższości poziomów zbiornikowych. Złoże zostało rozpoznane jednym otworem wiertniczym o głębokości 3626,0 m, zakończonym w utworach niższego permu (czerwonego spągowca) reprezentowanych przez kompleks cyklicznie powtarzających się warstw soli kamiennych, anhydrytów i dolomitów. Ich strop został nawiercony na głębokości ok. 3578,0 m. Powyżej, na głębokości ok. 2249,0 m, nawiercono strop utworów triasu dolnego (pstręgo piaskowca), na których leżą węglanowe utwory triasu środkowego (wapienia muszlowego). Trias górny to z kolei utwory piaskowcowe retyku. Utwory jury dolnej stanowią pakiet piaskowcowo-mułowcowo-ilasty o miąższości ok. 326,0 m. Jura środkowa reprezentowana jest przez osady mułowcowo-margliste i wapniste o łącznej miąższości 113,0 m, przykryte utworami jury górnej wykształconymi w facji węglanowej o miąższości 389,0 m. Miąższość osadów jury ulega redukcji w kierunku południowym, a w odległości kilkudziesięciu kilometrów od otworu Czeszewo IG-1 utwory te całkowicie zanikają. Pod utworami kenozoicznymi występują tam osady triasu, zaznaczając właściwy obszar monokliny przedsudeckiej. W granicach złoża zaznacza się luka stratygraficzna obejmująca osady kredy. Różne ogniwa jury leżą bezpośrednio pod 100-metrowym kompleksem piasków i mułowców neogenu–paleogenu oraz czwartorzędu (<https://otworywiertnicze.pgi.gov.pl/>).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Otwór Czeszewo IG-1 ujmuje jurajsko-triasowy poziom wodonośny zasilany pośrednio na drodze infiltracji opadów atmosferycznych w obrębie podkenozoicznych wychodni warstw wodonośnych. Dopływ wód do złoża następuje zatem od strony monokliny przedsudeckiej. Warunki krążenia wód kształtuje regionalny rów tektoniczny biegnący od Poznania do Śremu. W otworze zafiltrowano jedynie spągową partię utworów hetangu (jura dolna) i stropową partię warstw retyku (warstwy wielichowskie, trias górny). Warstwy wodonośne hetangu wykształcone są w postaci drobno- i średnioziarnistych piaskowców, miejscami mułowcowych, z nielicznymi smugami iłowców, natomiast utwory warstw wielichowskich reprezentowane są przez piaskowce kwarcowe, drobno- i średnioziarniste, o lepszemu ilastym. Poszczególne strefy zawodnione rozdzielają cienkie przewarstwienia iłowców i mułowców. Napięte zwierciadło wód podziemnych nawiercono na głębokości 930,0 m, a ustabilizowało się ono ponad 20,0 m nad powierzchnią terenu. Otworem ujęto wody termalne typu Cl–Na o mineralizacji ok. 5,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. 35,0°C. Początkowo z otworu uzyskano samowypływ wody o wydajności nieco ponad 9,0 m³/h przy depresji ok. 17,0 m. Poziom hydrostatyczny ustalił się ok. 20,0 m powyżej powierzchni terenu. Zasoby eksploatacyjne złoża wynoszą 15,5 m³/h przy depresji blisko 20,0 m (Szarszewska, 1978). Wartość współczynnika filtracji warstwy wodonośnej nie jest znana. Złoże pozostaje niezagospodarowane, a otwór od momentu wykonania nigdy nie był eksploatowany. Z uwagi na pełną izolację od powierzchni terenu oraz płytszych poziomów wodonośnych, a także brak poboru wód z ujętego poziomu w rejonie złoża, zagrożenie dla stanu ilościowego i jakościowego wód leczniczych nie występuje.

5. DOBRÓW IGH-1

m. Zawadka
gm. Koło
pow. kolski
woj. wielkopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl–Na,I
		Mineralizacja	ok. 96,0 g/dm ³
		Temperatura	65,0°C

Poziom wodonośny	K₁	Głębokość stropu	2435,0 m
		Mięszczość	145,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce, mułowce
		Typ ośrodka	porowo-szczelinowy
		Struktura	półotwarta

Stan	NZ	Właściciel	brak danych
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploracja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	60,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	–

Budowa geologiczna złożeń

Złoże Dobrów IGH-1 znajduje się na obszarze synklinorium szczecińsko-miechowskiego, w północno-wschodnim fragmencie niecki łódzkiej, w niedalekiej odległości od antyklinorium środkowopolskiego, w strefie dyslokacyjnej Mogilno–Ponętów–Pabianice. Jest to rozległy basen sedimentacyjny o przybliżonym przebiegu NW–SE, który powstał we wczesnym permie wzdłuż południowo-zachodniej granicy prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej. Złoże zostało udokumentowane jednym otworem Dobrów IGH-1 o głębokości 2805,7 m (głębokość ostateczna 2640,0 m), zakończonym w obrębie utworów kredy dolnej. Strop utworów kredy dolnej znajduje się na głębokości ok. 2400,0 m. Profil kredy dolnej tworzą utwory tytonu górnego, beriasu, walanżynu, hoterywu, barremu, aptu i albu. Utwory tytonu górnego i beriasu dolnego to przede wszystkim wapienie, wapienie margliste, margle, anhydryty, iłowce i iłowce margliste. Osady beriasu środkowego i górnego wykształcone są głównie w postaci piaskowców z przemazami ilastymi. Utwory walanżynu reprezentowane są przez piaskowce, iłowce i mułowce. Utwory hoterywu dolnego to iłowce, zaś hoterywu górnego mułowce i iłowce z licznymi wkładkami piaskowców. Miąższość osadów od barremu do albu górnego wynosi ok. 175 m. Seria ta składa się z kilku kompleksów litologicznych. Pierwszy z nich tworzą na ogół drobno- lub różnoziarniste piaskowce z wkładkami piaskowców gruboziarnistych. Kolejny kompleks to osady iłowcowo-piaskowcowe, niekiedy mułowcowe, z wkładkami iłowców. W środkowej części tego kompleksu obecne są przewarstwienia piaskowców mułowcowych i żelazistych oraz rud oolitowo-żelazistych i szamozytowych. Powyżej leżą osady kredy górnej wykształcone w postaci wapieni, wapieni marglistych, margli, iłowców marglistych, opok i gez o łącznej miąższości ok. 2390,0 m. Nad utworami mezozoicznymi występuje 21-metrowa warstwa czwartorzędowych glin zwałowych (Płochniewski, Stachowiak, 1981a).

Warunki hydrogeologiczne złożeń

Otworem Dobrów IGH-1 ujęto wody termalne występujące w obrębie dolnokredowego (barrem – alb środkowy) poziomu wodonośnego wykształconego w facji piaskowcowo-mułowcowo-iłowcowej. Naprzemianległe występowanie poszczególnych serii skalnych stwarza możliwość występowania w jego obrębie kilku warstw wodonośnych, rozdzielonych czasami grubszymi seriami iłowców i mułowców. Głównym poziomem wodonośnym kredy dolnej jest poziom występujący w obrębie piaskowców środkowego hoterywu. Niewielkie znaczenie i rozprzestrzenienie ma poziom składający się z wkładek piaskowca w stropowej części profilu beriasu. Poziom dolnokredowy zasilany jest w sposób pośredni przez przesiąkanie infiltrujących wód atmosferycznych wzdłuż stosunkowo wąskich wychodni utworów kredy dolnej. Strefą zasilania złożeń jest obrzeżenie Gór Świętokrzyskich, skłon platformy wschodnioeuropejskiej oraz antyklinorium środkowopolskie na odcinku pomorsko-kujawskim. Ogólny przepływ wód odbywa się na kierunku SW-NE. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter napięty i ustabilizowało się ono na głębokości ok. 53,0 m. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych osiąga wartości rzędu 10^{-4} m/s. W otworze Dobrów IGH-1 ujęto wody typu Cl–Na,I o mineralizacji ok. 96,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia 65°C. Zasoby eksploatacyjne złożeń wynoszą 60,0 m³/h. (Płochniewski, Stachowiak, 1981a, Felter i in., 2022). Otwór od momentu powstania nie został zagospodarowany. Pełna izolacja od powierzchni terenu oraz płytszych poziomów wodonośnych, a także brak poboru wód z ujętego poziomu w rejonie złożeń sprawiają, że zagrożenie dla stanu jakościowego i ilościowego wód leczniczych nie występuje.

6. DUSZNIKI-ZDRÓJ

m. Duszniki-Zdrój
gm. Duszniki-Zdrój
pow. kłodzki
woj. dolnośląskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

CII

provincja sudecka
region Sudetów

Kopalina ¹	WL_T	Typ wody Mineralizacja Temperatura	HCO ₃ -Na↔Ca-Mg,Fe,Si,CO ₂ ok. 3,5 g/dm ³ 26,0–35,0°C
Poziom wodonośny	pCm–Cm Cm₂–Θ₁	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	194,0–553,0 m 340,0–1106,0 m gnejsy (Cm ₂ –O ₁), łupki (pCm–Cm) szczelinowy otwarta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Uzdrowiska Kłodzkie S.A. – Grupa PGU tak (do 16.07.2043 r.) tak (Duszniki Zdrój) tak
Eksploracja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	1 0 50,00 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% –

¹Informacje zawarte w tabeli dotyczą jedynie tych ujęć w obrębie złoża, w których udokumentowano występowanie wód termalnych.

Budowa geologiczna złoza

Rejon Dusznik-Zdroju charakteryzuje się złożoną budową geologiczną. Głównymi elementami strukturalnymi tego obszaru są: krystalinik bystrzycko-orlicki oraz zespół skał osadowych kredy górnej. Skały osadowe w obrębie masywu bystrzycko-orlickiego występują jedynie fragmentarycznie, przede wszystkim w zapadliskach tektonicznych i wykształcone są w postaci naprzemianległych warstw piaskowców oraz mułowców krzemionkowych i ilastych. Złoże Duszniki-Zdrój udokumentowano dziesięcioma ujęciami: *Pieniawa Chopina*, *Jan Kazimierz*, nr 39 (*Michał*), GT-1, B-1, B-2, B-3 (*Jacek*), B-4 (*Bogdan*), *Agata* i *Zimny Zdrój*. Część z nich to płytkie otwory studzienne wykonane w miejscu naturalnych źródeł. Budowa geologiczna złoza została rozpoznana do głębokości 1695,0 m (otwór GT-1). Rejon złoza zbudowany jest przede wszystkim z gnejsów datowanych na kambr górny – ordowik dolny oraz prekambryjskich i kambryjskich łupków (Cymerman, 2019). Ich strop w obrębie złoza znajduje się na głębokości 3,5–55,0 m. Najmłodsze utwory występujące w dolinie Bystrzycy Dusznickiej to czwartorzędowe torfy, namuły, zaglinione żwiry oraz iły.

Warunki hydrogeologiczne złoza

Obecność wód leczniczych (szczaw i wód kwasowęglowych) w rejonie Dusznik-Zdroju w bezpośredni sposób wiąże się z dusznickim uskokiem brzeżnym, będącym granicą między niecką śródsudecką wypełnioną skałami osadowymi kredy, a metamorfikiem Gór Bystrzyckich i Orlickich oraz zdyslokowanymi łupkami i gnejsami metamorfiku bystrzycko-orlickiego (Fistek, Fistek, 1998). Drogami krążenia wód podziemnych są głównie szczeliny i spękania występujące w obrębie górotworu. Napięte zwierciadło wód podziemnych często występuje w warunkach artezyjskich. Wartość współczynnika filtracji utworów zawodnionych nie jest znana. Wody lecznicze termalne (szczawy termalne) występują jedynie w otworze GT-1. Ujęto nim dwie strefy wodonośne w przybliżonych interwałach głębokości: 194,0–534,0 m oraz 553,0–1695,0 m. Zbiornikiem szczaw termalnych są łupki i gnejsy. Zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć w obrębie złoza wynoszą 107,48 m³/h, w tym zasoby szczaw termalnych wynoszą 50,00 m³/h. Wydajność eksploatacyjna poszczególnych ujęć jest zróżnicowana i wynosi od 0,2 m³/h do 30,0 m³/h przy depresji od ok. 4,0 do 9,0 m. Dusznickie szczawy termalne reprezentują typ chemiczny HCO₃–Na–Ca–Mg,Fe,Si oraz HCO₃–Ca–Na–Mg,Fe,Si. Ich mineralizacja wynosi ok. 3,5 g/dm³, a temperatura wód na wypływie z ujęcia osiąga 26,0–35,0°C. Zawartość CO₂ w niektórych ujęciach sięga blisko 3 g/dm³. Pod względem genetycznym wody ze złoza Duszniki-Zdrój są wodami współczesnej infiltracji, a nasycający je dwutlenek węgla jest pochodzenia endogenicznego (Fistek, Fistek, 1998, 2002).

7. DZIWNÓWEK JÓZEF

m. Dziwnówek
gm. Dziwnów
pow. kamieński
woj. zachodniopomorskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BII

provincja platformy paleozoicznej
region antyklinorium środkowopolskiego

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl–Na,I
		Mineralizacja	ok. 66,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 20,0°C

Poziom	J₁	Głębokość stropu	719,0 m
wodonośny		Mięższczość	28,0 m
		Litologia	piaskowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	NZ	Właściciel	Uzdrowisko Kamień Pomorski S.A
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploracja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	30,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	—

Budowa geologiczna złoże

Złoże Dziwnówek Józef znajduje się w północno-zachodniej części odcinka pomorskiego antyklinorium środkowopolskiego, w obrębie antykliny Kamienia Pomorskiego. Jednostka o przebiegu NW–SE, zapada łagodnie ku południowemu wschodowi pod kątem kilkunastu stopni. Po obu stronach antykliny, w jej podłożu przebiegają dyslokacje o charakterze uskoków, miejscami w pokrywie mezozoicznej mające charakter fleksury. Po wschodniej stronie antykliny przebiega uskok Trzebiatowa rozdzielający antyklinę Kamienia Pomorskiego od synkliny Trzebiatowa. Złoże wód leczniczych termalnych udokumentowane zostało jednym otworem o głębokości 789,0 m, zakończonym w obrębie utworów jury dolnej, wykształconych w postaci osadów iłowcowo-mułowcowo-piaszczystych. Ich strop nawiercono na głębokości 190,0 m. Powyżej leżą utwory jury środkowej reprezentowane przez margle, a także pakiety naprzemianległych utworów piaszczystych oraz mułwców i iłowców, często zapiaszczonych o łącznej miąższości ok. 170,0 m. Utwory jurajskie przykryte są osadami czwartorzędowymi o miąższości nieznacznie przekraczającej 20,0 m i wzrastającej do 40,0 m w kierunku południowym. Są to różnoziarniste piaski, w części spągowej z porwakami kredy i fragmentami margli neogeńsko-paleogeńskich (Szarszewska, 1988).

Warunki hydrogeologiczne złoże

W złożu Dziwnówek Józef występowanie wód leczniczych termalnych związane jest z utworami jury dolnej wykształconymi w postaci drobnoziarnistych piaskowców kwarcyticznych. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $6,0 \cdot 10^{-5}$ m/s. Zwierciadło wody ma charakter napięty i ustabilizowało się ono blisko 1,0 m ponad powierzchnią terenu. Otworem ujęto wody typu Cl–Na,I o mineralizacji ogólnej ok. 66,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. 20,0°C. Zasoby eksploatacyjne złoże wynoszą 30,0 m³/h przy depresji ok. 3,0 m. Badania izotopowe i hydrochemiczne wskazują, że są to przede wszystkim wody paleoinfiltracyjne, a zasilanie systemu wodonośnego miało miejsce przed czwartorzędem. Wody te mogą zawierać także domieszki innych składowych, na przykład reliktowych wód morskich lub współczesnych wód infiltracyjnych (Szarszewska, 1988). Znaczna głębokość występowania oraz izolacja od płytszych i głębszych poziomów wodonośnych sprawia, że nie ma zagrożenia dla jakości wód leczniczych termalnych ze złoże.

8. FROMBORK IGH-1

m. Frombork
gm. Frombork
pow. braniewski
woj. warmińsko-mazurskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

AII

provincia platformy prekambryjskiej
region basenu bałtyckiego

Kopalina	WL_T	Typ wody Mineralizacja Temperatura	Cl–Na,I,Rn ok. 36,0 g/dm ³ ok. 25,0°C
Poziom Wodonośny	T₁	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	804,0 m 164,0 m piaskowce porowy zakryta
Stan	NZ	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Wodociągi Fromborskie Sp. z o.o. nie nie obszar ochrony uzdrowiskowej
Eksploracja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	1 0 20,00 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% –

Budowa geologiczna złoża

Złoże Frombork IGH-1 znajduje się w obrębie basenu bałtyckiego i zostało udokumentowane jednym otworem o głębokości 1047,0 m (głębokość ostateczna 972,0 m). Najstarszymi rozpoznanymi w obrębie złoża utworami są dolnotriasowe iłowce pstrego piaskowca dolnego. Ich strop nawiercono na głębokości ok. 790,0 m i nie zostały one przewiercone. Powyżej leżą utwory pstrego piaskowca środkowego reprezentowane przez dwie serie: dolną i górną. Seria dolna zbudowana jest z iłowców z wkładkami piaskowców oraz skał węglanowych, natomiast seria górna to pstry piaskowiec oraz mułowce i iłowce. Profil triasu dolnego kończy formacji elbląska (pstry piaskowiec górny) wykształcona w facji piaskowcowo-mułowcowo-iłowcowej, z dominacją piaskowców. Utwory triasu środkowego wykształcone są jako naprzemianległe iłowce, mułowce i piaskowce. Jura dolna to piaski i piaskowce z wkładkami utworów ilastych oraz iłowce i mułowce. Jura środkowa reprezentowana jest przez zlepience, margle piaszczyste i piaskowce. Profil jury górnej budują piaskowce margliste, mułowce i iłowce. Kreda górna to utwory węglanowo-mułowcowe. Na skałach mezozoiku leżą osady paleogeńsko-neogeńskie wykształcone w postaci piasków drobnoziarnistych i mułków piaszczystych. Na powierzchni terenu występują czwartorzędowe piaski wodnolodowcowe, gliny zwałowe oraz namuły i torfy (Płochniewski, 1980).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Wody lecznicze termalne we Fromborku występują w obrębie warstw piaskowców drobnoziarnistych facji pstrego piaskowca górnego i środkowego (trias dolny). Poziom wodonośny ma charakter porowy, a w złożu panują warunki artezyjskie. Zwierciadło wód leczniczych nawiercono na głębokości 804,0 m i ustabilizowało się blisko 40,0 m ponad powierzchnią terenu. Średni współczynnik filtracji ujętych warstw wodonośnych wynosi ok. $6,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Przyjmuje się, że jest to reliktoowa woda morska zawierająca niewielką domieszkę składowej wód infiltracyjnych. Otworem Frombork IGH-1 ujęto wody typu Cl–Na,I,Rn o mineralizacji ok. $36,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. $25,0^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne złoża wynoszą $20,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji ok. 14,0 m (Płochniewski, 1980, Felter i in., 2022). Poziom wód leczniczych w rejonie Fromborka posiada dobrą izolację zarówno od powierzchni terenu, jak i od poziomów występujących niżej, dlatego praktycznie nie ma zagrożenia dla jakości ujętych wód.

9. GOŁDAP

m. Gołdap
gm. Gołdap
pow. gołdapski
woj. warmińsko-mazurskie

Regionalizacja hydrogeologiczna	
AII	provincia platformy prekambryjskiej region basenu bałtyckiego

Kopalina ¹	WL_T	Typ wody	Cl-Na
		Mineralizacja	ok. 6,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 22,0°C

Poziom wodonośny	J₂₋₁	Głębokość stropu	610,0 m
		Mięższność	37,0 m
		Litologia	piaskowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półzakryta

Stan	Z	Właściciel	Przeds. Wod. i Kan. Gołdap Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 10.10.2063 r.)
		Obszar górniczy	tak (Gołdap Zdrój 2)
		Uzdrowisko	tak

Eksploracja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	12,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	5134,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	3084,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	4,9%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	2,9%
		Cel wydobycia	balneoterapia

¹Informacje zawarte w tabeli dotyczą jedynie tych ujęć w obrębie złoża, w których udokumentowano występowanie wód termalnych.

Budowa geologiczna złoża

Złoże Gołdap znajduje się we wschodniej części basenu bałtyckiego, zwanej monokliną kętrzyńską o cechach typowych dla budowy platformowej. Podłoże stanowią skały krystaliczne przykryte pokrywą osadową. Strop utworów krystalicznych znajduje się na głębokości ok. 1600,0 m i obniża się w kierunku zachodnim. Pokrywa osadowa zbudowana jest z dwóch kompleksów strukturalnych: staropaleozoicznego o miąższości ok. 500,0 m i leżącej na nim niezgodnie ok. 900-metrowej serii permo-mezozoicznej. Wyżej leżą niezgodnie utwory paleogenu i czwartorzędu o miąższości 200,0–300,0 m. Złoże rozpoznano dwoma otworami wiertniczymi: GZ-1 o głębokości 851,0 m (głębokość ostateczna 646,5 m) oraz GZ-2 o głębokości 426,0 m. Warstwę wodonośną w otworze GZ-1 stanowią drobno- i średnioziarniste piaskowce jury środkowej i dolnej, natomiast w otworze GZ-2 drobno- i średnioziarniste piaski kwarcowo-glaukonitowe kredy. Utwory paleogenu w obrębie złoża reprezentowane są głównie przez mułowce margliste. Ich strop znajduje się na głębokości ok. 220,0 m, a miąższość wynosi ok. 30,0 m. Na powierzchni terenu występuje ciągła ok. 220-metrowa pokrywa czwartorzędowych osadów lodowcowych i wodnolodowcowych (gliny zwałowe, piaski, żwiry), a także rzecznych, jeziornych i zastoiskowych (Szlagowska, Myśliwiec, 2012).

Warunki hydrogeologiczne złoża

W rejonie Gołdapi wody zmineralizowane występują poniżej głębokości ok. 300 m. Przypuszczalnie wody tego rodzaju występują w obrębie utworów kredy górnej, jury dolnej i środkowej, triasu dolnego oraz kambru środkowego. W złożu Gołdap ujęto dwa poziomy wodonośne wód leczniczych: kredowy wykształcony w postaci drobno- i średnioziarnistych piasków kwarcowo-glaukonitowych oraz jurajski zbudowany z drobno- i średnioziarnistych piaskowców jury środkowej i dolnej. Poziomy te zasilane są na drodze infiltracji opadów atmosferycznych do poziomu wód gruntowych, a następnie w wyniku przesiąkania przez utwory słabo przepuszczalne. Zasilanie może odbywać się również przez okna hydrogeologiczne, bezpośrednio na podczwartorzędowych wychodniach skał mezozoicznych. Uznaje się, że przepływ wód podziemnych w obrębie utworów kredowych i jurajskich następuje w kierunku zachodnim i południowo-zachodnim. Współczynnik filtracji utworów kredowych wynosi ok. $4,0 \cdot 10^{-5}$ m/s. Uzyskano z nich wody typu Cl–HCO₃–Na,F o mineralizacji ogólnej ok. 2,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. 19,0°C. Średni współczynnik filtracji utworów wodonośnych jury dolnej i środkowej wynosi ok. $1,0 \cdot 10^{-5}$ m/s. Wody lecznicze termalne udokumentowano w otworze GZ-1. Ujęto nim wody typu Cl–Na o mineralizacji ogólnej ok. 6,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. 22,0°C. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w ilości 22,00 m³/h, w tym dla wód termalnych – 12,0 m³/h (Szlagowska, Myśliwiec, 2012). Poziom wód leczniczych termalnych jest dobrze izolowany od powierzchni terenu, więc bezpośrednie zagrożenie dla ich jakości nie występuje.

10. GRABIN 5/1 (ODRA)

m. Grabin
gm. Niemodlin
pow. opolski
woj. opolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

CI

provincia sudecka
region bloku przedsudeckiego

Kopalina	WL _T	Typ wody Mineralizacja Temperatura	HCO ₃ -Na-Mg,Si,CO ₂ ok. 10,0 g/dm ³ ok. 31,0°C
Poziom wodonośny	K ₂ , pCm	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	416,0 m 129,0 m piaskowce, paragnejsy szczelinowy półotwarta
Stan	NZ	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Przeds. Wytw.-Handl. Rapex Sp. z o.o. nie nie nie
Eksploracja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	1 0 19,00 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% —

Budowa geologiczna złoza

Złoże Grabin 5/1 (Odra) znajduje się w południowo-wschodnim przedłużeniu bloku przedsudeckiego. Prekambryjskie podłoże krystaliczne, zbudowane z serii gnejsowo-lupkowej o wysokim stopniu metamorfozy, przykrywają tu utwory kredy górnej, paleogenu, neogenu i czwartorzędu. Procesy formowania się krystaliniku są efektem kilku orogenez mających miejsce przed niższym permem. Wyróżnia się tu cztery etapy deformacji: ruchy tektoniczne proterozoiczno-staropaleozoiczne, wczesnopermskie dyslokacje blokowe (faza saalska), młodomezozoiczne ruchy blokowe (ruchy kimeryjskie) oraz paleogeńsko-neogeńskie dyslokacje blokowe (faza środkowoalpejska). W podłożu przedpermskim zaznacza się sieć dwóch prostopadłych systemów uskokowych o przebiegu NW–SE i poprzecznych, krótszych, o kierunku SW–NE. Powodują one rozbitcie obszaru na szereg bloków o układzie klawiszowym, obniżających się z południowego zachodu ku południowemu wschodowi. Rejon Grabina znajduje się na obszarze jednego z wypiętrzonych bloków, gdzie strop podłoża krystalicznego występuje stosunkowo płytko, na głębokości od 600,0 m na południu do 200,0 m na północy. Złoże zostało udokumentowane jednym otworem o głębokości 545,0 m. Strop utworów prekambryjskich w obrębie złoza znajduje się na głębokości 485,0 m. Powyżej leżą utwory kredy górnej reprezentowane przez węglanowe i ilasto-piaskowcowe serie cenomanu, turonu i koniak. Ich miąższość wynosi ok. 240,0 m. Wyżej leżą osady miocenu wykształcone w postaci piasków różnoziarnistych, mułowców, ilów, wapieni, piaskowców i mułków o łącznej miąższości ok. 230,0 m. Na powierzchni terenu występują czwartorzędowe osady glacialne i fluwioglacjalne plejstocenu (Czerski i in., 1991).

Warunki hydrogeologiczne złoza

Wody lecznicze termalne w otworze Odra 5/1 nawiercono w prekambryjskich paragnejsach oraz w piaskowcach kredy górnej. Złoże zasilane jest na wychodniach mocno spękanych i zaangażowanych tektonicznie skał podłoża krystalicznego na obszarze Sudetów oraz w strefach uskokowych, w których rozwinęły się doliny głównych rzek: Nysy Kłodzkiej i Ścinawy Niemodlińskiej. Wymiana wód w rejonie złoza jest utrudniona z powodu występowania słabo przepuszczalnych utworów górnokredowych oraz paleogeńsko-neogeńskich. Napięte zwierciadło wód termalnych nawiercono w obrębie utworów kredy górnej na głębokości 416,0 m i ustabilizowało się ono na głębokości ok. 50,0 m. Brak jest danych dotyczących wartości współczynnika filtracji utworów zawodnionych. Otworem Odra 5/1 ujęto szczawy termalne typu $\text{HCO}_3\text{--Na--Mg,Si}$ o mineralizacji ogólnej ok. $0,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. $31,0^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne złoza w kat. B wynoszą $19,0 \text{ m}^3/\text{h}$ i są częścią zasobów zatwierdzonych w kat. C w ilości $200,0 \text{ m}^3/\text{h}$ (Czerski i in., 1991). Znaczna głębokość występowania wód leczniczych termalnych oraz izolacja od powierzchni terenu sprawia, że zagrożenie dla jakości wód nie występuje.

11. INOWROCLAW II

m. Inowrocław
gm. m. Inowrocław
pow. inowrocławski
woj. kujawsko-pomorskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BII

provincja platformy paleozoicznej
region antyklinorium środkowopolskiego

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl–Na,S
		Mineralizacja	ok. 13,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 23,0°C

Poziom wodonośny	J₃	Głębokość stropu	487,0 m
		Mięższość	20,0 m
		Litologia	wapienie
		Typ ośrodka	szczelinowo-krasowy
		Struktura	półotwarta

Stan	Z	Właściciel	Przeds. Wod. i Kan. Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 31.12.2042 r.)
		Obszar górniczy	tak (Inowrocław II)
		Uzdrowisko	tak

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	5,70 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	24830,00 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	26019,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	49,7%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	52,1%
		Cel wydobycia	balneoterapia, rekreacja

Budowa geologiczna złoża

Złoże Inowrocław II znajduje się w kujawskim segmencie antyklinorium środkowopolskiego, na granicy z niecką mogileńską. Rejon złoża cechuje silne zaangażowanie tektoniczne oraz obecność tektoniki solnej, która dodatkowo wpłynęła na zaburzenie budowy geologicznej obszaru. Złoże wód leczniczych termalnych udokumentowano jednym otworem IL-1 (Źródło Solankowe) o głębokości 507,2 m (głębokość ostateczna 495,0 m). Najstarszymi rozpoznanymi w tym rejonie utworami są sole kamienne, gipsy i ily permu. W Inowrocławiu udokumentowano wysad solny, na którym zalega czapa gipsowo-iłowa. W obrębie struktury solnej stwierdzono też dolnotriasowe ily i piaskowce, a w jej osłonie dolnojurajskie drobnoziarniste piaskowce występujące zarówno bezpośrednio pod osadami czwartorzędowymi, jak również pod utworami jury środkowej. Utwory jury środkowej to piaskowce, ily i dolomity. W rejonie wysadu solnego występuje także górnjurajska seria węglanowo-mułowcowo-iłowcowo-piaskowcowa. Są to najstarsze utwory udokumentowane w otworze IL-1. Ich strop występuje na głębokości 15,0 m. W osłonie struktury solnej występują także utwory kredy dolnej (piaski, piaskowce, mułowce, iłowce i margle) oraz kredy górnej (facja marglisto-wapnista). Utwory permu-mezozoiku przykryte są serią osadów paleogeńsko-neogeńskich reprezentowanych przez mułowce piaszczyste i piaski oligocenu, piaski, ily i mułki oraz węgiel brunatny miocenu, a także ily i mułki datowane na miocen–pliocen. Utwory te nie występują w profilu geologicznym otworu IL-1. Na utworach jury górnej leżą bezpośrednio czwartorzędowe piaski i gliny (Ciężkowski i in., 2012).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Wody lecznicze termalne złoża Inowrocław II związane są z utworami węglanowymi jury górnej. Występują one w kawernie wykształconej w wapieniach. Piętro jurajskie zasilane jest na drodze przesiąkania wód z wyższych poziomów wodonośnych. Na skutek kontaktu z formacjami solonośnymi permu wody te ulegają zmineralizowaniu. W rejonie złoża panują warunki subartezyjskie. Zwierciadło wód leczniczych w otworze IL-1 nawiercono na głębokości ok. 487,0 m, a poziom ustabilizowany występuje na głębokości ok. 3,0 m. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $4,0 \cdot 10^{-5}$ m/s. Ujęte wody należą do wód typu Cl–Na,S. Ich mineralizacja wynosi ok. 13,0 g/dm³, a temperatura na wypływie z ujęcia osiąga ok. 23,0°C. Zawartość siarkowodoru w wodzie zmienia się w granicach 6,0–9,0 mg/dm³. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 5,7 m³/h przy depresji nieco ponad 2,0 m (Ciężkowski i in., 2012). Ujęty poziom jest dobrze izolowany od powierzchni terenu warstwami słabo przepuszczalnymi.

12. IWONICZ

m. Iwonicz-Zdrój
gm. Iwonicz-Zdrój
pow. krośnieński
woj. podkarpackie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DII

provincja karpacka
region Karpat zewnętrznych

Kopalina ¹	WL_T	Typ wody	Cl-HCO ₃ -Na,I,(CO ₂)
		Mineralizacja	18,0–19,0 g/dm ³
		Temperatura	23,0–25,0°C

Poziom wodonośny	Pg	Głębokość stropu	676,0–688,0 m
		Mięższność	325,0–476,0 m
		Litologia	piaskowce, łupki
		Typ ośrodka	szczelinowo-porowy
		Struktura	półzakryta

Stan	Z	Właściciel	Uzdrowisko Iwonicz S.A.
		Koncesja	tak (do 30.09.2042 r.)
		Obszar górniczy	tak (Iwonicz)
		Uzdrowisko	tak

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	2
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	11,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	2248,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	2343,2 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	2,3%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	2,4%
		Cel wydobycia	produkty zdrojowe, kosmetyki

¹Informacje zawarte w tabeli dotyczą jedynie tych ujęć w obrębie złoża, w których udokumentowano występowanie wód termalnych.

Budowa geologiczna złoża

Złoże Iwonicz znajduje się we wschodniej części zewnętrznych Karpat fliszowych, w obrębie jednostki śląskiej, w środkowym fragmencie centralnej depresji karpackiej. Rejon złoża to obszar antykliny Iwonicza-Zdroju–Rudawki Rymanowskiej, która jest fałdem obalonym o przebiegu NW–SE, częściowo nasuniętym i miejscami złuskiwanym. Jest on poprzecinany uskokami poprzecznymi i podłużnymi. Na powierzchni terenu występują paleogeńskie utwory fliszowe. W południowej części są to warstwy krośnieńskie dolne zbudowane z piaskowców i łupków oraz łupki, piaskowce, rogowce i margle warstw menilitowych oligocenu. Na północy na powierzchni terenu odsłaniają się warstwy hieroglifowe. Są to przede wszystkim łupki pstry i piaskowce cienkoławicowe z wkładkami gruboławicowych piaskowców globigerynowych, a także piaskowce ciężkowickie z wkładkami łupków pstrych, zaliczane do eocenu. Warstwy krośnieńskie wykształcone w postaci piaskowców i łupków występują na przedpolu antykliny. Utwory starsze, datowane na paleocen i kredę górną budują warstwy istebniańskie. Wykształcone są one w postaci piaskowców grubo- i średnioławicowych, ku górze przechodzących w cienkoławicowe z wkładkami łupków. Utwory czwartorzędowe reprezentowane są przez gliny zwieterzelinowe z okruchami piaskowców oraz osadów aluwialnych występujących w dolinach rzek i potoków. Złoże Iwonicz składa się z dwunastu otworów wiertniczych, wykonanych w latach 1938–1988: *Elin-7*, *Emma*, *Iwonicz II*, *Karol 2*, *Zofia 3*, *Zofia 6*, *Iza 19*, *Klimkówka 25*, *Klimkówka 27*, *Lubatówka 12*, *Lubatówka 14* i *Lubatówka 15* (Sokołowski, Szarszewska, 1985).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Wody lecznicze w Iwoniczu-Zdroju występują w obrębie utworów fliszowych, zwłaszcza w piaskowcach grubo- i średnioławicowych warstw krośnieńskich dolnych. Poziom wód leczniczych termalnych ma charakter ośrodka szczelinowo-porowego. Zwierciadło wody, zwykle o charakterze napiętym, występuje na różnych głębokościach. Zasilanie odbywa się bezpośrednio poprzez infiltrację opadów atmosferycznych lub pośrednio przez przesiąkanie w strefach kontaktu poziomu fliszowego z czwartorzędowymi utworami rzecznyymi. Przepływ wód podziemnych jest bardzo powolny i odbywa się w kierunku dolin rzecznych, będącymi lokalnymi bazami drenażu. Wydajność potencjalna studni wierconych w rejonie złoża mieści się w przedziale 2,0–5,0 m³/h, natomiast wydajność źródeł zwykle nie przekracza 0,001 m³/h. Strefa aktywnej wymiany wód w warstwach krośnieńskich sięga do głębokości 40,0–60,0 m i związana jest licznymi, otwartymi spękaniem górotworu. Układ serii skalnych o wielowarstwowej budowie, sfałdowanych i poddanych zaburzeniom tektonicznym, stwarza warunki dla formowania się pułapek hydrodynamicznych dla węglowodorów oraz wód leczniczych. Wody lecznicze w Iwoniczu-Zdroju występują w obrębie wszystkich czterech serii piaskowców ciężkowickich, rozdzielonych warstwami łupków ilastych. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych nie przekracza $3,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Charakterystyczne dla tego obszaru jest współwystępowanie w strefie przypowierzchniowej wód zwykłych i leczniczych. Jednoznaczna granica pomiędzy obydwoimi rodzajami wód jest trudna do ustalenia. W złożu występują wody typu Cl–HCO₃–Na,I,(Fe),(F),(CO₂) oraz HCO₃–Cl–Na,(I),(Fe),(F),(CO₂) o mineralizacji ogólnej w zakresie 1,0–19,0 g/dm³. Wody lecznicze termalne ujęto w dwóch otworach: Lubatówka 12 i 14 i reprezentują one typ Cl–HCO₃–Na,I,(CO₂). Ich mineralizacja wynosi 18,0–19,0 g/dm³, a temperatura na wypływie z ujęcia osiąga 23,0–25,0°C. Wydajność eksploatacyjna ujęć wynosi 0,5–12,6 m³/h przy depresji w zakresie od ok. 6,0 do ok. 139,0 m. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć w granicach złoża wynoszą 41,09 m³/h, w tym zasoby wód leczniczych termalnych – 11,00 m³/h (Sokołowski, Szarszewska, 1985). Z uwagi na płytkie występowanie warstw wodonośnych oraz współwystępowaniem wód zwykłych i leczniczych, wody ze złoża Iwonicz-Zdrój uznaje się, że stan jakościowy wód leczniczych może być zagrożony.

13. JAMNO IG-3

m. Chłopy
gm. Mielno
pow. koszaliński
woj. zachodniopomorskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium brzeżnego

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl–Na,Fe,I
		Mineralizacja	ok. 70,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 20,0°C

Poziom	J₁	Głębokość stropu	875,0 m
Wodonośny		Mięszość	20,0 m
		Litologia	piaskowce, mułowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	NZ	Właściciel	brak danych
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploracja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	5,40 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	–

Budowa geologiczna złożeń

Złoże Jamno IG-3 znajduje się w pomorskim segmencie synklinorium brzeżnego, w rejonie struktury Koszalin–Chojnice. Obszar ten charakteryzuje wczesnopaleozoiczny etap rozwoju, po którym, począwszy od wczesnego dewonu, rozpoczął się etap rozwoju platformowego. Złoże udokumentowano jednym otworem o głębokości 2200,0 m. Najstarszymi rozpoznanymi w obrębie złożeń utworami są drobnoziarniste piaskowce i mułowce żywetu (dewon środkowy). Następnie w profilu zaznacza się luka stratygraficzna obejmująca karbon i perm dolny. Perm górny to głównie anhydryty, dolomity z przewarstwieniami mułowców i iłowców oraz soli kamiennej o łącznej miąższości ok. 200,0 m. Wyżej leżą trzy dolnotriasowe poziomy pstrygo piaskowca: górny – zbudowany z mułowców i iłowców, środkowy – wykształcony w postaci różnoziarnistych piaskowców wapienistych z partiami mułowców i iłowców oraz dolny – reprezentowany przez piaskowce z wkładkami utworów iłowcowo-mułowcowych, podścielone mułowcami marglistymi oraz wapieniami mułowcowymi i mułowcami, przechodzącymi w naprzemianległe iłowce i wapienie oolitowe. Trias środkowy to wapienie z licznymi wkładkami margli oraz przekładki dolomitu z iłowcami, piaskowcami i mułowcami występujące w spągowej części profilu. Trias górny wykształcony jest w postaci kompleksu mułowcowo-iłowcowo-piaskowcowego. Łączna miąższość triasu przekracza 700,0 m. Profil jury dolnej stanowią naprzemianległe kompleksy piaskowców, iłowców i mułowców. Utwory jury środkowej to przede wszystkim mułowce ilasto-piaszczyste z domieszką margli i wapieni, z kolei jura górna to piaszczyste mułowce dolomityczne, drobnoziarniste piaskowce oraz wapienie i wapienie margliste. Całkowita miąższość utworów jury przekracza 980,0 m. Bezpośrednio na utworach jury górnej leżą czwartorzędowe osady lodowcowe i wodnolodowcowe (plejstocen) oraz aluwialne i eoliczne (holocen) o miąższości ok. 60,0 m. Odznaczają się one znaczną zmiennością pod względem litologicznym oraz ułożenia warstw, która wynika z zaburzeń glacytektonicznych (Matyja, zespół, 2007).

Warunki hydrogeologiczne złożeń

Wody lecznicze termalne złożeń Jamno IG-3 występują w obrębie utworów piaskowcowo-mułowcowych jury dolnej. Wartość współczynnika filtracji utworów wodonośnych nie jest znana. Początkowo, w latach 60. XX wieku, uzyskano przypływ wody w ilości blisko 8,0 m³/h o temperaturze na wypływie z ujęcia przekraczającej 20°C i ciśnieniu na głowicy ok. 20 at. Wodę scharakteryzowano wówczas jako Cl–Na o mineralizacji ogólnej wynoszącej ok. 70,0 g/dm³. W latach 70. XX wieku wydajność eksploatacyjną otworu udokumentowano w wysokości 5,4 m³/h przy depresji ok. 22,0 m. Wodę scharakteryzowano jako Cl–Na,Fe,I o mineralizacji ogólnej wynoszącej ok. 70,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. 20,0°C. Wody lecznicze termalne związane są ze strefą znacznie utrudnionego kontaktu z wodami infiltracyjnymi (Szymańska, 1972). Z uwagi na głębokość występowania oraz izolację od płytszych i głębszych poziomów wodonośnych, zagrożenie dla jakości wód leczniczych nie występuje.

14. JAWORZE IG-1, IG-2

m. Jaworze
gm. Jaworze
pow. bielski
woj. śląskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DII

provincia karpacka
region Karpat zewnętrznych

Kopalina	WL_T	Typ wody Mineralizacja Temperatura	Cl–Na–Ca,I,Fe 108,0–146,0 g/dm ³ 23,0–32,0°C
Poziom Wodonośny	Ng–D₃	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	1175,0–1242,0 m 257,0–400,0 m zlepieńce, piaskowce, wapienie szczelinowo-porowy, szczelinowy zakryta
Stan	NZ	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	brak danych nie nie nie
Eksploracja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	2 0 4,90 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% –

Budowa geologiczna złożeń

Złoże Jaworze IG-1, IG-2 znajduje się w obrębie płaszczowiny cieszyńskiej, która składa się z trzech zafalowań niższego rzędu (dygitacji) – Międzyrzecza, jasienicko-hańcowskiej oraz kamienicko-lipnickiej. Otwory dokumentujące złoża zlokalizowano w północnej, brzeżnej strefie dygitacji kamienicko-lipnickiej. Otwór Jaworze IG-1 wykonano do głębokości 1525,0 m, natomiast Jaworze IG-2 do głębokości 1650,0 m. Najstarszymi utworami rozpoznanymi w obrębie złoża są utwory dewonu (żywet – Jaworze IG-2; fran – Jaworze IG-1). Żywet wykształcony jest w postaci wapieni marglistych i dolomitycznych oraz piaskowców, natomiast fran w postaci wapieni, wapieni dolomitycznych, marglistych, dolomitów, margli i zlepieńców. W otworze IG-2 udokumentowano granicę fran/famen w postaci warstwy iłowców. Utwory famenu nawiercone w otworze Jaworze IG-2 reprezentowane są przez wapienie z wkładkami margli. Strop utworów dewonu w obrębie złoża znajduje się na głębokości ok. 1400,0 m. Bezpośrednio nad nimi leżą utwory miocenu autochtonicznego. W otworze IG-1 został on przewiercony w przelocie 1019,0–1433,0 m p.p.t. i wykształcony jest w postaci naprzemianległej serii łupków i mułowców z cienkimi wkładkami piaskowców drobno, średnio- i gruboziarnistych oraz żwirów, otoczków i pospółek, a także pokruszonych skał paleozoicznych serii dębowieckiej. Utwory miocenu w otworze IG-2 występują na głębokości 960,0–1421,0 m. Są to piaskowce, miejscami gruboziarniste, z wkładkami iłołupków i lokalnie mułowców oraz piaskowce gruboziarniste serii dębowieckiej, będącej spągową częścią miocenu autochtonicznego. Miąższość serii dębowieckiej w obrębie złoża zmienia się od 183,0 do 263,0 m. Utwory miocenu przykrywają osady płaszczowiny podśląskiej w postaci łupków wieku od kredy dolnej po eocen, silnie przeobrażone tektonicznie, o miąższości 275,0–355,0 m. W otworze IG-1 wśród utworów płaszczowiny podśląskiej występują porwaki tektoniczne łupków cieszyńskich górnych, które pochodzą z czasu jednoczesnego nasuwania się i fałdowania obu płaszczowin. Wyżej w profilu zaznacza się dygitacja jasienicko-hańcowska oraz kamienicko-lipnicka reprezentowana przez łupki i wapienie cieszyńskie. Dygitacja kamienicko-lipnicka została całkowicie przewiercona w obu otworach. Na powierzchni występują czwartorzędowe gliny zwietrzelinowe z otoczkami piaskowców (Poprawa, Konior, zespół, 1981).

Warunki hydrogeologiczne złożeń

Wody lecznicze termalne występują w utworach dewonu oraz serii zlepieńcowej miocenu. Warstwą wodonośną w obrębie złoża są nieliczne i cienkie wkładki piaskowców drobno-, średnio-, rzadziej gruboziarnistych w obrębie serii łupkowo-mułowcowej (otwór Jaworze IG-1) oraz zlepieńcowa seria dębowiecka (otwór Jaworze IG-2). Poziom wodonośny w otworze IG-1 nawiercono na głębokości ponad 1170,0 m. Zwierciadło wody ustabilizowało się na głębokości ponad 160,0 m. Temperatura wody na wypływie z ujęcia sięgała 23°C. W otworze IG-2 nawiercono dwa poziomy wodonośne pozostające w kontakcie hydraulicznym. Za główny poziom uznano ten występujący w wapieniach i dolomitach dewonu, nawiercony na głębokości ok. 1563,0 m. Z powodów technicznych zostały jednak ujęte połączone poziomy w utworach dewonu i miocenu. Zwierciadło wody ustabilizowało się na głębokości ok. 180,0 m. Wartość współczynników filtracji warstw wodonośnych nie jest znana. Pod względem chemicznym ujęte wody reprezentują typ Cl–Na–Ca,I,Fe. Ich mineralizacja ogólna wynosi 108,0–146,0 g/dm³, a temperatura na wypływie z ujęcia 23,0–32,0°C. Zasoby eksploatacyjne złoża wynoszą 4,90 m³/h, przy wydajności poszczególnych ujęć 0,9–4,0 m³/h (Poprawa, Konior, zespół, 1981). Głębokie występowanie poziomów wodonośnych oraz brak poboru wód z ujętych w Jaworzu utworów sprawia, że nie istnieje bezpośrednie zagrożenie dla stanu jakościowego i ilościowego ujętych wód.

15. KONSTANCIN

m. Konstancin-Jeziorna
gm. Konstancin-Jeziorna
pow. piaseczyński
woj. mazowieckie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium brzeżnego

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl-Na,I,Fe
		Mineralizacja	ok. 70,0 g/dm ³
		Temperatura	35,0°C

Poziom	J₂₋₁	Głębokość stropu	1672,0 m
Wodonośny		Miąższość	67,0 m
		Litologia	piaskowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	Z	Właściciel	Uzdrowisko Konstancin-Zdrój S.A.
		Koncesja	tak (do 22.04.2063 r.)
		Obszar górniczy	tak (Konstancin-1)
		Uzdrowisko	tak

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	9,12 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	2868,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	3498,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	3,6%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	4,4%
		Cel wydobycia	balneoterapia, rekreacja, produkty zdrojowe, kosmetyki

Budowa geologiczna złoŹa

ZłoŹe Konstancin znajduje się na obszarze synklinorium brzeŹnego uformowanego w utworach mezozoicznych pokrywy osadowej platformy wschodnioeuropejskiej na przełomie kredy i paleogenu, w obrębie niecki warszawskiej. ZłoŹe zostało rozpoznane jednym otworem Warszawa IG-1 o głębokości 2663,0 m (głębokość ostateczna 1750,0 m), zakończonym w utworach węglanowo-ewaporatowych, mułowcach i iłowcach oraz piaskowcach permu. Ich strop w Konstancinie-Jeziornej występuje na głębokości 2365,0 m. Profil mezozoiku rozpoczynają utwory triasu dolnego. Są to iłowce i mułowce z wkł dkami piaskowców i wapieni. Trias srodkowy wykształcony jest głównie w postaci utworów węglanowych: wapieni, dolomitów i margli, natomiast trias górny w postaci serii iłowcowo-mułowcowo-piaskowcowej. Sumaryczna mi Źszość utworów triasowych wynosi ok. 600 m. Utwory jurajskie reprezentowane są przez osady klastyczne (piaskowce i zlepi nce), utwory węglanowe (wapienie, margle i dolomity) oraz serie iłowcowo-mułowcowe. Strop utworów jurajskich występuje na głębokości ok. 1112,0 m, a ich mi Źszość przekracza 650,0 m. Kreda dolna wykształcona jest w postaci piaskowców i mułowców, natomiast kreda górna to utwory węglanowe: gezy, wapienie i margle. Mi Źszość utworów kredowych wynosi ok. 824,0 m. WyŹej leŹ  wapienie i gezy zaliczone do paleocenu, miocénskie piaski i mułki z domieszk  węgla brunatnego oraz iły plioc nskie. Na powierzchni terenu występują czwartorzędowe piaski, Źwiry i gliny. Łączna mi Źszość pokrywy kenozoicznej wynosi 288,0 m (Szarszewska, 1981).

Warunki hydrogeologiczne złoŹa

Wody lecznicze termalne w złoŹu Konstancin występują w obrębie poziomu wodonośnego jury dolnej oraz spągowej części zawodnionych utworów jury srodkowej. Warstwy wodonośne stanowi  naprzemianległe pakiety piaskowców, mułowców i iłowców, a w części stropowej wapienie i dolomity. Utwory te występują w strefie głębokości 1536,0–1750,0 m, a mi Źszość utworów wodonośnych wynosi ok. 67,0 m. Jurajskie piętro wodonośne zasilane jest poprzez przesiekanie i przepływ w oknach hydrogeologicznych z poziomów nadległ ch oraz, w mniejszym stopniu, w wyniku ascenzji zmineralizowanych wód chlorkowych z utworów starszych. W złoŹu panują warunki subartezyjskie, a zwierciadło wód leczniczych termalnych nawiercone na głębokości 1672,0 m, stabilizuje się na głębokości ok. 35,0 m. Brak jest informacji o wartości współczynnika filtracji utworów budujących warstw  wodonośną. Otworem Warszawa IG-1 ujęto wody lecznicze typu Cl–Na,I,Fe mineralizacji ogólnej ok. 70,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia 35,0°C. Zasoby eksploatacyjne złoŹa ustalono w ilości 9,12 m³/h przy depresji blisko 5,0 m (Szarszewska, 1981, Felter i in., 2022). Ujęty poziom wodonośny jest dobrze izolowany od powierzchni terenu warstwami utworów słabo przepuszczalnych, dlatego moŹna przyj ć, Źe nie istnieje zagroŹenie dla stanu jakościowego wód leczniczych termalnych.

16. KRYNICA MORSKA IG-1

m. Krynica Morska
gm. Krynica Morska
pow. nowodworski
woj. pomorskie

Regionalizacja hydrogeologiczna	
AII	provincja platformy prekambryjskiej region basenu bałtyckiego

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl-Na,I
		Mineralizacja	ok. 40,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 24,0°C

Poziom Wodonośny	T₁	Głębokość stropu	854,0 m
		Mięższość	40,0 m
		Litologia	piaskowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	NZ	Właściciel	Miasto i Gmina Krynica Morska
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych:	0
		Zasoby ekspl.:	1,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia:	—

Budowa geologiczna złoża

Złoże Krynica Morska IG-1 znajduje się w obrębie basenu bałtyckiego, stanowiącej depresję podłoża krystalicznego. Basen wypełniony jest skałami osadowymi tworzącymi dwa kompleksy strukturalne: wedyjsko-staropaleozoiczny i permsko-mezozoiczny. Kompleksy te przykrywa seria osadów kenozoicznych o znacznej miąższości. Złoże zostało rozpoznane jednym otworem o głębokości 1800,0 m (głębokość ostateczna 894,0 m). Najstarszymi utworami rozpoznanymi w obrębie złoża są iłowce z wkładkami mułowców i piaskowców syluru. Wyżej zaznacza się luka stratygraficzna, która obejmuje utwory dewonu i karbonu. Utwory syluru przykrywa ponad 300-metrowy kompleks osadów cechsztyńskich reprezentowany przez anhydryty i sole kamienne z warstwami mułowców i wapieni. Strop utworów paleozoiku znajduje się na głębokości ok. 1266,0 m. Profil mezozoiku rozpoczynają osady pstrego piaskowca (iłowce, mułowce, piaski i piaskowce). Powyżej występują piaski drobnoziarniste przewarstwione iłami i mułowcami jury oraz węglany kredy górnej, głównie w postaci margli z wkładkami wapieni. Na nich leżą margle, iły i mułki piaszczyste paleogenu. Na powierzchni występują czwartorzędowe osady lodowcowe, wodnolodowcowe, zastoiskowe i eoliczne (Waligóra i in., 2016).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Wody lecznicze termalne złoża występują w obrębie piaskowców facji pstrego piaskowca (trias dolny) w interwale głębokości 854,0–894,0 m. Głębsze poziomy wodonośne w rejonie Krynicy Morskiej charakteryzują się słabym rozpoznaniem. Ujęty poziom wodonośny ma charakter porowy, a w złożu panują warunki artezyjskie. Zwierciadło wód leczniczych nawiercono na głębokości 854,0 m, a ustabilizowało się ono blisko 40,0 m ponad powierzchnią terenu. Średni współczynnik filtracji utworów budujących ujętą warstwę wodonośną wynosi $4,9 \cdot 10^{-5}$ m/s. Ujęte wody reprezentują typ Cl–Na,I. Ich mineralizacja wynosi ok. 40,0 g/dm³, a temperatura wód na wypływie z ujęcia osiąga ok. 24,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 1,00 m³/h przy depresji ok. 13,0 m. Parametry te uzyskano przy samowypływie. Wydajność ta pozwala wykluczyć zjawisko ingresji wód morskich do płytszych poziomów wodonośnych, do którego mogłoby dochodzić na skutek spadku ciśnienia w obrębie złoża wywołanego eksploatacją wód z większą wydajnością przy użyciu pompy. W 2013 r. w otworze przeprowadzone zostały prace rekonstrukcyjne mające na celu przystosowanie go do eksploatacji wód leczniczych. W rejonie Krynicy Morskiej w nadkładzie ujętego poziomu wód leczniczych termalnych występuje ok. 450,0 m seria utworów słabo przepuszczalnych (Waligóra i in., 2016). W związku z tym praktycznie nie ma zagrożenia dla stanu jakościowego ujętych wód.

17. ŁĄDEK-ZDRÓJ

m. Łądek-Zdrój
gm. Łądek-Zdrój
pow. kłodzki
woj. dolnośląskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

CII

provincja sudecka
region Sudetów

Kopalina ¹	WL_T	Typ wody Mineralizacja Temperatura	HCO ₃ –Na,F,(S),(Rn) ok. 0,2 g/dm ³ 20,0–45,0°C
Poziom Wodonośny	Cm₂– Θ₁	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	0,0–587,0 m do ok. 114,0 m gnejsy szczelinowy otwarta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Uzdrowisko Łądek-Długopole S.A. tak (do 26.09.2042 r.) tak (Łądek-Zdrój I) tak
Eksplotacja	C	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022 r. Wielkość wydobycia 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022 r. Stopień wyk. zasobów 2023 r. Cel wydobycia	6 5 58,82 m ³ /h 118626,0 m ³ /rok 88932,0 m ³ /rok 22,6% 17,0% balneoterapia, rekreacja

¹Informacje zawarte w tabeli dotyczą jedynie tych ujęć w obrębie złoża, w których udokumentowano występowanie wód termalnych.

Budowa geologiczna złoŜa

ZłoŜe Łądek-Zdrój znajduje się w Sudetach Środkowych, w obrębie metamorfiku Łądko-Śnieżnika. Rejon Łądko-Zdroju budują przede wszystkim skały krystaliczne datowane na prekambry-paleozoik. Tworzą one trzy zespoły skalne: łupki serii strońskiej (prekambry-kambry górny), gnejsy gieraltowskie i gnejsy śnieżnickie (kambry górny-ordowik dolny). Obecne są tu również żyły lamprofirowe i kwarcytowe datowane na karbon oraz żyły i kopuły bazaltowe powstałe w wyniku plejstoceńskiej działalności wulkanicznej w Sudetach. Na obszarze Łądko-Zdroju występuje gęsta sieć uskoku podłużnych i poprzecznych, a najważniejsze z nich to: Orłowiec-Wójtówka-Karpno, Łądek-Orłowiec-Karpno, Rasztowiec-Karpno, Łądek-Zdrój-Królówka i Łądek-Zdrój-Gieraltów. Uskoki poprzeczne mają przebieg NW-SE. Uskok podłużny Łądko-Zdroju jest strefą kontaktu łupków łyszczykowych występujących w synklinorium łądecko-trawniańskim z gnejsami antyklinorium Gieraltowa (Gierwielanec, 1970; Cwojdzinski, 2020). Lokalnie na powierzchni terenu występują gliny i ily ze żwirami oraz niewielkimi wkładkami piasków zaliczane do neogenu, przebite miejscami wylewami bazaltowymi, wyraźnie zaznaczającymi się w morfologii terenu. Utwory czwartorzędowe wykształcone są w postaci glin zwałowych i żwirów, rumowisk oraz osadów rzecznych. ZłoŜe Łądek-Zdrój składa się z 6 źródeł (*Stare, Jerzy, Wojciech, Curie-Skłodowskiej, Dąbrówka* i *Chrobry*) oraz jednego otworu wiertniczego L-2 (*Zdzisław*) o głębokości 700,5 m (Szarszewska, 1967; Szarszewska, Madej, 1974).

Warunki hydrogeologiczne złoŜa

Występowanie wód termalnych w Łądku-Zdroju związane jest przede wszystkim uskokiem Łądko-Zdroju, który wyprowadza wody termalne z głębi (Ciężkowski, 1980). Obecność źródeł związana jest z występowaniem uskoku poprzecznych. Wypływają one w miejscach przecinania się stref tektonicznych o znacznym nachyleniu, przebiegających na kierunkach SW-NE, NW-SE i N-S (Liber, 2007). Wody termalne występujące w Łądku-Zdroju datuje się na 9000 lat, nie zawierają one domieszek bardzo młodych wód. Obszarem ich zasilania są Góry Bialskie i południowa część Gór Złotych. Infiltrujące wody przepływają w kierunku Łądko-Zdroju dużymi strefami dyslokacyjnymi, na głębokości 2000,0–2500,0 m (Ciężkowski, 1980; Ciężkowski i in., 1996). Wody termalne występują w 5 źródłach: *Jerzy, Wojciech, Curie-Skłodowskiej, Dąbrówka* i *Chrobry* oraz otworze L-2 (*Zdzisław*). Otworem L-2 wody lecznicze nawiercono na głębokości ok. 587,0 m. Zwierciadło wody ujętego poziomu stabilizuje się ok. 9,0 m ponad powierzchnią terenu. W trakcie eksploatacji otworu L-2 zaobserwowano zmiany wydajności źródeł. Wydajność poszczególnych źródeł zmienia się w zakresie 1,0–17,0 m³/h. Łączne zasoby eksploatacyjne wszystkich ujęć w Łądku-Zdroju wynoszą 59,82 m³/h, w tym ujęć wód leczniczych termalnych – 58,82 m³/h. Ujęte wody reprezentują typ chemiczny HCO₃–Na,F,S,(Rn). Temperatura wód na wypływie z poszczególnych ujęć wynosi 20,0–45,0°C, a ich mineralizacja ogólna wynosi ok. 0,2 g/dm³. Zawartość fluorków w wodach dochodzi do 13 mg/dm³, a średnie stężenie siarkowodoru wynosi ok. średnio 9,0 mg/dm³ (Szarszewska, 1967; Szarszewska, Madej, 1974). W 2019 r. wykonano otwór LZT-1 o głębokości 2500,0 m, w którym ujęto wody termalne, jednak nie zatwierdzono ich zasobów eksploatacyjnych. Wynikało to z oddziaływania hydrodynamicznego pomiędzy otworami LZT-1 oraz L-2 oraz negatywnego wpływ eksploatacji otworu LZT-1 na wydajność otworu L-2. Skład chemiczny ujętych odpowiada innym ujęciom w obrębie złoŜa, a temperatura na wypływie wynosi ok. 43,0°C (Rasała i in., 2019). Współwystępowanie wód leczniczych i zwykłych stwarza zagrożenie dla stanu ilościowego zasobów i stanu jakościowego ujętych wód.

18. ŁAGÓW LUBUSKI IG-1

m. Łagów
gm. Łagów
pow. świebodziński
woj. lubuskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIV

provincia platformy paleozoicznej
region monokliny przedsudeckiej

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl-Na
		Mineralizacja	ok. 6,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 21,0°C

Poziom	J₁	Głębokość stropu	613,0
Wodonośny		Mięższość	101,0 m
		Litologia	piaskowce, ilowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	NZ	Właściciel	brak danych
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	5,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	—

Budowa geologiczna złoŹa

ZłoŹe Łagów Lubuski IG-1 znajduje się na obszarze monokliny przedsudeckiej, rozległej jednostki strukturalnej pomiędzy synklinorium szczecińsko-miechowskim i blokiem dolnośląskim. Wśród utworów permsko-mezozoicznych monokliny przedsudeckiej znaczny udział mają skały klastyczne. PodłoŹe permu stanowią sfałdowane struktury staropaleozoiczne północnej części waryscydów Polski Zachodniej. Obecna struktura monokliny uformowała się w czasie fazy kimeryjskiej i laramijskiej, podczas których powstały kopuły, brachyantykliny lub poduszki solne. ZłoŹe rozpoznano jednym otworem wiertniczym Łagów Lubuski IG-1 o początkowej głębokości 1210,0 m, następnie zlikwidowanym do głębokości 749,3 m, z uwagi na brak warstwy wodonośnej w obrębie utworów triasu górnego wykształconych w postaci iłowców i piaskowców oraz iłowców pstrych z wkładkami mułowca i piaskowca. WyŹej występuje kompleks piaskowców drobno- i średnioziarnistych z przewarstwieniami iłowców jury dolnej, naleŹący do warstw łobeskich, radowskich oraz mechowskich górnych. Profil kredy rozpoczynają osady piaszczyste, następnie zaznacza się sedymentacja węglanowa (wapienie i wapienie margliste, przechodzące w stropie w margle ilaste). Utwory kredy przykrywają paleogeńsko-neogeńskie utwory piaszczyste i piaszczysto-ilaste oraz węgle brunatne. Na powierzchni terenu występuje 170-metrowa pokrywa osadów czwartorzędowych reprezentowanych przez piaski różnoziarniste, gliny zwałowe i mułki (Płochniewski, 1974).

Warunki hydrogeologiczne złoŹa

W otworze badawczym Łagów Lubuski IG-1 wykonanym w 1973 r. stwierdzono występowanie dwóch poziomów wodonośnych: wód zwykłych w obrębie czwartorzędowych piasków i żwirów, o zwierciadle swobodnym nawierconym na głębokości ok. 61,0 m oraz wód leczniczych termalnych w dolnojurajskich drobno- i średnioziarnistych piaskowcach. Średnia wartość współczynnika filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $2,0 \cdot 10^{-4}$ m/s. Napięte zwierciadło wód podziemnych nawiercono na głębokości ok. 613,0 m, a ustabilizowało się ono na głębokości ponad 95,0 m. MięŹszość ujętego horyzontu wodonośnego wynosi ok. 101,0 m. Przyjmuje się, Źe ujęte wody są mieszaniną reliktowych wód morskich z wodami infiltracyjnymi. PoniŹej poziomu wodonośnego występują utwory nieprzepuszczalne, głównie w postaci mułków, iłowców i ilów. Otworem ujęto wody lecznicze termalne typu Cl–Na o mineralizacji ogólnej ok. $6,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. $21,0^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne złoŹa wynoszą $5,00 \text{ m}^3/\text{h}$ (Płochniewski, 1974).

19. MARUSZA

m. Marusza
gm. Grudziądz
pow. grudziądzki
woj. kujawsko-pomorskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium brzeżnego

Kopalina	WLT	Typ wody	Cl-Na,I,Fe
		Mineralizacja	ok. 79,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 41,0°C

Poziom	J₁	Głębokość stropu	1607,0 m
Wodonośny		Mięższność	23,0 m
		Litologia	piaskowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	Z	Właściciel	Geotermia Grudziądz Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 31.12.2025 r.)
		Obszar górniczy	tak (Marusza)
		Uzdrowisko	nie

Eksploracja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	20,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	1185,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	1273,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	0,7%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	0,7%
		Cel wydobycia	rekreacja, zabiegi lecznicze

Budowa geologiczna złoŹa

ZłoŹe Marusza znajduje się w północno-wschodniej części synklinorium brzeŹnego, na pograniczu dwóch mniejszych mezozoicznych jednostek tektonicznych: niecki pomorskiej i niecki warszawskiej. Obszar ten znajduje się w strefie kontaktu prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej i paleozoicznej platformy zachodnioeuropejskiej, zwanej stref  tektoniczną TESZ. ZłoŹe rozpoznano jednym otworem wiertniczym Grudziądz IG-1 o g łboko ci 3070,5 m (g łboko ć ostateczna 1700,0 m). Najstarszymi rozpoznanymi w otworze utworami są i łowce i mu łowce syluru, powyŹej których zaznacza się luka stratygraficzna obejmująca dewon i karbon oraz dolny perm. Perm górny reprezentowany jest przez wapienie z przewarstwieniami łupków, anhydryty, s ł kamienną, dolomity, mu łowce i i łowce. Strop utworów permских znajduje się na g łboko ci ok. 2440,0 m. Trias dolny wykształcony jest w postaci skał i łowcowo-mu łowcowych, miejscami z wk ładkami skał w głanowych i piaskowców. Trias środkowy to utwory w głanowe, miejscami z wk ładkami i łowc w, a takŹe anhydryty, dolomity, piaskowce i skały i łowcowo-mu łowcowe. Trias górny to mu łowce, i łowce i piaskowce. Utwory jury dolnej wykształcone są w postaci piaskowców drobno- i gruboziarnistych z przewarstwieniami mu łowc w i i łowc w. Ze wzg łdu na zróżnicowanie w profilu pionowym oraz znaczne zmiany litofacjalne, w kompleksie tym wyróżniono trzy formacje: olsztyńską, ciechocińską oraz borucicką. Utwory jury dolnej osiągają mi Źszo ć 145,0 m i zalegają na g łboko ci 1570,0–1715,0 m. Profil jury środkowej zbudowany jest z mu łowc w, piaskowców, łupków i i łowc w, natomiast profil jury górnej tworzą utwory w głanowe oraz mu łowcowo-i łowcowo-piaszczyste. Kreda dolna reprezentowana jest przez i łowce, mu łowce i piaskowce, a kreda górna zdominowana jest przez utwory w głanowe. Skały mezozoiczne przykryte są warstw  osadów paleogeńsko-neoeńskich i czwartorzędowych o łącznej mi Źszo ci 181,0 m (Leszczyński, zespół, 2011).

Warunki hydrogeologiczne złoŹa

Występowanie wód leczniczych w rejonie Grudziądza związane jest z piaskowcami jury dolnej. Mimo zróżnicowania litologicznego utwory te stanowi  ciągły poziom wodonośny o zasięgu regionalnym, charakteryzujący się korzystnymi parametrami hydrogeologicznymi. W złoŹu Marusza wody lecznicze występują w słabo zwięzłych, drobno- i gruboziarnistych piaskowcach warstw olsztyńskich. TuŹ po wykonaniu otworu Grudziądz IG-1 w 1972 r., z odcinka perforowanego na g łboko ci w przybliŹeniu 1600,0–1630,0 m, uzyskano samowypływy wody w ilości ok. 35,0 m³/h. Zwierciadło wody ustabilizowało się ponad 10,0 m nad powierzchni  terenu. Ujętą wod  scharakteryzowano jako Cl–Na,I o mineralizacji og łnej ok. 79,0 g/dm³. Temperatura wody w złoŹu wynosiła ok. 51,0 C, natomiast na wypływie z ujęcia ok. 45,0 C. Wody lecznicze ze złoŹa Marusza są wodami paleoinfiltracyjnymi, o d ługim czasie przebywania w ośrodku skalnym. Znajdują się w strefie utrudnionej wymiany i wolnego przepływu, a ich zasoby są bardzo słabo odnawialne (Pęksa, 1972). Średnia wartość współczynnika filtracji ujętej warstwy wodonośnej wynosi ok. 2,0·10^{–5} m/s. W 2002 r. wykonano renowacj  ujęcia oraz ustalono zasoby eksploatacyjne w ilości 20,0 m³/h. Przy samowypływie – zwierciadło wody stabilizowało się ok. 15,0 m nad powierzchni  terenu – uzyskano wydajność ok. 15,0 m³/h. Temperatura wody na wypływie z otworu wynosiła wówczas ok. 41,0 C. Po renowacji otworu zaobserwowano ponad dwukrotny spadek wydajności jednostkowej ujęcia, który jest prawdopodobnie następstwem kolmatacji perforowanego odcinka rur eksploatacyjnych. (SierŹ ga, 2002). Z uwagi na znacz  g łboko ć występowania ujętego poziomu wodonośnego oraz pełną izolacj  od powierzchni terenu brak jest zagroŹeń dla jakości wód leczniczych ze złoŹa Marusza.

20. PIŁA IG-1

m. Kotuń
gm. Szydłowo
pow. pilski
woj. wielkopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BII

provincja platformy paleozoicznej
region antyklinorium środkowopolskiego

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl–Na,
		Mineralizacja	ok. 7,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 25,0°C

Poziom	J₁	Głębokość stropu	997,0 m
Wodonośny		Mięższość	51,0 m
		Litologia	piaskowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	NZ	Właściciel	brak danych
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploracja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	15,70 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	–

Budowa geologiczna złoŜa

ZłoŜe Piła IG-1 znajduje się w obrębie antyklinorium środkowopolskiego, w południowo-wschodniej części jednostki strukturalnej niższego rzędu zwanej odcinkiem (segmentem) pomorskim. Główny element tektoniczny stanowi tu antyklina Piły, określana też jako elewacja Wałcz–Piła–Szamocin. Jednostka ta jest zbudowana ze skał jury i kredy dolnej, a jej jądro stanowią osady permu i triasu, leŜące na utworach karbonu. Oś antykliny przebiega w kierunku NW–SE. ZłoŜe rozpoznano otworem wiertniczym Piła 1 (IG-1) o głębokości 5482,0 m, zakończonym w utworach karbonu, a następnie zlikwidowanym do głębokości 1048,0 m. Profil karbonu budują mułowce, iłowce i piaskowce. PowyŜej leŜą utwory czerwonego spągowca i cechsztynu (perm). Profil mezozoiku rozpoczynają utwory pstrego piaskowca triasu dolnego, które przechodzą w osady wapienia muszlowego i kajpru triasu środkowego. Trias górny wykształcony jest w postaci utworów piaskowca trzcinowego i warstw gipsowych. Utwory jury dolnej to naprzemienne kompleksy piaskowcowe i mułowcowo-iłowcowe (warstwy mechowskie), ponad którymi zalegają piaski i iły piaszczyste jury środkowej. Strop utworów jurajskich znajduje się na głębokości 185,0 m, a ich łączna miąższość wynosi ok. 883,0 m. Na utworach jury środkowej zalegają niezgodnie osady paleogenu i neogenu reprezentowane przez piaski, iłowce, mułowce i iły. Na powierzchni terenu występują piaszczysto-gliniaste utwory czwartorzędowe (Grabowski i in., red., 2023).

Warunki hydrogeologiczne złoŜa

Główny poziom wodonośny wód leczniczych na Pomorzu i Kujawach występuje w piaskowcach jury dolnej. Z uwagi na zróżnicowanie litologiczne jest to zbiornik typu porowego lub porowo-szczelinowego o napiętym zwierciadle wody. Poziom wodonośny jest ciągły i ma zasięg regionalny. W obrębie omawianego złoŜa utwory jury dolnej są wykształcone jako miąższy kompleks różnoziarnistych piaskowców przeławiconych osadami mułowcowo-ilastymi zaliczany do warstw mechowskich. Średni współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $8,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. W złoŜu panują warunki artezyjskie. Zwierciadło wód leczniczych termalnych w nawiercono na głębokości 997,0 m, zaś ustabilizowało się ono ok. 11,0 m ponad powierzchnią terenu. Z utworów jury dolnej ujęto leczniczą wodę termalną typu Cl–Na o mineralizacji ogólnej wynoszącej ok. 7,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. 25,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 15,7 m³/h. Wody lecznicze ze złoŜa powstały prawdopodobnie w wyniku mieszania się wód infiltracji czwartorzędowej z wodami paleoinfiltracyjnymi, przesiąkającymi do warstwy wodonośnej przed czwartorzędem. Wody te nie zawierają trytu, a więc wśród poszczególnych składowych genetycznych brak jest wód najmłodszych, infiltrujących w ostatnich pięćdziesięciu latach (Szarszewska, 1989).

21. RABKA-ZDRÓJ

m. Rabka-Zdrój
gm. Rabka-Zdrój
pow. nowotarski
woj. małopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DII

provincja karpacka
region Karpat zewnętrznych

Kopalina ¹	WL_T	Typ wody Mineralizacja Temperatura	Cl-Na,I ok. 26,0 g/dm ³ ok. 30,0°C
Poziom Wodonośny	Pg	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	1194,0 m 21,0 m piaskowce, łupki szczelinowo-porowy półzakryta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Uzdrowisko Rabka S.A. tak (do 19.05.2033 r.) tak (Rabka-Zdrój) tak
Eksploracja	C	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022 r. Wielkość wydobycia 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022 r. Stopień wyk. zasobów 2023 r. Cel wydobycia	1 1 4,50 m ³ /h 878,5 m ³ /rok 604,0 m ³ /rok 2,2% 1,5% balneoterapia, produkty zdrojowe, kosmetyki

¹Informacje zawarte w tabeli dotyczą jedynie tych ujęć w obrębie złoża, w których udokumentowano występowanie wód termalnych

Budowa geologiczna złoża

Rejon złoża zbudowany jest z paleogeńskich i górnokredowych utworów fliszowych oraz zalegających na nich osadów czwartorzędowych o niezbyt dużej miąższości. Omawiany obszar znajduje się w Karpatach zewnętrznych, w jednostce bystrzyckiej wydzielonej w obrębie płaszczowiny magurskiej, w strefie okna tektonicznego Mszany Dolnej. Do najstarszych utworów należą tu łupki zielone i pstre, w obrębie których występują podrzędnie wkładki drobnoziarnistych piaskowców cienkoławicowych. Kolejnym kompleksem litologicznym są łupki pstre dolne, wykształcone jako grube zespoły łupków, często pozbawione piaskowcowych przewarstwień. Łupki te są zaliczane do kredy górnej i osiągają miąższość ok. 150,0 m. Powyżej łupków pstrych leżą warstwy inoceramowe, będące serią piaskowcowo-łupkową zbudowaną w przewodzie z różnoziarnistych, gruboławicowych piaskowców. Kompleks ten jest przykryty łupkami pstryimi górnymi wykształconymi jako łupki ilaste z przewarstwieniami drobnoziarnistych, cienkoławicowych piaskowców wapnistych. Wyżej w profilu występują utwory warstw belowskich. Są to naprzemiennie występujące pakiety łupków ilastych lub lekko marglistych oraz cienkoławicowych piaskowców drobnoziarnistych. Najmłodszymi osadami w rejonie złoża są warstwy łąckie. W spągu są one zbudowane głównie z piaskowców drobnoziarnistych, cienko- i średnioławicowych, przewarstwionych łupkami. W stropowej części serii występują wkładki margli o grubości kilku metrów. Płaszczowina magurska jest podścielona serią grybowską, której profil rozpoczynają warstwy lgockie, wykształcone jako łupki z cienkimi ławicami piaskowców. Wyżej występują łupki pstre, których miąższość jest zwykle silnie zredukowana do kilku metrów. Wyżej zalegają warstwy inoceramowe, wykazujące dwudzielny charakter. W dolnej części są one reprezentowane przez piaskowce, natomiast w górnej są wykształcone jako piaskowce i łupki. W okolicy Rabki-Zdroju miąższość warstw inoceramowych wynosi kilkadziesiąt metrów. Kolejnym wydzieleniem są warstwy hieroglifowe – łupki z wkładkami piaskowców drobnoziarnistych oraz wapienie. Profil serii grybowskiej kończą oligoceńskie warstwy krośnieńskie zbudowane z łupków mułowcowych i piaskowców wapnistych. Złoże wód leczniczych w Rabce-Zdroju zostało rozpoznane wieloma otworami wiertniczymi, z których aktualnie do eksploatacji udostępnionych jest sześć: *Krakus*, *Helena* (okresowo), *Warzelnia*, Rabka-18, Rabka-19 i Rabka IG-2. Głębokość tych ujęć wynosi od kilkunastu do 1215,0 m. Najgłębszym ujęciem jest otwór Rabka IG-2 zakończony w obrębie utworów serii grybowskiej, z którego uzyskano wody lecznicze termalne (Oficjalska i in., 2009).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Występowanie wód leczniczych w Rabce-Zdroju jest związane z paleogeńskimi utworami fliszu karpackiego w strefie okna tektonicznego Mszany Dolnej. Utworami wodonośnymi są piaskowce warstw łąckich i belowskich ujęte otworami wiertniczymi *Krakus*, *Warzelnia*, Rabka-19 i *Helena*, warstw ropianieckich udostępnione do eksploatacji ujęciem Rabka-18 oraz warstw krośnieńskich ujęte otworem Rabka IG-2. Wody lecznicze Rabki-Zdroju są mieszaniną współcześnie infiltrujących wód holocenijskich i wód metamorficznych i/lub diagenetycznych, a więc są to wody poligenetyczne. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych, oszacowany jedynie na podstawie badań w otworze Rabka IG-2, osiąga wartości rzędu 10^{-9} – 10^{-8} m/s. Pod względem chemicznym ujęte wody zalicza się do typu Cl–Na,I o mineralizacji ogólnej wynoszącej 9,1–26,4 g/dm³. W otworze Rabka IG-2 udokumentowano występowanie wód termalnych typu Na–Cl,I o mineralizacji ok. 26,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. 30,0°C. Zasoby eksploatacyjne poszczególnych ujęć są na ogół niewielkie i wynoszą od 0,001 do 4,5 m³/h przy depresji zmieniającej się od 0 do 200,0 m. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęć w obrębie złoża wynoszą 6,44 m³/h, w tym wód termalnych w wysokości 4,50 m³/h (Oficjalska i in., 2009). Za wyjątkiem doliny Słonki, gdzie wody lecznicze występują płytko, nie są one zagrożone zanieczyszczeniem z powierzchni terenu.

22. ŚLESIN IGH-1

m. Głębockie Pierwsze
gm. Ślesin
pow. koniński
woj. wielkopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincja platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl–Na,I
		Mineralizacja	ok. 100,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 50,0°C

Poziom	K₁	Głębokość stropu	2386,0 m
Wodonośny		Mięższość	143,0 m
		Litologia	piaskowce, mułowce, iłowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	zakryta

Stan	NZ	Właściciel	brak danych
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	16,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	—

Budowa geologiczna złoża

Złoże Ślesin IGH-1 znajduje się na obszarze synklinorium łódzkiego. Jest to rozległa struktura o charakterze basenu, ukształtowana ostatecznie na przełomie kredy i kenozoiku podczas inwersyjnych ruchów alpejskich. Cechą charakterystyczną omawianego obszaru jest miąższa pokrywa permsko-mezozoiczna. Złoże rozpoznano jednym otworem Ślesin IHG-1 o głębokości 2570,0 m sięgającym utworów kredy dolnej. Strop kredy dolnej znajduje się na głębokości ok. 2387,0 m. Profil kredy dolnej rozpoczynają ilasto-margliste utwory ogniwa skotnickiego należącego do formacji kcyńskiej. Nad nimi leżą wapienno-piaszczyste utwory formacji rogoźniańskiej. Formację bodzanowską najniższego walanżynu reprezentują litofacje piaszczyste. Leżącą wyżej formację wrocławską budują serie iłowe i piaszczyste. Kompleks kredy dolnej kończą utwory formacji wrocławskiej i mogileńskiej, wykształcone jako serie piaszczyste, nad którymi zalegają iłowce i mułowce oraz utwory ilasto-piaszczyste z glaukonitem. Zasadniczą część profilu w rejonie złoża tworzą utwory kredy górnej: wapienie, wapienie margliste, margle, opoki i gezy. Utwory mezozoiczne przykryte są czwartorzędowymi piaskami kwarcowymi ze żwirem (Płochniewski, Stachowiak, 1981b).

Warunki hydrogeologiczne złoża

Otworem Ślesin IGH-1 ujęto dolnokredowy zbiornik geotermalny. Jest on zbudowany z kompleksu nieciągłych, naprzemianległych warstw piaszczystych, piaszczysto-marglistych i piaszczysto-mułowcowych, wykazujących zróżnicowaną przepuszczalność, lokalnie kontaktujących się hydraulicznie, rozbitych dodatkowo uskokami na kilka jednostek hydrostrukturalnych. Zbiornik ten pozostaje w łączności hydraulicznej zarówno z niżej leżącymi poziomami wodonośnymi jury, jak i z nadległymi utworami węglanowymi kredy górnej. Strefę zasilania zbiornika stanowią podkenozoiczne wychodnie na obrzeżeniu Gór Świętokrzyskich, skłonie platformy wschodnioeuropejskiej, a także w antyklinorium pomorsko-kujawskim, w obrębie których zachodzi infiltracja wód opadowych. Ogólny system krążenia wód odbywa się z południowego zachodu ku północnemu wschodowi. Najlepszymi parametrami hydrogeologicznymi odznaczają się piaskowce walanżynu dolnego, aptu oraz albu dolnego i środkowego. Porowatość całkowita piaskowców wynosi 2,34–19,34%, a przepuszczalność 0,1–140 mD. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych wynosi ok. $2,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Ujęte wody reprezentują typ Cl–Na,I, a ich mineralizacja ogólna wynosi ok. 100,0 g/dm³. Temperatura wód na wypływie z ujęcia osiąga ok. 50,0°C. Stopień geotermalny w rejonie złoża określono na 31°C/100 m, a gradient geotermiczny wynosi 3,2°C/100 m. Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 16,0 m³/h przy depresji ponad 20,0 m (Płochniewski, Stachowiak, 1981b).

23. ŚRODA IG-2

m. Koszuty
gm. Środa Wielkopolska
pow. średzki
woj. wielkopolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIII

provincia platformy paleozoicznej
region synklinorium szczecińsko-miechowskiego

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl–Na
		Mineralizacja	ok. 8,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 42,0°C

Poziom	J₁	Głębokość:	1012,0 m
Wodonośny		Mięższność	8,0 m
		Litologia	piaskowce
		Typ ośrodka	porowy
		Struktura	półotwarta

Stan	NZ	Właściciel	brak danych
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie

Eksploracja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	40,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	—

Budowa geologiczna złoże

Złoże Środa IG-2 jest położone w północnej części monokliny przedsudeckiej i zostało udostępnione otworem wiertniczym Środa IG-2 o głębokości 3150,0 m. Nie osiągnął on paleozoicznego podłoża platformy zachodnioeuropejskiej, kończąc się w obrębie pokrywy permo-mezozoicznej. W dnie otworu stwierdzono występowanie utworów wyższego permu, reprezentowanych przez ewaporaty (sole kamienne, anhydryty) i iłowce. Profil mezozoiku rozpoczynają utwory triasu dolnego wykształcone w facji pstrego piaskowca. Pod względem litologicznym są to naprzemianległe iłowce i mułowce z wkładkami piaskowców i przewarstwieniami anhydrytów, gipsów oraz soli kamiennej. W stropie triasu dolnego pojawiają się margle (ret) przechodzące w osady węglanowe (margle, wapienie) triasu środkowego (wapień muszlowy). Trias górny jest wykształcony głównie jako iłowce z domieszkami dolomitów i piaskowców. Osady jury dolnej i środkowej oraz spągowej części jury górnej są wykształcone jako serie mułowcowo-iłowcowo-piaskowcowe, przechodzące w stropie jury górnej w margle i wapienie. Na skałach jurajskich zalegają bezpośrednio piaszczyste utwory paleogenu (oligocen), piaski, iły i mułki neogenu (miocen, pliocen) oraz gliny, żwirki i piaski czwartorzędu (Gajewska, Raczyńska, red., 1982).

Warunki hydrogeologiczne złoże

Otworem Środa IG-2 opróbowano cztery interwały głębokościowe: 2406,0–2550,0 m (trias dolny – pstry piaskowiec środkowy), 2057,0–2076,0 m (trias środkowy – wapień muszlowy dolny), 1621,0–1666,0 m (trias górny – kajper) oraz 1012,0–1020,0 m (jura dolna). W ostatnim z nich w piaskowcach jury dolnej udokumentowano wody lecznicze termalne, o temperaturze wynoszącej ok. 42,0°C na wypływie z ujęcia. Wodę scharakteryzowano jako Cl–Na o mineralizacji ok. 8,0 g/dm³. W poziomie wodonośnym panują warunki artezyjskie. Statyczne zwierciadło wody stabilizuje się ok. 10,0 m ponad powierzchnią terenu. Brak jest danych na temat wartości współczynnika filtracji utworów wodonośnych. Na podstawie profilowania termicznego przeprowadzonego w otworze Środa IG-2 obliczono, że wartość stopnia geotermicznego dla poziomu jury dolnej wynosi ok. 40,0 m/1°C, natomiast wartość gradientu geotermicznego osiąga ok. 3,0°C/100 m. Stosunkowo niewielki stopień mineralizacji wód w porównaniu do prawie nasyconych solanek występujących w utworach triasu górnego (kajpru) świadczy o istnieniu bardzo wyraźnego progu hydrochemicznego, związanego z nieprzepuszczalną barierą na głębokości 1200,0–1600,0 m, całkowicie oddzielającej poziomy wodonośny triasu górnego i jury dolnej. Zasoby eksploatacyjne ujęcia przyjęto w wysokości 40,0 m³/h przy depresji ok. 1,0 m (Szymańska, 1968; Bojarski, 1982). Z uwagi na pełną izolację od powierzchni terenu złoże nie jest zagrożone zanieczyszczeniami z powierzchni terenu.

24. TRZEBNICA IG-1

m. Trzebnica
gm. Trzebnica
pow. trzebnicki
woj. dolnośląskie

Regionalizacja hydrogeologiczna	
BIV	provincja platformy paleozoicznej region monokliny przedsudeckiej

Kopalina	WL_T	Typ wody	SO ₄ -Cl-Ca-Na [T ₂] Cl-Na-Ca [T ₁]
		Mineralizacja	ok. 4,0 g/dm ³ [T ₂] ok. 18,0 g/dm ³ [T ₁]
		Temperatura	ok. 32,0°C [T ₂] ok. 37,0°C [T ₁]
Poziom Wodonośny	T₂, T₁	Głębokość stropu	646,0 m [T ₂] 1030,0 m [T ₁]
		Miąższość	198,0 m [T ₂] 320,0 m [T ₁]
		Litologia	wapienie, dolomity [T ₂] piaskowce, wapienie, dolomity [T ₁]
		Typ ośrodka	porowy, szczelinowy [T ₂ , T ₁]
		Struktura	półotwarta [T ₂ , T ₁]
Stan	NZ	Właściciel	brak danych
		Koncesja	nie
		Obszar górniczy	nie
		Uzdrowisko	nie
Eksploatacja	NC	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	0
		Zasoby ekspl.	6,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022, 2023 r.	0,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r.	0,0%
		Cel wydobycia	—

Budowa geologiczna złoza

Złoże wód leczniczych termalnych w Trzebnicy znajduje się w południowej części monokliny przedsudeckiej, dużej jednostki strukturalnej oddzielonej od bloku przedsudeckiego uskokiem środkowej Odry. Złoże rozpoznano jednym otworem wiertniczym Trzebnica IG-1 o głębokości 1350,0 m (głębokość ostateczna 1299,6 m). Najstarszymi rozpoznanymi nim utworami są piaskowce z wkładkami iłowców, dolomity, wapienie dolomityczne i iłowce triasu dolnego. Trias środkowy jest reprezentowany przez wapienie i wapienie zailone z wkładkami dolomitów i iłowców, natomiast trias górny (kajper) przez iłowce z przerostami piaskowców i dolomitów. Strop triasu w obrębie złoza nawiercono na głębokości 285,0 m. Bezpośrednio na utworach triasu górnego leżą osady paleogeńsko-neogeńskie, reprezentowane przez różnoziarniste piaski oraz miększy pakiet iłów pstrych. Łączna miąższość tych utworów przekracza 200,0 m. Pokrywa czwartorzędowa sięga do głębokości ponad 80,0 m i jest zbudowana przede wszystkim z glin zwałowych z przewarstwieniami piasków (Płochniewski, Hordejuk, 1975).

Warunki hydrogeologiczne złoza

Otworem wiertniczym Trzebnica IG-1, wykonanym w 1974 r., udostępniono dwa horyzonty wodonośne. Poziom górny występuje w szczelinowo-krasowo-porowych utworach wapienia muszlowego. Jest to najzasobniejszy zbiornik wód podziemnych w tym rejonie monokliny przedsudeckiej. Z głębokości 646,0–844,0 m ujęto wody typu $\text{SO}_4\text{--Cl--Ca--Na}$ o mineralizacji ogólnej ok. $4,0 \text{ g/dm}^3$ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. $32,0^\circ\text{C}$. Z poziomu uzyskano przypływ w ilości ok. $9,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji ok. 27,0 m. Zwierciadło wody ustabilizowało się na głębokości ok. 61,0 m. Zasoby te zatwierdzono w kategorii C. Poziom dolny, który stanowi złoże wód leczniczych, występuje w osadach pstrego piaskowca na głębokości 1030,0–1350,0 m (taka była pierwotna głębokość otworu). Zwierciadło statyczne znajduje się na głębokości ok. 78,0 m. Piaskowce triasu dolnego charakteryzują się porowatością rzędu 10–20%, głównie o charakterze subkapilarnym, a ich współczynnik filtracji wynosi $9,0 \cdot 10^{-9}$ – $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ w strefach wychodni. Ujęte wody należą do typu Cl--Na--Ca i odznaczają się mineralizacją ogólną ok. $18,0 \text{ g/dm}^3$ oraz temperaturą na wypływie z ujęcia ok. $37,0^\circ\text{C}$. Zasoby eksploatacyjne z poziomu pstrego piaskowca zatwierdzono w kategorii B i wynoszą one $6,0 \text{ m}^3/\text{h}$ przy depresji ok. 30,0 m. Są to zasoby przyjęte jako zasoby eksploatacyjne złoza Trzebnica IG-1 (Płochniewski, Hordejuk, 1975). Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz pełną izolację od powierzchni terenu brak jest zagrożeń dla jakości wód leczniczych ze złoza w Trzebnicy.

25. USTKA

m. Ustka
gm. Ustka
pow. słupski
woj. pomorskie

Regionalizacja

AI

provincia platformy prekambryjskiej
region wyniesienia Łeby

Kopalina	WL _T	Typ wody	Cl–Na,I
		Mineralizacja	ok. 34,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 21,0°C

Poziom Wodonośny	P ₁	Głębokość stropu	680,0 m
		Mięższność	26,0 m
		Litologia	piaskowce, zlepieńce
		Typ ośrodka	porowo-szczelinowy
		Struktura	zakryta

Stan	Z	Właściciel	Uzdrowisko Ustka Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 05.09.2066 r.)
		Obszar górniczy	tak (Ustka 2)
		Uzdrowisko	tak

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	12,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	468,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	626,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	0,4%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	0,6%
		Cel wydobycia	balneoterapia, rekreacja

Budowa geologiczna złoża

Złoże Ustka znajduje się w północno-zachodniej części platformy wschodnioeuropejskiej, w obrębie wyniesienia Łeby. Obszar ten charakteryzuje się płytkim zaleganiem utworów permskich i mezozoicznych. Podłoże krystaliczne występuje tu na znacznej głębokości, w przybliżeniu 3100,0–3400,0 m, i zapada w kierunku zachodnim oraz południowym. Złoże rozpoznano jednym otworem Ustka IGH-1 o głębokości 730,0 m (głębokość ostateczna 715,0 m). Najstarszymi utworami rozpoznanymi w obrębie złoża są osady syluru górnego, których strop nawiercono na głębokości 706,0 m. Pod względem litologicznym są to mułowce i iłowce z nielicznymi wkładkami piaskowcowymi. Powyżej nich niezgodnie zalegają piaskowce czerwonego spągowca, stanowiące poziom wodonośny wód leczniczych, a bezpośrednio na nich wapienie, dolomity, anhydryty i osady ilaste cechsztynu. W rejonie złoża brak jest utworów dewonu i karbonu. Profil mezozoiku charakteryzuje się licznymi lukami stratygraficznymi i jest reprezentowany jedynie przez osady triasu dolnego i środkowego oraz utwory kredy górnej. Sekwencję triasu tworzy kompleks naprzemianległych iłowców, mułowców i piaskowców o miąższości 250,0 m, głównie należących do formacji pstrego piaskowca. Na zerodowanych utworach triasu zalegają górnokredowe iłowce, mułowce i piaskowce drobnoziarniste z glaukonitem. Strop osadów kredy górnej w obrębie złoża nawiercono na głębokości 154,0 m, a ich miąższość wynosi 216,0 m. Profil geologiczny rejonu Ustki kończą mioceńskie i oligoceńskie piaski, mułki i łyły wykształcone w facji limnicznej oraz plejstocieńskie piaski kwarcowe (Sierżęga, Tomaszewski, 2015).

Warunki hydrogeologiczne złoża

W rejonie Ustki wody lecznicze występują w utworach niższego permu. Kompleks skał o właściwościach zbiornikowych tworzą drobno- i średnioziarniste piaskowce czerwonego spągowca, występujące w obrębie złoża na głębokości 680,0–706,0 m. Utwory te odznaczają się wysoką porowatością (ok. 24,0%). Średni współczynnik filtracji ujętej warstwy wodonośnej wynosi ok. $10,0 \cdot 10^{-6}$ m/s. Ciśnienie złożowe oszacowano na blisko 7,0 MPa. W 1979 r. zasoby eksploatacyjne otworu zatwierdzono w 1981 r. w ilości 31,0 m³/h przy depresji ok. 20,0 m. Wskutek zaniku wydajności ujęcia w 2015 r. wykonano jego renowację, a następnie zweryfikowano zasoby, które wynoszą aktualnie 12,0 m³/h przy ponad dwukrotnie mniejszej depresji. Zwierciadło wody stabilizuje się ok. 1,0 m nad powierzchnią terenu. Ujęte wody określono jako wody typu Cl–Na,I o mineralizacji ok. 34,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia ok. 21,0°C. Pod względem genetycznym wody lecznicze ze złoża są wodami reliktowymi, synsedymenacyjnymi, o zasobach praktycznie nieodnawialnych. Przeprowadzone badania izotopowe wykazały, że zasilanie warstwy wodonośnej następowało w warunkach gorącego klimatu przedczwartorzędowego (Sierżęga, Tomaszewski, 2015). Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz pełną izolację od powierzchni terenu brak jest zagrożeń dla jakości wód leczniczych ze złoża Ustka.

26. USTRÓŃ

m. Ustroń
gm. Ustroń
pow. cieszyński
woj. śląskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

DII

provincia karpacka
region Karpat zewnętrznych

Kopalina	WL_T	Typ wody Mineralizacja Temperatura	Cl–Na–Ca,I,Fe 110,0–135,0 g/dm ³ 21,0–23,0°C
Poziom Wodonośny	D_{3–2}	Głębokość stropu Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	1320,0–1322,0 m 370,0–428,0 m wapienie, dolomity szczelinowo-krasowy zakryta
Stan	Z	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	Przeds. Uzd. Ustroń S.A. tak (do 31.12.2034 r.) tak (Ustroń I) tak
Eksploatacja	C	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022 r. Wielkość wydobycia 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022 r. Stopień wyk. zasobów 2023 r. Cel wydobycia	3 (2 otw. prod., 1 otw. chl.) 3 2,20 m ³ /h 2921,0 m ³ /rok 3245,2 m ³ /rok 15,2% 16,8% balneoterapia, rekreacja, produkty zdrojowe, kosmetyki

Budowa geologiczna złoza

Złoże Ustron znajduje się w obrębie Karpat fliszowych. Najstarszymi utworami rozpoznanymi otworami wiertniczymi w okolicy Ustronia są prekambryjskie gnejsy łyszczykowe. Powyżej nich zalegają wapienie i dolomity dewonu środkowego i górnego o miąższości 460,0–550,0 m. Wyżej w profilu zaznaczają się utwory karbonu reprezentowane głównie przez piaskowce i iłowce, a także łupki oraz mułowce. Na utworach karbońskich zalega kompleks osadów fliszowych, zaliczanych do płaszczowiny podśląskiej i śląskiej. Pod względem litologicznym jest on wykształcony w postaci naprzemiennych warstw łupków, iłolupków, wapieni, margli, piaskowców i mułowców. Miąższość serii fliszowej w rejonie Ustronia wynosi 550,0–1350,0 m. Do najmłodszych osadów należą czwartorzędowe utwory akumulacji rzecznej lub związane z wietrzeniem utworów starszych. Złoże wód leczniczych w Ustroniu rozpoznano trzema otworami wiertniczymi: U-3 (głębokość pierwotna: 1837,0 m, ostateczna: 1728,0 m), U-3A (głębokość pierwotna: 1753,0 m, ostateczna: 1731,0 m) oraz C-1 (głębokość: 1700,0 m) (Michalik, 1972; Dulski, 1993).

Warunki hydrogeologiczne złoza

W rejonie Ustronia obecność wód leczniczych jest związana z dewońskim piętrzem wodonośnym i z występującymi w jego obrębie utworami węglanowymi o charakterze szczelinowo-krasowym. Przyjmuje się, że obszarem zasilania tego poziomu są wychodnie skał dewońskich w Sudetach Wschodnich (120,0 km na zachód od Ustronia), natomiast strefą drenażu jest rejon Dębника i Siewierza, blisko 80,0 km na północny wschód od Ustronia. Zwierciadło wód podziemnych w utworach dewońskich ma charakter napięty. Współczynnik filtracji utworów wodonośnych zmienia się w zakresie 10^{-8} – 10^{-6} m/s, średnio wynosząc ok. $8,0 \cdot 10^{-7}$ m/s. Utwory węglanowe dewonu wykazują zróżnicowane właściwości kolektorskie. Średnia porowatość efektywna wapieni wynosi ok. 0,6%, natomiast wapienie dolomityczne i dolomity cechują się wartościami powyżej 1%. Pod względem hydrochemicznym wody ujęte w otworach eksploatacyjnych U-3 oraz U-3A zalicza się do typu Cl–Na–Ca,I,Fe o mineralizacji ogólnej 110,0–135,0 g/dm³. Temperatura wód na wypływie z ujęć wynosi 21,0–23,0°C. Zasoby eksploatacyjne, łącznie dla obu otworów produkcyjnych, wynoszą 2,2 m³/h przy depresji do 10,0 m. Otwór C-1 pełni rolę otworu chłonnego (Michalik, 1972; Dulski, 1993; Adamczyk i in., 1996). Z uwagi na dużą głębokości występowania poziomu wodonośnego oraz występowanie utworów nieprzepuszczalnych w jego nadkładzie, zagrożenie dla jakości wód leczniczych złoza Ustron praktycznie nie występuje.

27. WILGA IG-1

m. Sobienie Kielczewskie Pierwsze
gm. Sobienie-Jeziory
pow. otwocki
woj. mazowieckie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BI

provincia platformy paleozoicznej
region synklinorium brzeżnego

Kopalina	WL_T	Typ wody Mineralizacja Temperatura	Cl-Na ok. 4,0 g/dm ³ ok. 30,0°C
Poziom Wodonośny	J₁	Głębokość: Miąższość Litologia Typ ośrodka Struktura	1566,0 m 12,0 m piaskowce, mułowce, iłowce porowy półotwarta
Stan	NZ	Właściciel Koncesja Obszar górniczy Uzdrowisko	brak danych nie nie nie
Eksploracja	NC	Liczba ujęć Liczba ujęć czynnych Zasoby ekspl. Wielkość wydobycia 2022, 2023 r. Stopień wyk. zasobów 2022, 2023 r. Cel wydobycia	1 0 20,00 m ³ /h 0,0 m ³ /rok 0,0% —

Budowa geologiczna złoza

Złoże Wilga IG-1 znajduje się w obrębie synklinorium brzeżnego, uformowanego w mezozoicznej pokrywie paleozoicznej platformy zachodnioeuropejskiej, w jego lubelskim odcinku. W budowie geologicznej biorą udział trzy leżące niezgodnie kompleksy depozycyjno-strukturalne: dewońsko-karboński, permo-mezozoiczny i kenozoiczny. Złoże rozpoznano jednym otworem Wilga IG-1 o głębokości 3552,0 m (głębokość ostateczna 1680,0 m). Najstarszymi nawierconymi w nim utworami są mułowce i piaskowce dewonu dolnego, na których zalegają dolomity i wapienie dewonu górnego. Powyżej nich występują ponownie mułowce z wkładkami piaskowców karbonu. Osady te tworzą radomsko-lubelskie pasmo fałdowo-nasuwcze platformy paleozoicznej. Ich strop zalega na głębokości 2302,0 m. Utwory permu są wykształcone jako dolomity z domieszką łupków, przechodzące w części spągowej w różnoziarniste piaskowce. Trias dolny budują iłowce z wkładką piaskowców w stropie, trias środkowy to przede wszystkim mułowce z iłowcami, natomiast trias górny jest zbudowany z mięszczego pakietu iłowców, podrzędnie piaskowców. Po częściowej likwidacji otworu do głębokości 1680,0 m, utwory triasu górnego są najstarszymi w profilu otworu. Jura dolna jest reprezentowana przez mułowce z piaskowcami i iłowcami, jura środkowa to piaskowce z mułowcami, a jura górna to przede wszystkim wapienie i wapienie margliste. Ponad nimi znajdują się piaski drobnoziarniste i mułowce kredy dolnej, podścielające opoki, kredę piszącą oraz wapienie margliste kredy górnej. Utwory kenozoiczne są reprezentowane przez paleogeńskie piaski różnoziarniste i gezy z przeławieniami wapieni, iły oraz piaski neogenu, a także żwiry z piaskami czwartorzędu (Szymańska, 1978).

Warunki hydrogeologiczne złoza

W otworze Wilga IG-1 zostały opróbowane poziomy zbiornikowe dewonu dolnego i górnego, karbonu, permu i jury dolnej. Wody z ostatniego z wymienionych poziomów zostały uznane za lecznicze. Z piaskowców jury dolnej w głębokości 1566,0–1578,0 m uzyskano wody typu Cl–Na o mineralizacji ogólnej ok. 4,0 g/dm³ i temperaturze na wypływie z ujęcia wynoszącej ok. 30,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 20,0 m³/h przy depresji ponad 20,0 m. Brak jest danych na temat wartości współczynnika filtracji utworów budujących warstwę wodonośną. Poziom wodonośny jest zasilany infiltracyjnie na podkenozoicznych wychodniach kredy dolnej. Wartości wskaźników hydrochemicznych świadczą, że poziom zbiornikowy znajduje się w strefie aktywnej wymiany wód. Pod względem genetycznym ujęte wody lecznicze są najprawdopodobniej wodami poligenetycznymi, będącymi mieszaniną reliktowych wód morskich oraz wód infiltracyjnych różnych okresów, w tym także przedczwartorzędowych. Z uwagi na znaczną głębokość występowania oraz pełną izolację od powierzchni terenu brak jest zagrożeń dla jakości wód leczniczych ze złoza Wilga IG-1 (Szymańska, 1978).

28. WOŁCZYN

m. Wołczyn
gm. Wołczyn
pow. kluczborski
woj. opolskie

Regionalizacja hydrogeologiczna

BIV

provincja platformy paleozoicznej
region monokliny przedsudeckiej

Kopalina	WL_T	Typ wody	Cl–Na–Ca
		Mineralizacja	ok. 24,0 g/dm ³
		Temperatura	ok. 40,0°C

Poziom	T₁–P	Głębokość stropu	830,0 m
Wodonośny		Mięższość	174,0 m
		Litologia	piaskowce, zlepieńce
		Typ ośrodka	porowo-szczelinowy
		Struktura	półotwarta

Stan	Z	Właściciel	Zakł. Wod. i Kan. Sp. z o.o.
		Koncesja	tak (do 12.08.2051 r.)
		Obszar górniczy	tak (Wołczyn)
		Uzdrowisko	nie

Eksploatacja	C	Liczba ujęć	1
		Liczba ujęć czynnych	1
		Zasoby ekspl.	8,00 m ³ /h
		Wielkość wydobycia 2022 r.	96,0 m ³ /rok
		Wielkość wydobycia 2023 r.	344,0 m ³ /rok
		Stopień wyk. zasobów 2022 r.	0,1%
		Stopień wyk. zasobów 2023 r.	0,5%
		Cel wydobycia	zabiegi lecznicze

Budowa geologiczna złoŜa

ZłoŜe Wołczyn znajduje się na monoklinie przedsudeckiej, duŜej jednostce geologicznej zbudowanej z kilku kompleksów strukturalnych: kaledońskiego, waryscyjskiego, laramijskiego oraz pokrywy polaramijskiej. ZłoŜe zostało udokumentowane jednym otworem Wołczyn VIIA o głąbokości 1100,0 m. Kompleks waryscyjski, stanowiący podłoŜe dla utworów permu w rejonie Wołczyna, w najwyŜszej części jest zbudowany z utworów dolnokarbońskich, wykazujących wysoki stopień zaangażowania tektonicznego. Ich strop w obrębie złoŜa nawiercono na głąbokości 1004,0 m. WyŜej leŜące osady permu sà wykształcone w postaci brunatnoczerwonych piaskowców i zlepieńców czerwonego spągowca. W rejonie złoŜa brak jest utworów anhydrytowo-solnych cechsztynu. Kompleks mezozoiczny reprezentują osady triasu: pstry piaskowiec, wapień muszlowy, kajper i retyk o łącznej miąższości dochodzącej do 680,0 m. Utwory pstrego piaskowca środkowego i dolnego, tworzące wraz z osadami czerwonego spągowca warstwę wodonośną z wodami leczniczymi, sà wykształcone jako piaskowce różnoziarniste, miejscami zlepieńcowate. Wśród piaskowców znajdują się wkładki oraz wtrącenia iłołupków i łupków. Profil mezozoiku w okolicach Wołczyna kończą utwory jury, a na powierzchni terenu występują utwory czwartorzędowe (Górník, 2014).

Warunki hydrogeologiczne złoŜa

Zbiornik wód leczniczych w rejonie Wołczyna jest zwiàzany z utworami triasu (pstrego piaskowca) oraz permu (czerwonego spągowca) i został udostępniony do eksploatacji na głąbokości 830,0–1004,0 m. Z utworów karbonu dolnego, nawierconych w dolnej części otworu, uzyskano jedynie śladowy przypływ wód. Warstwę wodonośną stanowi miąższy kompleks naprzemianległych piaskowców, często zlepieńcowatych, rozdzielony wkładkami łupków. Zasilanie zbiornika odbywa się w rejonie podkenozoicznych wychodni triasu na południe od złoŜa, natomiast bazą naturalnego drenaŜu jest Odra. Średnia wartość współczynnika filtracji ujętego poziomu wodonośnego wynosi ok. $7,0 \cdot 10^{-7}$ m/s. Ujęte wody reprezentują typ Cl–Na–Ca. Ich mineralizacja ogólna wynosi ok. 24,0 g/dm³, a temperatura na wypływie z ujęcia osiąga ok. 40,0°C. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 8,0 m³/h przy depresji ok. 15,0 m. Badania składu izotopowego tlenu i wodoru nie wskazują jednoznacznie na „wiek” i genezę omawianych wód. Mogą one pochodzić z infiltracji mieszanej – przedplejstoczeńskiej i częściowo współczesnej: holoczeńskiej i interglacialnej. Z uwagi na znaczną głąbokość występowania oraz pełną izolację od płytszych poziomów wodonośnych (miąższość nadkładu iłołupków w profilu wynosi 426,0 m) brak jest zagroŜeń antropogenicznych dla jakości ujętych wód (Górník, 2014).



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

państwowa służba
geologiczna

ul. Rakowiecka 4,
00-975 Warszawa

pgi.gov.pl

ISBN: 978-83-67807-69-2

