

Wyznaczanie granic obszaru i terenu górniczego dla złóż wód podziemnych uznanych za kopaliny

poradnik metodyczny



Wojciech Ciężkowski

Jacek Kapuściński

Wykonano na zamówienie Ministra Środowiska
za środki finansowe wypłacone przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej
przez Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A.



Zespół autorski:

Wojciech Ciężkowski

Jacek Kapuściński

przy współpracy:

Józef Chowaniec (rozdz. 3.2)

Jacek Jackowicz-Korczyński (rozdz. 6)

Recenzent: Irena Józefko

Opracowanie graficzne: zespół autorski
Projekt okładki: Karolina Abdel Malek

Korekta: Jagoda Rodzoch-Malek
Jolanta Miedzińska

© *Copyright by* Ministerstwo Środowiska

ISBN 978-83-86564-54-5

Zdjęcie na okładce przedstawia widok z Jaworzyny Krynickiej w kierunku południowo-wschodnim na pasma Beskidu Sądeckiego i Beskidu Niskiego, w obrębie których znajdują się obszary górnicze: „Krynica Zdrój” (na pierwszym planie), „Tylicz I”, „Szczerwiczne”, „Krynica Dolna”, „Wojkowa” i „Muszyna II” (na drugim planie), a także „Wysowa” (na dalszym planie).

Skład i łamanie:

BORGIS® Wydawnictwo Medyczne

02-798 Warszawa, ul. Ekologiczna 8 lokal 103; tel.: + 48 22 839 96 69

e-mail: wydawnictwo@borgis.pl

www.wydawnictwo.borgis.pl

Druk: Multi Print

Spis treści

1. Wstęp	5
1.1. Podstawowe pojęcia i definicje	8
1.2. Historia ochrony górniczej wód podziemnych	12
2. Kryteria kwalifikowania wód podziemnych do kopalin	20
3. Klasyfikacja złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin	22
3.1. Wody lecznicze i termalne obszarów górskich i śródgórskich	27
3.2. Wody termalne w niecce podhalańskiej	35
3.3. Wody termalne i lecznicze Niżu Polskiego.....	41
4. Sposoby wyznaczania obszarów i terenów górniczych	48
4.1. Przegląd dotychczas stosowanych metod	48
4.2. Zalecane sposoby wyznaczania obszarów i terenów górniczych.....	52
4.2.1. <i>Obszar górniczy</i>	53
4.2.2. <i>Teren górniczy</i>	59
5. Przykłady ilustrujące procedurę wyznaczania obszarów i terenów górniczych	61
6. Zasady sporządzania map obszarów i terenów górniczych	85
7. Literatura	89
8. Indeks haseł	95

1. Wstęp

Wody podziemne uznane za kopaliny nie podlegają przepisom Prawa wodnego¹, dlatego też nie mają do nich zastosowania zasady ochrony ilości i jakości wód, które ustawa ta formułuje (m.in. poprzez ustanawianie stref ochronnych ujęć wód zwykłych). W odniesieniu do wód będących kopalinami obowiązują przepisy Prawa geologicznego i górniczego², które wprowadza wymóg określania dla nich obszarów i terenów górniczych. Przepisy te pierwotnie ustalone zostały dla kopalin stałych i płynnych surowców energetycznych. W roku 1962 za kopaliny uznane zostały wody lecznicze, w 1994 dodatkowo solanki i wody termalne; w ten sposób znalazły się one wszystkie w obszarze obowiązywania Prawa geologicznego i górniczego.

O ile zasady ustalania obszarów i terenów górniczych dobrze sprawdzają się w odniesieniu do kopalin stałych, o tyle dla wód podziemnych budzą liczne wątpliwości wynikające z oczywistych różnic pomiędzy tymi dwoma rodzajami złóż. Różnice te można wyrazić w następujących punktach:

- wody podziemne posiadają swoją dynamikę, są w ruchu (naturalnym lub wymuszonym eksploatacją), co oznacza, że w wielu przypadkach nie można dla nich jednoznacznie określić granic występowania, a zasięg wpływu ujęcia (lej depresji) jest zmienny i zależy od reżimu eksploatacji;
- wody będące kopalinami bardzo często współwystępują z wodami zwykłymi, wykorzystywanymi do zaopatrzenia ludności, pozostając z nimi w więzi hydraulicznej. Nie jest możliwe ich „wyzolowanie” z systemu hydrogeologicznego, co oznacza, że wszelkie problemy związane z wytyczaniem dla nich obszarów i terenów górniczych powinny być rozpatrywane z uwzględnieniem warunków hydrogeologicznych jednostki, w której się znajdują;

¹ Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne (tekst jednolity – Dz. U. z 2005 r. Nr 239, poz. 2019 z późn. zm.).

² Ustawa z dnia 9 czerwca 2011r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2011 r. Nr 163, poz. 981).

- granice terenów górniczych, wydzielające przestrzeń objętą wpływami działalności górniczej, mogą znacząco wykraczać poza granice złoża, ponieważ wpływ prac wydobywczych (np. w postaci leja depresji) niejednokrotnie obejmuje rozległe fragmenty jednostki hydrogeologicznej. Wpływ ten może być zmienny w czasie i kumulować się z oddziaływaniem innych ujęć wód podziemnych;
- przydatność wód podziemnych będących kopalinami wynika nie tylko ze względu na ich zasoby, ale także skład chemiczny i temperaturę, które decydują o zaliczeniu tych wód do kopalin. Obie te cechy mogą się zmieniać w zależności od reżimu eksploatacji i w krańcowym przypadku doprowadzić do pozbawienia wody statusu kopaliny.

Obecne brzmienie pojęć: *obszar górniczy* i *teren górniczy*, zgodne z Prawem geologicznym i górniczym, jest następujące:

- obszarem górniczym jest przestrzeń, w granicach której przedsiębiorca jest uprawniony do wydobywania kopaliny, podziemnego bezzbiornikowego magazynowania substancji, podziemnego składowania odpadów oraz prowadzenia robót górniczych niezbędnych do wykonywania koncesji;
- terenem górniczym jest przestrzeń objęta przewidywanymi szkodliwymi wpływami robót górniczych zakładu górniczego.

Definicje te pokazują, jak trudna jest ich interpretacja w odniesieniu do wód podziemnych. W przypadku kopalin stałych „przestrzeń, w granicach której przedsiębiorca jest uprawniony do wydobywania kopaliny”, obejmuje jednoznacznie zdefiniowaną część górotworu, w obrębie której udokumentowano zasoby (np. ograniczoną spągami i stropem złoża oraz jego rozprzestrzenieniem poziomym). Natomiast w przypadku wód podziemnych będących kopalinami interpretacja może być różnorodna: np. granicą w planie może być obszar zasilania ujęcia, jego obszar zasobowy albo obszar oddziaływania, a także granica terenu zajętego przez urządzenie do wydobywania i przesyłania wody. Granice na przekroju mogą być wyznaczone przez strop i spąg ujętego poziomu wodonośnego albo powierzchnię terenu, lub też przez zasięg wpływu. Jeszcze trudniejsza sytuacja jest w przypadku wód będących kopalinami, których obszary zasilania są znacznie oddalone od miejsc wydobywania lub gdy złożo występuje głęboko pod powierzchnią terenu i nie ma jasno okonturowanych granic.

Równie trudno jednoznacznie określić, na czym polega „szkodliwy wpływ robót górniczych” przy wydobywaniu wód podziemnych zaliczonych do kopalin. W przypadku samowypływów (źródła) trudno tu się dopatrzeć takiej szkodliwości, przynajmniej w odniesieniu do samego złoża. Natomiast przy wydobywaniu za pomocą pomp wpływ w postaci obniżenia ciśnienia w złożu jest oczywistym efektem hydrodynamicznym skupionego poboru. O szko-

dliwości można mówić tylko wtedy, gdy na skutek zmian ciśnienia następuje zmiana prędkości i kierunków przepływu wód podziemnych i generuje to zmiany chemizmu i/lub temperatury wód prowadzące do degradacji złoża. Szkodliwość dla środowiska może wykazywać także woda wydobyta ze złoża i zrzucana po wykorzystaniu do cieków powierzchniowych, stanowiąca ściek w pojęciu Prawa wodnego.

Te i inne jeszcze problemy powodują, że obserwuje się różne sposoby wyznaczania obszarów i terenów górniczych w dokumentacjach hydrogeologicznych wód podziemnych uznanych za kopaliny. Brak jednoznacznych wytycznych metodycznych prowadzi do znacznych dowolności w tym zakresie i utrudnia racjonalną eksploatację zasobów, co przecież zapewnić powinno Prawo geologiczne i górnicze.

Te problemy zostały dostrzeżone przez organ udzielający koncesji na eksploatację kopalin podstawowych, tj. Ministra Środowiska. Zlecił on realizację niniejszej publikacji, której głównym zadaniem jest sformułowanie wytycznych metodycznych zgodnych z wymogami prawa i jednocześnie uwzględniających całą specyfikę wód podziemnych, którą scharakteryzowano powyżej. Publikacja będzie przydatna dla geologów zajmujących się wyznaczaniem obszarów i terenów górniczych, organów administracji geologicznej i nadzoru górniczego, może być także wykorzystywana przez inwestorów, którzy finansują prace poszukiwawcze i dokumentacyjne dotyczące wód podziemnych uznanych za kopaliny.

Przygotowanie niniejszej publikacji zbiegło się w czasie ze zmianą Prawa geologicznego i górniczego. Długi cykl prac legislacyjnych, obejmujący uchwalanie ustawy, a następnie wydanie do niej rozporządzeń wykonawczych, spowodował, że autorzy nie dysponowali jeszcze ujednoliconą wersją uregulowań prawnych. Posłużono się wobec tego treścią ustawy już obowiązującej (uchwalonej przez Sejm RP w dniu 9 czerwca 2011 r. i opublikowanej w Dzienniku Ustaw nr 183, poz. 981) oraz treścią projektów rozporządzeń w wersji przygotowanej do konsultacji społecznych. Istotne dla społecznego odbioru tych rozporządzeń nie są z pewnością zagadnienia dotyczące wyznaczania obszarów i terenów górniczych i z tego względu można przypuszczać, że przepisy w tym zakresie nie ulegną zmianie. Tym niemniej zaleca się czytelnikowi weryfikowanie treści opracowania wszędzie tam, gdzie autorzy powołują się na projekt konkretnego rozporządzenia wydanego na mocy nowego Prawa geologicznego i górniczego.

Autorzy wyrażają serdeczne podziękowania Pani Irenie Józefko za wkład pracy i czas poświęcony na recenzję opracowania. Współpraca z Nią, a zwłaszcza liczne merytoryczne dyskusje, przyczyniły się do powstania ostatecznej wersji poradnika.

1.1. Podstawowe pojęcia i definicje

Najważniejsze dla niniejszej publikacji pojęcia dotyczące kopalni, solanek, wód termalnych oraz wód leczniczych, w szczególności dotyczące ich genezy, przedstawione zostały w rozdziale 3. Poniżej zestawiono inne ważne terminy i definicje, które ułatwią korzystanie z poradnika. Podstawowym źródłem jest *Słownik hydrogeologiczny* (2002), jako źródło uzupełniające traktowano obowiązujące akty prawne, a następnie inne publikacje. W kilku przypadkach przedstawione niżej terminy stanowią propozycje zespołu autorskiego, opracowane na podstawie powyższych źródeł.

Granica złoża wód podziemnych uznanych za kopaliny – pojęcie to nie występuje w rozumieniu prawnym. Do jego zdefiniowania można posłużyć się analogią do granic złóż kopalni stałych. Wyróżnia się dla nich granice naturalne (między dwoma różnymi litologicznie osadami) oraz granice sztuczne (między dwoma skrajnymi pozytywnymi wyrobiskami, wykonanymi w celu rozpoznania złoża). Naturalna granica złoża wód podziemnych uznanych za kopaliny obejmowałaby taką część systemu wodonośnego, w obrębie której wody posiadają właściwości spełniające definicję złoża kopaliny. Sztuczna granica złoża przebiegałaby między dwoma punktami wydobycia (otworami wiertniczymi) – wzdłuż linii wododziału pomiędzy nimi. Obie te granice wskazywane mogą być tylko w sposób przybliżony, ponieważ w ogólnym przypadku nie mają one charakteru stałego, z uwagi na nieustalony w czasie ruch wód podziemnych.

Model matematyczny³ – uproszczone odwzorowanie obiektu hydrogeologicznego opisane przestrzennym rozkładem parametrów hydrogeologicznych, warunków brzegowych, parametrów zasilania, a także strukturą obiektu złożonego z warstw wodonośnych i słabo przepuszczalnych biorących udział w systemie krążenia. W obrębie tak zdefiniowanego obiektu następuje numeryczne (iteracyjne) rozwiązywanie równań filtracji (według algorytmu przyjętego programu obliczeniowego) dla wszystkich węzłów obliczeniowych siatki dyskretyzacyjnej. Pojęcie *model matematyczny* odnosi się zarówno do procesu filtracji wód podziemnych, jak również do migracji transportu masy lub transportu ciepła w środowisku gruntowo-wodnym.

Monitoring wód podziemnych – kontrolno-decyzyjny system oceny dynamiki przemian w wodach podziemnych. Polega na prowadzeniu w wybranych punktach powtarzalnych pomiarów i badań stanu zwierciadła wód

³ Pojęcie to stanowi pewne uproszczenie i lepiej istotę modelowania w hydrogeologii oddaje termin *model numeryczny*. Tym niemniej jest ono ugruntowane w świadomości hydrogeologów i w takim brzmieniu używane będzie w dalszej części niniejszego opracowania.

podziemnych i ich jakości oraz interpretacji ich wyników (*Słownik hydrogeologiczny*, 2002).

Obszar bilansowy – stanowi go jednostka hydrogeologiczna lub jej część wydzielona np. do ustalenia zasobów odnawialnych i dyspozycyjnych oraz oceny stopnia ich zagospodarowania (sporządzenia bilansu krążenia wód podziemnych) (Rozporządzenie MŚ⁴).

Obszar spływu wód do ujęcia (OSW) – część wyznaczonego pola hydrodynamicznego w granicach obszaru zasilania ujętego poziomu wodonośnego (warstwy wodonośnej) z liniami prądu zbiegającymi się na ujęciu, a więc obszar z którego strumienie wód podziemnych, w tym zasilane z infiltracji opadów, a także z infiltracji wód powierzchniowych, kierują się do ujęcia (Dąbrowski i inni, 2004) – rys. 1. Zamiennie stosuje się także pojęcie *obszar zasilania ujęcia*.

Otwór zastępczy – otwór wykonany w miejsce otworu likwidowanego lub otworu wyłączzonego z eksploatacji w celu prowadzenia obserwacji i badań wód podziemnych (Rozporządzenie MŚ).

Poziom wodonośny – zespół dwóch lub kilku warstw wodonośnych, które pozostają ze sobą we wzajemnej więzi hydraulicznej (Dąbrowski i inni, 2004).

Prognozy modelowe – określają parametry hydrodynamiczne strumienia wód podziemnych (hydroizohipsy, depresje, czasy przepływów) w warunkach wymuszeń wewnątrz obszaru badań modelowych. Do najczęściej stosowanych wymuszeń należą wydajności ujęć (pobory perspektywiczne), wydajności innych drenaży (odwodnienia budowlane, odwodnienia kopalniane). W ramach prognoz testowane też są zmiany warunków brzegowych (np. stany rzek – wysokie, średnie, niskie), parametrów zasilania (zmniejszona lub zwiększona infiltracja odpowiadająca okresom wilgotnym i posuszonym), a także parametrów hydrogeologicznych (np. uszczelnienia wykopów fundamentowych).

Struktura hydrogeologiczna – część systemu wodonośnego o dającej się stwierdzić jedności warunków hydrogeologicznych w zakresie rozprze-strzenia, ruchu, warunków zasilania i drenażu. Wyróżnia się struktury wgłębne, o zwierciadle wody naporowym, np. doliny kopalne, niecki, soczewki, monokliny, oraz struktury płytkie, gdzie zwierciadło wody jest przeważnie swobodne, np. sandry, aluwia rzeczne. *Struktura hydrogeologiczna* używana bywa jako synonim terminu *poziom wodonośny* (*Słownik hydrogeologiczny*, 2002).

⁴ Projekt rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie – w dalszej części rozdziału zwane Rozporządzenie MŚ.

System krążenia wód podziemnych – przestrzenny układ strumieni wód podziemnych w obrębie jednostki lub regionu hydrogeologicznego, traktowany jako całość, ograniczony ściśle zdefiniowanymi przestrzennie i hydrodynamicznie granicami, opisany siatką hydrodynamiczną, formą i parametrami hydrogeologicznymi warstw wodonośnych i rozdzielających warstw półprzepuszczalnych. Pojęcie to jest nadrzędne wobec pojęcia *systemu wodonośnego* (*Słownik hydrogeologiczny*, 2002).

System wodonośny – ciągły w przestrzeni układ warstw wodonośnych, półprzepuszczalnych i nieprzepuszczalnych (zbiorowisko wód podziemnych) okonturowany powierzchnią brzegową o zdeterminowanym działaniu. Wewnątrz tej przestrzeni zmiany ciśnienia piezometrycznego mogą się swobodnie przemieszczać w zróżnicowanym czasie związanym z inercją tego systemu (Szymanko, 1980).

Warstwa wodonośna – zbiorowisko wód podziemnych związane z warstwowanymi utworami skalnymi o znacznym rozprzestrzenieniu i o określonej miąższości, ograniczone od góry zwierciadłem wód podziemnych (warstwy o zwierciadle swobodnym) lub nieprzepuszczalnym stropem (warstwy naporowe), a od dołu nieprzepuszczalnym spągciem (lub podstawą) (*Słownik hydrogeologiczny*, 2002).

Wody podziemne – wszystkie wody znajdujące się pod powierzchnią ziemi w strefie nasycenia, w tym wody gruntowe pozostające w bezpośredniej styczności z gruntem lub podglebiem (Prawo wodne, art. 9, ust. 1, pkt 22).

Zasięg wpływu ujęcia (ZWU) – obszar w otoczeniu ujęcia, w którym w wyniku pompowania (lub wtlaczania) wody następuje zmiana parametrów strumienia wód podziemnych, takich jak wysokość hydrauliczna oraz prędkość i/lub kierunek filtracji (*Słownik hydrogeologiczny*, 2002) – rys. 1. Zamiennie stosuje się także pojęcie *zasięg oddziaływania ujęcia*.

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych – ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z obszaru bilansowego w określonych warunkach środowiska i hydrogeologicznych, bez wskazywania szczegółowej lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujmowania wód (Rozporządzenie MŚ).

Zasoby eksploatacyjne wód podziemnych – ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z ujęcia w danych warunkach hydrogeologicznych i techniczno-ekonomicznych, z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę i przy zachowaniu wymogów ochrony środowiska (Rozporządzenie MŚ).

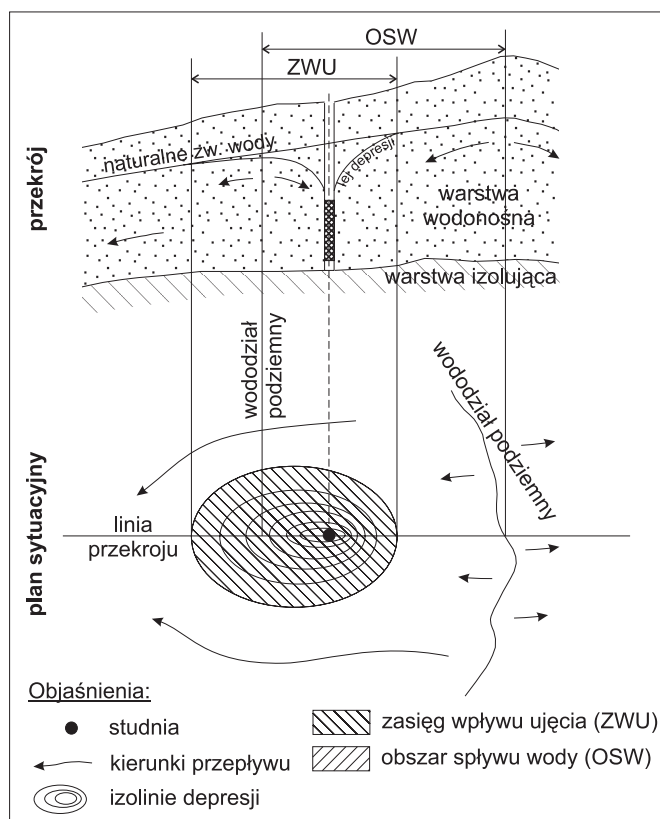
Zasoby odnawialne – wyrażają się ilością wód podziemnych pochodzących z zasilania infiltracyjnego opadów i wód powierzchniowych oraz dopływających do granic obszaru bilansowego (Dąbrowski i inni, 2004).

Zbiornik wód podziemnych – zespół przepuszczalnych utworów wodonośnych o znaczeniu użytkowym, którego granice są określone parametrami

hydrogeologicznymi lub warunkami hydrodynamicznymi oraz warunkami formowania się zasobów wód podziemnych (Rozporządzenie MŚ).

Zakład górniczy – wyodrębniony technicznie i organizacyjnie zespół środków służących bezpośrednio do wykonywania działalności regulowanej ustawą w zakresie wydobywania kopalin ze złóż, a w podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny wraz z pozostającym w związku technologicznym z wydobyciem kopaliny przygotowaniem wydobytej kopaliny do sprzedaży, podziemnego bezzbiornikowego magazynowania substancji albo podziemnego składowania odpadów, w tym wyrobiska górnicze, obiekty budowlane, urządzenia oraz instalacje (Prawo geologiczne i górnicze, art. 6, ust. 1, pkt 18).

Złoże wód leczniczych – zbiorowisko wód podziemnych zaliczonych do leczniczych, tworzących system krążenia (dla wód o zasobach odnawialnych) lub nietworzących takiego systemu (dla wód o zasobach nieodnawialnych) w obrębie struktury hydrogeologicznej lub w jej części (Ciężkowski i inni, 2004).



Rys. 1. Obszar spływu wód do ujęcia (OSW) oraz zasięg wpływu ujęcia (ZWU) (wg Macioszczyk i inni, 1994).

1.2. Historia ochrony górniczej wód podziemnych

Pierwsze działania formalne dotyczące ochrony wód leczniczych w obecnych granicach kraju pochodzą z 1794 r., kiedy to pruska Kameara Wojenno-Dominialna w Głogowie wydała zarządzenie zabraniające budowy domów w sąsiedztwie źródeł obecnego Świeradowa-Zdroju bez uprzedniego zbadania ich szkodliwości dla wód. Pierwszy obszar ochrony natomiast został utworzony dla Źródła Głównego w Krynicy-Zdroju w 1806 r.; miał on kształt okręgu o promieniu 150 sążni (285 m) (Schultes, 1807) – rys. 1.

Po utracie niepodległości przez Polskę państwa krajów zaborczych wprowadziły własne uregulowania prawne, skodyfikowane w Austrii w 1854 r., w Prusach w 1865 r. i w Rosji w 1912 r. (Świętochowski, 1918). Przewidywały one „wyznaczanie okręgów ochrony wód mineralnych”, „dozór nad ochroną źródeł mineralnych”, „czuwanie nad zastosowaniem przepisów o robotach podziemnych w celu ochrony wód mineralnych okręgu” i in. Pod władzą tych przepisów (Jahoda, 1962), a także wcześniej obowiązujących zasad, powstały okręgi ochrony wód Krynicy-Zdroju (1807 r., zmiany w 1875 r. i 1904 r.) (rys. 2), Żegiestowa-Zdroju (1875 r.), Głębokiego (1876 r.), Iwonicza-Zdroju (1884 r., zmiana w 1894 r.), Swoszowic (1888 r.), Krościenka (1907 r.), Szczawnicy (1901 r.) i Matecznego (1906 r.).

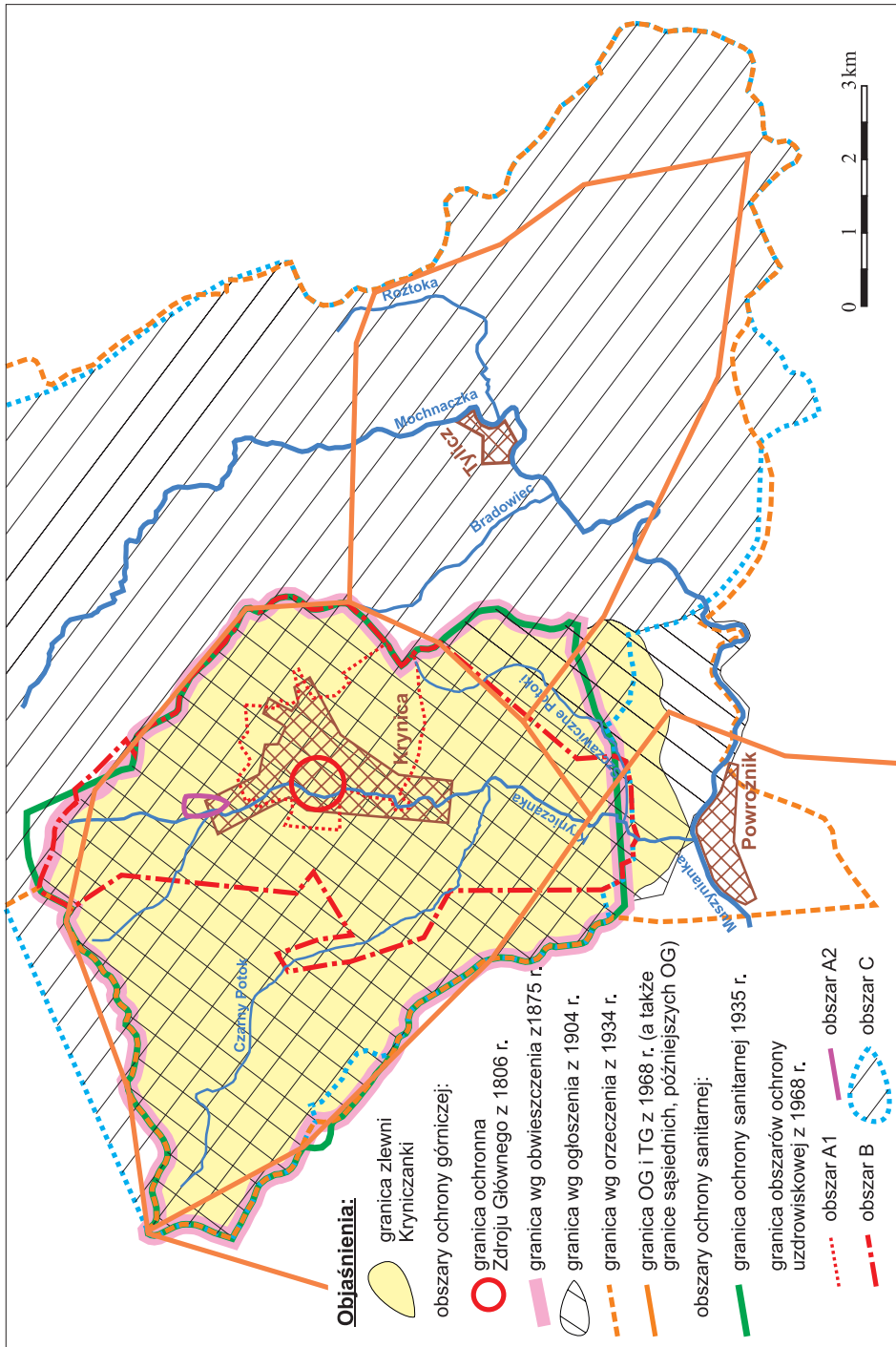
Na przełomie XIX i XX w. na obszarze niemieckiego wówczas Dolnego Śląska, utworzono także okręgi ochronne dla źródeł wód mineralnych w Jeleniej Górze-Cieplicach, Łądku-Zdroju i Świeradowie-Zdroju (rys. 3).

Pierwsze po odzyskaniu niepodległości polskie przepisy Ustawy o uzdrowiskach z 1922 r. (Dz. U. R. P. No 31, poz. 254) po raz pierwszy rozdzielają wcześniejsze pojęcie *okręgów ochrony wód mineralnych* na niezależne *okręgi ochrony sanitarnej uzdrowiska* i *okręgi ochrony górniczej źródeł mineralnych*.

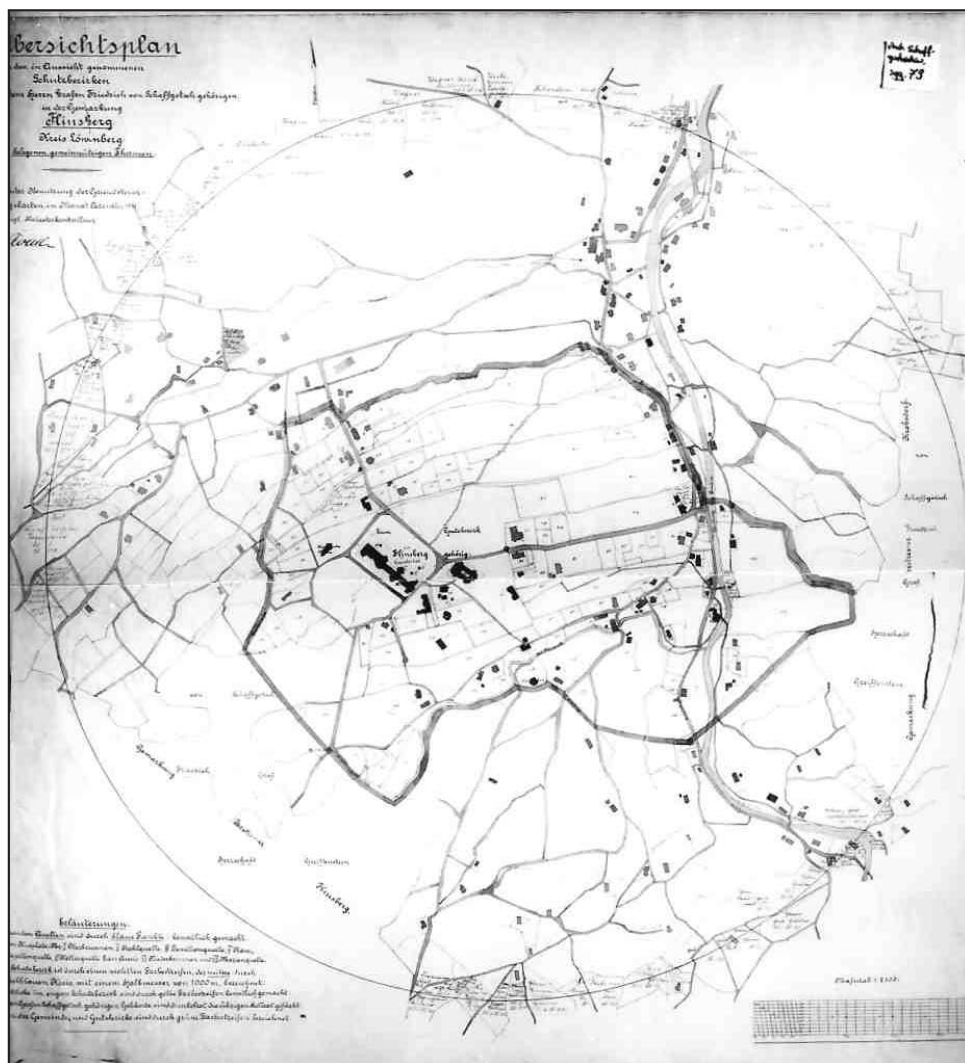
Okręgi ochrony górniczej tworzy się według powyższej ustawy w celu zabezpieczenia źródeł „przed ujemnymi zmianami:

- a) w wydajności tychże,
- b) w wysokości wzniesienia się zwierciadła wody,
- c) w biegu ich dopływów,
- d) czystości,
- e) w składzie chemicznym lub fizykalnych własnościach wody, w tem i jej radioaktywności” (art. 14).

Na podstawie Ustawy o uzdrowiskach ustalono „granice okręgów ochrony górniczej źródeł mineralnych” w Busku-Zdroju, Ciechocinku (1923 r.), Rabce, Żegiestowie (1924 r.) i Szkle (1929 r.).



Rys. 2. Granice ochronne Krynicy-Zdroju w aspekcie historycznym (Ciężkowski, Józefko, 1999).



Rys. 3. Okręg ochrony źródeł mineralnych Świeradowa-Zdroju z końca XIX w. o promieniu 1000 m (ze zbiorów Wojewódzkiego Archiwum Państwowego we Wrocławiu).

Ustawodawstwo górnicze państw zaborczych obowiązywało aż do 1930 r., kiedy to ukazało się pierwsze polskie Prawo górnicze (Dz. U. R. P. Nr 85, poz. 654). Nie przyniosło ono nowych rozstrzygnięć, zwracając tylko uwagę na konieczność zapewnienia „bezpieczeństwa leczniczych źródeł mineralnych, dla których został ustanowiony okręg ochrony górniczej” (art. 9). Należy jednak zwrócić uwagę, że po raz pierwszy przepisy użyły do określenia omawianych wód słowa „lecznicze”.

Okręg ochrony według Prawa górniczego z 1930 r. mógł mieć dowolny kształt wieloboczny. Na mocy tego prawa ustalono lub uaktualniono okręgi

ochrony górniczej w następujących miejscowościach: Horyniec-Zdrój, Krynica-Zdrój, Piwniczna-Zdrój (1934 r.), Wieniec-Zdrój (1935 r.), Łomnica, Muszyna, Wierchomla Wielka, Wysowa (1936 r.), Nałęczów-Zdrój (1937 r.), Milik (1938 r.), Solec-Zdrój i Szczawa (1939 r.).

Powojenne Prawo górnicze z 1953 r. (Dz. U. Nr 29, poz. 113) podtrzymało pojęcie okręgu ochrony górniczej. Na jego mocy utworzono takie okręgi dla „zdrojowisk” Iwonicz-Zdrój i Rymanów-Zdrój (1953 r.), nad którymi prace rozpoczęto już nieco wcześniej.

W ramach wykonywanych wówczas pierwszych dokumentacji hydrogeologicznych pojawił się po raz pierwszy problem projektowania granic stref ochrony górniczej źródeł wód i gazów leczniczych. W drugiej połowie lat pięćdziesiątych powołano w Centralnym Zarządzie Uzdrawisk specjalny zespół roboczy pod kierunkiem prof. Henryka Świdzińskiego, który miał ustalić kryteria wytyczania takich granic. Powstała wówczas propozycja J. Fistka i J. Dowgiałły (1961) tworzenia trzech (dla złóż płytkich) lub dwóch (dla złóż głębokich) stref ochronnych nie została uwzględniona w przyszłości.

W roku 1960 nastąpiła nowelizacja Prawa górniczego (Dz. U. Nr 52, poz. 303). W wykonawczym do ustawy rozporządzeniu Rady Ministrów w sprawie określenia kopalni, których wydobywanie podlega prawu górniczemu oraz w sprawie wydobywania kopalni przez posiadacza powierzchni gruntu na własne potrzeby (Dz. U. z 1962 r. Nr 19, poz. 80), uznano wody lecznicze za kopalinę. Następnie Minister Zdrowia i Opieki Społecznej w zarządzeniu z 1963 r. w sprawie określenia wód leczniczych (kopalni), których wydobywanie podlega prawu górniczemu (M. P. Nr 28, poz. 145), podał po raz pierwszy wykaz 52 takich złóż. Dla tych złóż wód leczniczych należało zatem utworzyć obszary górnicze. W międzyczasie zdążono jeszcze utworzyć okręgi ochrony górniczej „źródeł wód mineralnych” lub „złóż wód leczniczych (mineralnych)” Szczawna-Zdroju (1962 r.), Cieplic Śląskich-Zdroju, Czerniawy-Zdroju, Goczałkowic-Zdroju, Kołobrzegu, Kudowy (1963 r.) i Łądką-Zdroju (1965 r.).

Zasady tworzenia obszarów górniczych i prowadzenia ich rejestru podawały rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie takich obszarów z 1954, 1959, 1965 i 1979 r. Rozporządzenie z 1965 r. (Dz. U. Nr 54, poz. 332) postanowiło, że:

- a) „obszar górniczy [...] dla wód leczniczych obejmuje strukturę geologiczną lub jej część” (§ 7.3),
- b) „na wniosek Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej mogą być wpisane do rejestru obszarów górniczych dotychczasowe okręgi ochrony górniczej złóż wód leczniczych (mineralnych) jako obszary górnicze dla wód leczniczych” (§ 31.1).

Ten drugi zapis jest bardzo brzemienisty dla śledzenia powstawania dużej części istniejących teraz obszarów górniczych – tylko w nielicznych przypadkach zachowała się dokumentacja uzasadniająca wielkość i przebieg granic tych obszarów. Minister Zdrowia i Opieki Społecznej ustanawiał obszary górnicze dla wód leczniczych do 1988 r.

W przeprowadzonej w 1977 r. nowelizacji Prawa górniczego (tekst jednolity: Dz. U. z 1978 r. Nr 4, poz. 12) najistotniejszą zmianą było wprowadzenie nowej instytucji prawnej, którą jest teren górniczy. Tereny te miały za zadanie:

- zapobieganie powstawaniu szkód w środowisku, obiektach i urządzeniach położonych w obrębie terenu poprzez stosowanie profilaktyki,
- naprawianie szkód górniczych,
- rekultywowanie terenów górniczych.

Ustalenie terenu górniczego zobowiązywało zakład górniczy, w naszym przypadku uzdrowski zakład górniczy, do szeregu czynności:

- stosowania metod eksploatacji ograniczających uciążliwość dla otoczenia w postaci hałasu,
- ochrony przed zanieczyszczeniem złoże wód leczniczych,
- rejestrowania zmian terenu górniczego i środowiska oraz podejmowania z odpowiednim wyprzedzeniem działań niezbędnych do zapewnienia środków zmierzających do wyrównania strat i szkód na tym terenie,
- stosowania metod rekultywacji zapewniających optymalne ukształtowanie warunków środowiska,
- ograniczania terenów zajmowanych pod obiekty i urządzenia zakładu górniczego przez ich koncentrowanie na małej powierzchni,
- przeciwdziałania zanieczyszczeniu wód, gruntów rolnych i leśnych oraz zapyłaniu powietrza atmosferycznego,
- przestrzegania innych zadań ustalonych w Programie ochrony terenu górniczego.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 4 maja 1979 r. w sprawie obszarów górniczych (Dz. U. Nr 11, poz. 75) nakazywało Ministrowi Zdrowia i Opieki Społecznej określenie w ciągu trzech lat granic terenów górniczych dla istniejących już obszarów górniczych. Szczegółowe zasady ochrony terenów górniczych podane zostały w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 2 czerwca 1978 r. w sprawie szczegółowych zasad ochrony terenów górniczych (Dz. U. Nr 15, poz. 64). Przedsiębiorstwa górnicze były w tym zakresie zobowiązane do sporządzenia dokumentu, nazwanego *Programem ochrony terenu górniczego*, zgodnie z zarządzeniem Prezesa WUG z 3.05.1978 r.

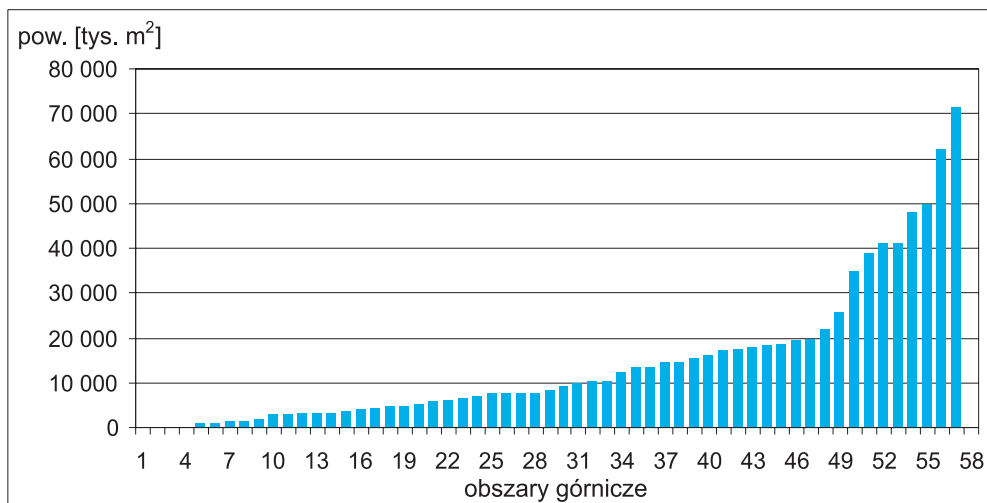
(M. P. Nr 17, poz. 60). W Wyższym Urzędzie Górniczym w Katowicach powstały w 1985 r. *Zasady sporządzania programów terenów górniczych przez przedsiębiorstwa uzdrowiskowe*. Wymóg opracowywania programów zniesiony został w 1994 r. nowym Prawem geologicznym i górniczym.

Wprowadzenie konieczności uzyskania koncesji na prowadzenie działalności gospodarczej w zakresie poszukiwania, rozpoznawania i wydobywania kopalin na mocy ustawy z 1988 r. o działalności gospodarczej (Dz. U. Nr 41, poz. 324, art. 11) spowodowało, że granice obszaru górniczego i terenu górniczego określane były w koncesjach, których do 1990 r. udzielało Ministerstwo Przemysłu, a potem Minister Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Do wejścia w życie Prawa geologicznego i górniczego w 1994 r. koncesje udzielone zostały wszystkim 25 przedsiębiorstwom uzdrowiskowym oraz 6 innym podmiotom gospodarczym eksploatującym wody lecznicze. Obecnie obowiązująca ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2011 r. Nr 163, poz. 981) stanowi, że granice obszaru i terenu górniczego wyznacza organ koncesyjny po uzgodnieniu z wójtem (burmistrzem, prezydentem miasta) właściwym ze względu na miejsce wykonywania zamierzonej działalności. Dla złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin organem koncesyjnym jest marszałek województwa.

Większość dokumentacji hydrogeologicznych, w których określono obszary górnicze, operatów obszarów górniczych, operatów terenów górniczych i programów ochrony terenów górniczych wód leczniczych, wykonano w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX w. w Biurze Projektów i Usług Branży Uzdrowiskowej „Balneoprojekt” w Warszawie (wcześniej Obsługa Techniczna Uzdrowisk), (Kucharski, 1995). Część takich opracowań, zwłaszcza dotyczących Małopolski, powstała w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Nowsze dokumentacje hydrogeologiczne dotyczące wód termalnych mają już różnych wykonawców.

Z mocy Prawa geologicznego i górniczego ustanowione obszary górnicze podlegają wpisowi do specjalnego rejestru, zgodnie z projektem rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie rejestru obszarów górniczych, w którym określono m. in. sposób prowadzenia rejestru oraz dane podlegające wpisowi i przechowywane dokumenty. Rejestr taki prowadzony jest przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, a dane w nim zawarte stanowią informacje powszechnie dostępne i przeglądać je można na internetowej stronie www.pgi.gov.pl w zakładce Bazy danych – Rejestr Obszarów Górniczych.

Na podstawie danych dla jednego złoża solanek⁵, 47 złóż wód leczniczych i 9 złóż wód termalnych zawartych w rejestrze (styczeń 2011 r.) można stwierdzić, że najmniejszy obszar górniczy ustanowiono dla złoża wód leczniczych Sopotu – 1 477 m², największy zaś dla wód leczniczych złoża Kołobrzeg II – 71 396 750 m², przy powierzchni średniej dla wszystkich obszarów 13 350 996 m². Na wykresie zamieszczonym na rys. 4 zestawiono w kolejności rosnącej powierzchnie zarejestrowanych obszarów górniczych. Większość obszarów nie przekracza powierzchni 20 000 000 m², przy czym pierwszych dziewięć najmniejszych obszarów, do powierzchni 2 000 000 m², ustanowiono dla wód ujętych i wydobywanych tylko odwiertami.



Rys. 4. Zestawienie w kolejności rosnącej powierzchni obszarów górniczych solanek, wód leczniczych i wód termalnych zawartych w Rejestrze Obszarów Górniczych.

Rejestr Obszarów Górniczych zawiera również dane dotyczące terenów górniczych. W 50 przypadkach granice obszarów i terenów górniczych pokrywają się, w sześciu przypadkach tereny górnicze są większe niż obszary górnicze, w jednym zaś – mniejsze.

⁵ Do czasu wejścia w życie nowej ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2011 r. Nr 163, poz. 981) przynależność wód podziemnych do kopalin regulowało Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 21 grudnia 2006 r. w sprawie złóż wód podziemnych zaliczonych do solanek, wód leczniczych i termalnych oraz złóż innych kopalin leczniczych, a także zaliczenia kopalin pospolitych z określonych złóż lub jednostek geologicznych do kopalin podstawowych (Dz. U. z 2006 r., Nr 32, poz. 220, z późn. zm.). Do **solanek** rozporządzenie to zaliczało wody podziemne o zawartości rozpuszczonych składników mineralnych stałych co najmniej 35 g/dm³ tylko z jednego złoża w miejscowości Łapczyca, w gminie Bochnia, w województwie małopolskim.

Większa powierzchnia terenów górniczych wynika z:

- sumowania się ich powierzchni z terenami górniczymi nakładających się granic złóż borowin (Wieniec II w przypadku złoża wód leczniczych Wieniec oraz Mirocice w przypadku złoża wód Kołobrzeg II),
- przewidywanego wpływu zrzuconych wód do cieków powierzchniowych (Iwonicz, Rabka),
- objęcia terenem górniczym całej dzielnicy uzdrowskiej (Sopot),
- przewidywanego obszaru oddziaływania otworu chłonnego U-1, do którego wtłaczane są wody pozabiegowe w Ustroniu.

Mniejszą powierzchnię terenu górniczego posiada złożo Dziwnówek (powierzchnia obszaru górniczego jest pomniejszona o obszar fragmentu morza).

2. Kryteria kwalifikowania wód podziemnych do kopalin

Złożem kopaliny w rozumieniu ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. – *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. z 2011 r. Nr 163, poz. 981) jest naturalne nagromadzenie minerałów, skał oraz innych substancji, których wydobywanie może przynieść korzyść gospodarczą. Zwykłych wód podziemnych ustawa nie zalicza do kopalin, są nimi tylko wody lecznicze, wody termalne i solanki.

Woda lecznicza definiowana jest „jako woda podziemna, która pod względem chemicznym i mikrobiologicznym nie jest zanieczyszczona, cechuje się naturalną zmiennością cech fizycznych i chemicznych, o zawartości:

1. rozpuszczonych składników mineralnych stałych – nie mniej niż 1 000 mg/dm³ lub
2. jonu żelazawego – nie mniej niż 10 mg/dm³ (wody żelaziste), lub
3. jonu fluorkowego – nie mniej niż 2 mg/dm³ (wody fluorkowe), lub
4. jonu jodkowego – nie mniej niż 1 mg/dm³ (wody jodkowe), lub
5. siarki dwuwartościowej – nie mniej niż 1 mg/dm³ (wody siarczkowe), lub
6. kwasu metakrzemowego – nie mniej niż 70 mg/dm³ (wody krzemowe), lub
7. radonu – nie mniej niż 74 Bq (wody radonowe), lub
8. dwutlenku węgla niezwiązanego – nie mniej niż 250 mg/dm³ z tym, że od 250 do 1 000 mg/dm³ to wody kwasowęglowe, a powyżej 1 000 mg/dm³ to szczawa”.

Woda termalna jest woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie mniejszą niż 20°C, natomiast do **solanek** zaliczamy wody podziemne o zawartości rozpuszczonych składników mineralnych stałych nie mniejszej niż 35 g/dm³. Należy zauważyć, że solanki spełniają również wymogi mineralizacji powyżej 1000 mg/dm³, kwalifikujące je do wód leczni-

czych. W celu uproszczenia zapisów w dalszej części opracowania używane będą zatem pojęcia tylko wód leczniczych i termalnych, które obejmują całość wód zaliczanych przez przepisy prawa do kopalin.

Konsekwencją zakwalifikowania solanek, wód leczniczych i termalnych do kopalin jest to, że mogą być one wydobywane tylko na podstawie koncesji. Organem właściwym do udzielenia koncesji jest marszałek województwa.

Warto wspomnieć, że o ile Prawo geologiczne i górnicze rozdziela pojęcia *wód leczniczych* od *wód termalnych*, o tyle 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 ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (Dz. U. z 2006 r. Nr 80, poz. 565) – wody termalne zalicza do wód leczniczych. Jest to wyraźna niespójność legislacyjna, która jednak nie ma wpływu na treść niniejszego opracowania, dla którego podstawą jest ustawa Prawo geologiczne i górnicze oraz wynikające z niego rozporządzenia wykonawcze.

Wody będące kopalinami wykorzystuje się przede wszystkim w trzech generalnych grupach zastosowań:

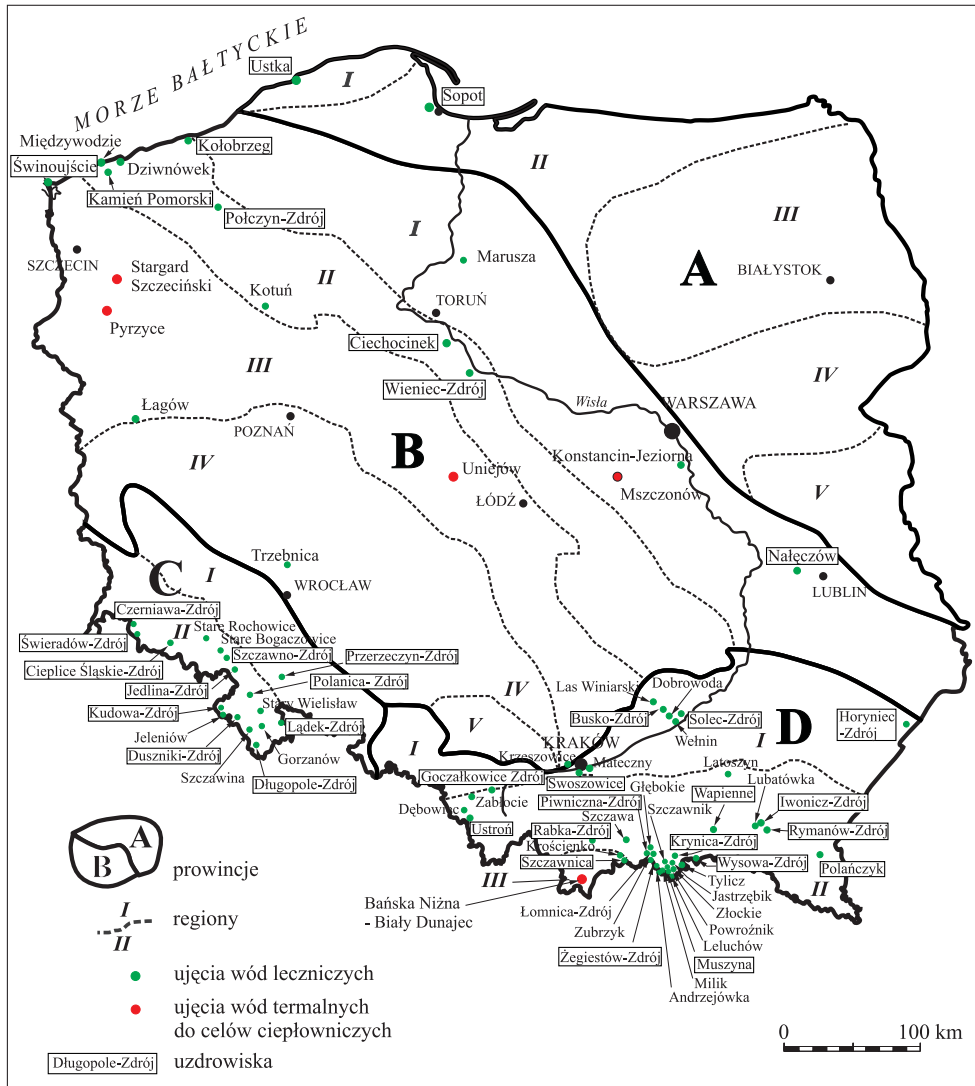
- solanki – do celów przemysłowych,
- wody lecznicze – do celów balneologicznych,
- wody termalne – do celów energetycznych.

3. Klasyfikacja złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin

Złoża wód uznanych za kopalinę nie są rozmieszczone równomiernie na obszarze Polski. Pod kątem ich występowania Paczyński i Płochniewski (1996) przedstawili ich podział regionalny wynikający ze zróżnicowania budowy tektonicznej Polski. Autorzy ci wyróżniają cztery główne jednostki – prowincje, które dzielą na regiony, a następnie na subregiony i/lub rejony. Podział ten, uwzględniający tylko prowincje i regiony, przedstawiony został w tab. 1, a na rys. 5 został on zilustrowany wraz z zaznaczeniem lokalizacji poszczególnych ujęć wód leczniczych i termalnych.

Tab. 1. Podział na jednostki hydrogeologiczne wód mineralnych i termalnych Polski wg Paczyńskiego i Płochniewskiego (1996) (uproszczony).

Prowincja	Region
A – platformy prekambryjskiej	I – wyniesienia Łeby
	II – syneklizy Bałtyckiej
	III – mazursko-suwalski
	IV – zapadliska podlaskiego
	V – wyniesienia lubelskiego
B – platformy paleozoicznej	I – niecki brzeźnej
	II – antyklinorium środkowopolskiego
	III – szczecińsko-miechowski
	IV – monokliny przedsudeckiej
	V – górnośląski
C – sudecka	I – bloku przedsudeckiego
	II – sudecki
D – karpacka	I – zapadliska przedkarpackiego
	II – zewnętrzkarpacki
	III – wewnętrzkarpacki



Rys. 5. Ujęcia wód podziemnych uznanych za kopaliny na tle regionalizacji wód mineralnych w Polsce wg Paczyńskiego i Płochniewskiego, 1996 (uzupełnione).

Przy określaniu zasad ustalania granic obszarów górniczych dla złóż wód podziemnych uznanych za kopaliny powinno korzystać się z jak najbardziej uproszczonej klasyfikacji takich złóż. Dobrym kryterium może być tu podział złóż pod względem odnawialności ich zasobów, który dobrze spełnił się przy ujednoczeniu zasad sporządzania projektów zagospodarowania złóż wód leczniczych (Ciężkowski i inni, 2004). Podstawą klasyfikacji wód podziemnych zaliczonych do kopalin przyjętą w niniejszym poradniku jest geneza oraz wiek tych wód, które pozwalają podzielić złoża na:

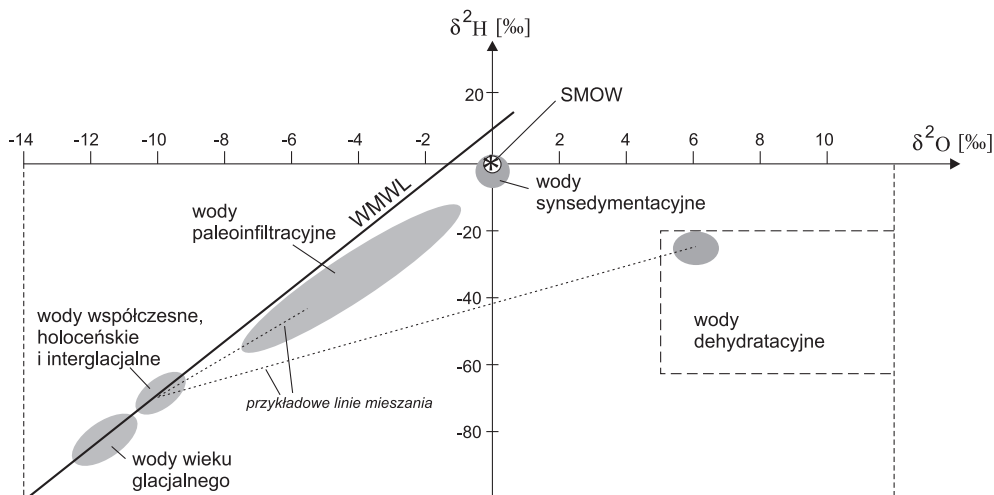
- złoża wód meteorycznych infiltracji czwartorzędowej – odpowiadające złożom o zasobach odnawialnych),
- złoża wód meteorycznych infiltracji przedczwartorzędowej, wód dehydratacyjnych, wód synsedymencyjnych i/lub mieszanin tych typów wód – odpowiadające złożom o zasobach nieodnawialnych lub praktycznie nieodnawialnych.

Szczegółowo, na podstawie wyników badań trwałych izotopów tlenu i wodoru, a także badań gazów szlachetnych, freonów i in., wody podziemne Polski, w tym wody uznane za kopaliny, można zakwalifikować do jednej z czterech grup genetycznych (Zuber i inni, 2007):

1. **wody meteoryczne** (infiltracyjne), pochodzące z infiltracji opadów, które na podstawie okresu zasilania można podzielić na:
 - a) wody współczesne, zasilane głównie po połowie XX w., zawierające składniki antropogeniczne (typowym wskaźnikiem jest tu obecność trytu pochodzącego z prób jądrowych),
 - b) wody holocenijskie ery przedbombowej, zwane w skrócie wodami holocenijskimi, które nie zawierają składników antropogenicznych; są to wody o wieku od początku holocenu do 1954 roku, kiedy rozpoczęto próby z bronią jądrową,
 - c) wody plejstocenijskie, wśród których wyróżnić można:
 - wody wieku glacialnego, pochodzące najczęściej z infiltracji wód podczas końcowych okresów ostatniego zlodowacenia,
 - wody interglacialne,
 - d) wody infiltracji przedczwartorzędowej (przedplejstocenijskiej); są one zazwyczaj znacznie izotopowo cięższe niż wody infiltracji holocenijskiej i plejstocenijskiej;
2. **wody synsedymencyjne**, będące uwięzionymi w skałach w trakcie ich powstawania wodami morskimi lub jeziornymi;
3. **wody dehydratacyjne**, uwalniane w procesach diagenetyki kompacyjnej skał zawierających uwodnione minerały ilaste;
4. **wody mieszane**, tworzące się wskutek mieszania się różnych wód wcześniejszych grup.

Wody infiltracyjne starsze niż plejstocenijskie określa się mianem wód paleoinfiltracyjnych lub reliktowych.

Schemat pokazujący skład trwałych izotopów tlenu i wodoru wód poszczególnych typów zamieszczono na rys. 6. Obszary charakteryzujące wody pochodzenia meteorycznego grupują się wzdłuż światowej linii opadów (WMWL – World Meteoric Water Line), wody synsedymencyjne reprezentowane są przez obszar położony wokół wzorcowego składu wód oce-



Rys. 6. Pola charakteryzujące składy izotopów trwałych tlenu i wodoru podstawowych typów genetycznych wód leczniczych i termalnych Polski
 SMOW – średni skład wody oceanicznej (Standard Mean Ocean Water);
 WMWL – światowa linia opadów (World Meteoric Water Line).

anicznych (SMOW – Standard Mean Ocean Water), natomiast dla wód dehydracyjnych charakterystyczny jest zakres współrzędnych powyżej $+5\text{‰}$ dla $\delta^{18}\text{O}$ oraz od ok. -20 do ok. -60‰ dla $\delta^{18}\text{H}$. Dodatkowo wydzielone jest pole charakterystyczne dla wód paleoinfiltracyjnych. Pomędzy tymi głównymi typami występują wody będące ich mieszaninami.

Wykorzystując przedstawioną klasyfikację, można wody tworzące złoża kopalin w sposób zgeneralizowany przypisać do wspomnianych już dwóch głównych typów wód. Zestawienie takie zawiera tabela 2.

Uwarunkowania budowy geologicznej Polski oraz rodzaj i geneza wód wskazują, że struktury zawierające wody uznane za kopaliny na obszarze kraju najwygodniej jest charakteryzować według podziału na:

- obszary górskie oraz przedgórskie,
- nieckę podhalańską,
- obszar Niżu Polskiego.

W obszarach górskich dominują wody lecznicze, sporadycznie ujmowane są wody termalne. W niecce podhalańskiej mamy do czynienia z wodami termalnymi o względnie niskiej mineralizacji, a na obszarze Niżu przeważają wody termalne, które są z reguły silnie zmineralizowane i z tego względu spełniają równocześnie kryteria wód leczniczych (mineralizacja powyżej 1000 mg/dm^3). Jednak obecnie poszukiwanie i ujmowanie wód termalnych na obszarze Niżu Polskiego wykonywane jest przeważnie z myślą o ich watorach energetycznych.

Tab. 2. Przydział wód podziemnych tworzących kopaliny do typów genetycznych.

Typ wód/geneza (dominująca składowa zasilańia)	Lokalizacja ujęć		Sposób udostępnienia
	wód leczniczych	wód termalnych	
<p>meteoryczne infiltracji czwartorzędowej; o zasobach odnawialnych</p>	<p>szczyawy: Andrzejówka, Czemiawa-Zdrój, Długopole-Zdrój, Duszniki-Zdrój, Głębokie, Gorzanów, Jastrzębik, Jedlina-Zdrój, Jeleniów, Krynica-Zdrój (oprócz zuberów), Kudowa-Zdrój, Leluchów, Łomnica-Zdrój, Milik, Muszyna, Pivniczna-Zdrój, Polanica-Zdrój, Powroźnik, Rymanów-Zdrój (źródła), Stare Bogaczowice, Stare Rochowice, Stary Wielisław Dolny, Szczawina, Szczawnik, Szczawno-Zdrój, Świeradów-Zdrój, Tylicz, Złockie, Zubrzyk, Żegiestów-Zdrój</p> <p>-----</p> <p>siarczkowe: Busko-Zdrój, Dobrowoda, Horyniec-Zdrój, Krzeszowice, Las Winiarski, Latozyn, Kraków-Mateczny, Przerzeczyn-Zdrój, Kraków-Swoszowice, Wapienne, Wieniec-Zdrój</p> <p>żelaziste: Nałęczów</p>	<p>Jelenia Góra-Cieplce, Łądek-Zdrój</p>	<p>źródła, odwierty</p>
<p>meteoryczne infiltracji przedczwartorzędowej*, delhydracyjne**, syndymantacyjne***, mieszane****; o zasobach słabo odnawialnych lub nieodnawialnych</p>	<p>Krościenko nad Dunajcem**, Iwonicz-Zdrój****, Kołobrzeg*, Rabka-Zdrój**, Rymanów-Zdrój****, Szczawa**, Szczawnica**, Wysowa-Zdrój**</p> <p>Busko-Zdrój (solanki*), Ciechocinek*, Dębowiec***, Dziwnówek*, Goczałkowice-Zdrój*, Kamień Pomorski*, Konstancin-Jeziorna*, Kotuń*, Krynica-Zdrój (zuber**), Lubatówka*, Łagów*, Marusza*, Międzywodzie*, Polańczyk*, Poteczyn-Zdrój*, Solec-Zdrój*, Sopot*, Swinoujście*, Trzebnica*, Ustka*, Ustron*, Wełmin*, Zabłocie****</p>	<p>Niecka podhalańska: Zakopane, Bańska Nizna - Biały Dunajec, Bukowina Tatrzańska, Murzasichle, Białka Tatrzańska, Witów, Poronin Niż Polski: Mszczonów</p> <p>Niż Polski: Pyrzyce, Uniejów, Stargard Szczeciński, Toruń, Kleszczów, Poddębice, Gostynin, Skierniewice, Tarnowo Podgórne, Lidzbark Warmiński</p>	<p>odwierty</p> <p>źródła, odwierty</p> <p>odwierty</p>

3.1. Wody lecznicze i termalne obszarów górskich i śródgórskich

Wody lecznicze i termalne w południowej części kraju zaliczane są do prowincji sudeckiej oraz prowincji karpackiej (Paczyński, Płochniewski, 1996). Prowincje te różnią się zarówno pod względem budowy geologicznej, jak i typami występujących wód. W obrębie prowincji karpackiej, w regionie Karpat wewnętrznych, wydzielany jest odrębnie subregion podhalański, którego wody stanowią przedmiot odrębnego rozdziału 3.2.

Złoża wód uznanych za kopaliny obu prowincji stanowią większość spośród złóż takich wód w kraju.

Prowincja sudecka

Prowincja sudecka obejmuje obszar w południowo-zachodniej części kraju, generalnie położony na południe od Odry. Administracyjnie przynależy ona do województwa dolnośląskiego, częściowo na wschodzie do województwa opolskiego, a na zachodzie fragmentarycznie do województwa lubuskiego.

Prowincja dzieli się na dwa regiony: bloku przedsudeckiego oraz Sudetów, pomiędzy którymi granicę stanowi brzeżny uskok sudecki. Bogata literatura dotycząca geologii tego obszaru została ostatnio podsumowana w pracy Żelaźniewicza (2005). Sudety i blok przedsudecki stanowią północno-wschodnie obrzeżenie masywu czeskiego. Budują je głównie jednostki metamorficzne zbudowane ze skał prekambryjsko-staropaleozoicznych, w obrębie których pod koniec orogenezy waryscyjskiej miały miejsce duże intruzje granitoidowe. Na obszarze Sudetów skały podłoża miejscami pokrywają skały młodopaleozoiczno-mezozoiczne. Orogeneza alpejska spowodowała odmłodzenie starych i powstanie nowych linii dyslokacyjnych, a także wypiętrzenie wzdłuż nich na wysokość setek metrów bloków tworzących obecnie obszary górskie. Natomiast na obszarze bloku przedsudeckiego skały krystalicznego podłoża pokryte są miąższą pokrywą osadów kenozoicznych.

W Sudetach podstawowymi typami wód uznanych za kopaliny są szczawy i wody kwasowęglowe, wody radonowe oraz wody termalne. W obrębie bloku przedsudeckiego do kopalin zalicza się tylko pojedyncze wystąpienia wód siarczkowych i wód termalnych.

Region sudecki

a) Szczawy i wody kwasowęglowe

Głównym składnikiem swoistym szczaw i wód kwasowęglowych jest dwutlenek węgla. W prowincji sudeckiej genezę tego gazu wiąże się z ogniskami magmowymi trzyczorzędowego wulkanizmu. Juwenilny charakter CO₂

lokalnie może być modyfikowany przez procesy uwęglania i procesy biogeniczne w obrębie skał węglonośnych niecki wałbrzyskiej (Dowgiałło, 1978; Kotarba, 1988).

Wody zawierające dwutlenek węgla występują w trzech rejonach: kłodzkim, wałbrzyskim i izerskim. Podstawowe znaczenie w wyprowadzeniu tego gazu z dużych głębokości mają duże linie dyslokacyjne – m.in. dyslokacja Strugi i główny uskok sudecki w rejonie wałbrzyskim oraz uskok Pstrążna-Gorzanów i zachodni uskok ramowy rowu Nysy Kłodzkiej w rejonie kłodzkim (Fistek, 1977; i inni). Wydobywający się na powierzchnię dwutlenek węgla tworzy anomalie w powietrzu glebowym w rejonach występowania szczaw w całej prowincji (Ciężkowski, 2002; Żak i inni, 2008).

W rejonie kłodzkim szczawy występują w trzech obszarach o zróżnicowanych warunkach ich tworzenia się.

W obszarze rowu Nysy Kłodzkiej szczawy wypływają głównie z silnie spękanych piaskowców górnej kredy w Polanicy-Zdroju, Starym Wielisławiu Dolnym, Gorzanowie i Szalejowie Górnym, a także w Krosnowicach. W większości miejscowości ujmuje się je odwiertami. Wszystkie one charakteryzują się typem $\text{HCO}_3\text{-Ca-(Na)}$, a różnią mineralizacją (0,4-2,7 g/dm³). W każdej z miejscowości szczawy tworzą odrębne struktury hydrogeologiczne, typu otwartego, w których obszary zasilania znajdują się najczęściej na obrzeżach rowu Nysy Kłodzkiej, w obrębie wychodni piaskowców.

Mineralizacja wód w poszczególnych miejscowościach znajduje się w różnym stopniu ewolucji. Dodatkowo w ujęciach danej miejscowości widoczne jest zróżnicowanie mineralizacji wynikające z procesów mieszania (Ciężkowski, 1990). Mieszanie zachodzi tu pomiędzy głębszą składową nie zawierającą trytu (wody holocenijskie) ze słabiej zmineralizowaną składową płytszą, nieraz zawierającą tryt (wody współczesne).

Szczawy metamorfiku Gór Bystrzyckich wypływają wzdłuż północnej i wschodniej krawędzi tych gór w obrębie gnejsów i łupków łuszczycowych w Dusznikach-Zdroju, Bobrownikach Starych, Nowej Łomnicy, Szczawinie, Nowej Bystrzycy i Długopoli-Zdroju. Wody infiltrujące w szczytowych partiach gór przepływają szczelinami na większą głębokość, nasycają się tam dwutlenkiem węgla i wypływają na powierzchnię na wyraźnych dyslokacjach. Indywidualne otwarte struktury hydrogeologiczne mają różną wielkość – od bardzo małych (np. Szczawna, Nowa Łomnica) po duże (np. Duszniki-Zdrój). Wody tego obszaru posiadają charakterystyczny skład $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ oraz mineralizację 0,2-2,7 mg/dm³. Zachodzi w nich również zjawisko mieszania się składowych holocenijskich i współczesnych. W latach 2000-2002 odwiertem o głębokości 1695 m ujęto w Dusznikach-Zdroju szczawy o temperaturze 36°C (Dowgiałło, Fistek, 2003).

W synklinie Kudowy szczawy wypływają w Kudowie-Zdroju i Jeleniowie w obrębie osadów górnej kredy podścielonych niezbyt mięszymi osadami karbonu i permu. Wody infiltrują tu zapewne w obrzeżających i podścielających synklinę masywach granitowych, w których uzyskują specyficzne składniki (np. arsen). Szczawy tutejsze charakteryzują się mineralizacją 1,1-6,0 g/dm³ i typem HCO₃-Na-Ca.

W rejonie wałbrzyskim szczawy, których złoża uznano za kopaliny, wypływają w Jedlinie-Zdroju, Szczawnie-Zdroju, Bogaczowicach Starych oraz Starych Rochowicach. Pojawiają się one wzdłuż dyslokacji Strugi, stanowiącej tektoniczną granicę pomiędzy niecką śródsudecką a gnejsowym blokiem sowiogórskim, a ku NW przedłużającej się w skały metamorfiku kaczawskiego. Szczawy wypływają w skałach osadowych karbonu, przy czym w Jedlinie-Zdroju są widoczne związki z intruzjami porfirów, zaś w Starych Rochowicach pojawiają się one w zmetamorfizowanych osadach kambru i ordowiku. Struktury hydrogeologiczne poszczególnych wód nie wiążą się z przepływem warstwowym, lecz ze strefami spękań. Mineralizacja wód wynosi 0,6-6,7 g/dm³, są to wody typu: HCO₃-Na-(Ca) (Szczawno-Zdrój), HCO₃-Na-Ca-Mg (Stare Bogaczowice), HCO₃-Ca-Mg-Na (Jedlina-Zdrój) oraz rzadki typ SO₄-HCO₃-Na-Ca (Stare Rochowice; wody typu glauberskiego).

W rejonie izerskim szczawy wypływają w Świeradowie-Zdroju i Czerniawie-Zdroju. Ich zasilanie następuje w gnejsowym masywie Stogu Izerskiego, a formowanie się składu chemicznego i wypływy związane są z równoleżnikowym pasmem łupków łyszczykowych. Mieszanie się uformowanych szczaw z płytkimi współczesnymi wodami radonowymi powoduje pojawianie się w ujęciach rzadkich szczaw radonowych. Wody charakteryzują się typem HCO₃-Ca-Mg i mineralizacją 0,2-3,3 g/dm³ (Ciężkowski, 1983).

b) *Wody termalne*

Występowanie wód termalnych stwierdzone zostało wyłącznie w skałach krystalicznego podłoża. O temperaturze wód decyduje głębokość ich krążenia, gdyż wartości strumienia ciepłego w obszarach występowania takich wód niewiele przekraczają wartość średnią, dla masywu czeskiego wynoszącą 68 mW/m² (Bruszevska, 2000; Szewczyk, 2007; i inni). Tworzeniu się takich wód sprzyjają duże deniwelacje terenu.

Dowgiałło (1976, 2000, i inni) na podstawie obliczeń hydrogeotermometrycznych wskazał, że wiele szczaw Sudetów może posiadać w głębszych partiach złóż temperatury kilkudziesięciu stopni Celsjusza, a temperatury wód termalnych Jeleniej Góry-Cieplic mogą przekroczyć 100°C. Autor ten wprowadził także pojęcie *sudeckiego regionu geotermicznego* (Dowgiałło, 2001) i zaproponował także jego podział na subregiony: jeleniogórski, wałbrzysko-klodzki, legnicki i świdnicko-niemodliński.

W prowincji sudeckiej wody termalne ujęto w Jeleniej Górze-Cieplicach i Łądku-Zdroju, gdzie są wykorzystywane w celach leczniczych. Niewykorzystywane są natomiast wody termalne wypływające w kopalni węgla brunatnego Turów (25-26°C) (Ciężkowski, Sztuk, 1985), a także szczawy termalne ujęte w Jeleniowie (20,5°C) i wspomnianych już Dusznikach-Zdroju.

Wody termalne Jeleniej Góry-Cieplic wypływają w obrębie granitów karkonoskich, w centrum Kotliny Jeleniogórskiej. Ujęte są one w źródłach oraz odwiertami, z których najgłębszy sięga 2002,5 m, i w którym stwierdzono najwyższą w Polsce temperaturę wody na wypływie 87,6°C (Fistek, Dowgiałło, 2003). Wody te charakteryzują się niską mineralizacją – ok. 0,6 g/dm³ i typem chemicznym SO₄-HCO₃-Na. Wody Jeleniej Góry-Cieplic tworzą rozległą strukturę hydrogeologiczną, w której krążenie odbywa się w obrębie spękanych granitów i granodiorytów poprzecinanych siecią żył i dajek lamprofirów. Zasilanie wód najprawdopodobniej odbywa się w położonych na południu Karkonoszach lub na południowym wschodzie Rudawach Janowickich (Ciężkowski i inni, 1992; Dowgiałło, Fistek, 1995; i inni.). Naturalne wypływy na powierzchnię mają związek z przecinaniem się dużych uskoków Wrzosówki i Kamiennej. Wypływy te tworzą wyraźną anomalię hydrogeochemiczną na obszarze cieplickiego uzdrowiska (Ciężkowski, Mroczkowska, 1985). Wiek tych wód określić można na ponad dwadzieścia tysięcy lat, co pozwala zaliczyć je do wód wieku glacialnego (Ciężkowski i inni, 1992).

Wody termalne Łądku-Zdroju tworzą się w obrębie spękanych gnejsów metamorfiku Łądku-Śnieżnika. Ujęte są źródłami i odwiertem o głębokości 700 m. Charakteryzują się bardzo niską mineralizacją 0,2 g/dm³, specyficznym typem chemicznym HCO₃-F-Na oraz temperaturą sięgającą 45°C (Ciężkowski, 1980). Tworzą one również rozległą otwartą strukturę hydrogeologiczną, sięgającą do obszarów zasilania położonych w Górach Białskich i południowej części Gór Żłoty, znajdujących się ok. 10 km na SE od uzdrowiska. Wiek wód szacowany na ok. 5-9 tys. lat pozwala zaliczyć je do wód holocenijskich (Zuber i inni, 1995).

c) Wody radonowe

Wody o wyłącznie podwyższonej zawartości radonu występują w Sudechach powszechnie, zwłaszcza w obrębie skał krystalicznych (Przylibski i inni, 2007). Za lecznicze uznawane są obecnie tylko wody wypływające w Świeradowie-Zdroju. Gaz ten obecny jest również w wodach termalnych Łądku-Zdroju, natomiast w licznych szczawach sudeckich jego obecność wynika z udziału wzbogaconej w radon płytkiej składowej w mieszaninach ujmowanych w poszczególnych ujęciach.

Wody radonowe w Świeradowie-Zdroju charakteryzują się stężeniami radonu sięgającymi prawie 3000 Bq/dm³ (Ciężkowski, 1990), przy średnich

wartościach ok. 1000 Bq/dm³ (Przylibski, 2005) i niezwykle niskich mineralizacjach wód: 0,05-0,1 g/dm³. Szczegółowe badania Przylibskiego (2005) i innych wskazują, że zasilenie wód podziemnych w radon odbywa się w przestrzeni sięgającej tylko kilkaset metrów od miejsc wypływów. Tak więc struktura tych wód, typu otwartego, nie jest duża.

Region bloku przedsudeckiego

Region ten dopiero ostatnio stał się przedmiotem zainteresowania pod kątem możliwości występowania tu wód uznawanych za kopaliny. W pracy Przylibskiego (red., 2007) wykazano tu możliwości występowania wód mineralnych, wód swoistych i wód termalnych. Dotąd za lecznicze uznane są tylko wody w dwóch złóżach.

a) Wody siarczkowe

Wody siarczkowe, zawierające dodatkowo w części ujęć radon, wypływają w Przerzeczynie-Zdroju, gdzie ujęte są w źródle i czterema odwiertami o głębokościach sięgających 151 m (Fistek, 1995). Charakteryzują się mineralizacją 0,3-0,6 g/dm³ i typem chemicznym głównie HCO₃-Mg-Ca. Stężenia siarkowodoru nieznacznie przekraczają 3 mg/dm³, zaś radonu 215 Bq/dm³ (Przylibski, red., 2007). Brak trytu pozwala zaliczyć je do wód holocenijskich, zaś ich formowanie odbywa się w obrębie skał granitoidowych strefy Niemczy, w których tworzą one strukturę otwartą.

b) Wody termalne

Zaskakujące było natrafienie w 1983 r. na szczawę termalną w Grabinie koło Niemodlina (Morawski, Sawicki, 1984; i inni). Na głębokościach 538 i 545 m, w obrębie spękanych gnejsów przykrytych osadami kredy ujęto wodę o temperaturze 31,5°C, mineralizacji 9-10,1 g/dm³, typie chemicznym HCO₃-Na-Mg oraz przesyconą CO₂. Wypływające tu wody holocenijskie tworzą typową zamkniętą strukturę hydrogeologiczną, która zasilana jest zapewne w Sudetach, położonych kilkadziesiąt kilometrów na SW.

Prowincja karpacka

W prowincji karpackiej, obejmującej Karpaty i zapadlisko przedkarpackie, pod względem występowania wód zmineralizowanych wydzielono regiony: zapadliska przedkarpackiego, zewnątrzkarpacki i wewnątrzkarpacki, przy czym – jak już wspomniano – ostatni z nich jest przedmiotem osobnego podrozdziału.

Poszczególne regiony charakteryzują się odrębną budową geologiczną. Zapadlisko przedkarpackie, o charakterze rowu przedgórskiego, wypełnione jest morskimi osadami mioceńskimi (o miąższości 100-3000 m), które podścielają skały mezozoiku i paleozoiku. W osadach tych występuje charakte-

rystyczny poziom chemogenicznych osadów ewaporatów gipsowo-solnych. Osady miocenu pokryte są pokrywą czwartorzędową. Zapadlisko graniczy z Karpatami zewnętrznymi wzdłuż nasunięcia karpackiego, pod którym spotyka się nieraz osady miocenu. Karpaty zewnętrzne (fliszowe) zbudowane są z wzajemnie przekładających się ławic zlepieńców, piaskowców, mułowców i iłowców, a podrzędnie występują tu skały węglanowe (margle i wapień) oraz krzemionkowe (rogowce, gezy). Osady te tworzą kilka jednostek – płaszczowin – zróżnicowanych pod względem litologiczno-facjalnym.

W całej prowincji karpackiej występują solanki i wody siarczkowe, w rejonie zewnątrzkarpackim zaś dodatkowo szczawy, które tworzą nieraz specyficzne szczawy chlorkowe.

Region zapadliska przedkarpackiego

a) Wody siarczkowe

Wody siarczkowe rejonu Buska występują głównie w skałach cenomanu, nierzadko w piaskach miocenu, i ujmowane są na głębokościach 71-620 m (Lisik, 2010). Są to wody typu Cl-Na, jodkowe, fluorkowe, siarczkowe, o mineralizacji 7,2-18,5 g/dm³. Wody Buska-Zdroju, Dobrowody i Lasu Winiarskiego pochodzą z infiltracji w okresie ostatniego interglacjału, zaś Solca-Zdroju i Wełnina – z zasilania w ciepłych klimatach po badenie, a przed czwartorzędem. Siarczany pochodzą z ługowania gipsów, a zasolenie z ługowania soli kamiennej w przeszłości, gdyż ich złoża zostały już całkowicie rozpuszczone. Tak więc są to wody słabo odnawialne hydrodynamicznie i nieodnawialne pod względem chemicznym (Zuber i inni, 2010).

W rejonie Krakowa wody siarczkowe ujęte są w trzech miejscowościach. W Krzeszowicach ze źródła i otworu wypływa woda SO₄-Ca-Mg, siarczkowa o mineralizacji 2,1-3,1 g/dm³, wieku wczesnoholoceńskiego. Związana jest ona z gipsami przykrytymi łąkami (Motyka i inni, 2003). Natomiast ze źródeł w Swoszowicach wypływa infiltracyjna woda o wieku ok. 90 lat, typu SO₄-HCO₃-Ca-Mg, siarczkowa o mineralizacji 2,4-2,8 g/dm³. Woda ta związana jest z serią gipsową, w której w przeszłości eksploatowano siarkę. Wody Matecznego znajdują się w lokalnym rowie tektonicznym ograniczonym zrębami zbudowanymi z jurajskich wapieni, w krasowych kieszeniach, w których znajdują się wypełnienia m.in. z gniazdami i laminami gipsów. Wody typu SO₄-Cl-Na-Mg-Ca o mineralizacji 1,6-4,5 g/dm³ ujęte są trzema odwiertami o głębokości 36-62,5 m. Są to wody wieku glacialnego (Zuber i inni, 2004).

Wody Horyńca-Zdroju, położonego na pograniczu zapadliska przedkarpackiego i Roztocza, związane są z wapieniami litotamniowymi oraz piaskami i piaskowcami baranowskimi starszego miocenu. Obszarem zasilania są tu wzgórza Roztocza. Wody ujęte dwoma otworami o głębokości ok. 30 m

posiadają typ $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-(Mg)-Na}$ i mineralizację $0,6\text{-}0,8\text{ g/dm}^3$, a zaliczyć je można do wód holocenijskich (Ciężkowski i inni, 2003). Natomiast przy granicy nasunięcia fliszu karpacciego na utwory zapadliska przedkarpacciego wypływają z warstw chodenickich wody Latoszyna, które ujmowane są jednym otworem, również o głębokości 30 m, i charakteryzują się typem $\text{SO}_4\text{-Ca}$ i mineralizacją $2,8\text{ g/dm}^3$. Są to również wody holocenijskie, o wieku ok. 90 lat (Ciężkowski i inni, 2003).

b) Solanki

Solanki w zapadlisku przedkarpaccim występują w Łapczycy koło Bochni oraz w zachodniej części zapadliska w Dębowcu i Zabłociu, wszędzie w utworach miocenu, a także w Busku-Zdroju w utworach jury. Solanki miocenijskie Dębowca, Łapczycy i Zabłocia są wodami okalającymi złoża ropy naftowej lub gazu, które były lub są obecnie również przedmiotem eksploatacji górniczej.

Wody Dębowca i Zabłocia charakteryzują się mineralizacją $33,7\text{-}43,1\text{ g/dm}^3$ oraz składem Cl-Na-Ca-Mg , I. Ujęte są kilkoma odwiertami o głębokości do 570 m. Są to zachowane morskie wody sedymentacyjne o znacznie przetworzonym składzie chemicznym (redukcja siarczanów), a zasolenie wyższe niż w wodach morskich spowodowane jest procesami ultrafiltracji. Taką samą genezę posiadają solanki Łapczycy, ujmowane dwoma odwiertami o głębokości do 1200 m i mineralizacji wód do 170 g/dm^3 (Chowaniec i inni, 2007).

Solanki Buska-Zdroju ujęte są dwoma odwiertami o głębokości 500 m, charakteryzują się mineralizacją $22\text{-}72\text{ g/dm}^3$ oraz posiadają skład Cl-Na , I, F. Są to przedplejstocenijskie wody infiltracyjne zasilane w ciepłym klimacie (Zuber i inni, 2010).

Region zewnątrzkarpacki

a) Szczawy

Szczawy Karpat polskich są przedmiotem licznych publikacji. Zbiorcze opracowania takich wód wraz z zestawieniem odpowiedniej literatury znaleźć można w pracach publikowanych (Chowaniec i inni, 2007; Ciężkowski, 2002; Paczyński, Płochniewski, 1996; Węclawik, 1991; i inni), a zwłaszcza niepublikowanych (Poprawa i inni, 1990; Porwiz i inni, 2002; Rajchel i inni, 2005). Geneza i wiek tych wód stanowią ostatnio przedmiot zbiorczych prac Chowańca i innych (2007), Zuber, Ciężkowskiego (2007), Zuber i innych (2007), a także innych autorów.

Szczawy zwykłe charakteryzują się mineralizacją w granicach $0,6\text{-}14,4\text{ g/dm}^3$ oraz głównie składem $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ i $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ i zawierają oprócz CO_2 także jony żelaziste i nierzadko jodkowe. Występują one w utworach

fliszowych w rejonach stref uskokowych ułatwiających infiltrację wód opadowych i doprowadzających w głąbny dwutlenek węgla. Za lecznicze uznaje się szczawy (od zachodu): Głębokiego, Piwnicznej-Zdroju, Łomnicy-Zdroju, Wierchomli Małej i Wielkiej, Zubrzyka, Żegiestowa-Zdroju, Andrzejówki, Milika, Muszyny, Szczawnika, Złockiego, Leluchowa, Jastrzębika, Powroźnika, Krynicy-Zdroju i Tylicza. Szczawy wypływają w kilkunastu źródłach lub są ujęte ponad osiemdziesięcioma odwiertami, najczęściej nie przekraczającymi głębokości 200 m. Są to wody współczesne i holocenijskie, przy czym na dnie dolin na głębokościach 150-200 m napotkać można wody wieku glacialnego.

Szczawy chlorkowe ujęto w Szczawie, Szczawnicy, Krościenku nad Dunajcem, Krynicy-Zdroju i Wysowej. Są to zazwyczaj mieszaniny wód dehydratacyjnych z wodami infiltracyjnymi, o typie chemicznym $\text{HCO}_3\text{-(Cl)-Na}$ lub $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca}$ i mineralizacji 1-29 g/dm³. Czyste wody dehydratacyjne występują tylko w Szczawie (ujęcie Szczawa II), Szczawnicy (Magdalena) i Wysowej (Aleksandra). W przypadku Krynicy-Zdroju i Złockiego ujęto mieszaniny wód dehydratacyjnych z wodami zapewne integralnymi – noszą one własną nazwę zuberów. Wody o składowej dehydratacyjnej stwierdzono ostatnio w Zubrzyku.

Do szczaw chlorkowych zaliczyć można też wody Iwonicza-Zdroju i Rymanova-Zdroju, ujęte w piaskowcach antykliny Iwonicza-Zdroju – Rymanova-Zdroju. Są to wody Cl- $\text{HCO}_3\text{-Na}$ o mineralizacji sięgającej kilkunastu g/dm³, ujęte w otworach głównie po poszukiwaniu złóż ropy naftowej. Według Porowskiego (2006) są one mieszaniną wód synsedymencyjnych, dehydratacyjnych i infiltracyjnych. Wody te należą do wód okalających wyeksploatowane złoża ropy naftowej i gazu ziemnego (Jackowicz-Korczyński, Weil, 2001).

b) Solanki

W regionie zewnątrzkarpackim za lecznicze uznano solanki występujące w skałach fliszu (Rabka-Zdrój) oraz w skałach starszego podłoża (Ustroń).

W Rabce-Zdroju od XIX w. solanki wykorzystywano do wazenia soli. Obecnie wypływają one w jednej studni i ośmiu odwiertach o głębokościach sięgających 1215 m. Są to wody typu Cl-Na, I, o mineralizacji 16-26 g/dm³, będące wodami diagenetycznymi mieszającymi się z wodami lokalnej infiltracji.

Solanki Ustronia rozpoznano dwoma otworami eksploatacyjnymi i jednym chłonnym, o głębokościach 1700-1837 m. Stwierdzono w nich występowanie w skałach serii węglanowej dewonu wód o mineralizacji ponad 120 g/dm³ i składzie Cl-Na-Ca, I, Fe. Są to wody paleoinfiltracyjne, które swój skład chemiczny uformowały wskutek długotrwałego oddziaływania ze skałami w podwyższonych temperaturach.

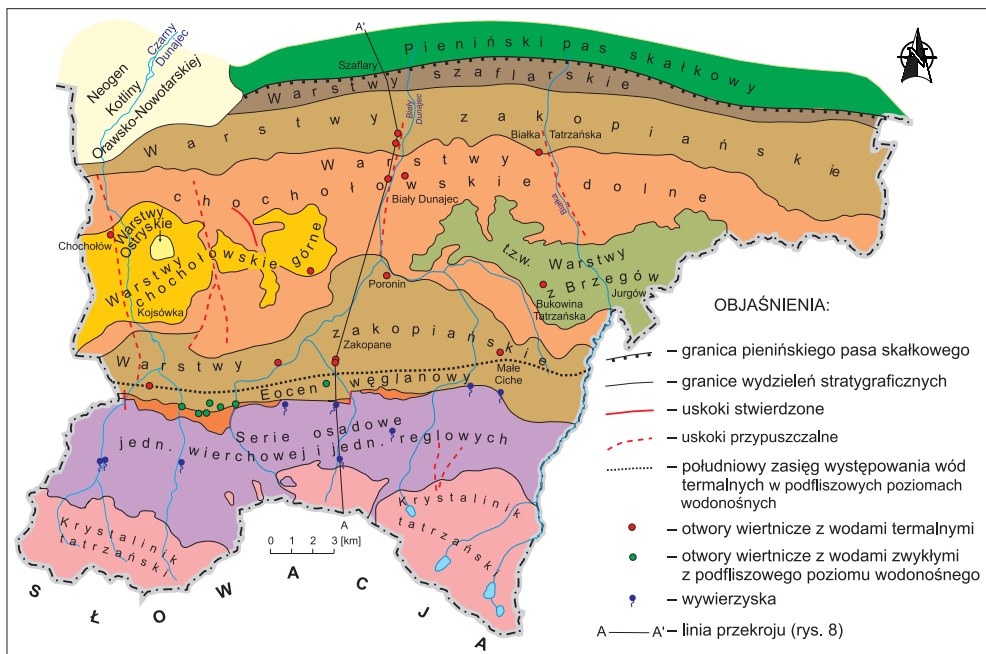
c) Wody siarczkowe

Wody siarczkowe pojawiają się w źródłach na obszarze Karpat dość często (Rajchel, 2000), jednak za lecznicze uznane zostały wody Wapiennego. Ujęte w dwóch źródłach oraz dwoma odwiertami wody związane są z serią piaskowcowo-lupkową górnej kredy. Są to wody typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-(Na)}$ o mineralizacji $0,2\text{-}0,5 \text{ g/dm}^3$ i zawartości siarkowodoru do ponad 10 mg/dm^3 . Wiek tych infiltracyjnych wód określić można na 6-7 lat (Ciężkowski i inni, 1996).

3.2. Wody termalne w niecce podhalańskiej

Warunki występowania wód termalnych

Niecka podhalańska, będąca częścią prowincji karpackiej – region Karpat wewnętrznych, stanowi unikalną pod względem hydrogeologicznym strukturę, odznaczającą się najkorzystniejszymi w Polsce warunkami geotermalnymi. Położona między Tatrami na południu a pienińskim pasem skałkowym na północy wypełniona jest paleogeńskimi utworami piaskowcowo-lupkowymi o miąższości dochodzącej do około 3000 m. Spągową, transgresywną część paleogenu stanowią skały węglanowe wykształcone w postaci zlepieńców, wapieni numulitowych i mułowców. Utwory te leżą głównie na węglanowych skałach mezozoicznych jednostek tatrzańskich (rys. 7). Uwa-



Rys. 7. Mapa geologiczna polskich Karpat wewnętrznych (Chowaniec, 2009).

runkowania geologiczno-strukturalne powodują, że w niecce podhalańskiej występują zarówno wody zwykłe, jak i termalne.

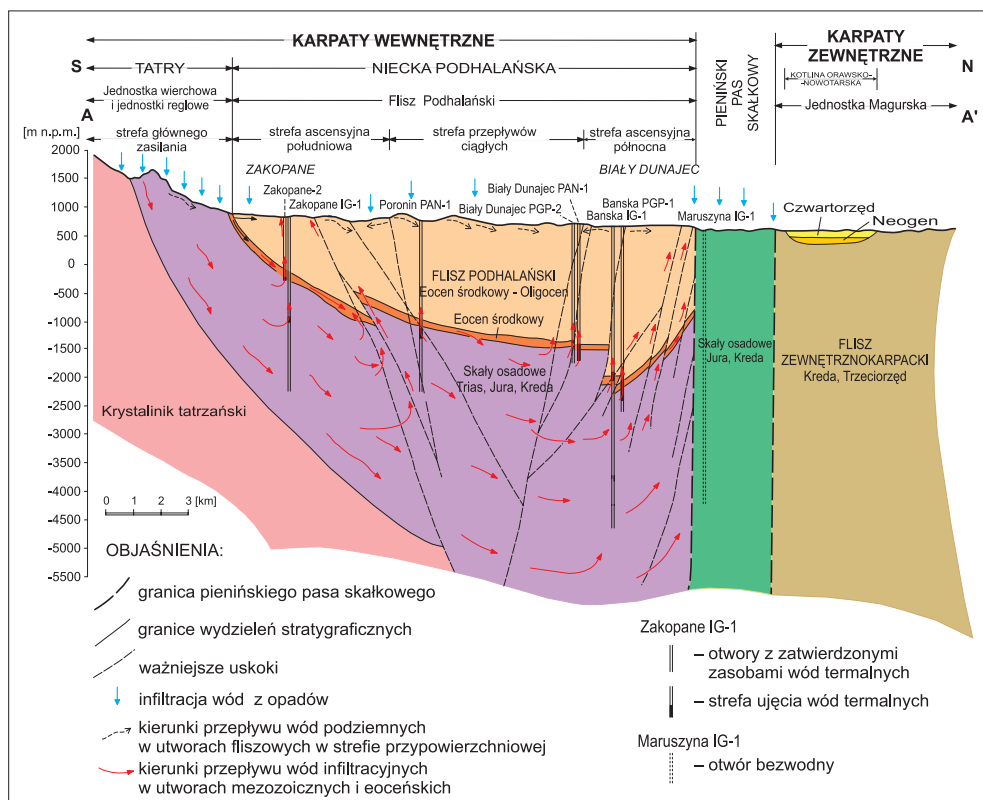
Obecność wód termalnych w tym rejonie związana jest z odsłonięciami skrasowiałych i spękanych mezozoicznych oraz eoceńskich skał węglanowych na obszarze Tatr, gdzie następuje ich zasilanie wodami meteorycznymi. Utwory te zapadają w kierunku północnym pod nieprzepuszczalne i słabo przepuszczalne osady fliszu podhalańskiego, zalegającego do głębokości około 3 km. Na tym obszarze, w odległości około 1 km od północnego brzegu Tatr aż do pienińskiego pasa skałkowego, wody zawarte w tych utworach stają się wodami termalnymi.

W obrębie Karpat zewnętrznych wody termalne meteoryczne nie występują z uwagi na niewielką przepuszczalność utworów fliszowych. Na większych głębokościach mogą lokalnie występować zamknięte struktury, zawierające wysokozmineralizowane wody termalne niemeteorycznego pochodzenia.

Pierwsze wzmianki o wodach termalnych na Podhalu datują się na połowę XIX wieku, kiedy to L. Zejszner (1844) odkrył w Jaszczurówce źródło o temperaturze 20,4°C. Po raz pierwszy wody termalne o wyraźnie wyższej temperaturze (36°C) uzyskano z otworu Zakopane IG-1 (Sokołowski, 1973). Dynamiczny rozwój badań wód termalnych na tym terenie nastąpił w późniejszym okresie (np. Chowaniec i inni, 1997; Kępińska, 2001; Małecka, 2003; Chowaniec, 2009).

Na obszarze niecki podhalańskiej występują dwa systemy przepływu wód podziemnych. Jeden z nich – lokalny, związany jest z utworami czwartorzędowymi i stropowymi ogniwami fliszu, natomiast drugi – regionalny, kształtuje się w skrasowiałych utworach węglanowych eocenu i mezozoiku. W tym drugim systemie występują wody termalne z obszarem zasilania w Tatrach, a skały fliszowe stanowią element izolujący od pierwszego poziomu (rys. 8). Wody te, uzyskiwane wierceniami usytuowanymi w odległości około 800-1000 m od brzegu Tatr, migrują ku północy zgodnie z kierunkiem zapadania serii wodonośnych, a następnie, na skutek szczelnej bariery, jaką stanowią utwory pienińskiego pasa skałkowego, rozprzeczają się wachlarzowato ku południowemu wschodowi i południowemu zachodowi poza granice państwa (rys. 9), przypuszczalnie z bardzo słabym drenażem przez przesączanie do góry na obszarze niecki, sugerowanym przez nieco podwyższone temperatury niektórych źródeł (Chowaniec, 2009). Zapewne w tym obszarze następuje silne zredukowanie prędkości przepływów w stosunku do części południowej, co wskutek wydłużenia czasu kontaktu wody ze skałą powoduje wyraźniejsze zmiany składu chemicznego wód.

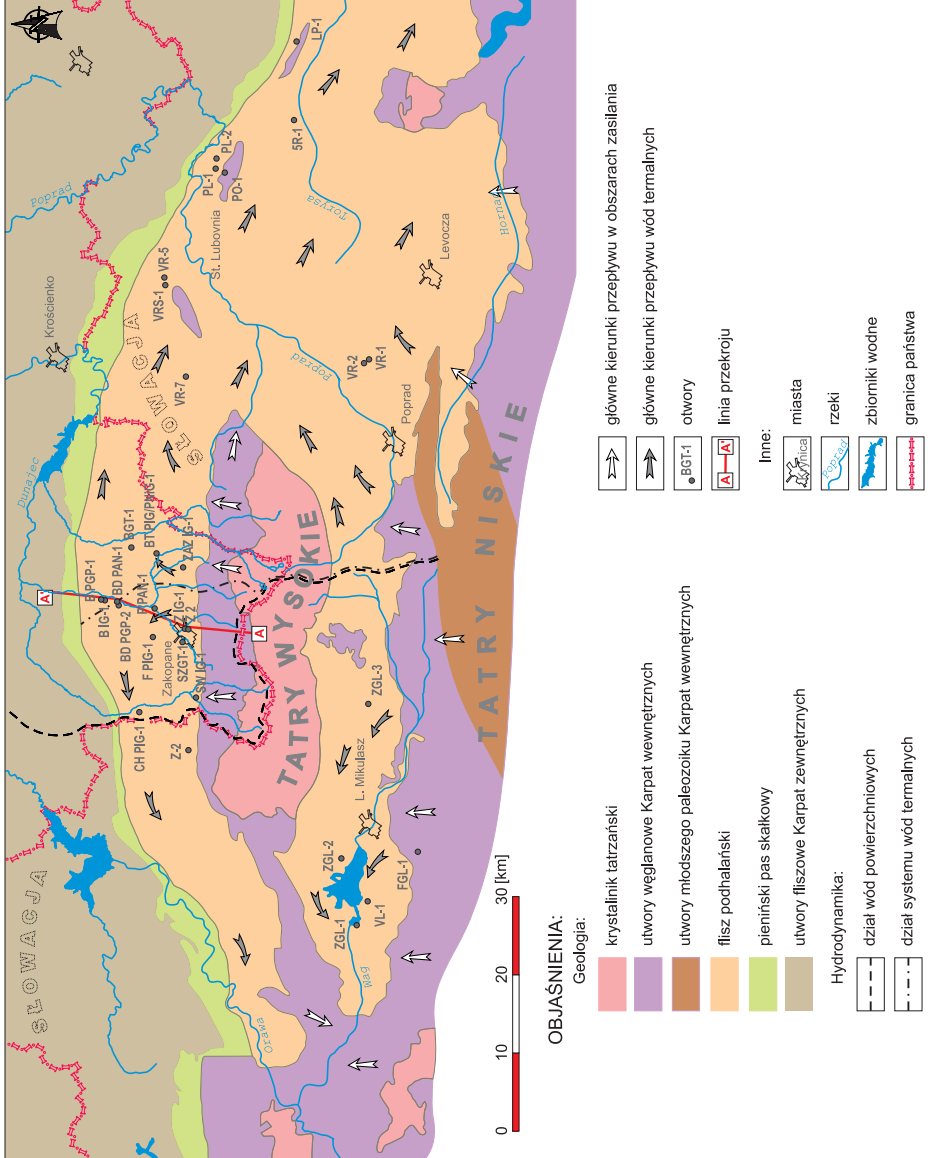
W stosunku do innych rejonów Polski w niecce podhalańskiej istnieją sprzyjające warunki do praktycznego wykorzystywania wód termalnych ze



Rys. 8. Przekrój geologiczny przez nieckę podhalańską wraz ze schematem przepływu wód podziemnych (Chowaniec, 2009).

względnie na korzystną budowę geologiczną, wysoką temperaturę (do 86°C na wypływie), niewysoką mineralizację (do 3 g/dm^3), wysoką wydajność (ponad $200\text{ m}^3/\text{h}$ z pojedynczego otworu), dobrą odnawialność zasobów i łatwą dostępność terenu.

Badania wykonane w latach 1996-1997 w trakcie testów hydrodynamicznych ujęć, w tym badania nad określeniem wieku wód, temperatury i składu jonowego, pozwoliły na stwierdzenie szeregu prawidłowości charakterystycznych dla wód podziemnych w podfliszowych poziomach niecki artezyjskiej Podhala. Mimo różnic głębokości ujęć i zróżnicowanej odległości od obszaru zasilania, współczynniki filtracji utworów podfliszowych wykazują zbliżone wartości, rzędu 10^{-6} m/s , podobne do wartości obserwowanych w otworach zlokalizowanych na Antałówce (Chowaniec, 2009). Z porównania wydajności notowanych w czasie wiercenia otworów z rezultatami uzyskanymi podczas zabiegów kwasowania wynika, że nastąpiło 4-8-krotne zwiększenie wydatku, a w otworze Biały Dunajec PAN-1 różnica ta jest nawet znacznie wyższa, gdyż wydajność wzrosła z $9\text{ m}^3/\text{h}$ do $270\text{ m}^3/\text{h}$. Korzyści z zabiegów



Rys. 9. Mapa hydrogeologiczna zbiornika wód termalnych Karpat wewnętrznych (wg T. Szklarczyka, w: Chowaniec i inni, 2007).

kwasowania otworów ujawniają się równocześnie w przyrostach temperatury wody na wypływie od kilkunastu do ponad 30°C.

Wody termalne niecki podhalańskiej są przypuszczalnie częściowo drenowane wskutek przesiąkania do góry przed pienińskim pasem skałkowym, gdzie stwierdzono obecność źródeł o temperaturach wody do około 2°C ponad średnie roczne temperatury w tym rejonie (Chowaniec, 2009). Efektem tego drenażu są przypuszczalnie niektóre źródła siarczkowe związane z obecnością stref dyslokacyjnych.

Wykorzystanie wód termalnych

Wody termalne najwcześniej zostały wykorzystane do celów grzewczych w rejonie Bańskiej Niżnej i Białego Dunajca (dublet otworów Bańska IG-1 i Bańska PGP-1 oraz Biały Dunajec PAN-1 i Biały Dunajec PGP-2). Po początkowej fascynacji tym odnawialnym źródłem energii i oczekiwanych korzyściach ekonomicznych okazało się, że koszty eksploatacji w obecnej chwili mogą przekraczać koszty tradycyjnego ogrzewania, a korzyści ekologiczne w postaci czystszej powietrza nad Zakopanem są mało przekonujące dla indywidualnych odbiorców energii. Z tego względu bardziej obiecujące są zastosowania rekreacyjno-lecznicze (Kępińska, Łowczowska, 2002).

Do celów rekreacyjnych wody termalne eksploatowane są obecnie przez otwory Zakopane IG-1 i Zakopane-2 celem wykorzystania w basenach kąpielowych zakopiańskiego Aqua Parku. Wybudowany został także duży ośrodek rekreacyjno-rehabilitacyjny w Bukowinie Tatrzańskiej, który wykorzystuje zarówno do celów grzewczych, jak i kąpielowych wodę z otworu Bukowina Tatrzańska PIG/PNiG-1 (Chowaniec, 2009). Od połowy 2011 r. działa zespół basenów w Białce Tatrzańskiej, zasilany wodą z otworu Białka Tatrzańska GT-1. Ośrodek kąpielowy istnieje także w Bańskiej Niżnej (ośrodek bazuje na energii cieplnej dostarczanej przez wodę z otworów wykonanych w tej miejscowości) oraz na Polanie Szymoszkowej, gdzie z otworu Szymoszkowa GT-1 wykorzystywana jest woda termalna w basenie otwartym w sezonie letnim, a także do zasilania pomp ciepła w innych porach roku. W przyszłości planowana jest budowa basenów w Witowie i Poroninie.

W obrębie niecki podhalańskiej do 2010 roku wykonano 14 otworów, z których uzyskano wody termalne o różnej temperaturze, wydajności, mineralizacji i różnym składzie jonowym, w zależności od głębokości ujęcia i odległości od północnego brzegu Tatr. Poniżej zostały zestawione ich podstawowe parametry (tab. 3).

Tab. 3. Parametry ujęć wód termalnych na terenie niecki podhalańskiej.

Lokalizacja / nazwa otworu	Parametry eksploatacyjne			
	Zasoby [m ³ /h]	Depre- sja [m]	Tempe- ratura [°C]	Minerali- zacja [g/dm ³]
Otwory wykorzystywane				
Zakopane/Zakopane IG-1	50	50	37	0,36
Zakopane/Zakopane-2	80	20	26	0,33
Zakopane/Szymoszkowa GT-1	80	11,5	27	0,38
Bańska Niżna/Bańska IG-1	120	185	82	2,7
Bańska Niżna/Bańska PGP-1	550	158	86	3,12
Biały Dunajec/Biały Dunajec PAN-1	200	otwór chłonny	82	2,6
Biały Dunajec/Biały Dunajec PGP-2	400	otwór chłonny	86	2,7
Bukowina Tatrzańska/ /Bukowina Tatrzańska PIG/PNiG-1	40	80	64,5	1,49
Murzasiczle/Zazadnia IG-1	25	45	22	0,19
Białka Tatrzańska/Białka Tatrzańska GT-1	38	355	73	1,79
Planowane kompleksy termalne				
Witów/Chochołów IG-1	120	150	82	1,24
Poronin/Poronin PAN-1	70	134	63	1,14
Otwory niewykorzystywane				
Zakopane/Furmanowa IG-1	90	27,5	60,5	0,58
Witów/Siwa Woda IG-1	4,0	55,0	20	0,42

Suma zasobów eksploatacyjnych (bez uwzględniania zasobów otworów chłonnych) wynosi 1267 m³/h.

Zasoby dyspozycyjne wód termalnych niecki podhalańskiej zostały określone w roku 1997 w dokumentacji wykonanej przed odwierceniem szeregu nowych otworów na 983,3 m³/h dla obszaru zasobowego o powierzchni 350 km² oraz obszaru alimentacji (Tatry) o powierzchni 200 km² (Chowaniec i inni, 1997). Jak widać, obecnie obowiązujące zasoby eksploatacyjne przekraczają ustaloną wówczas wielkość zasobów dyspozycyjnych. W rzeczywistości bilans wykorzystania zasobów w niecce podhalańskiej wygląda korzystniej ze względu na fakt wtłaczania części wód wykorzystanych do systemu wodonośnego.

Należy podkreślić, że niecka podhalańska jest strukturą hydrogeologiczną, w której ma miejsce najintensywniejsze wykorzystanie wód termalnych w Polsce. Jednak tylko w Białym Dunajcu wody wykorzystane (schłodzone) wtłaczane są na powrót do górotworu. W pozostałych ujęciach wody te zrzucane są do cieków powierzchniowych. Stwarza to duże zagrożenie dla zasobów wód termalnych zgromadzonych w obrębie niecki podhalańskiej. Zagrożone mogą być szczególnie te ujęcia, które położone są w jednej linii na kierunku przepływu wód podziemnych. Rozwiązania tego problemu upatrywać można we wprowadzeniu dla przyszłych inwestorów, którzy będą ubiegać się o koncesje na poszukiwanie i rozpoznanie wód termalnych w niecce podhalańskiej, wymogu eksploatacji połączonej z zatłaczaniem oraz lokalizacją ujęć na liniach przepływu, na których nie wykonano wcześniej otworów.

3.3. Wody termalne i lecznicze Niżu Polskiego

Warunki występowania wód termalnych i leczniczych

Wody termalne na obszarze Niżu Polskiego zostały rozpoznane na znacznej powierzchni prowincji platformy paleozoicznej. Jej umowne granice stanowią: zapadlisko przedkarpackie i zapadlisko Górnego Śląska od strony południowej, blok przedsudecki od południowego zachodu, linia Teyissyera-Tornquista od północnego wschodu. Północno-zachodnią granicę stanowi linia Bałtyku, chociaż platforma paleozoiczna przedłuża się poza granicę państwa (Paczyński, Sadurski, red., 2007). W obrębie tej platformy występują struktury tektoniczne o charakterze rozległych synklinoriów: szczecińsko-łódzko-miechowskie (z nieckami: szczecińską, mogileńsko-łódzką, miechowską) i brzeżne (z nieckami: pomorską, warszawską, lubelską). Te dwa synklinoria rozdzielone są antyklinorium środkowopolskim, które również dzieli się na mniejsze bloki: pomorski, kujawski i świętokrzyski.

W obrębie tych rozległych struktur synklinalnych wykształcone są dwa główne zbiorniki wód termalnych o największym znaczeniu użytkowym: zbiornik dolnojurajski i zbiornik dolnokredowy. Charakteryzują się one rozległością występowania i stosunkowo słabym zaangażowaniem tektonicznym. Wody termalne występują w ośrodku porowo-szczelinowym zbudowanym z piasków i piaskowców, które zawierają przewarstwienia utworów słabo przepuszczalnych: iłowców, iłowców piaszczystych, mułowców i mułowców piaszczystych. Oba zbiorniki wód termalnych na większości obszaru są izolowane od powierzchni terenu poprzez nadkład skał młodszych – kenozoicznych. Główne zasilanie ma miejsce na podkenozoicznych wychodniach, a więc w brzeżnych strefach struktur synklinalnych. Mniej intensywne jest

zasilanie poprzez półprzepuszczalne utwory czwartorzędowe lub paleogeńsko-neogeńskie zalegające na osadach kredowych bądź jurajskich oraz poprzez okna hydrogeologiczne w podłożu czwartorzędu. Ważnym elementem zasilania są też przepływy wzdłuż stref tektonicznych (Szczepański, 1990).

Bazę drenażową zbiornika dolnojurajskiego i dolnokredowego stanowią współczesne ciekły powierzchniowe wraz z systemami pradolin (Szczepański, 1990). Elementem umożliwiającym drenaż są te same cechy strukturalno-tektoniczne, które warunkowały zasilanie, lecz przy odwrotnie skierowanym gradientie hydraulicznym. Stopień rozpoznania zbiorników jest na tyle słaby, że nie ma podstaw do ilościowej charakterystyki zasilania i drenażu ani do oceny ich zasobów dyspozycyjnych.

Charakterystyka warunków hydrodynamicznych zbiorników wód termalnych opiera się na wartościach ciśnień zredukowanych (sprowadzonych). Sprowadzenie ciśnień do wartości porównywalnych jest konieczne ze względu na niejednorodność wód termalnych w poszczególnych opróbowanych otworach, odznaczających się zmienną gęstością, zależną dodatkowo od temperatury i mineralizacji. Redukcja polega na zamianie zmierzonego w otworze poziomu wody na równoważny jej słup wody słodkiej wg formuły:

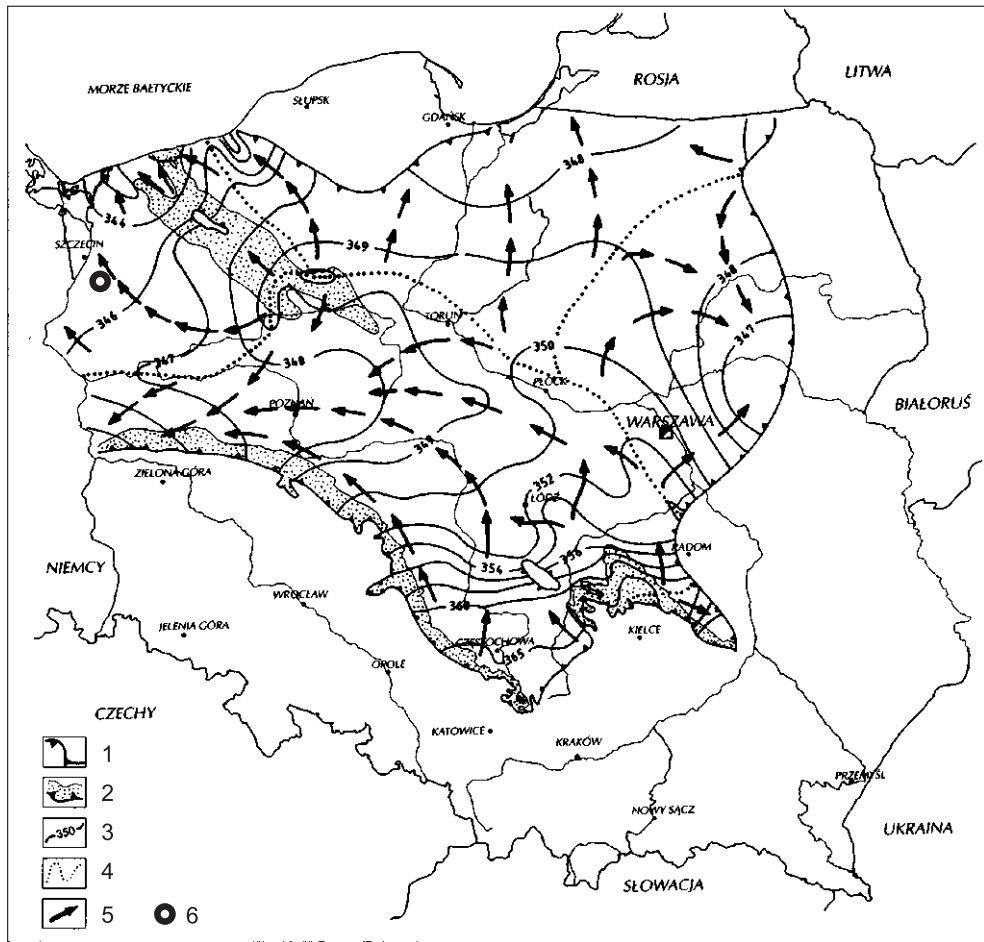
$$H_{\text{red}} = H \cdot \rho_w$$

gdzie:

H_{red}	– zredukowana wysokość naporu	[m],
H	– rzeczywista wysokość naporu	[m],
ρ_w	– gęstość właściwa wody w danych warunkach temperatury i ciśnienia	[g/cm ³].

Redukcja wysokości naporu jest konieczna w każdym przypadku, gdy chcemy porównywać ze sobą ciśnienia mierzone w różnych otworach. Typowym działaniem porównawczym jest np. sporządzanie mapy pola hydrodynamicznego analizowanego zbiornika lub jego fragmentu. Do analizy ciśnień zbiorników mezozoicznych Niżu Polskiego przyjęto jako poziom odniesienia środek najgłębszego interwału opróbowania analizowanego zbiornika, tj. 3293 m n.p.m. dla zbiornika jurajskiego i 2414 m n.p.m. dla zbiornika kredowego (Szczepański, 1990). W oparciu o te zasady przedstawione zostały mapy zredukowanych ciśnień obu zbiorników wód termalnych (rys. 10, 11).

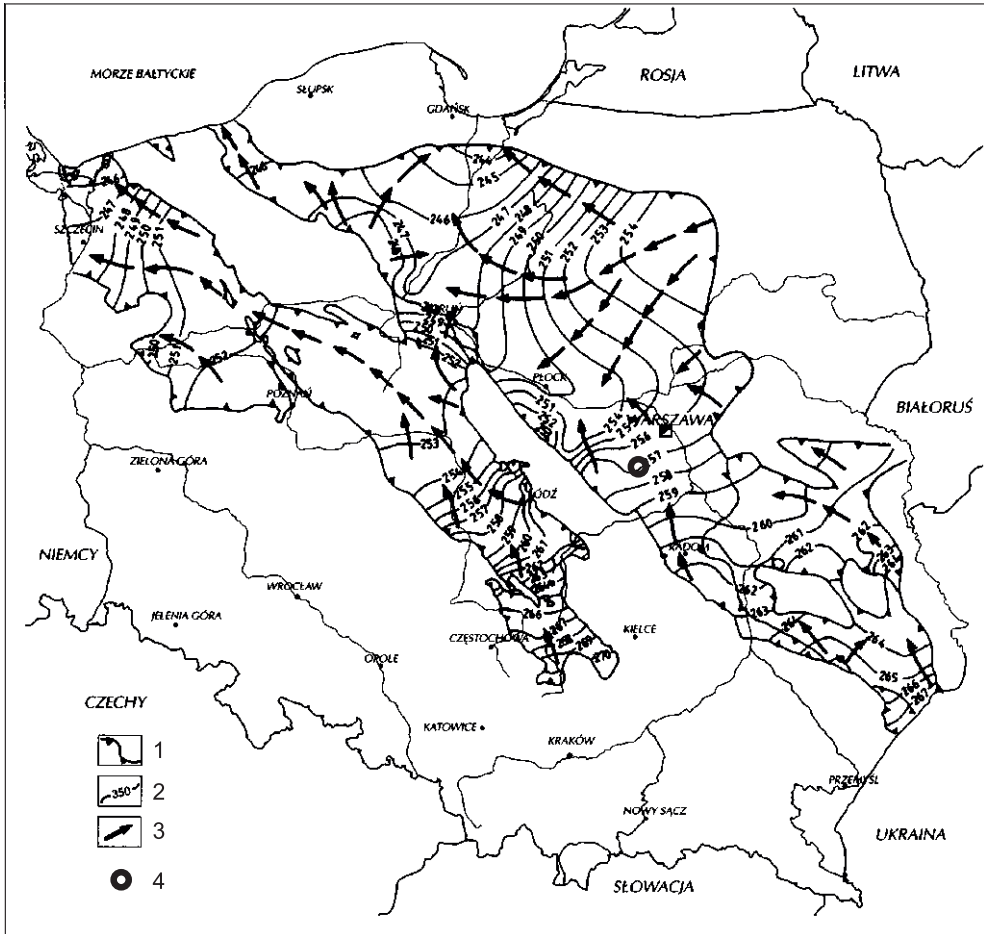
Poglądy na wiek wód występujących w strukturach mezozoicznych Niżu Polskiego od lat były zróżnicowane. Generalnie przyjmuje się, że są to wody mieszane, z dominującą składową paleoinfiltracyjną z okresu przedplejstoceńskiego (Zuber, Ciężkowski, 2007), lub że dominującą składową stanowią wody synsedymencyjne (Dowgiałło, Nowicki, 1999). Intensywność mieszania ze współczesnymi wodami infiltracyjnymi jest uwarunkowana odległością



Rys. 10. Mapa pola hydrodynamicznego dolnojurajskiego zbiornika wód podziemnych (Górecki, 1995).

- 1 – zasięg występowania utworów jury dolnej,
- 2 – wychodnie utworów jury dolnej pod utworami kenozoicznymi lub na powierzchni terenu,
- 3 – izolinie zredukowanego ciśnienia wód podziemnych w atm. n.p.o. (poz. odniesienia: 3293 m n.p.m.),
- 4 – działy wód podziemnych,
- 5 – główne kierunki przepływu wód podziemnych,
- 6 – otwory geotermalne w Stargardzie Szczecińskim omówione w rozdz. 5.

od wychodni osadów mezozoicznych. Silne zasolenie wód termalnych w głębokich partiach struktur synklinalnych interpretowane jest jako wynik ługowania osadów solnych, powstałych w wyniku sedymentacji cechsztyńskiej i wskutek późniejszych ruchów tektonicznych przebijających w wielu miejscach osady mezozoiczne. Przenoszeniu produktów tego ługowania sprzyjały



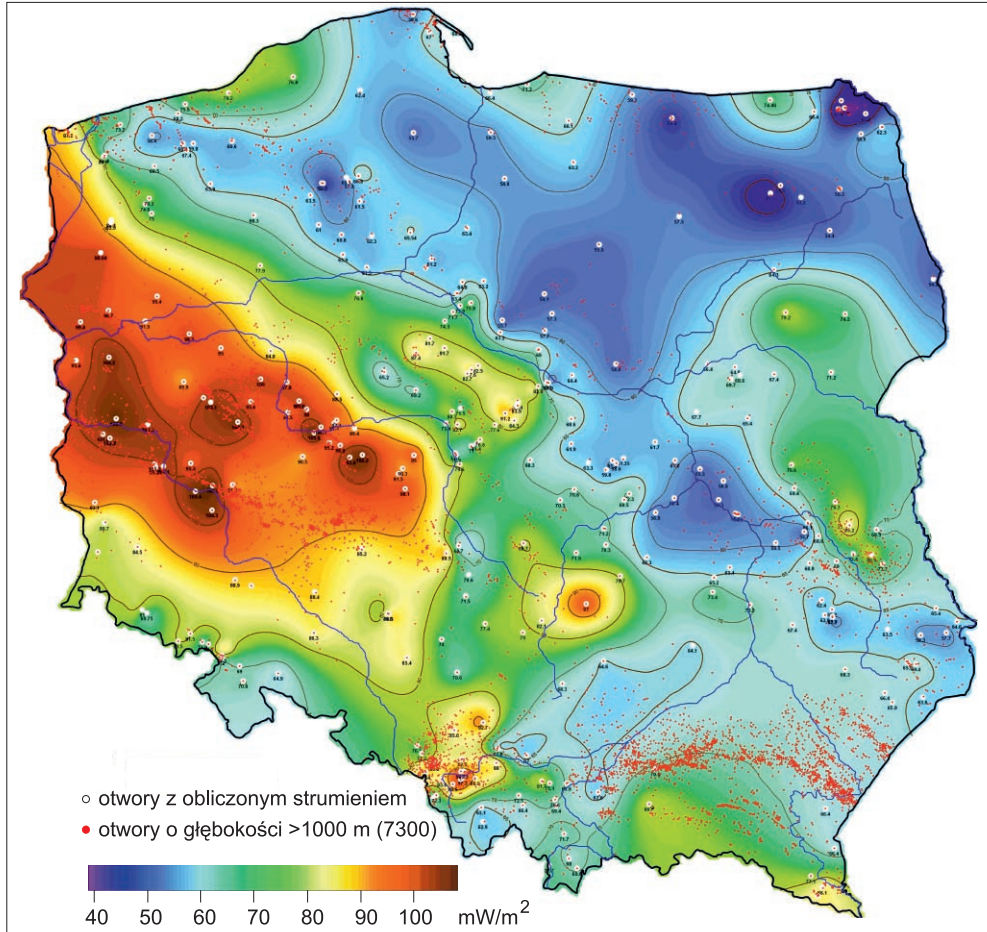
Rys. 11. Mapa pola hydrodynamicznego dolnokredowego zbiornika wód podziemnych (Górecki, 1995).

- 1 – zasięg występowania utworów kredy dolnej oraz utworów albu w synklinorium lubelskim,
- 2 – izolinie zredukowanego ciśnienia wód podziemnych w atm. n.p.o. (poz. odniesienia: 2414 m n.p.m.),
- 3 – główne kierunki przepływu wód podziemnych,
- 4 – otwór Mszczonów IG-1 omówiony w rozdz. 5.

zmiany kierunków przepływu wód w przeszłości geologicznej, np. w plejstocenie, na skutek topnienia lądolodów (Zuber, Ciężkowski, 2007).

Wnikanie wód infiltracyjnych na znaczne głębokości, ułatwione czynnikami strukturalnymi, tj. ukształtowaniem podłoża struktur synklinalnych, powoduje, że wody te są ogrzewane dzięki działaniu strumienia ciepłego ziemi. Zwłaszcza obszar synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskiego charakteryzuje się korzystnymi anomaliami w rozkładzie gęstości strumienia

ciepłego (rys. 12). Wraz z głębokością wzrasta temperatura wód, jednak rośnie także mineralizacja. W pograżonych głębiej partiach mineralizacja przekracza 100 g/dm^3 i jest to poważne utrudnienie w wykorzystaniu tych wód. Tam, gdzie występują osady gipsowe i anhydrytowe, powstają wody siarczanowe i siarczanowe-siarczkowe. W wielu rejonach, np. na Kujawach czy Pomorzu Zachodnim, zasolone wody podziemne obserwowane są przy samej powierzchni terenu lub nawet wypływają na powierzchnię.



Rys. 12. Mapa gęstości strumienia ciepłego Polski (Szewczyk, Gientka, 2009).

Wykorzystanie wód termalnych i leczniczych

Początek wykorzystaniu na Niżu Polskim wód termalnych do celów energetycznych dała budowa ciepłowni geotermalnej w Pyrzycach. Odwiercono tu dwa dublety eksploatacyjno-chłonne, których łączne zasoby wynoszą 340 m³/h. Kolejną inwestycją była budowa ciepłowni w Mszczonowie, jak na polskie warunki nietypowej, ponieważ eksploatowane są tu wody słodkie, które nie wymagają wtłaczania do górotworu. Po odebraniu z nich ciepła są one wykorzystywane do celów pitnych. Z kolei system w Uniejowie bazuje na dwóch otworach chłonnych i jednym otworze eksploatacyjnym o zasobach 120 m³/h. W Stargardzie Szczecińskim odwiercono jeden otwór eksploatacyjny i jeden chłonny, a zasoby tego układu ustalono w wysokości 200 m³/h. Łączna moc zainstalowana w tych ciepłowniach wynosi 70 MW_t, z tego z geotermii pochodzi 29,3 MW_t (tab. 4). Pozostała część to wspomaganie w okresach szczytowych przy użyciu innych nośników energii – np. gazu.

Wymienione instalacje geotermalne na dziś dzień są jedynymi, które na terenie Niżu Polskiego wykorzystują wody termalne na szerszą skalę do produkcji energii cieplnej. Istnieje także cały szereg instalacji geotermalnych o niewielkich mocach, funkcjonujących w zakładach balneologicznych, np. w Ciechocinku, Grudziądzu, Konstancinie (Bujakowski, 2010).

Tab. 4. Główne parametry ciepłowni geotermalnych na Niżu Polskim (Bujakowski, 2010).

Lokalizacja	Wydajność [m ³ /h]	Temperatura [°C]	Moc zainstalowana [MW _t]		Produkcja energii [TJ/rok]
			całkowita	z geotermii	
Pyrzyce	340	61	48,0	15,0	130
Mszczonów	60	41	7,4	1,1	45
Uniejów	120	68	5,6	3,2	19,6
Stargard Szczeciński	200	87	10,0	10,0	120

Obecnie w obrębie Niżu Polskiego realizowane są kolejne prace zmierzające do wykorzystania wód termalnych. W trakcie realizacji są inwestycje w Toruniu, Kleszczowie, Poddębicach, Gostyninie, Skierniewicach, Tarnowie Podgórnym, Lidzbarku Warmińskim, Piasecznie. Część z nich czeka na odwiercenie otworów chłonnych, bez których niemożliwe jest zagospodarowanie zasolonych wód termalnych, w części prowadzone są prace nad wybudowaniem odpowiedniej infrastruktury naziemnej, jak np. rurociągi. Istnieje wiele projektów prac geologicznych, które czekają na realizację, nawet w rejonach o niezbyt korzystnych warunkach geotermicznych (np.

Bychawa na terenie niecki lubelskiej). W większości z nich wykorzystanie wód termalnych przewidziane jest do celów rekreacyjnych.

Wody o mineralizacji chlorkowo-sodowej, zarówno chłodne, jak i termalne, w niektórych miejscowościach Nizy Polskiego zostały uznane za lecznicze. Do uzdrowisk wykorzystujących je w celach balneologicznych należą: Ciechocinek, Konstancin-Jeziorna, Sopot, Ustka, Kołobrzeg, Połczyn-Zdrój, Kamień Pomorski, Świnoujście. W uzdrowisku Wieniec-Zdrój eksploatuje się wody siarczanowe typu $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$, a w Nałęczowie słabozmineralizowane wody żelaziste.

4. Sposoby wyznaczania obszarów i terenów górniczych

4.1. Przegląd dotychczas stosowanych metod

Dotychczasowy brak zasad wyznaczania obszarów i terenów górniczych dla złóż wód leczniczych i termalnych spowodował, że obszary te wyznaczone były w różny sposób. W roku 2002 Sadurski i Sokołowski przedstawili co prawda pewne zalecenia, jednak nie miały one charakteru obowiązujących wytycznych. Poniżej przedstawiono krótki przegląd metod prezentowanych w dokumentacjach hydrogeologicznych i innych opracowaniach, oparty w głównej mierze o analizę materiałów zgromadzonych w Centralnym Archiwum Geologicznym.

O b s z a r y g ó r n i c z e

Jak przedstawiono w rozdz. 1.2, obszary ochronne dla wód mineralnych zaczęto tworzyć od początku XIX w. Najstarsze granice obszarów ochronnych miały kształt kół, zwanych początkowo okręgami ochrony, a od początku XX w. okręgami ochrony górniczej, choć już nie musiały mieć kształtu kołowego. W rozporządzeniu Rady Ministrów z 1965 r. w sprawie obszarów górniczych (Dz. U. Nr 54, poz. 332, § 31.1) postanowiono, że dotychczasowe okręgi ochrony górniczej złóż wód leczniczych (mineralnych) mogą zostać uznane za obszary górnicze dla wód leczniczych. W ten sposób w wielu miejscowościach automatycznie powielone z przeszłości granice nie posiadały swego merytorycznego uzasadnienia. Tylko w niektórych uzdrowiskach sporządzono w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX w. operaty obszarów górniczych, a w niektórych przypadkach nawet zmieniono ich granice. Natomiast dokumentacje hydrogeologiczne złóż wód leczniczych z późniejszych lat już zawierają takie informacje.

W świetle powyższego stopień uzasadnienia przebiegu granic obecnych obszarów górniczych jest zróżnicowany. W większości starszych dokumentacji argumentami za przyjęciem przebiegu granic były:

- przesłanki natury geologicznej,
- przesłanki natury morfologicznej – powierzchnia zlewni hydrologicznej,
- gdy brak było powyższych przesłanek, granicę (np. w poprzek jednostek geologicznych) prowadzono w odległości 1000 m (np. Goczałkowice) do 1500 m od ujęć (np. Rabe),
- gdy górne partie zlewni są zalesione – pomijano je przy wyznaczaniu granic (np. Szczawa).

T e r e n y g ó r n i c z e

Po powołaniu w 1977 r. do życia terenów górniczych przyjęto zasadę, że w związku z brakiem lub niewielkim wpływem eksploatacji wód leczniczych na środowisko granice terenu górniczego powinny pokrywać się z granicami istniejących już obszarów górniczych, ale w uzasadnionych przypadkach mogą być większe. Do tej pory tylko w przypadku sześciu złóż teren górniczy jest większy niż obszar górniczy, a w jednym – mniejszy (rozd. 1.2).

Tab. 5. Podstawowe metody wyznaczania obszarów i terenów górniczych dla wód podziemnych uznanych za kopaliny.

Lp.	Charakterystyka stosowanej metody wyznaczenia obszaru górniczego (OG) i terenu górniczego (TG)	Tytuł opracowania
I. Wody termalne na Niżu Polskim i w niecce podhalańskiej		
I.1. Dublety eksploatacyjno-chłonne*		
I.1.1	Granice OG wytyczone wzdłuż zewnętrznego obrysu urządzeń służących do poboru i przesyłania wody. Granicę dolną i górną stanowią spąg i strop ujętego poziomu wodonośnego. TG tożsamy z OG.	<i>Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej dla potrzeb m. Pyrzyce (K. Bujakowska, H. Biernat, A. Bentkowski, J. Kapuściński, 1995, POLGEOL SA)</i> Ustalone zasoby: 340 m ³ /h.
I.1.2	OG wyznaczony wzdłuż umownej granicy obniżenia ciśnienia (depresji) w otworze eksploatacyjnym i otworze chłonnym, skorygowany przebiegiem sieci hydrograficznej (np. wzdłuż dolin rzecznych). TG tożsamy z OG.	<i>Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej określającej zasoby eksploatacyjne wód termalnych z utworów kredy dolnej rejonu Uniejowa (A. Bentkowski, H. Biernat, K. Bujakowska, J. Kapuściński, 2001, POLGEOL SA).</i> Ustalone zasoby: 67 m ³ /h.

I.1.3	Granice OG określa umowna izolacja zmiany ciśnienia (depresji) w otworze eksploatacyjnym i otworze chłonnym. Granicę dolną i górną stanowią spąg i strop ujętego poziomu wodonośnego. TG tożsame z OG.	<i>Dodatek do dokumentacji ustalającej zasoby eksploatacyjne wód termalnych z utworów kredy dolnej rejonu Uniejowa wraz z określeniem warunków hydrogeologicznych w związku z włączaniem wód do dolnokredowego poziomu wodonośnego</i> (A. Bentkowski, H. Biernat, J. Kapuściński, A. Posyniak, POLGEOL SA, 2005). Ustalone zasoby: 120 m ³ /h.
I.1.4	OG obejmuje część obszaru spływu do otworu eksploatacyjnego i część obszaru odpływu z otworu chłonnego ograniczone izolacją zmian ciśnienia (depresji) o umownej wartości. Granicę dolną i górną stanowią spąg i strop ujętego poziomu wodonośnego. TG tożsame z OG.	<i>Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z utworów jury dolnej w Stargardzie Szczecińskim wraz z określeniem warunków włączania wód wykorzystanych do górotworu</i> (A. Bentkowski, H. Biernat, A. Posyniak, J. Kapuściński, 2006, POLGEOL SA) Ustalone zasoby: 200 m ³ /h.
I.2 Pojedyncze otwory eksploatacyjne		
I.2.1	Granice OG według zasięgu prognozowanego leja depresji. TG tożsame z OG.	<i>Dokumentacja hydrogeologiczna dla ustalenia zasobów eksploatacyjnych wód termalnych w otworze Bukowina Tatrzańska PIG/PNiG-1</i> (J. Chowaniec, S. Nagy, P. Freiwald, M. Łopuszyńska, PIG – Oddz. Karpacki, 2004). Ustalone zasoby: 40 m ³ /h.
I.2.2	Granice TG wyznaczone bez podbudowy metodycznej, jako subiektywnie wytyczony wielobok, który zapewnić będzie ochronę zasobów wód termalnych. OG nie wyznaczony.	<i>Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Szymoszkowa GT-1 w miejscowości Zakopane</i> (J. Chowaniec, W. Bujakowski, S. Graczyk, G. Hołojuch, B. Kępińska, S. Nagy, B. Olszewska, A. Zuber, PAN – Kraków, PIG – Oddz. Karpacki, 2006). Ustalone zasoby: 120 m ³ /h.
I.2.3	Granice OG według zasięgu prognozowanego leja depresji, skorygowane celem uwzględnienia ochrony zasobów ujęć już pracujących w sąsiedztwie. TG tożsame z OG.	<i>Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych z otworu Białka Tatrzańska GT-1</i> (L. Wątor, A. Spinczyk, J. Wieczorek, K. Bystroń, P. Długosz, GEOKRAK, 2008). Ustalone zasoby: 38 m ³ /h.

I.2.4	Obszar górniczy obejmuje swym zasięgiem obszar wpływu ujęcia (lej depresji) oraz obszar zasobowy. Rozległość wyznaczonego w ten sposób obszaru górniczego uzasadniona jest tym, że pozostawia się w jego obrębie miejsce na przyszły otwór chłonny. TG tożsamy z OG.	<i>Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód termalnych Poronin PAN-1</i> (B. Bielec, M. Kukuła, GEOPROFIL, 2010). Ustalone zasoby: 70 m ³ /h.
I.2.5	Obszar górniczy zgodny z obszarem zasobowym ujęcia wyznaczonym poprzez ograniczenie obszaru spływu wody do ujęcia izochroną 25 lat dopływu. TG tożsamy z OG.	<i>Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne złoża wód termalnych utworów dolnej kredy w miejscowości Poddebice</i> (J. Tadych, M. Rasoła, Therm House, 2010). Ustalone zasoby: 190 m ³ /h.
II. Wody lecznicze na Nizinie Polskiej		
II.1	OG obejmuje fragment Pradoliny kołobrzESCO-kamiENskiej o bardzo małej miAższości gliny zwałowej izolującej utwory bajonu, z których eksploatuje się wody lecznicze. OG powiększono w 1984 r., obejmując nim wschodnią dzielnicę miasta, w której planowano wykonanie nowych ujęć (OG „Kołobrzeg I”), a także w 1990 r., obejmując wykonane jeszcze dalej, na wschód położone ujęcie wody leczniczej (OG „Kołobrzeg II”).	<i>Obszar górniczy „Kołobrzeg”...</i> (Obsługa Techniczna Uzdrowisk Warszawa, 1967).
II.2	OG obejmuje obszar ustalonego w 1923 r. okręgu ochrony górniczej oraz dodatkowy obszar ustalony w wyniku przeprowadzonych badań.	<i>Obszar górniczy „Busko”...</i> (PP Obsługa Techniczna Uzdrowisk, Warszawa, 1968).
	OG powiększono dwukrotnie. Ostatnio (2010 r. – OG „Busko II”) obszar powiększono w kierunku dopływu wód określonego za pomocą modelowania matematycznego, a także sięgając po granice sąsiedniego OG „Las Winiarski”.	<i>Dodatek nr 2 do Dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód siarczkowych do celów leczniczych...</i> (G. Gorczyca, J. Krawczyk, J. Fiszer, M. Tott, PG S.A. Kraków).
II.3	OG obejmuje obszar, gdzie pod utworami czwartorzędowymi i trzeciorzędowymi występuje płat utworów kredowych, a w południowej części OG utwory jury; wszędzie tam stwierdzono występowanie horyzontów solankowych.	<i>Obszar górniczy „Solec-Zdrój”...</i> (A. Sławiński, PP Obsługa Techniczna Uzdrowisk Warszawa, 1968).

III. Wody lecznicze w obszarach górskich i przedgórskich		
III.1	Granicę OG od wschodu stanowi granica filaru ochronnego ujęcia „Nowy-1” o promieniu 1000 m, w innych kierunkach granice zależą od zapory wodnej i obszarów istniejącej i planowanej zabudowy, tak, by objąć „rejon znacznej miąższości utworów mioceńskich, stanowiących podstawę chemizmu wód leczniczych”.	<i>Obszar górniczy „Goczałkowice-Zdrój”...</i> (A. Sławiński, A. Sokołowski, Balneoprojekt, Warszawa, 1968).
III.2	Zweryfikowany w 1889 r. OG złoża Swoszowice posiada mniejszą powierzchnię i prostoliniowe granice. Kryteria: przesłanki natury geologicznej i geomorfologicznej; kierowano się zabezpieczeniem potencjalnych obszarów zasilania i kierunków dopływu wody.	<i>Dokumentacja hydrogeologiczna w kategorii B złoża leczniczych wód mineralnych ... w miejscowości Swoszowice.</i> (S. Alexandrowicz, K. Bogacz, S. Węclawik, AGH, Kraków, 1971). Ustalono zasoby: 7,8 m ³ /h.
III.3	OG obejmuje zlewnię geologiczną i w dużej części zlewnię hydrologiczną; nieobjęte ochroną górskie partie zlewni stanowią tereny zalesione i nie stwarzają zagrożeń dla złoża wód.	<i>Obszar górniczy „SZCZAWA”...</i> (A. Sokołowski, Balneoprojekt, Warszawa, 1974).
III.4	OG obejmuje wycinek łuski Bystrego, gdzie na powierzchni pojawiają się utwory produktywne. Częściowo granice biegną w poprzek łuski w odległości 1500 m od odwiertów, co ma gwarantować ochronę wód przed demineralizacją lub zanieczyszczeniem.	<i>Obszar górniczy „RABE”...</i> (A. Sokołowski, Balneoprojekt, Warszawa, 1975); ostatecznie obszaru górniczego formalnie nie utworzono.
III.5	OG obejmuje cały obszar infiltracji wód zwykłych i prawdopodobnie (wg ówczesnych poglądów) cały obszar infiltracji wód leczniczych.	<i>Obszar górniczy „Lądek-Zdrój”...</i> (PP Obsługa Techniczna Uzdrowisk Warszawa, 1968).

* Dla dubletów eksploatacyjno-chłonnych narzędziem obliczeniowym we wszystkich przypadkach był model matematyczny.

4.2. Zalecane sposoby wyznaczania obszarów i terenów górniczych

Tak jak zasygnalizowano to już w rozdziale 1, ochrona zwykłych wód podziemnych oparta jest o przepisy ustawy Prawo wodne. Zgodnie z nimi dla ujęć tych wód możliwe jest ustanawianie stref ochronnych, prowadzenie monitoringu ilości i jakości wód, a dla jednostek bilansowych tworzy się cały szereg dokumentów planistycznych: bilanse wodnogospodarcze, warunki

korzystania z wód, plany gospodarowania wodami, program wodno-środowiskowy kraju. Wody uznane za kopaliny tym wymogom nie podlegają – dla nich obowiązujące są przepisy Prawa geologicznego i górniczego – Pggig.

Analizując przepisy tego prawa, trudno jest doszukać się jednoznacznych zaleceń co do ochrony ujęć złóż wód leczniczych i termalnych, tj. tak ochrony samych ujęć, jak też ich obszarów zasilania. Ochrona złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin polega jedynie na ograniczeniu praw ich pozyskiwania przez podmiot, który uzyskał koncesję na wydobywanie kopaliny z określonej przestrzeni będącej obszarem górniczym. Przepisy Pggig, mówiące o obszarze górniczym i terenie górniczym, sformułowane pierwotnie dla złóż kopalin stałych oraz złóż ropy naftowej, muszą być adaptowane dla wód podziemnych będących kopalinami. Opis zasad, którymi należy się kierować przy dokonywaniu tej adaptacji, jest zasadniczym celem niniejszego opracowania.

Aby czytelnie przedstawić te zasady, wody podziemne tworzące złoża kopalin wygodnie jest podzielić na dwa zasadnicze typy:

1. złoża, w których znaczący udział ma zasilanie infiltracyjne wodami holoceniowymi, w tym współczesnymi (zob. rozdz. 3). W większości są to złoża, których zasoby możemy uznać za odnawialne;
2. złoża, w których dominują wody reliktove (poaleo-infiltracyjne, syne-dymentacyjne) lub dehydratacyjne. Zasoby tych złóż możemy uznać za słabo odnawialne lub praktycznie nieodnawialne.

4.2.1. Obszar górniczy

W przypadku złóż o zasobach odnawialnych obszar górniczy powinien spełniać dwa podstawowe zadania:

1. zabezpieczać złożę przed zmianą jakości wód spowodowaną wpływem czynników zewnętrznych;
2. zabezpieczać złożę przed modyfikacją jego warunków hydrodynamicznych.

Pierwszy wymóg odpowiada roli, jaką w odniesieniu do ujęć zwykłych wód podziemnych spełniają ich strefy ochronne, ustanawiane z mocy Prawa wodnego. Mają one za zadanie zabezpieczać wody podziemne przed możliwością dopływu zanieczyszczeń z powierzchni terenu. Drugi wymóg jest istotny już tylko dla wód będących kopalinami i ma za zadanie z jednej strony zachowanie cech fizycznych i składu chemicznego wody, a z drugiej – zabezpieczenie przedsiębiorcy posiadającego koncesję na wydobywanie kopaliny przed możliwością budowy nowych ujęć w zbyt małej odległości od ujęcia istniejącego celem uniemożliwienia wpływu na warunki hydrodynamiczne złoża. W takim przypadku dochodzić bowiem może np. do współdziałania obu ujęć i w konsekwencji do kumulowania wpływu na warunki

hydrodynamiczne złoża, co skutkuje jego degradacją (ilościową i/lub jakościową).

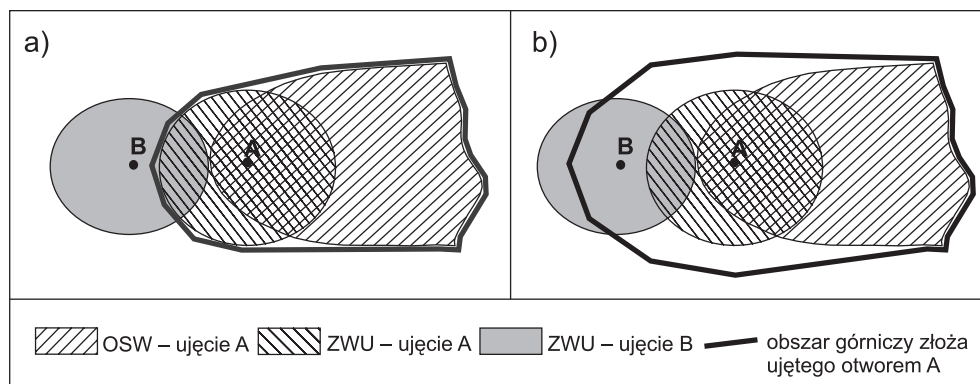
Dla złóż o zasobach słabo odnawialnych bądź praktycznie nieodnawialnych pozostaje tylko drugie z wymienionych zadań ochronnych, ponieważ w takich sytuacjach odporność na antropopresję jest wysoka.

Zasady wyznaczania obszarów górniczych powinny być zatem zróżnicowane w zależności od stopnia odnawialności zasobów eksploatowanych wód. Dla złóż o zasobach odnawialnych granice obszaru górniczego powinny obejmować cały obszar zasilania ujęcia (tj. obszar spływu wód do ujęcia – OSW). Dotyczy to obszarów zasilania wyznaczonych dla każdej składowej zasilania złoża, pochodzących równocześnie np. z głębokiego i płytkiego systemu krążenia. W wielu przypadkach takie podejście oznaczać będzie konieczność objęcia obszarem górniczym całej struktury hydrogeologicznej, np. zlewni. Taka zasada spełnia rolę ochronną nie tylko dla złoża wód będących kopaliną, ale także współwystępujących wód zwykłych.

Praktyczne zastosowanie tej zasady może jednak napotykać na znaczne trudności, zwłaszcza gdy obszar zasilania oddalony jest znacząco od miejsca eksploatacji wód lub położenie obszaru zasilania nie jest znane. Taka sytuacja ma miejsce dla wielu eksploatowanych obecnie złóż wód leczniczych, gdzie obszar górniczy obejmuje tylko rejon drenażu, np. niektóre złoża uzdrowisk sudeckich. W przypadkach, gdy – z różnych względów – nie można objąć ochroną całego obszaru alimentacji wód, należy dążyć do ustalenia obszaru górniczego obejmującego zlewnie powierzchniowe cieków przepływających przez rejon ujęć wód leczniczych, tak, by chronić zwykłe wody podziemne, które potencjalnie mogą mieszać się z głębszymi wodami zmineralizowanymi. Oczywistym wymogiem jest tu, aby obszar ten rozciągał się w górę strumienia wód podziemnych.

W sytuacji, gdy eksploatacja wód o zasobach odnawialnych prowadzona jest przy użyciu pomp, obszar górniczy powinien być rozszerzony o zasięg wpływu eksploatacji celem spełnienia drugiego ze sformułowanych zadań ochronnych. Zasięg ten, określony poprzez lej depresji, pokazuje wpływ ujęcia na warunki hydrodynamiczne, ale nie chroni złoża przed współdziałaniem z innymi ujęciami, które mogłyby w przyszłości powstać poza granicami obszaru górniczego, ale w jego bliskim sąsiedztwie. W takim przypadku współdziałanie ujęć doprowadza do rozwoju wspólnego leja depresji o głębokości i rozległości wynikającej z zasad interferencji. Na rysunku 13a pokazano obszar górniczy wokół istniejącego ujęcia A obejmujący obszar zasilania (obszar spływu wody – OSW) oraz zasięg oddziaływania (zasięg wpływu ujęcia – ZWU). W przypadku, gdyby odwiercone zostało ujęcie B,

dla którego zasięg oddziaływania obejmie obszar górniczy wytyczony wokół ujęcia A, dojdzie do współdziałania obu ujęć i zasady ochrony istniejącego ujęcia A zostaną zaburzone. Sytuacja ta pokazuje, że dla omawianego przypadku zasięg obszaru górniczego złoża ujętego otworem A powinien być wytyczony z marginesem bezpieczeństwa, wykraczającym poza wyliczony dla niego zasięg leja depresji (rys. 13b). W takim przypadku eksploatacja w ujęciu B nie mogłaby być ze względów formalnych prowadzona.



Rys. 13. Schemat wyznaczania obszaru górniczego dla złoża o zasobach odnawialnych eksploatowanego otworami wiertniczymi

- a) obszar górniczy obejmujący OSW i ZWU – nie zabezpiecza złoża eksploatowanego ujęciem A przed wpływem nowych ujęć, które mogą powstać w przyszłości (ujęcie B);
- b) obszar górniczy obejmujący OSW i ZWU, rozszerzony wg zasad opisanych w tekście – uniemożliwia powstanie nowego ujęcia w sąsiedztwie ujęcia A.

Zasięg rozszerzenia obszaru górniczego poza granice wynikające z przebiegu OSW i ZWU powinien być rozpatrywany indywidualnie dla każdego przypadku. Nie jest tu wskazane trzymanie się ścisłych reguł, w postaci np. matematycznych wzorów czy algorytmów postępowania. Geolog prowadzący prace musi wziąć pod uwagę cały szereg uwarunkowań wynikających z rodzaju złoża, jego rozprzestrzenienia, stopnia zagospodarowania itp. W prostych przypadkach dobrym sposobem jest powiększenie obliczonego zasięgu oddziaływania (leja depresji), np. o 50%.

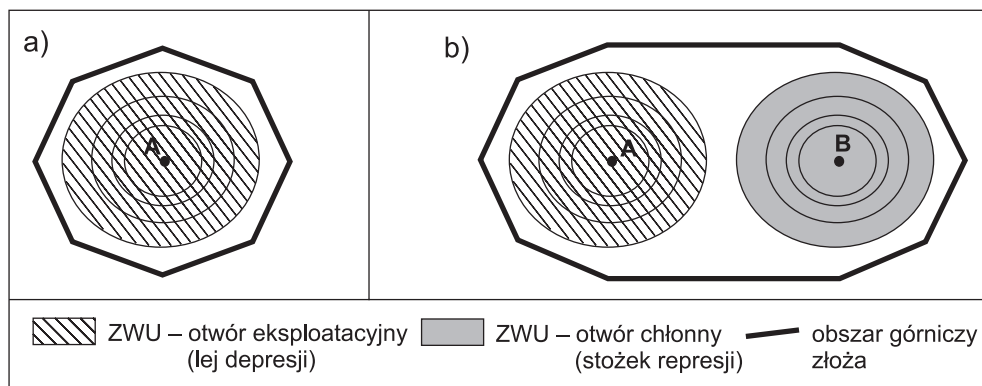
Trzeba tu zwrócić uwagę, że lej depresji ma kształt koła tylko w szczególnych przypadkach, gdy rozwija się w warstwach jednorodnych, izotropowych i o nieograniczonym rozprzestrzenieniu. W innych warunkach zasięg oddziaływania ujęcia będzie wykazywał kształt odmienny. Istotą obliczeń mających na celu ustalenie zasięgu oddziaływania ujęcia jest zakwalifikowanie go do jednego z dwóch schematów obliczeniowych:

1. schemat zakładający jednorodność i izotropowość warstwy wodonośnej o nieograniczonym rozprzestrzenieniu – właściwe do stosowa-

nia są wzory analityczne umożliwiające obliczenia zasięgu (promienia) leja depresji;

2. schemat uwzględniający warunki niejednorodne – zasięg oddziaływania powinien być obliczany z uwzględnieniem zróżnicowania warunków hydrogeologicznych przy użyciu metody modelowania matematycznego.

Dla złóż o słabej odnawialności lub praktycznie nieodnawialnych obszar górniczy powinien obejmować przestrzeń będącą pod wpływem oddziaływania ujęcia (zasięg wpływu – ZWU). W przypadku eksploatacji jednootworowej jest to obszar leja depresji, powiększony o niezbędny margines bezpieczeństwa (rys. 14a). Jeśli odnawialność jest na tyle mała, że przewiduje się szczyptywanie zasobów statycznych, to granice obszaru górniczego należy dostosować do prognozowanego rozwoju leja depresji pod koniec okresu eksploatacji. Gdy eksploatacja prowadzona jest w systemie dwuotworowym (otwór eksploatacyjny i chłonny) zasięg wpływu określony jest przez granice leja depresji oraz stożka repesji w otworze chłonnym. Także i w takim przypadku wymagane jest powiększenie tego obszaru ze względu na konieczność wyeliminowania możliwości współdziałania z innymi ujęciami (rys. 14b).



Rys. 14. Schemat wyznaczenia obszaru górniczego dla złoża o zasobach słabo odnawialnych

- a) pojedynczy otwór eksploatacyjny;
- b) układ dipolowy – otwór eksploatacyjny i chłonny.

Należy podkreślić, że wyznaczanie granic obszaru górniczego ma charakter analizy wielokryterialnej. Oprócz oczywistych uwarunkowań hydrogeologicznych niezbędne jest uwzględnienie całego szeregu uwarunkowań związanych ze specyfiką złoża, jego otoczeniem, sposobem wykorzystania, a nawet z położeniem administracyjnym. Niebagatelne znaczenie ma także

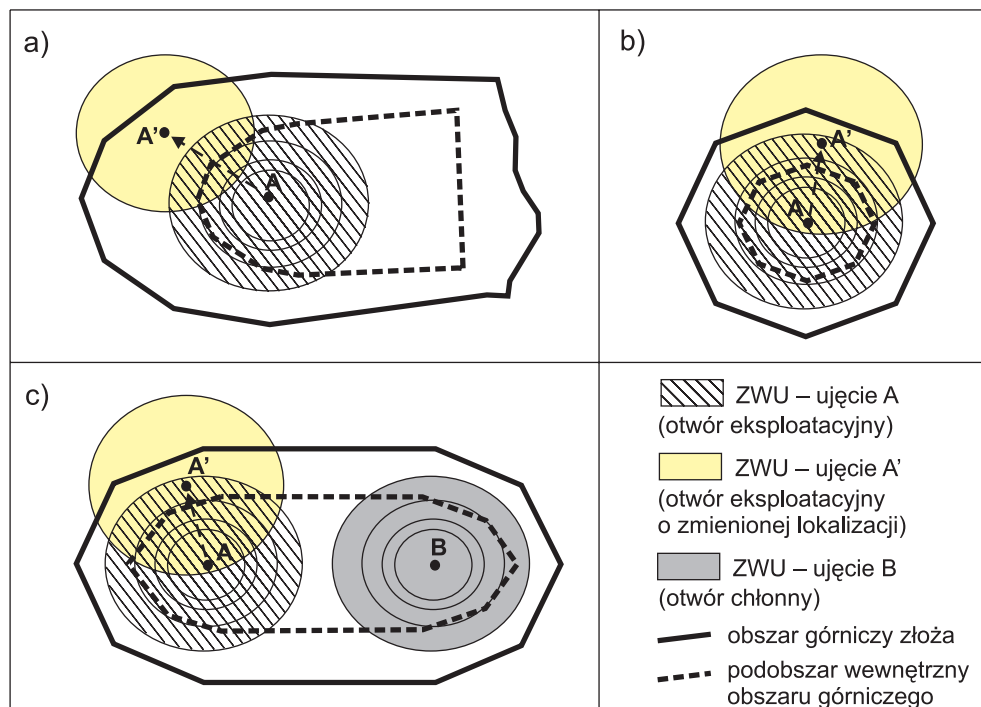
doświadczenie i intuicja hydrogeologa, który powinien wybrać taką metodę określania obszaru górniczego, która zapewni skuteczną ochronę złoża.

Przedstawione powyżej zasady wyznaczania obszaru górniczego nie wyczerpują wszystkich zagrożeń dla złóż wód będących kopalinami. Ogólna zasada mówi, że granice obszaru górniczego wyznaczają przestrzeń, „w granicach której przedsiębiorca jest uprawniony do wydobywania kopaliny, [...] oraz prowadzenia robót górniczych niezbędnych do wykonywania koncesji”. Oznacza to, że przedsiębiorca prowadzący wydobycie kopaliny za pomocą otworów wiertniczych może w obrębie obszaru górniczego zmieniać miejsce wydobycia, bo jest do tego uprawniony na mocy definicji tego obszaru (jeśli szczegółowe zapisy koncesji nie stanowią inaczej). Może w związku z tym przenieść miejsce wydobycia, np. w rejon oddalony od centrum leja depresji, dla którego granice te zostały wyznaczone. Schemat tego typu działania pokazuje rys. 15, na którym wydobycie przenoszone jest z punktu A do punktu A'. Taka sytuacja może zmienić diametralnie sposób wykorzystania kopaliny i spowodować również znaczące zmiany hydrodynamiczne w złożu. Zmiany te objęłyby wówczas rejony pozostające poza granicami obszaru górniczego, a więc dotyczyłyby obszaru, do którego przedsiębiorca prowadzący wydobycie nie ma praw zagwarantowanych w koncesji. W efekcie uszkodzony mógłby być inny przedsiębiorca prowadzący działalność wydobywczą na sąsiednim terenie.

Aby przeciwdziałać takiej sytuacji, można wydzielić w obrębie obszaru górniczego taką jego część, która wyznacza przestrzeń możliwej lokalizacji punktów wydobycia. Wskazanie granic tego wewnętrznego podobszaru powinno nastąpić w dokumentacji hydrogeologicznej, ponieważ to właśnie w ramach prac dokumentacyjnych określić można różne warianty planowanego zagospodarowania złoża, co w istocie oznacza wykonanie prognoz hydrodynamicznych. W takim ujęciu w obrębie obszaru górniczego funkcjonowałby jego podobszar wewnętrzny, zgodnie ze schematem pokazanym na rys. 15. Wydzielenie takiego podobszaru stanowi wskazówkę dla organów administracji geologicznej do ewentualnego wykorzystania w decyzji o udzieleniu koncesji. Organ udzielający koncesji może zróżnicować wymogi dotyczące wykonywania działalności objętej koncesją na terenie górniczym i w jego wewnętrznym podobszarze zgodnie z art. 30, ust. 1, pkt 1 i ust. 2 Prawa geologicznego i górniczego.

Decyzja o wydzieleniu podobszaru wewnętrznego i umieszczeniu jego granic w dokumentacji hydrogeologicznej i dalej – w projekcie zagospodarowania złoża oraz w koncesji na eksploatację kopaliny, powinna być podejmowana, podobnie jak przy wyznaczaniu granic obszaru górniczego, w oparciu o analizę wielokryterialną. Decydującym elementem tej analizy

powinien być sposób zagospodarowania złoża w sąsiedztwie złoża analizowanego. Istotnym elementem jest także sposób wykorzystania zwykłych wód podziemnych w otoczeniu analizowanego złoża, zwłaszcza w sytuacji współwystępowania wód zwykłych i leczniczych albo zwykłych i termalnych.



Rys. 15. Schemat ilustrujący wpływ zmiany miejsca wydobywania kopaliny na teren położony poza wyznaczonym obszarem górniczym (zasady wyznaczania obszaru górniczego wg schematów przedstawionych na rys. 13 i 14)

- złoże o zasobach odnawialnych eksploatowane otworami wiertniczymi;
- złoże o zasobach słabo odnawialnych – pojedynczy otwór eksploatacyjny;
- złoże o zasobach słabo odnawialnych – układ dipolowy: otwór eksploatacyjny i chłonny.

Podsumowując, należy stwierdzić, że obszar górniczy (OG) zabezpiecza interesy przedsiębiorcy prowadzącego wydobywanie kopaliny przed potencjalnym wpływem innych prac wydobywczych prowadzonych poza obszarem koncesyjnym (wpływ z zewnątrz OG na warunki panujące w obrębie OG), natomiast podobzdar wewnętrzny obszaru górniczego zabezpiecza innych przedsiębiorców przed możliwością ekspansji przedsiębiorcy posiadającego koncesję na wydobywanie, która skutkowałaby wpływem widocznym poza granicami obszaru koncesyjnego (wpływ z wewnątrz OG na warunki panujące poza OG). Tego rodzaju obustronne zabezpieczenie stanowi istotę proponowanych zasad ustalania obszarów górniczych. Biorąc po uwagę zna-

czący wzrost zainteresowania możliwością pozyskiwania wód podziemnych będących kopalinami (zwłaszcza wód termalnych przeznaczonych do celów rekreacyjnych, a także wód wykorzystywanych w rozlewnictwie), wydaje się, że to działanie jest w szeroko rozumianym interesie społecznym, który nakazuje chronić złoża nie tylko te, które są obecnie eksploatowane, ale także złoża znajdujące się poza obecnie obowiązującymi obszarami górniczymi, które będą wykorzystywane w przyszłości. W tych działaniach ochronnych mogą być przydatne dokumentacje ustalające zasoby dyspozycyjne wód podziemnych uznanych za kopaliny. Ustalenia zawarte w tego typu dokumentacjach pozwalają ocenić stopień współdziałania ujęć i optymalizować sposób wykorzystania wód występujących w jednym zbiorniku wód podziemnych. Zagadnienie to nabrało szczególnego znaczenia w obrębie niecki podhalańskiej, gdzie liczba użytkowników wód termalnych szybko rośnie.

Podkreśla się, że wraz z propozycją nowego spojrzenia na problematykę ustalania granic obszarów górniczych nie przedstawia się szczegółowych zasad dokonywania prognoz hydrodynamicznych, które są podstawą wymiarowania tych obszarów. Metody obliczeniowe są bowiem omówione w wielu podręcznikach hydrogeologicznych i poradnikach metodycznych opracowanych w ostatnich latach z inicjatywy Ministerstwa Środowiska (np. Ciężkowski i inni, 2004; Ciężkowski, red., 2007; Dąbrowski i inni, 2004; Kapuściński i inni, 1997). Wszystkie te publikacje są dostępne na stronie internetowej Ministerstwa (www.mos.gov.pl).

4.2.2. Teren górniczy

Teren górniczy, obejmujący przestrzeń objętą „szkodliwymi wpływami robót górniczych”, w przypadku złóż wód podziemnych uznanych za kopaliny nie posiada takiej wagi, jak np. w przypadku złóż kopaliny stałych. Roboty górnicze, oznaczające „wykonywanie, utrzymywanie, zabezpieczanie lub likwidowanie wyrobisk górniczych” w tym przypadku dotyczą tylko źródeł, ujęć wierconych oraz sporadycznie szybów i sztolni, w których ujęto wypływy wód, przy czym nowo wykonywane roboty dotyczą tylko wierceń. Wpływ funkcjonowania takich wyrobisk na otoczenie, a także prowadzenie eksploatacji wód tylko incydentalnie, jak dotąd, doprowadziło do szkodliwych wpływów na środowisko. Nie można nazwać „szkodliwym wpływem” obniżenia zwierciadła wód lub spadku ciśnienia wód w złożach wskutek ich eksploatacji.

Teren górniczy, wprowadzony w 1977 r., do chwili wejścia w życie ustawy Prawo geologiczne i górnicze w 1994 r. rozumiany był jako obszar (powierzchnia), na którym mogły występować negatywne skutki działalności górniczej. Z tego właśnie okresu pochodzą nieliczne przypadki (np. Iwonicz-Zdrój), w których tereny górnicze są większe niż obszary górnicze. Przypadki te powiązane były z oczywistą wówczas sytuacją, gdy zrzuty wód

do cieków powierzchniowych powodowały zmiany w ciekach przekraczające granice obszarów górniczych. W świetle obecnej definicji *terenu górniczego* granice tych terenów mogą się pokrywać z granicami obszarów górniczych. Z nowym przypadkiem mamy do czynienia w Ustroniu, gdzie wprowadzenie właczania zużytych solanek do górotworu spowodowało konieczność powiększenia istniejącego terenu górniczego, który objął powstały obszar represji.

Szkodliwy wpływ robót górniczych może mieć miejsce w obrębie obszaru, w którym prowadzone są roboty górnicze, a więc znajdują się lub mogą być wykonywane nowe ujęcia wód leczniczych i termalnych. Według rozważań z rozdz. 4.2.1 teren górniczy można więc utożsamiać z podobszarem wewnętrznym obszaru górniczego. Ponieważ podobszar ten nie musi być wydzielany obligatoryjnie, to również teren górniczy może być ustalany na dwa sposoby:

1. jako tożsamy z obszarem górniczym w sytuacji, gdy nie zachodzi potrzeba wyznaczenia podobszaru wewnętrznego;
2. jako tożsamy z podobszarem wewnętrznym obszaru górniczego, gdy konieczność taka występuje i została ona wykazana w dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne wód podziemnych będących kopaliną.

Tak więc w przedstawionych zasadach ochrony wód podziemnych uznanych za kopaliny uznaje się, że obiektem nadrzędnym i wyznaczanym w pierwszej kolejności jest obszar górniczy. W drugiej kolejności wyznaczany jest teren górniczy.

5. Przykłady ilustrujące procedurę wyznaczania obszarów i terenów górniczych

Prezentowane w niniejszej publikacji zasady wyznaczania obszarów i terenów górniczych stanowią pewnego rodzaju nowość w stosunku do praktyk stosowanych dotychczas. Nie dotyczy ona samej istoty rozumienia tych pojęć i ich roli w ochronie złóż, ale głównie zasad wymiarowania w uzależnieniu od rodzaju zagrożeń. Trzeba jednak stwierdzić, że dla większości złóż, zwłaszcza wód leczniczych, granice obszarów i terenów górniczych wyznaczone w przeszłości właściwie spełniają swą rolę i nowe zasady nie oznaczają konieczności ponownego ustalania ich przebiegu. Jednak w przypadku udostępniania nowych złóż, co ma obecnie miejsce głównie w odniesieniu do wód termalnych, uwzględnianie zaproponowanych zasad uznaje się za konieczne. Wobec znacznych wydajności uzyskiwanych z otworów ujmujących wody termalne, przy jednoczesnym ograniczonym obszarze wspólnie eksploatowanego zbiornika, dochodzić może do konfliktów wynikających z ograniczonych zasobów wód podziemnych. Takie sytuacje będą mniej prawdopodobne, gdy będzie się przestrzegać zasad zaproponowanych w niniejszej publikacji.

Biorąc powyższe pod uwagę, prezentowane niżej przykłady pokazują dwa rodzaje przypadków:

1. gdy granice obszarów i terenów górniczych są generalnie zgodne z ich obecnym przebiegiem – dotyczy to wybranych złóż wód leczniczych;
2. gdy dokonano powtórnego wymiarowania obszarów i terenów górniczych na podstawie danych z archiwalnych dokumentacji hydrogeologicznych – dotyczy to wybranych złóż wód termalnych.

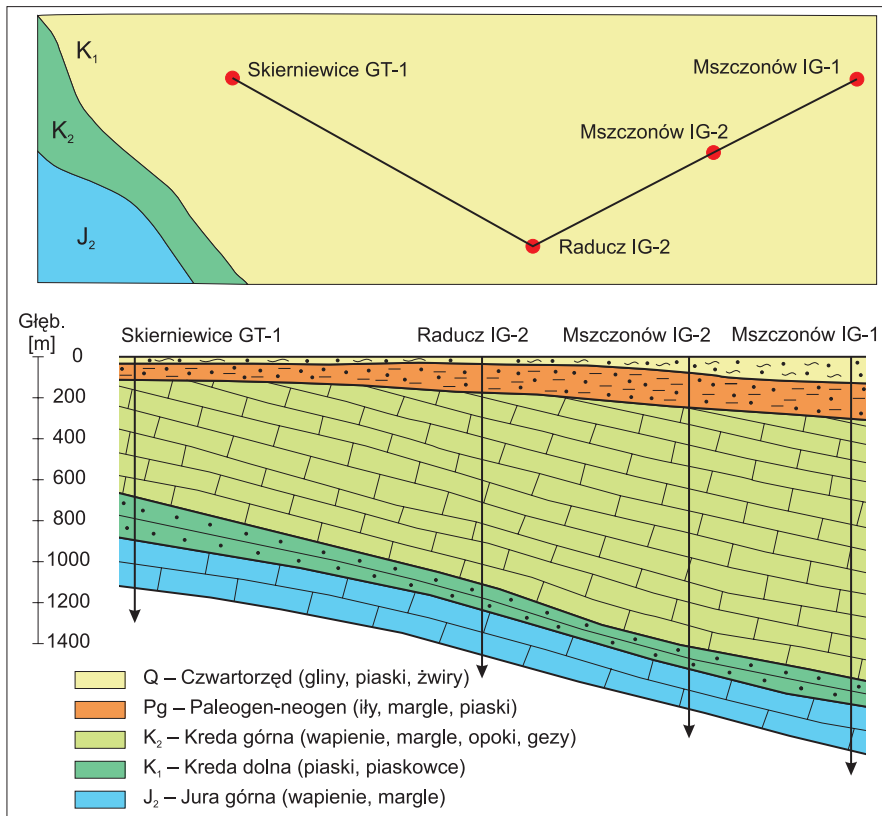
Przykład I: ujęcie wód termalnych systemem jednootworowym – Mszczonów

Mszczonów położony jest w niecce warszawskiej, w odległości 45 km na południowy zachód od Warszawy (rys. 11 w rozdz. 3.3). Ujęcie powstało w roku 1997 poprzez rekonstrukcję starego otworu parametryczno-strukturalnego Mszczonów IG-1. Został on odwiercony w latach 1976-1977 do głębokości 4119 m. Opróbowanych zostało 5 poziomów wodonośnych: triasowy (środkowy i górny), jurajski (dolny, środkowy i górny) oraz dolnokredowy. W ramach rekonstrukcji do eksploatacji wytypowano poziom dolnokredowy, który charakteryzuje się stosunkowo niską mineralizacją, poniżej 0,5 g/dm³, umożliwiającą gospodarowanie wodami termalnymi w jednootworowym systemie geotermalnym, tj. bez konieczności włączania wód schłodzonych z powrotem do poziomu wodonośnego. Głębokość otworu po rekonstrukcji, polegającej na zwierceniu korków cementowych i perforacji rur okładziny, wyniosła 1711,5 m.

Rejon Mszczonowa znajduje się w strefie przejściowej pomiędzy dwoma ważnymi jednostkami strukturalnymi podłoża kenozoiku: antyklinorium środkowopolskim i niecką warszawską. Wykorzystując profile 3 głębokich otworów parametryczno-strukturalnych położonych na zachód od Mszczonowa, tj. Mszczonów IG-2, Raducz IG-2 oraz Skierniewice GT-1, można przedstawić pogładowy przekrój ilustrujący budowę geologiczną w rejonie skłonu antyklinorium środkowopolskiego (rys. 16).

Poziom dolnokredowy, udostępniony do eksploatacji, wykształcony jest w facji detrytycznej. Są to piaskowce glaukonitowe oraz piaski albu dolnego i środkowego tworzące razem tzw. serię mogileńską. Nadkład zbiornika dolnokredowego stanowi kompleks skał węglanowych powstały w górnej kredzie, o miąższości 1275 m. Na wyerodowanym podłożu górnokredowym niezgodnie zalegają utwory kenozoiczne, których łączna miąższość wynosi ponad 300 m.

Temperatura wód poziomu dolnej kredy stabilizuje się na wypływie na poziomie 41,5°C. Ze względu na nietypową konstrukcję otworu (brak filtra, obsypki) wydajność otworu poprawiała się stale w miarę trwania kolejnych pompowań, co spowodowane było wynoszeniem z otworu drobnych cząstek piaszczystych. Po oczyszczeniu otworu nastąpiła stabilizacja wydajności na poziomie 74,7 m³/h, przy depresji 30,3 m. Należy podkreślić, że w otworze Mszczonów IG-1 woda termalna charakteryzuje się niską mineralizacją, w związku z czym zmiany położenia zwierciadła wody w zależności od zmiennej gęstości są niewielkie i mogą być zaniedbane w procesie obliczeń parametrycznych (brak konieczności dokonywania redukcji ciśnienia).



Rys. 16. Schematyczny przekrój geologiczny w rejonie ujęcia Mszczonów IG-1.

Temperatura udostępnionych wód wynosi ok. $41,5^{\circ}\text{C}$, a mineralizacja – 490 mg/dm^3 . Są to wody typu wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowo-wapniowego. Skład chemiczny wód oraz mała jak na poziom kredowy mineralizacja interpretowane są jako wyraz wymiany wód w zbiorniku posiadającym kontakt z wodami współcześnie infiltrującymi. Potwierdzają to wyniki analiz izotopowych – wiek wody obliczono na ok. 9 tys. lat, a więc infiltracja miała miejsce w końcowym stadium ostatniego glacjału.

Parametry hydrogeologiczne udostępnionego poziomu dolnokredowego obliczone zostały na podstawie wyników testów hydrodynamicznych (próbnych pompowań). Na przyjętą metodykę interpretacji pompowań wpływ miał przede wszystkim fakt, że woda termalna jest nisko zmineralizowana i jej temperatura zmienia się w stosunkowo małym zakresie, a więc podstawowe własności fizyczne wody, jak gęstość, lepkość i ściśliwość, mogą być uznane za stałe. Umożliwia to stosowanie do obliczeń schematów i wzorów znanych z interpretacji pompowań wód zwykłych, tj. metody Theisa-Jacoba dla nieustalanej fazy dopływu (cztery stopnie pompowania ze wzrastającą wydajnością, o czasie trwania 1 godz. na każdym stopniu i przerwą pomię-

dzy nimi ok. 15 min.) oraz metody Dupuita dla ustalonego zwierciadła wody na ostatnim stopniu pompowania. Oprócz tego do interpretacji wzniosu zwierciadła wody po zakończeniu pompowania zastosowano metodę Hornera uwzględniającą zmienność parametrów fizycznych wody i będącą podstawą interpretacji testów odbudowy ciśnienia w otworach geotermalnych (Kapuściński i inni, 1997). Osiągnięte wyniki zestawiono w tabelach 6 i 7. Zwraca się uwagę na tę część obliczeń, która dotyczy sprawności otworu ustalonej metodą Jacoba. Brak filtra i ograniczona powierzchnia perforacji rur stwarzają opory filtracyjne na drodze dopływu wody do otworu, które są niemożliwe do usunięcia poprzez stosowane zwykle w takich przypadkach zabiegi usprawniające.

Tab. 6. Parametry hydrogeologiczne otworu geotermalnego Mszczonów IG-1.

Metoda \ Obliczany parametr	Wydajność [m ³ /h]	T [m ² /h]	k [m/h]
Theisa-Jacoba	47,0	10,1	0,108
	65,0	8,55	0,091
	74,7	10,7	0,114
Hornera	75,0	7,95	0,0851
Dupuita	75,0	3,01	0,0298

Objaśnienia: T – przewodność wodna, k – wsp. filtracji.

Tab. 7. Parametry techniczne otworu geotermalnego Mszczonów IG-1.

Metoda \ Obliczany parametr	Wydajność [m ³ /h]	s _w [m]	s _s [m]	Sprawność [%]
Jacoba	33,0	7,75	2,49	76
	47,0	11,04	5,06	68
	65,0	15,27	9,67	61
	74,7	17,55	12,78	58

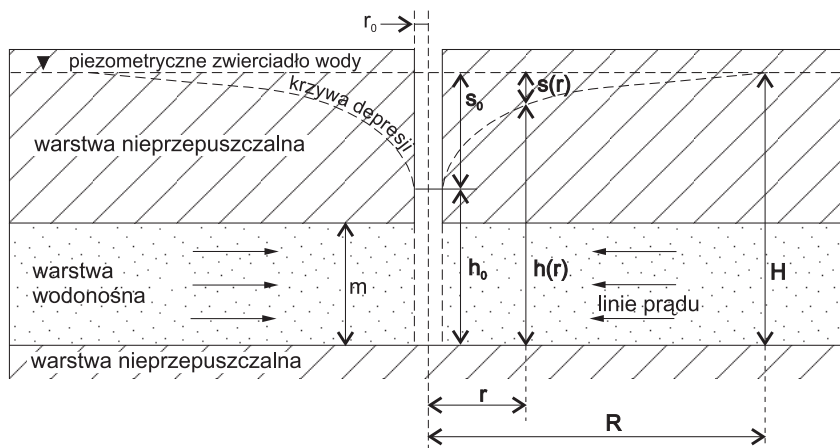
Objaśnienia: s_w – depresja rzeczywista w warstwie wodonośnej, s_s – depresja dodatkowa (zeskok hydrauliczny – „skin-efekt”).

Wyniki obliczeń wykonanych w oparciu o nieustalony stan dopływu do otworu dwoma różnymi metodami (Theisa-Jacoba i Hornera) wykazują dużą zbieżność, co świadczy o ich wysokiej wiarygodności. Najbardziej reprezentatywne są te parametry, które obliczono dla najwyższej wydajności pompowania, tj. T=10,7 m²/h i k=1,114 m/h, ponieważ charakteryzują one

warunki uśrednione, panujące w całym obszarze oddziaływania ujęcia. Za mniej wiarygodne uznać trzeba wyniki otrzymane przy zastosowaniu wzoru opartego o ustalony stan dopływu (metoda Dupuita).

Biorąc pod uwagę wyniki testów hydrodynamicznych, a także rzeczywiste zapotrzebowanie na wodę do celów ciepłowniczych, dla ujęcia w Mszczonowie ustalono zasoby eksploatacyjne w wysokości $60 \text{ m}^3/\text{h}$, przy depresji $24,6 \text{ m}$. W roku wykonania dokumentacji (1997) wody termalne ujęte otworem Mszczonów IG-1 nie były zaliczone do kopalni. Z tego względu w dokumentacji nie wyznaczono granic obszaru górniczego i terenu górniczego. Zalecono natomiast, by wokół otworu wyznaczyć i ogrodzić teren ochrony bezpośredniej o promieniu 10 m od otworu.

W myśl obecnych przepisów ujęcie to podlega wymogom koncesyjnym⁶ i w dalszej części rozdziału pokazana zostanie metodyka ustalania dla niego obszaru i terenu górniczego z uwzględnieniem zasad przedstawionych w rozdziale 4.2. Podstawą wymiarowania obszaru górniczego są parametry hydrogeologiczne obliczone w wyniku interpretacji próbnych pompowań. Ujęcie traktujemy jako dobrze izolowane od powierzchni terenu (o zasobach słabo odnawialnych), więc do celów obliczeniowych możemy przyjąć schemat zgodny z założeniami Theisa (rys. 17), tzn. jest to studnia zupełna w warstwie o naporowym zwierciadle wody.



Rys. 17. Schemat obliczeniowy ujęcia Mszczonów IG-1.

⁶ Koncesja dla omawianego ujęcia została wydana w roku 2003, co znaczy, że obszar i teren górniczy zostały wyznaczone zgodnie z obowiązującymi przepisami. Ich powierzchnia wynosi 4153 m^2 .

Dopływ wody do otworu w takich warunkach opisuje równanie Dupuita:

$$h(r) - h_0 = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{r}{r_0} = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{r}{r_0}; \quad T = km \quad (1)$$

gdzie:

- $h(r)$ – wysokość dynamicznego zwierciadła wody na krzywej depresji w dowolnym punkcie w odległości r od osi otworu [m],
- h_0 – wysokość dynamicznego zwierciadła wody w otworze o promieniu r_0 [m],
- Q – wydatek pompowania [m^3/h],
- $km=T$ – przewodność hydrauliczna warstwy wodonośnej o miąższości m i współczynniku filtracji k [m^2/h].

Równanie to wyprowadzone jest przy ściśle zdefiniowanych założeniach, o których należy pamiętać, aby zdawać sobie sprawę ze stopnia schematyzacji warunków hydrogeologicznych. Główne założenia to:

1. przepływ jest ustalony,
2. woda i skała są nieściśliwe,
3. ośrodek filtracyjny jest jednorodny i izotropowy; $k_x = k_y = k_z = \text{const}$,
4. filtracja odbywa się w warstwie nieograniczonej,
5. spąg i strop warstwy są poziome,
6. filtracja jest zgodna z prawem Darcy,
7. dopływ do otworu jest płasko-radialny, tj. składowa pionowa prędkości filtracji może być pominięta,
8. studnia jest idealna, tzn. nie występują dodatkowe opory hydrauliczne pomiędzy studnią i warstwą wodonośną,
9. zwierciadło wody przed pompowaniem jest płaskie, tzn. brak jest naturalnego przepływu wód podziemnych.

Podstawowe równanie Dupuita można zapisać w postaci równania opisującego depresję zwierciadła wody w dowolnej odległości r od otworu:

$$s(r) = H - h(r) = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{R}{r} \quad (2)$$

Przekształcenie tego wzoru do postaci:

$$r = \frac{R}{e^{\frac{s(r) \cdot 2\pi T}{Q}}} \quad (3)$$

umożliwia obliczenie odległości od otworu, w której wystąpi depresja o zadanej wartości. Podstawiana do wzoru wartość promienia leja depresji – R pochodzi z formuły ograniczającej zasięg oddziaływania ujęcia (wzór Sichardta):

$$R = 3000 \cdot s\sqrt{k} \quad , \text{ gdzie } k \text{ jest wyrażone w m/s.} \quad (4)$$

W przypadku, gdy mamy do czynienia ze znaczną mineralizacją wód termalnych właściwszym do stosowania jest wzór:

$$R = \sqrt{\frac{k_p \cdot t}{7,036 \cdot 10^{-4} \cdot n_e \cdot \eta \cdot c_t}} \quad (5)$$

gdzie:

k_p	– współczynnik przepuszczalności	[mD]
t	– czas	[h]
n_e	– współczynnik porowatości	[1]
η	– współczynnik lepkości dynamicznej	[mPa·s]
c_t	– współczynnik ściśliwości	[1/Kpa]

Przy depresji odpowiadającej zasobom eksploatacyjnym ujęcia w Mszczonowie, $s=24,6$ m, przyjmuje się, że zasięg wpływu ujęcia (ZWU) definio- wany jest przez izolinię depresji o wartości 0,05 m. Stosując wzory (3) i (4) otrzymujemy odległość od osi otworu, odpowiadającą tej depresji:

$$r = \frac{R}{e^{\frac{s(r) \cdot 2\pi T}{Q}}} = \frac{53}{e^{\frac{0,1 \cdot 2\pi \cdot 10,7}{60}}} = 49,9 \text{ m} \approx 50 \text{ m.}$$

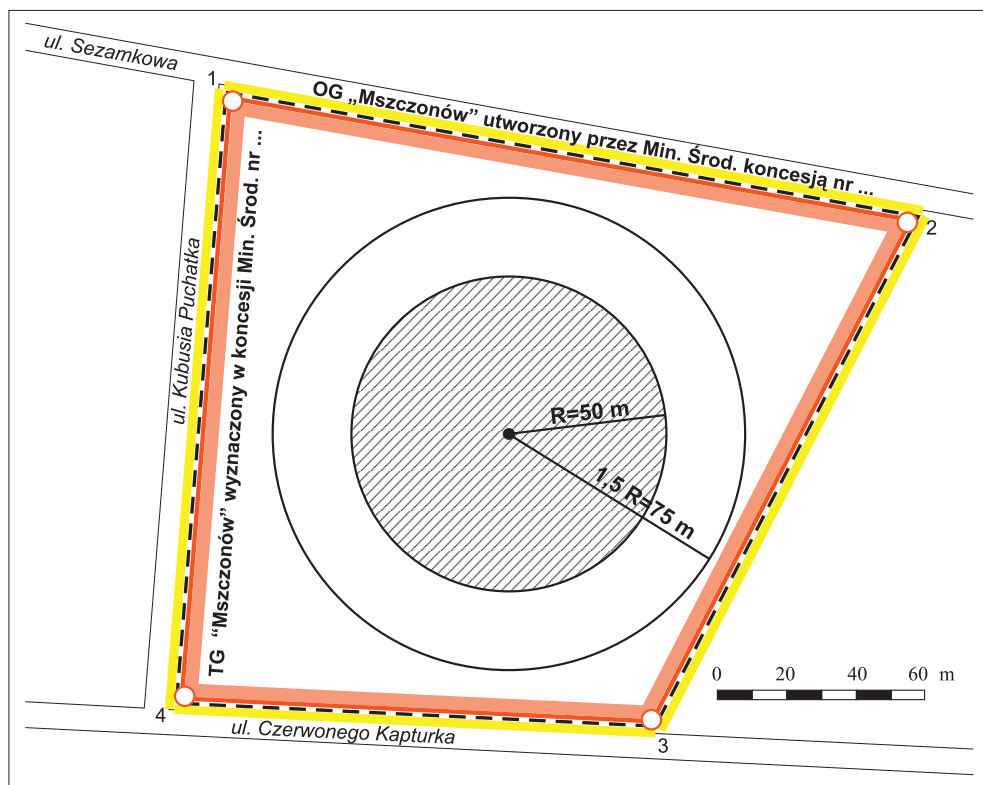
Dla uwzględnienia marginesu bezpieczeństwa wokół tak wyznaczonego zasięgu oddziaływania ujęcia przyjmuje się półtorakrotne zwiększenie tego promienia, tj. wyniesie on 75 m. W omawianym przypadku jest to tym istot- niejsze, że dopływ wody do otworu ma miejsce w utworach szczelinowo-po- rowych, w których przepływy systemami szczelin mogą być znacznie szybsze niż wynikałoby to z założeń o jednorodności i izotropowości warstwy poczy- nione w ramach schematyzacji obliczeniowej.

Tak więc okrąg o promieniu 75 m wyznacza zalecane granice obszaru górniczego wyznaczone w oparciu o obliczenia hydrogeologiczne. Ze wzglę- du na to, że jest to obszar o stosunkowo niewielkiej powierzchni, nie ma wskazań do wyodrębniania podobszaru wewnętrznego. Takiej decyzji sprzy- ja także brak w sąsiedztwie innych ujęć wód termalnych oraz brak łączności z poziomem czwartorzędowym, z którego eksploatowane są wody zwykłe.

Dolna i górna granica obszaru górniczego wyznaczone są przez spąg i strop utworów wodonośnych kredy dolnej, tj. mieszczą się w przedziale głębokości 1568-1735 m. Ponieważ odstąpiono od wyznaczenia wewnętrznej części ob- szaru górniczego, to teren górniczy jest tożsamy z obszarem górniczym.

Obszar górniczy nanosi się na mapę w postaci wieloboku, którym aprok- symuje się kształt kołowy otrzymany z obliczeń hydrogeologicznych. Ze względu na małą powierzchnię obszaru zalecane jest dostosowanie kształtu

wieloboku do warunków zagospodarowania terenu (drogi, obiekty, własności działek itp.), co ułatwi umieszczanie obszaru górniczego w dokumentach planistycznych (np. plany zagospodarowania przestrzennego). Wyznaczony w ten sposób obszar górniczy pokazano na rys. 18. Należy podkreślić, że szkic topograficzny pokazany na tym rysunku nie odzwierciedla treści mapy geodezyjnej w szczegółowej skali. Rysunek należy traktować jako ideową ilustrację dostosowania teoretycznych obliczeń hydrogeologicznych do elementów zagospodarowania terenu, a nie jako rzeczywisty obraz wyznaczonego obszaru górniczego.



Rys. 18. Obszar i teren górniczy ujęcia Mszczonów IG-1.

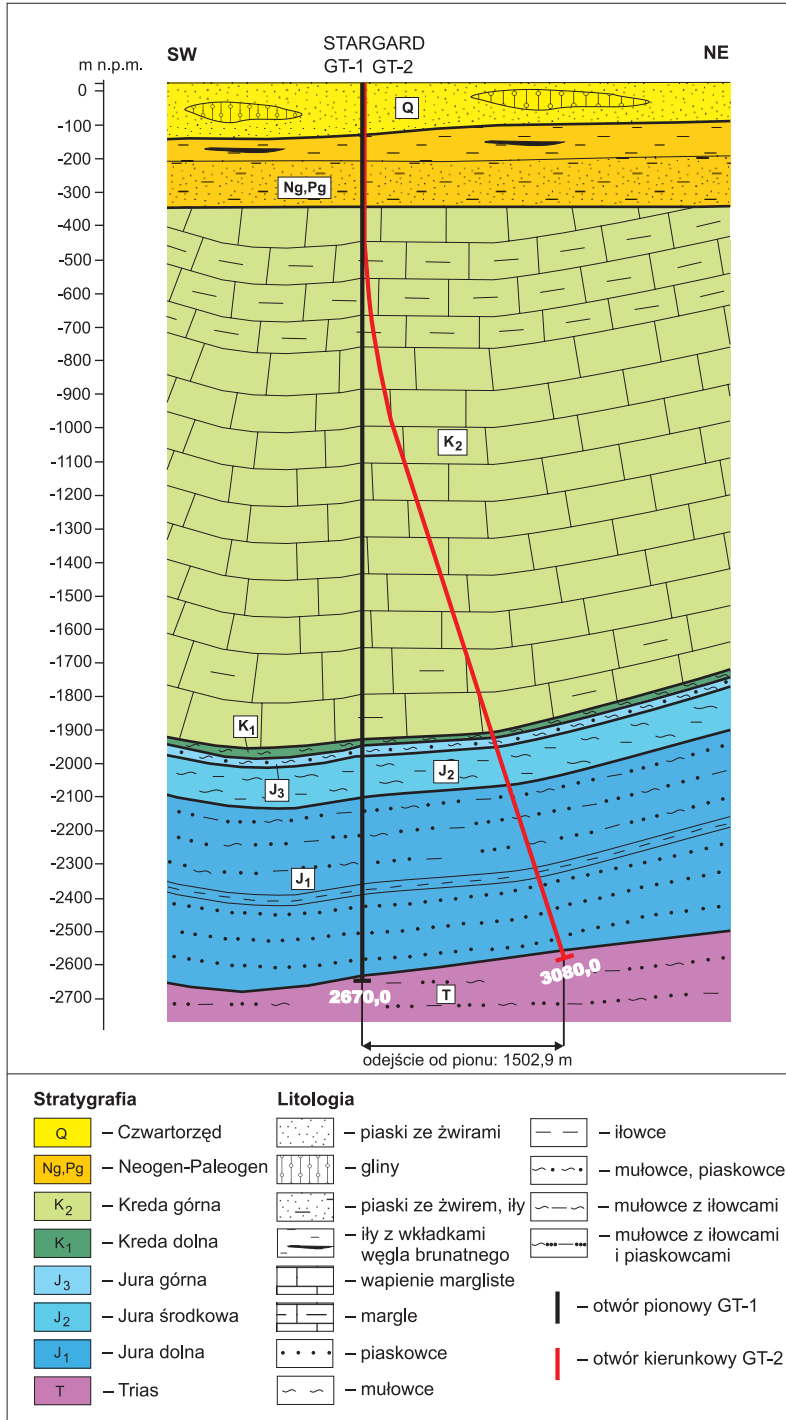
Warto podkreślić, że niskozmineralizowane wody ujęte otworem Mszczonów IG-1 stanowią bardzo ciekawy przykład ekologicznego zagospodarowania. Po odebraniu z nich ciepła wody te są kierowane do stacji wodociągów Zakładu Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej, gdzie zostają uzdatnione, następnie zmieszane z wodą pozyskaną z płytkich ujęć wykorzystujących czwartorzędowy poziom wodonośny i po ponownym uzdatnieniu – przesłane do sieci miejskiej.

Przykład II: ujęcie wód termalnych w systemie dipolowym – Stargard Szczeciński

Stargard Szczeciński położony jest w odległości ok. 45 km na południowy wschód od Szczecina (rys. 10 w rozdz. 3.3). W latach 2001-2004 odwiercone tu zostały dwa otwory: eksploatacyjny GT-1 oraz chłonny GT-2. Do eksploatacji ujęty został poziom dolnojurański (lias). Głębokość otworu Stargard GT-1 wyniosła 2670 m, zabudowano w nim filtr długości 126 m. Otwór Stargard GT-2 wykonany został jako otwór kierunkowy, zlokalizowany 11 m na zachód od otworu Stargard GT-1. Azymut wiercenia wyniósł 18° , począwszy od głębokości 400 m odchylenie od pionu wynosi średnio 39° , końcowa głębokość – 3080 m, (pionowa 2577,7 m). Spód otworu oddalony jest o 1502,9 m od otworu Stargard GT-1 i pozostał on niezafiltrowany.

Oba otwory znajdują się w centralnej części niecki szczecińskiej, w strefie zbliżonej do osi tej struktury i stąd wysoka miąższość budujących ją osadów mezozoicznych. W otworach Stargard GT-1 i Stargard GT-2 miąższość osadów dolnej jury wynosi odpowiednio 543 i 494 m. Poziom ten wykształcony jest w postaci piaskowców drobno-, średnio- i różnoziarnistych, w których występują spękania o szerokości do 1,5 mm, a także próżnie międzyziarnowe o rozmiarach do 1 mm. Wyżej występujące osady jury środkowej i górnej, a także kredy środkowej i górnej, osiągają sumaryczną miąższość ponad 1700 m. Pokrywa osadów kenozoicznych ma miąższość ponad 350 m, w tym na paleogen i neogen, wykształcone w postaci ilów z wkładkami węgla brunatnych i piasków, przypada około 200 m, a na czwartorzęd (piaski, gliny i żwiry) – 154 m. Schematyczny profil geologiczny w rejonie odwierconych otworów pokazuje rys. 19.

Temperatura ujętych wód poziomu dolnojurańskiego wynosi ponad 88°C na wypływie i 94°C w spągu zbiornika. Wydajność otworu Stargard GT-1, ustalona w wyniku próbnego pompowania, wyniosła $207,5\text{ m}^3/\text{h}$, przy depresji ciśnienia 5,56 bar. Otwór Stargard GT-2 wykazał wydajność $202,0\text{ m}^3/\text{h}$ i depresję ciśnienia – 4,63 bar. Zmiany ciśnienia podczas próbnych pompowań rejestrowane były ciśnieniomierzem wgłębnym umieszczonym na dnie otworu. Umożliwiło to wykonanie precyzyjnych obliczeń parametrów hydrogeologicznych ujętego poziomu, które wykonano z uwzględnieniem lepkości dynamicznej cieczy, zgodnie z zalecanymi zasadami metodycznymi (Kapuściński i inni, 1997). Wynikiem obliczeń jest wartość „ $k_p \cdot h$ ”, tj. iloczyn współczynnika przepuszczalności i miąższości warstwy wodonośnej wyrażony w Dm (Darcy-metr). Relacja tego parametru z przewodnością wodną opisana jest wzorem:



Rys. 19. Schematyczny przekrój geologiczny w rejonie otworów Stargard GT-1 i Stargard GT-2.

$$T = \frac{k_p \cdot h}{\eta} \cdot 10^{-5}$$

gdzie:

T	– przewodnictwo wodne	[m ² /s],
k _p	– współczynnik przepuszczalności	[D],
h	– miąższość warstwy wodonośnej	[m],
η	– współczynnik lepkości dynamicznej	[cP].

Pompowania prowadzono na 3 stopniach dynamicznych, po 2 godziny na stopniu pierwszym i drugim oraz 4 godziny na stopniu trzecim. Czas trwania limitowany był pojemnością zbiornika, do którego odprowadzano wypompowaną solankę. W otworze Stargard GT-1 wydajności na poszczególnych stopniach wyniosły: Q₁ = 74,1 m³/h; Q₂ = 142,2 m³/h; Q₃ = 207,5 m³/h, a w otworze Stargard GT-2: Q₁ = 96 m³/h; Q₂ = 154 m³/h; Q₃ = 202 m³/h.

Miarodajną wartość przewodnictwa wodnego otrzymano dla interpretacji krzywej spadku ciśnienia podczas pompowania pomiarowego z wydajnością Q₁ oraz krzywej odbudowy po zakończeniu pompowania pomiarowego, tj. ok. 7,5 m²/h. W dalszej odległości od otworu przewodność wykazuje wartości nieco większe, w granicach ok. 10-19 m²/h.

Udostępnione wody są solankami typu chlorkowo-sodowego. Mineralizacja w otworze Stargard GT-1 wynosi 121 g/l, a w otworze Stargard GT-2 – 132 g/l. Podczas kilkakrotnych badań laboratoryjnych stwierdzono stabilność składu chemicznego wody. Zawartość pierwiastków śladowych (strontu, bromu, jodu, boru, baru, litu) świadczy o przydatności solanek do celów leczniczych. Metale ciężkie występują w ilościach śladowych i nie przekraczają dopuszczalnych norm. Chemizm wód oraz mineralizacja nie odbiegają od typowych dla utworów jury dolnej na obszarze całej niecki szczecińskiej.

Zasilanie zbiornika dolnojurajskiego w rejonie Stargardu następuje przede wszystkim z kierunku południowo-wschodniego. Największą rolę odgrywa tu antyklinorium środkowopolskie, gdzie częściowo zerodowane utwory jury występują najbliżej powierzchni terenu. Według Szczepańskiego (1990) jest to obszar najbardziej intensywnej alimentacji omawianego zbiornika. Innym rodzajem zasilania jest przesączanie z utworów nadległych, głównie z kredy dolnej. W schematach zasilania wyróżnionych przez Szczepańskiego (1990) takie przesączanie ma miejsce zwłaszcza w zaangażowanych tektonicznie brzegowych strefach synklinalnych. Odpływ wody z poziomu dolnojurajskiego w rejonie Stargardu odbywa się w kierunku północno-zachodnim. Oprócz tego poziom jurajski drenowany jest również przez przesączanie pionowe, głównie w dolinach większych rzek.

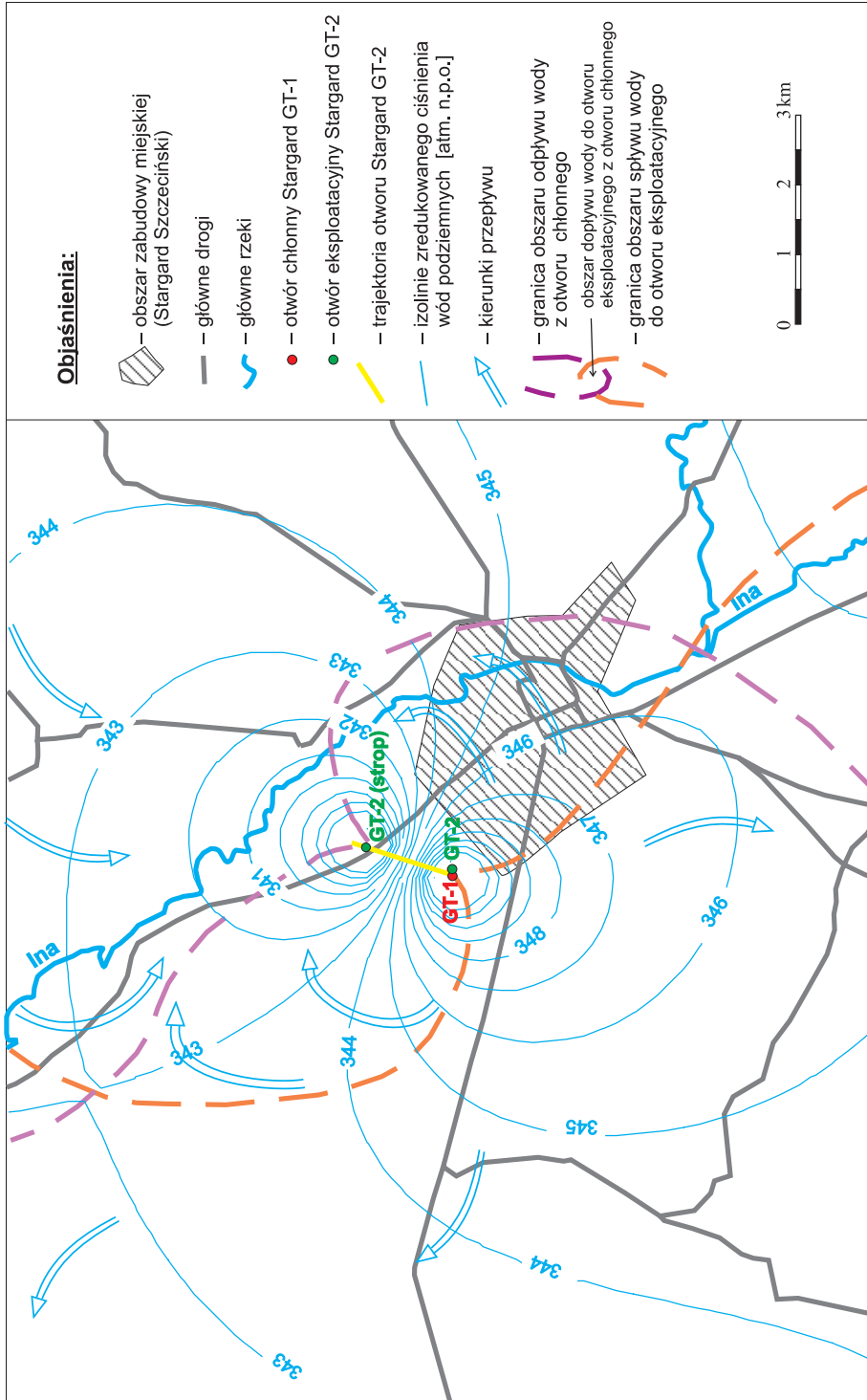
Zasoby eksploatacyjne ujęcia ustalono w wysokości 200 m³/h, potwierdzonej testem pompowania/wtłaczania, podczas którego uzyskano stabilizację

wydajności i ciśnienia wtlaczania. Wydajność tę osiągnięto po starannym oczyszczeniu otworu chłonnego. W dokumentacji podkreślono, że otwór chłonny Stargard GT-2 może z czasem tracić chłonność i będzie to warunkowało rzeczywiste możliwości eksploatacyjne dubletu otworów. Obszar zasobowy wyznaczono w taki sposób, że ograniczono obszar spływu do otworu eksploatacyjnego i obszar odpływu z otworu chłonnego zasięgiem wpływu ujęcia. Ze względu na dokładność rozwiązania przyjęto, że zasięg wpływu wyznacza izolinia depresji: $-2,0$ m i represji: $+2,0$ m.

Podstawą wyznaczenia granic obszaru górniczego był model matematyczny filtracji sporządzony dla wycinka dolnojurajskiego zbiornika wód podziemnych. Granice obszaru górniczego wyznaczono w oparciu o prognozowany na modelu zasięg wpływu ujęcia przy wydajności pompowania/wtlaczania $200 \text{ m}^3/\text{h}$. W tych samych granicach określono teren górniczy. Oba obszary na przekroju ograniczone są stropem i spągim ujętego poziomu. Prace dokumentacyjne zakończono w roku 2006 sporządzeniem dokumentacji hydrogeologicznej (Kapuściński i inni, 2006).

W roku 2008, wobec pogarszających się możliwości chłonnych otworu Stargard GT-2, dokonano na modelu symulacji odwróconego kierunku przepływu wód, tj. otwór Stargard GT-2 stał się otworem eksploatacyjnym, a Stargard GT-1 – chłonnym. Wyniki tych prac posłużą do zaprezentowania zasad wyznaczania granic obszaru górniczego i terenu górniczego zgodnie z metodyką przedstawioną w rozdziale 4.2.

Konstrukcja modelu matematycznego umożliwiającego wykonanie prognoz odwróconego obiegu wody dla ujęcia w Stargardzie Szczecińskim zakładała, że jego granice odwzorowane są warunkami brzegowymi I rodzaju, z przyjęciem zredukowanych ciśnień zbiornika dolnojurajskiego wg Góreckiego (1990). Odwzorowano ustalony stan strumienia wód podziemnych w schemacie jednowarstwowym. Podstawowy krok siatki dyskretyzacyjnej wyniósł 250 m, w sąsiedztwie obu otworów został on zagęszczony do $62,5$ m. Symulacja pompowania i wtlaczania w wysokości $200 \text{ m}^3/\text{h}$ pozwoliła uzyskać prognozowany rozkład depresji i represji wokół obu otworów (rys. 20). Depresja wynosi ok. 20 m, stożek represji również wykazuje wartość ok. 20 m. Należy podkreślić, że są to wartości ciśnienia dennego w pewnej odległości od osi otworu – porównywalnej z krokiem siatki dyskretyzacyjnej ($dx = 62,5$ m), a więc nie obrazują strat hydraulicznych w otworze, a jedynie zmiany ciśnienia w samym zbiorniku wód podziemnych. Zasilanie ujęcia (otwór eksploatacyjny Stargard GT-2) odbywać się będzie poprzez dopływ lateralny (co oznacza wykorzystanie zasobów dynamicznych zbiornika) oraz poprzez powrót wód wtlaczanych do otworu Stargard GT-1. Część wód wtlaczanych odpływać będzie w kierunku NW – zgodnie z naturalnym



Rys. 20. Rozkład ciśnień piezometrycznych w rejonie otworów Stargard GT-1 i Stargard GT-2 przy wydajności pompowania/włfaczania 200 m³/h.

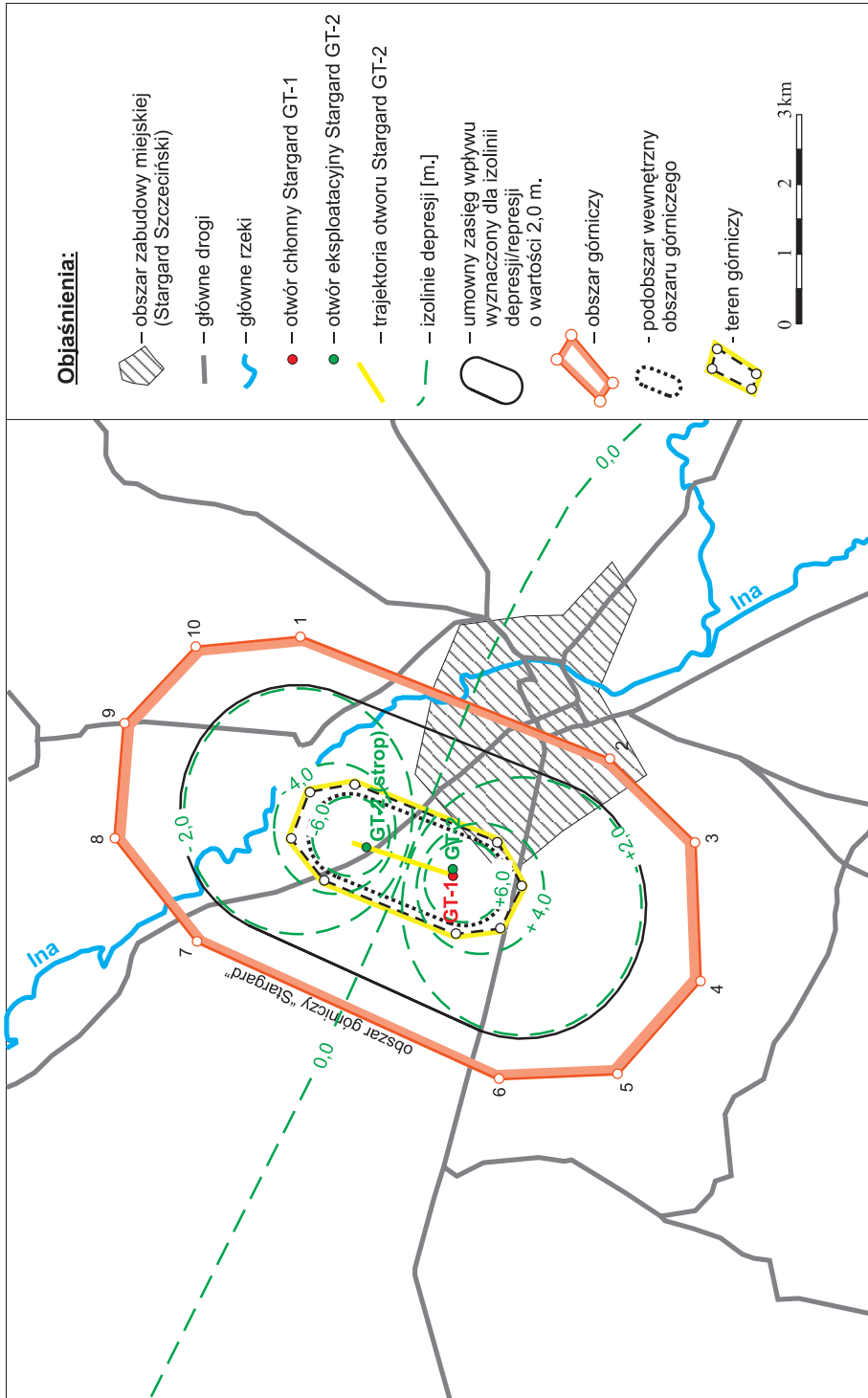
kierunkiem przepływu w zbiorniku dolnojurajskim. Z symulacji modelowej wynika, że udział zasobów dynamicznych w zasilaniu otworu GT-2 wynosić będzie $62 \text{ m}^3/\text{h}$ (tj. ok. 31%), pozostała ilość wody ($138 \text{ m}^3/\text{h} - 69 \%$) będzie dopływać z otworu GT-1.

Zgodnie z zasadami przedstawionymi w rozdziale 4.2 obszar górniczy (OG) w tym przypadku wyznacza zasięg wpływu ujęcia (ZWU), tj. zasięg depresji otworu eksploatacyjnego i represji otworu chłonnego wraz z odpowiednim marginesem bezpieczeństwa. Prognoza modelowa umożliwi kreślenie izolinii depresji o dowolnych wartościach, także tych, które w praktyce są niemierzalne, np. o wartości $0,01 \text{ m}$. Dlatego też należy zdecydować, jaka wartość depresji wyznacza rzeczywisty, tj. mierzalny i praktycznie istotny zasięg wpływu ujęcia. W omawianym przypadku przyjęto, że wynosi ona 2 m , co stanowi ok. 10% depresji/represji przy pompowaniu z wydajnością ustalonych zasobów eksploatacyjnych. Pomiędzy otworem eksploatacyjnym i chłonnym przebiega izolinia depresji o wartości $0,0$ (strefa neutralna), jednak oba obszary wpływu – depresji i represji – w sposób umowny traktuje się jako wspólny obszar wpływu dubletu otworów.

Określony w ten sposób zasięg wpływu powiększono w kierunku dopływu i odpływu o około kilometr i w ten sposób wytyczono niezbędny margines bezpieczeństwa, który ma zabezpieczać złożę przed możliwością współdziałania z innymi potencjalnymi ujęciami.

Podobszar wewnętrzny obszaru górniczego wyznaczony jest przebiegiem izolinii depresji o wartościach $+6,0 \text{ m}$ i $-6,0 \text{ m}$. Jest to obszar, którego granice położone są w odległości mniejszej niż 1 km od obu otworów. Jest to jednocześnie proponowana granica terenu górniczego. Wszystkie wyżej omówione elementy ochrony górniczej złoża: obszar górniczy, podobszar wewnętrzny, teren górniczy pokazane są na rys. 21 na tle elementów prognozy hydrodynamicznej pracy ujęcia z wydajnością $200 \text{ m}^3/\text{h}$.

Należy podkreślić, że zastosowanie nowych zasad ustalania granic obszaru górniczego i terenu górniczego dla złoża wód termalnych w Stargardzie Szczecińskim skutkuje odmiennym przebiegiem tych granic od tych, które przedstawiono w dokumentacji ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia oraz w dodatku do tej dokumentacji, który dotyczy odwróconego obiegu wody. Zarówno w dokumentacji, jak i w dodatku w pierwszej kolejności wyznaczono obszar zasobowy jako część obszaru spływu do otworu eksploatacyjnego i część obszaru odpływu z otworu chłonnego, ograniczone umownie izoliniami zmian depresji o wartości $2,0 \text{ m}$. Następnie granice obszaru i terenu górniczego przyjęto jako tożsame z obszarem zasobowym. W efekcie obszar i teren górniczy są bardziej rozległe, ale wcale nie zapewniają przez to lepszej ochrony złoża. Zasady przedstawione w niniejszym poradniku chronią



Rys. 21. Obszar górniczy i teren górniczy ujęcia wód termalnych w Stargardzie Szczecińskim.

złożyć lepiej – zarówno przed czynnikami zewnętrznymi (tzn. oddziałującymi spoza granic OG), jak i wewnętrznymi (oddziaływanie z wewnątrz OG na obszary przyległe).

P r z y k ł a d I I I – S z c z a w i n a

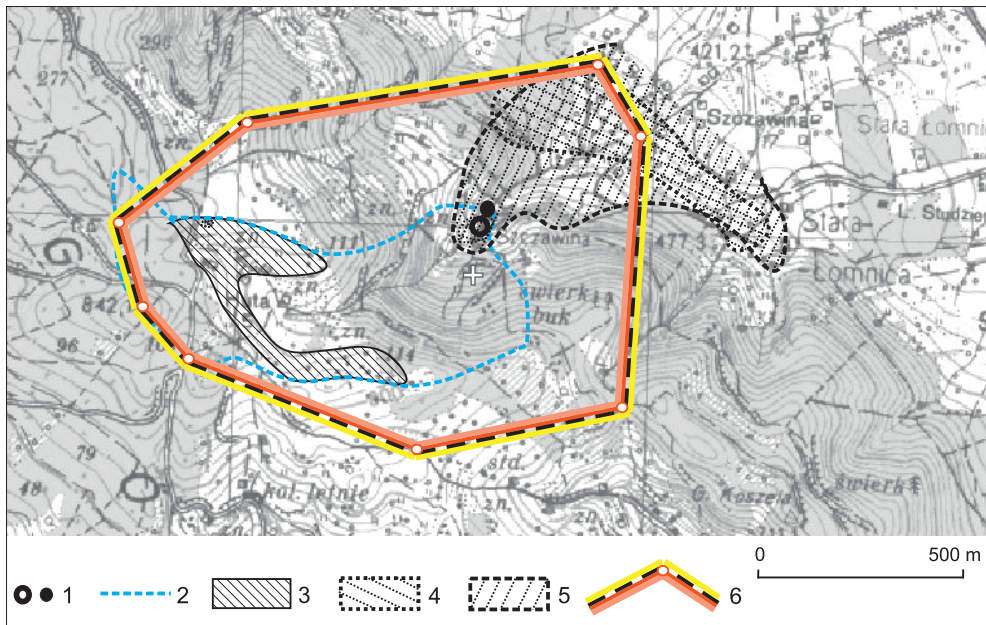
Szczawy Szczawiny tworzą jedną z najmniejszych struktur hydrogeologicznych wód leczniczych w kraju. Wyflęwy szczaw znajdują się na północno-wschodnich zboczach Gór Bystrzyckich, na wysokości ok. 536 m n.p.m. Źródło Studzienne znane było od początku XVII w., ale dopiero w latach dwudziestych XX w. wybudowano nad nim mały zakład kąpielowy i rozlewnię wód, na potrzeby której w latach 1981-82 odwiercono w sąsiedztwie nieeksploatowany dotąd otwór Szczawina-1 o głębokości 51 m. Mineralizacja wód typu $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ w obu ujęciach wynosi 0,6-0,8 mg/dm³.

Wody ujęte są w obrębie łupków łyszczkowych i paragnejsów, które od SW graniczą na wierzcholinie Łomnickiej Równi (ok. 800 m n.p.m.) z piaskowcami i słabo przepuszczalnymi marglami górnej kredy. Podobny kontakt ze skałami kredy ma kompleks metamorficzny na NE, tuż poniżej ujęć szczaw. Kontakt ten ma charakter tektoniczny: wzdłuż dużej strefy dyslokacyjnej, o przebiegu NW-SE, stanowiącej zachodnie obramowanie rowu górnej Nysy, warstwy skał kredy są zestromione utworzoną tu fleksurą. Strefa ta stanowi doprowadzenie endogenicznego dwutlenku węgla ku powierzchni (Fistek, 1977) i przecięta jest przez przechodzący przez Szczawinę prostopadły do niej uskok o przebiegu SW-NE, potwierdzony także przebiegiem fotolineamentu.

Szczawy Szczawiny i ich struktura, oprócz opisu geologicznego Fistka (1977), były przedmiotem badań izotopowych (Ciężkowski, 1990; Ciężkowski i inni, 1996) oraz szerszej ich interpretacji (Zuber i Ciężkowski, 1997, 1999). Regionalny efekt wysokościowy trwałych izotopów tlenu i wodoru w wodach podziemnych wskazuje na infiltrację wód szczaw na wysokości powyżej 800 m n.p.m., a więc na wierzcholinie Łomnickiej Równi, ale w obrębie odsłoniętych tu skał metamorficznych i zapewne ograniczonych do granic zlewni morfologicznej (rys. 22). Wody po infiltracji przepływają szczelinami ku NE, nasycają się dopływającym z głębi dwutlenkiem węgla i natrafiając na barierę słabo przepuszczalnych skał kredowych, wypływają na powierzchnię. W źródle Studzienne pojawia się mieszanina dwóch składowych wód: młodszej, współczesnej, o wieku ok. 65 lat oraz starszej, holocenińskiej, o wieku ok. 230 lat. Objętość skał całej struktury, w których formują się szczawy, wynosi ok. $1,4 \cdot 10^8 \text{ m}^3$.

Obowiązujące dotąd granice obszaru górniczego, utworzone decyzją Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dn. 12.05.1984 r. i obejmujące całą przestrzeń tworzenia się szczaw wraz z pewnym marginesem, można uznać za poprawne. Jednak wyniki nowszych badań dwutlenku węgla w powie-

trzu glebowym (Żak i inni, 2008) wskazują na istnienie w tym rejonie anomalii zarówno zawartości tego gazu w powietrzu glebowym, jak i wartości jego strumienia z głębi ku powierzchni. Może to wskazywać na potrzebę rozszerzenia granic obszaru górniczego ku NE w celu zabezpieczenia się przed niekontrolowaną potencjalną eksploatacją wód podziemnych, prawdopodobnie szczaw, ujętych w sąsiedztwie obszaru górniczego przez innego przedsiębiorcę.



Rys. 22. Uproszczona mapa granic obszaru górniczego i terenu górniczego „Szczawina”

1 – ujęcia wód leczniczych, 2 – granica zlewni morfologicznej, 3 – obszar zasilania określony przy wykorzystaniu badań izotopowych (wg Ciężkowskiego i innych, 1996), 4 – obszar anomalnych zawartości dwutlenku węgla w powietrzu glebowym (powyżej 1% obj.) (wg Żaka i innych, 2008), 5 – obszar anomalnych wartości strumienia dwutlenku węgla (powyżej 10 g/m²·d) (wg Żaka i innych, 2008), 6 – granice obszaru górniczego i terenu górniczego.

Przykład IV – Łądek-Zdrój

Termalne wody lecznicze Łądeka-Zdroju znane są już od XIII w., odkąd są wykorzystywane w lecznictwie, a miejscowe uzdrowisko posiada duże tradycje balneologiczne (Ciężkowski, 1998). Do drugiej połowy XX w. ujętych tu było sześć źródeł, w których temperatura wody nie przekraczała 30°C. W 1973 r. wykonany został otwór o głębokości 700 m, którym ujęto wody o temperaturze 45°C. Wody tworzą się w obrębie gnejsów metamorfiku Łądeka i Śnieżnika i charakteryzują się typem chemicznym HCO₃-F-Na

oraz niską mineralizacją $0,2 \text{ g/dm}^3$. Ze składników swoistych zawierają one – oprócz jonu fluorkowego ($8\text{-}13 \text{ mg/dm}^3$) – siarkowodór ($0,4\text{-}3,6 \text{ mg/dm}^3$) oraz radon ($111\text{-}1370 \text{ Bq/dm}^3$). W bezpośrednim sąsiedztwie ujęć istnieje niewielka powierzchniowo anomalia geotermiczna.

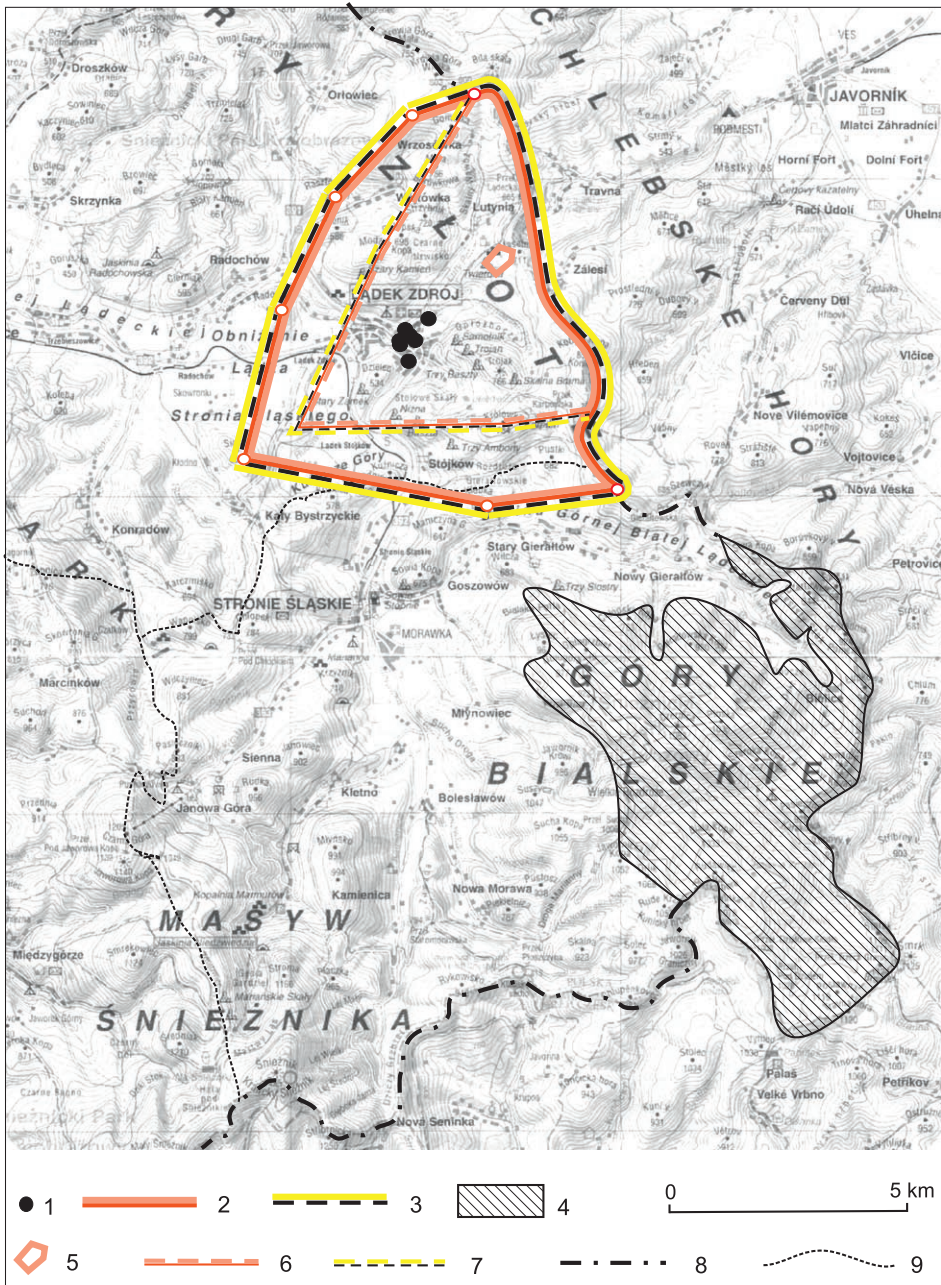
Badania składu izotopowego tlenu i wodoru wód wykazały infiltracyjne pochodzenie wód, a z sudeckich zależności zmienności tego składu z wysokością określono wysokość położenia obszaru zasilania na ponad 700 m n.p.m. (Ciężkowski, 1980), co zostało potwierdzone wynikami badań gazów szlachetnych (Zuber i inni, 1995). Wysokości takie osiągają szczytowe partie Gór Bialskich i południowej części Gór Żłoty, położone 10-15 km na SE od centrum uzdrowiska, skąd wody dopływają wzdłuż dużych stref tektonicznych o przebiegu sudeckim. W trakcie przepływu podziemnego wody osiągają głębokość rzędu 2000-2500 m.

Wiek wód oszacować można na podstawie wyników badań radiowęgla na ok. 9 tys. lat (Ciężkowski, 1980; Dowgiałło i inni, 1974), co pozwala zaliczyć wody Łądka-Zdroju do wód holocenijskich.

Wody termalne Łądka-Zdroju znajdują się w ścisłej więzi hydraulicznej ze zwykłymi wodami płytkimi. Wykonanie odwiertu, który ujął wody termalne, i jego eksploatacja spowodowała obniżenie się zwierciadła wód zwykłych, a innym razem eksploatacja zwykłych wód szczelinowych wpłynęła na obniżenie się wydajności wszystkich ujęć wód termalnych (Ciężkowski, 1990). W granicach obszaru górniczego utworzonego dla wód termalnych znajduje się niewielki obszar górniczy utworzony dla złoża bazaltu Lutynia; odkrywkowa eksploatacja z użyciem materiałów wybuchowych tych skał nie ma szkodliwego wpływu na wody termalne, co potwierdziły dwukrotnie wykonane badania sejsmiczne.

Obszar górniczy dla termalnych wód leczniczych Łądka-Zdroju utworzony został w 1968 r. i objął szerokie okolice miejscowości (rys. 23). Kilku-dziesięcioletnie doświadczenia z eksploatacji i ochrony tych wód oraz znaczne oddalenie obszaru zasilania wskazują, że możliwe byłoby zmniejszenie powierzchni obszaru i terenu górniczego, tak, by objęły one tylko centrum miejscowości i zlewnie cieków bezpośrednio przepływających w rejonie ujęć. Powierzchnia tak wyznaczonych obszarów byłaby prawie o połowę mniejsza niż powierzchnia obecna; przykładowe zmodyfikowane granice przedstawiono na rys. 23. Pominięte powierzchnie obejmują głównie tereny leśne w obszarach górskich oraz tereny rolne.

Specyficzną sytuacją w przypadku wód termalnych Łądka-Zdroju jest obejmowanie przez ich strukturę hydrogeologiczną przestrzeni w obrębie granic administracyjnych dwóch gmin, przy czym położenie obszaru zasilania znajduje się na obszarze miasta i gminy Stronie-Śląskie. O ile sam obszar zasilania obejmuje prawie wyłącznie zalesione obszary górskie i z ich



Rys. 23. Uproszczona mapa granic obszaru górniczego i terenu górniczego „Lądek-Zdrój”

1 – ujęcia termalnych wód leczniczych; granice: 2 - obszaru górniczego, 3 – granica terenu górniczego złoża wód leczniczych; 4 – obszar zasilania określony przy wykorzystaniu badań izotopowych (wg Ciężkowskiego, 1980); 5 – granice obszaru górniczego i terenu górniczego złoża bazaltu „Lutynia”; proponowane nowe granice: 6 – obszaru górniczego, 7 – terenu górniczego złoża wód leczniczych; 8 – granica państwa, 9 – granica gmin.

strony nie grozi złożu niebezpieczeństwo, to drogi przepływu wód narażone być mogą np. poprzez powstanie głębokich ujęć wód zwykłych na terenie wsi Stary Gierałtów i Nowy Gierałtów. Zmniejszenie wówczas ciśnienia zwykłych wód szczelinowych nad drogami przepływu wód termalnych spowodować może obniżenie się wydajności wód w ujęciach łądeckich. Odpowiednie uregulowania powinny znaleźć się w planach przestrzennego zagospodarowania gminy Stronie Śląskie.

Przykład V – Iwonicz - Zdrój

Wody lecznicze Iwonicza-Zdroju znane były już w XV w., a pierwszy zakład kąpielowy powstał w 1838 r. Rozpoznanie złoża tych wód zawdzięczamy pracom poszukiwawczym za ropą naftową w XIX i XX w., przy czym niektóre z odwiertów naftowych zostały przejęte przez uzdrowisko. Eksploatacja ropy spowodowała zanik wypływających tu źródeł (np. źródło Karol). W 1953 r. wykonano odwiert Iwonicz Zdrój II, zaś w 1988 r. odwiert Karol, specjalnie dla ujęcia wód do celów balneologicznych. Ostatnio całość zagadnień dotyczących geologii i hydrogeologii wód leczniczych m.in. Iwonicza-Zdroju przedstawili w niepublikowanej pracy Rajchel i inni (2007).

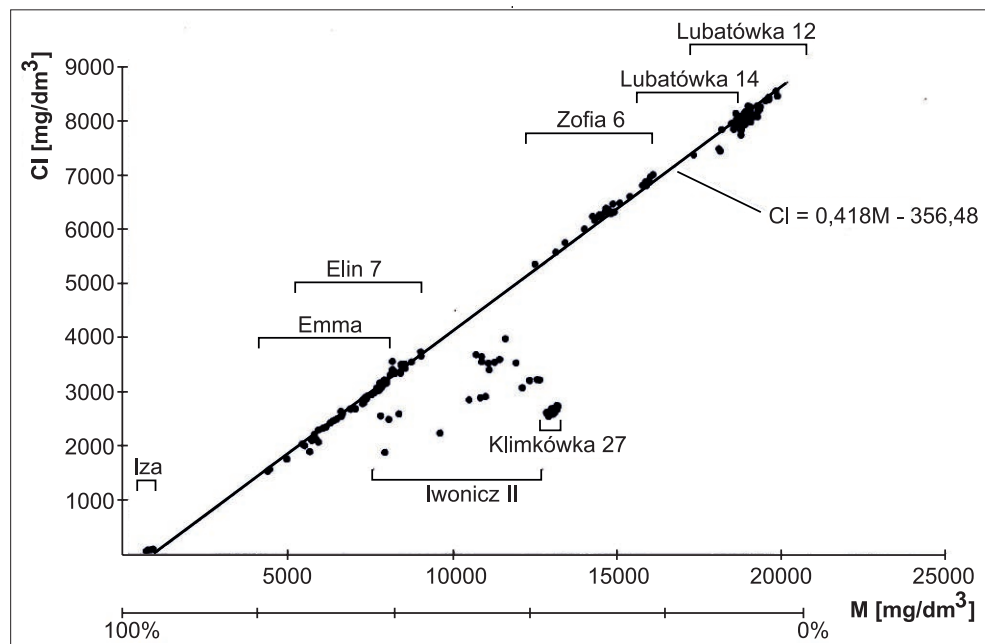
Miejscowość znajduje się w Karpatach zewnętrznych, w obrębie antykliny Iwonicza-Zdroju, która posiada przebieg NW-SE. Antyklina z utworami eoceńskimi w jądrze posiada charakter fałdu obalonego, częściowo nasuniętego na oligoceńskie warstwy krośnieńskie. Kompleks piaskowcowo-łupkowy o łącznej miąższości około 500 m, wieku paleoceńsko-eoceńskiego, dzieli się na cztery pakiety piaskowcowe (I, II, III i IV piaskowiec ciężkowicki) oraz cztery łupkowe. Maksimum elewacji antyklina osiąga w rejonie uzdrowiska, gdzie na powierzchni odstaniają się I i II piaskowiec ciężkowicki. Powierzchniowy regularny przebieg poszczególnych serii budujących fałd zaburzony jest przez dyslokacje poprzeczne przesuwające oś fałdu nawet o kilkadziesiąt metrów. Fałd nacięty jest także poprzecznymi dolinami cieków.

Zasadnicze znaczenie dla gospodarki uzdrowskiej mają wody występujące w II i III piaskowcu ciężkowickim. Ujęte są one jedenastoma ujęciami o głębokościach sięgających 1000 m. Są to głównie wody typu Cl-HCO₃-Na, jodkowe, nieraz kwasowęglowe, fluorkowe i żelaziste, o mineralizacji 0,9-1,9 g/dm³.

Zagadnienie genezy wód iwonicznych było przedmiotem szerokiej dyskusji. Najnowsze badania Porowskiego (2006) wykazały, że są to wody trójskładnikowe, stanowiące mieszaninę wód synsedymencyjnych, dehydratacyjnych i infiltracyjnych.

Badania izotopów tlenu i wodoru oraz stężeń chlorków w ujęciach iwonicznych wskazuje na postępujące wysładzanie się tych wód, co ilustruje np.

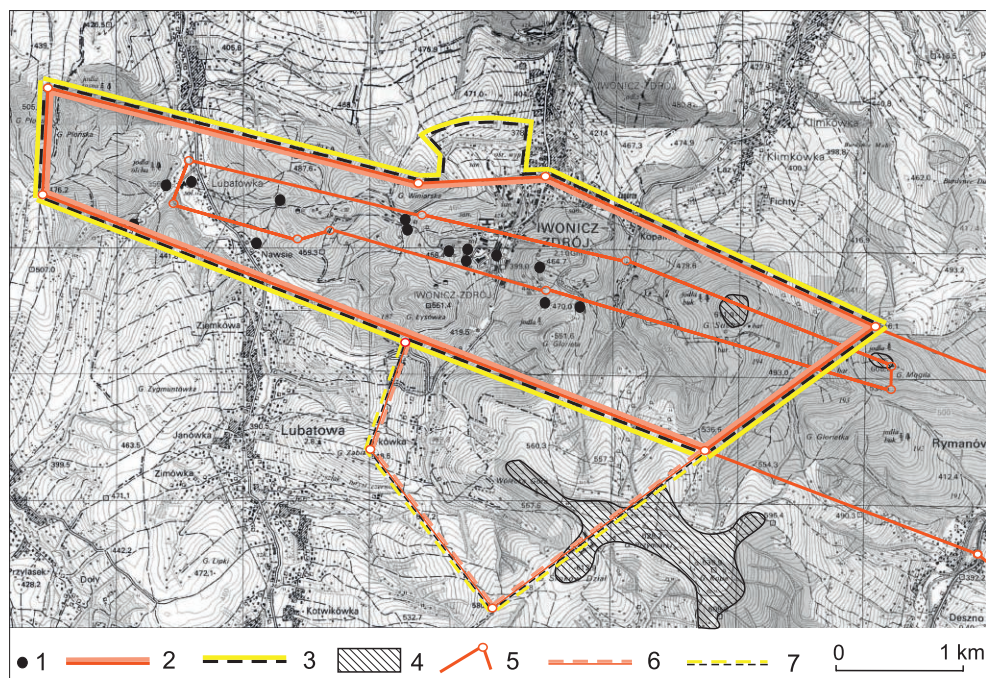
wykres zamieszczony na rys. 24, na którym widoczne jest mieszanie się słabo zmineralizowanych wód infiltracyjnych zawierających tryt z wodami silnie zmineralizowanymi. Zasilanie złoża w wody infiltracyjne może zachodzić bądź poprzez infiltrację wód opadowych w obrębie antykliny bądź z infiltracji wód powierzchniowych potoku Iwonka, przepływającego doliną nacinającą antyklinę (Ciężkowski i inni, 1996).



Rys. 24. Zależność zawartości jonu chlorkowego od mineralizacji w wodach leczniczych Iwonicza-Zdroju wskazująca na mieszanie się wód (Ciężkowski i inni, 1996). Dodatkowa skala umieszczona poniżej wykresu przedstawia procentowy udział składowej infiltracyjnej w ujęciach.

Obszar górniczy „Iwonicz”, o powierzchni 7.841.350 m², wydłużony jest zgodnie z rozciągłością antykliny Iwonicza (rys. 25). Od wschodu graniczy on z obszarem górniczym utworzonym dla złoża wód leczniczych Rymanowa-Zdroju, zaś w swoich granicach zawiera obszar górniczy „Rymanów Zdrój” utworzony dla złoża ropy naftowej. Warto zwrócić uwagę na fakt, iż w części północnej obszaru górniczego granica terenu górniczego ma inny przebieg, zgodny z granicą strefy A ochrony uzdrowiskowej. Ta dodatkowa powierzchnia ma zapewnić ochronę potoku Iwonka przed ewentualnymi dopływami wód zmineralizowanych.

Fakt dopływu wód infiltracyjnych do złoża wód leczniczych z potoku Iwonka wskazuje na potrzebę objęcia ochroną również całej jego zlewni; przebieg potencjalnych poszerzonych granic obszaru górniczego przedstawiono także na rys. 25.



Rys. 25. Obszar górniczy „Iwonicz” wraz z propozycją rozszerzenia jego granic
 1 – ujęcia wód leczniczych; 2 – granica obszaru górniczego; 3 – granica terenu górniczego; 4 – obszary zasilania składowej infiltracyjnej wód leczniczych (wg Ciężkowskiego i innych, 1996); 5 – granice innych obszarów górniczych; proponowane granice poszerzonych: 6 – obszaru górniczego, 7 – terenu górniczego.

Przykład VI – zlewnia Muszynki i części przyległej zlewni Popradu

Obszar zlewni Muszynki jest przykładem dążeń do zbyt dużego rozdrobienia obszarów górniczych.

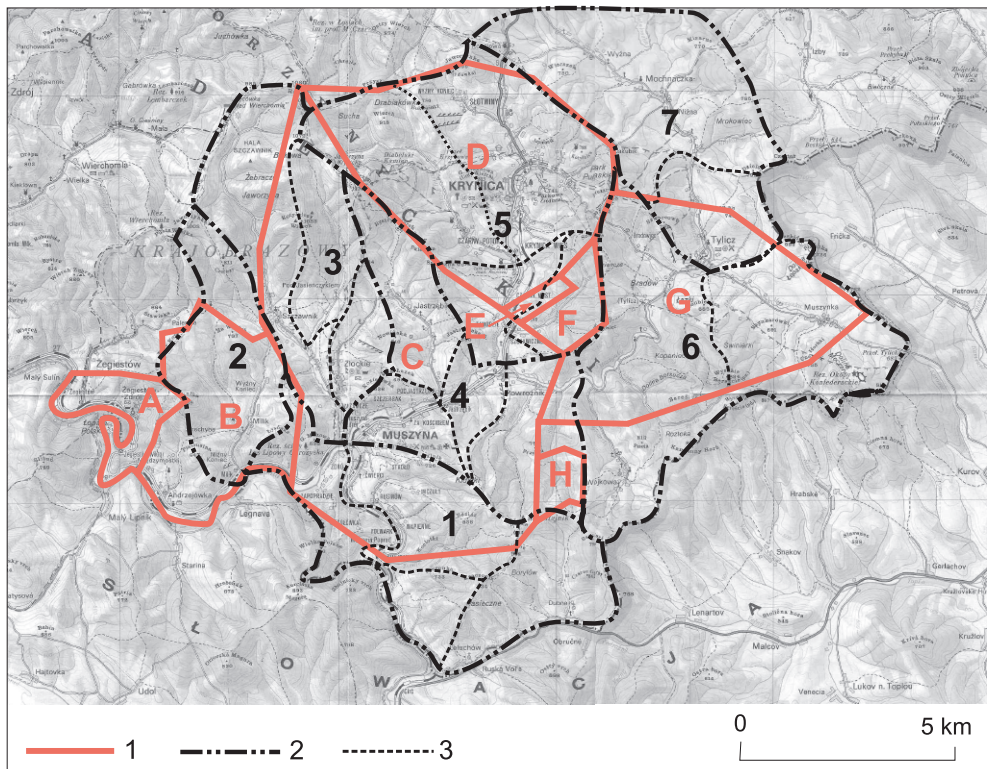
Zlewnia Muszynki, prawostronnego dopływu Popradu, znajduje się w Beskidzie Sądeckim w obrębie województwa małopolskiego i przylega do granicy Słowacji. Obejmuje ona obszary gmin Krynica-Zdrój i Muszyna. Obszar zlewni budują utwory fliszowe strefy sądeckiej (bystrzyckiej) i strefy krynickiej płaszczowiny magurskiej: piaskowce, łupki i margle.

W obrębie zlewni i w jej sąsiedztwie ujęto kilkudziesięcioma źródłami i odwiertami głównie szczawy, a także tzw. szczawy chlorkowe – zubery. Ich eksploatację prowadzi się w granicach ośmiu obszarów górniczych (rys. 26). W granicach zlewni wykonano już modele matematyczne dla dużych obszarów górniczych Krynicy-Zdroju, Muszyny i Tylicza. Modele te zobrazowały warunki podziemnego krążenia wód i warunki tworzenia się szczawów.

Przed kilku laty pojawiła się propozycja (Szczepański, Szklarczyk, 2005a, 2005b), aby granice obszarów górniczych dla złóż wód leczniczych położo-

nych w rejonie Krynicy i Muszyny zmodyfikować poprzez utworzenie aż dwudziestu małych obszarów ograniczonych wododziałami V-VII rzędu, a więc w układzie zlewniowym. Propozycja ta nie wydaje się trafna (Ciężkowski, 2007), gdyż:

- cały obszar położony od Tylicza na wschodzie po Głębokie na zachodzie stanowi praktycznie jedno złożo szczaw powstałe wskutek nasytania wód podziemnych przez regionalny strumień endogenicznego dwutlenku węgla. Naruszenie tego wręcz koronkowego systemu w jego dowolnej części może spowodować naruszenie reżimu całego złoża;
- z przedstawionej propozycji – opartej na utworzonym modelu matematycznym – wynika, że moduły odpływów podziemnych w poszczególnych zlewniach (obszarach górniczych) są jednakowe. Pomiary



Rys. 26. Obszary górnicze wód leczniczych rejonu Krynicy-Zdroju i Muszyny
 1 – granice istniejących obszarów górniczych i terenów górniczych: A – Żegiestów-Zdrój, B – Muszynianka, C – Muszyna II, D – Krynica-Zdrój, E – Krynica Dolna, F – Szczawiczne, G – Tylicz I, H – Wojkowa; granice proponowanych przez Szczepańskiego i Szklarczyka (2005a, b): 2 – terenów górniczych (1 – Poprad, 2 – Milik, 3 – Szczawnik, 4 – Muszynka Dolna, 5 – Kryniczanka, 6 – Muszynka, 7 – Mochnaczka), 3 – obszarów górniczych.

wykonane w zlewni Kryniczanki (Ciężkowski i inni, 1999) oraz w zlewniach w rejonie Muszyny wskazują natomiast na znaczne ich zróżnicowanie, co świadczy o istnieniu znaczących podziemnych przepływów międzyzlewniowych;

- podział istniejących już dużych obszarów górniczych („Krynica Zdrój”, „Muszyna II” i „Tylicz I”), w których prowadzona jest ujednolicona gospodarka wodami leczniczymi, na mniejsze obszary spowoduje w końcu zróżnicowanie zasad gospodarowania przez wielu przedsiębiorców działających w ostrej konkurencji pomiędzy sobą.

Wszystko to wskazuje, że istniejący stan formalny jest znacznie bezpieczniejszy dla popradzkiego regionalnego złoża szczaw niż przedstawiona propozycja.

6. Zasady sporządzania map obszarów i terenów górniczych

Koncesja na wydobywanie wód podziemnych będących kopalinami, zgodnie z art. 32, ust. 1 Prawa geologicznego i górniczego (Pggig), wyznacza m.in. granice obszaru i terenu górniczego, a w przypadku, gdy koncesja ta przewiduje włączanie do górotworu wykorzystanych solanek, wód leczniczych i termalnych – również warunki ich włączania (art. 32, ust. 4, pkt. 2). Jak wynika z zapisów art. 26, ust. 1, pkt 4 ww. ustawy, wniosek o udzielenie koncesji na wydobywanie kopaliny powinien określać projektowane położenie obszaru górniczego i terenu górniczego, przedstawione zgodnie z wymaganiami dotyczącymi map górniczych, z zaznaczeniem granic podziału terytorialnego kraju.

Zgodnie z art. 23, ust. 2, pkt 2 Pggig udzielenie koncesji na wydobywanie kopalin ze złóż wymaga uzgodnienia z wójtem (burmistrzem, prezydentem miasta) właściwym ze względu na miejsce wykonywania zamierzonej działalności. Kryterium uzgodnienia stanowi zgodność zamierzonej działalności z przeznaczeniem lub sposobem korzystania z nieruchomości określonym w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego. W przypadku braku planu zagospodarowania decyduje sposób wykorzystania nieruchomości ustalony w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy.

Mapa projektowanego obszaru górniczego i terenu górniczego jest zatem jednym z załączników w procedurze uzgadniania koncesji z wyżej wymienionymi organami. Mapa ta powinna być zgodna z mapą sytuacyjno-wysokościową stanowiącą załącznik do projektu zagospodarowania złoża, który dołącza się do wniosku o udzielenie koncesji na wydobycie kopaliny.

Po udzieleniu koncesji obszar górniczy podlega wpisowi do rejestru obszarów górniczych (art. 35, ust. 1 Pggig). Zgodnie z przepisami projektu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie rejestru obszarów górniczych właściwy organ koncesyjny w ciągu 14 dni od dnia, w którym decyzja wyzna-

czająca obszar górniczy stała się ostateczna, przesyła wraz z innymi dokumentami wymienionymi w § 6 **mapę obszaru górniczego i terenu górniczego** do rejestru obszarów górniczych. Ponadto, zgodnie z ww. przepisem, po jednym egzemplarzu mapę obszaru górniczego i terenu górniczego otrzymują: przedsiębiorca ubiegający się o koncesję, właściwe miejscowo organy koncesyjne i nadzoru górniczego oraz wójt, burmistrz lub prezydent miasta.

W przepisach ustawy Pggig oraz w ww. rozporządzeniu nie sprecyzowano, co powinny zawierać wymienione wyżej mapy. Z tego też powodu mogą się one różnić między sobą sposobem opisanie granic tworzonych obszarów górniczych i terenów górniczych. Mapy przesłane do uzgadniania mogą zawierać w opisie jedynie nazwę tworzonego obszaru, a mapy przesyłane do wiadomości muszą zawierać – oprócz nazwy – również datę i numer udzielonej koncesji. Obie mapy powinny zostać wykonane zgodnie z zapisami art. 26, ust. 1, pkt 4 ustawy oraz § 6, pkt. 2 projektu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie rejestru obszarów górniczych, tj. według Polskich Norm dla map górniczych.

Obszary górnicze i tereny górnicze pod względem merytorycznym określone są w dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia solanek, wód leczniczych i termalnych (projekt rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie). Zgodnie z § 8, ust. 1, pkt. 10 tego rozporządzenia część opisowa tej dokumentacji powinna zawierać proponowane granice obszaru i terenu górniczego z uwzględnieniem warunków hydrodynamicznych. Zakres wymaganych elementów, jakie powinny być uwzględnione przy wyznaczeniu proponowanych granic obszaru i terenu górniczego, sprecyzowane są w postanowieniach § 8, ust. 2, pkt. 3 tego przepisu, który przesądza, że projektowane granice obszaru i terenu górniczego powinny się znaleźć na planie lub mapie hydrogeologicznej wykonanej na podkładzie topograficznym, z zaznaczoną lokalizacją ujęcia, granicami obszaru spływu, granicami oddziaływania i granicami obszaru zasobowego. W przypadku wtlaczania, zgodnie z § 10 ust. 1, pkt 4, 5, 6 ww. rozporządzenia, należy scharakteryzować strukturę geologiczną objętą wtlaczaniem oraz określić chłonność górotworu i ilość wód możliwych do wtlaczania. Natomiast w części graficznej (§ 10 ust. 2 pkt. 2 i 3) przedstawiony powinien być zasięg ww. struktury oraz dołączone mapy hydroizohips poziomów wodonośnych istotnych ze względu na wtlaczanie wód do górotworu.

Przedstawiona charakterystyka obowiązujących przepisów wykazuje, że treść map, stanowiących załączniki do dokumentacji hydrogeologicznej i projektu zagospodarowania złoża, mogą się różnić pomiędzy sobą. Powinny jednak stanowić merytoryczną podstawę do sporządzenia **mapy projek-**

towanego obszaru górniczego i terenu górniczego, która stanowi załącznik do wniosku koncesyjnego i może być wykorzystana do opinii i uzgodnień wymaganych przepisami Prawa geologicznego i górniczego, a także – po wpisaniu daty i numeru koncesji – stanowić dokument, który jest przesyłany przez organ koncesyjny do stron wymienionych w projekcie rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie rejestru obszarów górniczych. Dotychczasowa praktyka wskazuje, że omawiana mapa powinna być sporządzona na podkładzie sytuacyjno-wysokościowym pozyskanym z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego. Powinna być ona podpisana przez mierniczego górniczego posiadającego uprawnienia do sporządzania dokumentacji mierniczo-geologicznej w zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi. Skala mapy powinna zapewniać wymaganą dla realizacji zadań i obowiązków przedsiębiorcy dokładność i czytelność. Mapa projektowanego obszaru górniczego i terenu górniczego powinna zawierać:

- oznaczenie wnioskodawcy, jego siedziby i adresu,
- granice projektowanego obszaru i terenu górniczego i istniejących obszarów i terenów górniczych,
- wykaz współrzędnych punktów załamania granic projektowanego obszaru i terenu górniczego określone w obowiązującym państwowym systemie odniesień przestrzennych,
- powierzchnię projektowanego obszaru i terenu górniczego podaną w m², z dokładnością do 1 m²,
- ujęcia (odwierty, wyrobiska i źródła) wód podziemnych uznanych za kopaliny w granicach projektowanego obszaru i terenu górniczego i w sąsiedztwie ww. granic (do ok. 200 m),
- otwory obserwacyjne (piezometry),
- odwierty, które przeznaczone są do likwidacji,
- odwierty do zatłaczania wykorzystanych wód leczniczych i termalnych.

W przypadku złóż, w których mają miejsce procesy mieszania wód „starszych” z wodami współczesnymi, charakteryzowana mapa powinna zawierać dodatkowo:

- ujęcia i źródła zwykłych wód podziemnych (posiadające pozwolenia wodnoprawne),
- istniejące strefy ochronne ujęć zwykłych wód podziemnych oraz obszary zasobowe tych ujęć.

Oprócz zasadniczej treści mapa powinna zawierać dodatkowo:

- wycinek mapy przeglądowej kraju w skali 1:100 000 o powierzchni 100 km² (10 x 10 cm) z zaznaczeniem granic lub miejsca projektowanego obszaru górniczego,

- dane administracyjne określające położenie projektowanego obszaru górniczego,
- objaśnienia zastosowanych na mapie oznaczeń,
- współrzędne lewego dolnego narożnika mapy (opis siatki układu współrzędnych).

Przy konstrukcji mapy należy kierować się wytycznymi określonymi w obowiązujących Polskich Normach z grupy *Mapy górniczne*. Uwzględniając zapisy tych norm należy zwrócić uwagę na możliwość pokrywania się oznaczeń granic obszarów i terenów górniczych na odcinkach, gdzie obszary wyznaczone w różnych koncesjach są styczne. W takim przypadku należy stosować zasadę, że oznaczenia obszarów utworzonych wcześniej przykryte są oznaczeniami obszarów utworzonych później. Wszystkie obszary górniczne (OG) i tereny górniczne (TG) powinny być opisane zgodnie z prezentowanymi wzorami w PN-G-09007:2004 *Mapy Górniczne – Umowne znaki granic*. Opis OG i TG, dla którego jest tworzona mapa, powinien być zamieszczony na granicy ww. obszarów, a opisy innych OG i TG w miejscach, gdzie obszary te nie pokrywają się z tworzonymi granicami.

Współrzędne punktów granicznych obszaru i terenu górniczego powinny być określone obecnie zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 8 sierpnia 2000 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. Nr 70, poz. 821), z dokładnością do 1 m. W przypadku podawania wykazu współrzędnych obszaru i terenu górniczego w układzie geograficznym współrzędne te należy podawać z dokładnością do trzech miejsc po przecinku w odniesieniu do sekund. Powierzchnia obszaru i terenu górniczego uzyskiwana jest obecnie najczęściej za pomocą geodezyjnych programów obliczeniowych (np. program WinKalk lub internetowy Kalkulator Geodezyjny). Mniej dokładne dane uzyskać można z powszechnie stosowanych programów GIS (np. MapInfo, ArcGIS) lub innych, np. AutoCad, MikroMap.

Zgodnie z dotychczas stosowaną zasadą nazwa obszaru i terenu górniczego powinna nawiązywać do nazwy miejscowości, w której są one wyznaczone, lub nazwy złoża. W przypadku, gdy utworzony obszar i teren górniczy jest zmieniany, do istniejącej nazwy dopisuje się kolejną rzymską cyfrę.

7. Literatura

1. Bruszevska B., 2000 – *Warunki geotermiczne Dolnego Śląska*. Prz. Geol., nr 6, s. 639-643.
2. Bujakowski W., 2010 – *Wykorzystanie wód termalnych w Polsce (stan na rok 2009)*. Prz. Geol., 58 (7), 580-588.
3. Chowaniec J., 2009 – *Studium hydrogeologii zachodniej części Karpat polskich*. Biul. PIG, z. 434.
4. Chowaniec J., Długosz P., Drozdowski B., Nagy S., Poprawa D., Witczak S., Witek K., 1997 – *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód termalnych niecki podhalańskiej*. ARCH. CAG Warszawa, OK/406/2779, s. 1-172.
5. Chowaniec J., Zuber A., Ciężkowski W., 2007 – *Prowincja karpacka*. W: Paczyński B., Sadurski A. (red.) – *Hydrogeologia regionalna Polski, t. II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane*. PIG, Warszawa, s. 78-96.
6. Ciężkowski W., 1980 – *Hydrogeologia i hydrochemia wód termalnych Łądko Zdroju*. Probl. Uzdrow., z. 4 (150), s. 125-193.
7. Ciężkowski W., 1983 – *Jednostka hydrogeologiczna szczaw Gór Izerskich*. „Kwartalnik Geologiczny”, t. 27, nr 3, s. 595-604.
8. Ciężkowski W., 1990 – *Studium hydrogeochemii wód leczniczych Sudetów polskich*. Pr. Nauk. Inst. Geotechniki Pol. Wrocław, 60; ser. Monografie, 19. Wrocław, s. 133.
9. Ciężkowski W., 1998 – *Łądek-Zdrój*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław, s. 235.
10. Ciężkowski W. (red.), 2002 – *Występowanie, dokumentowanie i eksploatacja endogenicznego dwutlenku węgla w Polsce. Poradnik metodyczny*. Wrocław. Tow. Nauk., Wrocław, s. 221.
11. Ciężkowski W. (red.), 2007 – *Współdziałanie wód zwykłych i leczniczych – zasady dokumentowania, ochrony i gospodarki wodnej*. Oficyna Wyd. Polit. Wrocław, Wrocław.
12. Ciężkowski W., 2007 – *Wybrane zagadnienia gospodarki wodami leczniczymi w Polsce*. W: *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, t. 13.
13. Ciężkowski W., Mroczkowska B., 1985 – *Anomalia hydrogeochemiczna Cieplic Śląskich Zdroju*. Rocz. Pol. Tow. Geol., vol. 55, nr 3-4, s. 473-484.
14. Ciężkowski W., Sztuk T., 1985 – *Wody termalne kopalni „Turów”*. Symp. Nauk.-Techn.: *Stan rozpoznania i perspektywy wykorzystania wód termalnych*. Kraków, 24-25.10.1985 r., s. 10-17.

15. Ciężkowski W., Józefko I., 1999 – *Obszary ochronne Krynicy na przestrzeni lat*. W: Ciężkowski W. i inni – *Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód leczniczych i dwutlenku węgla (jako kopaliny towarzyszącej) ze złoża w uzdrowisku Krynica oraz ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych (zwykłych oraz leczniczych i o właściwościach leczniczych) w zlewni Kryniczanki*. Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. Arch. CAG Warszawa.
16. Ciężkowski W., Gröning M., Leśniak P.M., Weise S.M., Zuber A., 1992 – *Origin and age of thermal waters in Cieplice Spa, Sudeten, Poland, inferred from isotope, chemical and noble gas data*. “Journal of Hydrology”, vol. 140, s. 89-117.
17. Ciężkowski W., Doktor S., Graniczny M., Kabat T., Liber-Madziarz E., Przylibski T., Teisseyre B., Zuber A., 1996 – *Próba określenia obszarów zasilania wód leczniczych pochodzenia infiltracyjnego w Polsce na podstawie badań izotopowych*. ZBU Zdroje, Wrocław (niepublikowane). Zał. 10 – *Złoża wód leczniczych Iwonicza i Lubatówki*; Zał. 36 – *Złoże wód leczniczych Wapiennego*; Zał. 33 – *Złoże wód Szczawiny*.
18. Ciężkowski W., Józefko I., Schmalz A., Witczak S. i in., 1999 – *Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód leczniczych i dwutlenku węgla (jako kopaliny towarzyszącej) ze złoża w uzdrowisku Krynica oraz ustalająca zasoby dyspozycyjne wód podziemnych (zwykłych oraz leczniczych i o właściwościach leczniczych) w zlewni Kryniczanki*. Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej (niepublikowane).
19. Ciężkowski W., Porwisz B., Zuber A., 2003 – *Geneza i wiek wód siarczkowych Horyńca Zdroju i Latoszyna*. W: Kozerski B., Jaworska-Szulc B. (red.) – *Współczesne problemy hydrogeologii*, t. 11, cz. 2. Wydż. Bud. Wodnego i Inż. Środ. PG. Gdańsk, s. 95-102.
20. Ciężkowski W., Jackowicz-Korczyński J., Kielczawa B., 2004 – *Sporządzanie projektów zagospodarowania złoża dla wód leczniczych*. Oficyna Wyd. Sudety, Wrocław.
21. Dąbrowski S., Górski J., Kapuściński J., Przybyłek J., Szczepański A., 2004 – *Metodyka określania zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych – poradnik metodyczny*. Wyd. Borgis, Warszawa.
22. Dowgiało J., 1976 – *Wody termalne Sudetów*. Acta Geol. Pol., vol. 26, n. 4, s. 617-643.
23. Dowgiało J., 1978 – *Pochodzenie dwutlenku węgla w szczawach Karpat i Sudetów na obszarze Polski*. Biul. PIG, z. 312, *Z badań hydrogeologicznych w Polsce*, t. 4, s. 191-214.
24. Dowgiało J., 2000 – *Thermal water prospecting results at Jelenia Góra–Cieplice (Sudetes, Poland) versus geothermometric forecasts*. Environ. Geol., vol. 39, n. 5, s. 433-436.
25. Dowgiało J., 2001 – *Sudecki region geotermiczny (SRG) – określenie, podział, perspektywy poszukiwawcze*. W: Bocheńska T., Staško S. (red.) – *Współczesne problemy hydrogeologii*, t. 10, cz. 1. Sudety, Wrocław, s. 301-308.
26. Dowgiało J., Fistek J., 1995 – *The Jelenia Góra geothermal system*. Bull. Pol. Acad. Sci., Earth Sci., vol. 43, no 4, s. 243-252.
27. Dowgiało J., Nowicki Z., 1999 – *Ocena „wieku” wód podziemnych na podstawie wybranych metod izotopowych*. Biul. PIG, z. 388, s. 61-78.
28. Dowgiało J., Fistek J., 2003 – *New findings in the Wałbrzych-Kłodzko geothermal sub-region*. “Geothermics”, vol. 32, s. 689-699.
29. Dowgiało J., Florkowski T., Grabczak J., 1974 – *Tritium and 14C dating of sudetic thermal waters*. Bull. Acad. Pol. Sc., Ser. Sc. Terre, vol. 22, n. 2, s. 101-109.

30. Fistek J., 1977 – *Szczawy Kotliny Kłodzkiej i Gór Bystrzyckich*. Biul. Geol. UW, t. 22, s. 61-115.
31. Fistek J. 1995 – *Przerzeczyn-Zdrój*. W: *Geologia i ochrona środowiska bloku przedsudeckiego. Przewodnik LXVI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Wrocław, 21-24.09.1995*, s. 266-271.
32. Fistek J., Dowgiałło J., 1961 – *Zagadnienia projektowania granic ochrony górniczej i sanitarnej źródeł wód i gazów leczniczych*. Probl. Uzdrow., z. 1-2 (8-9), s. 101-109.
33. Fistek J., Dowgiałło J., 2003 – *Wody termalne Cieplic Śląskich w świetle badań geologiczno-poszukiwawczych wykonanych w latach 1969-73 i 1997-98*. W: Ciężkowski W., Wojewoda J., Żelaźniewicz A. (red.) – *Sudety Zachodnie – od wendy do czwartorzęd*. WIND, Wrocław, s. 207-224.
34. Górecki W., 1995 (red.) – *Atlas zasobów energii geotermalnej na Niżu Polskim*. AGH, Kraków.
35. Jackowicz-Korczyński J., Weil W., 2001 – *Wykorzystanie naftowych wód złożowych w balneologii, rejon Krosna. Konferencja: Nauki o Ziemi w badaniach podstawowych, złożowych i ochronie środowiska na progu XXI wieku*. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, s. 288-292.
36. Jahoda K., 1962 – *Zestawienie okręgów ochrony górniczej źródeł leczniczych wód mineralnych i źródeł wody dla wodociągów według stanu z okresu przed wejściem w życie postanowień nowego prawa górniczego PRL (rok 1953) na terenach WUG Kraków wraz ze wstępem dot. przedmiotowej problematyki*. Probl. Uzdrow., z. 2-3 (13-14), s. 119-126.
37. Kapuściński J., Nagy S., Długosz P., Biernat H., Bentkowski A., Zawisza L., Macuda J., Bujakowska K., 1997 – *Zasady i metodyka dokumentowania zasobów wód termalnych i energii geotermalnej oraz sposoby odprowadzania wód zużytych – poradnik metodyczny*. Wyd. Borgis, Warszawa.
38. Kapuściński J., Bentkowski A., Biernat H., Posyniak A., 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*. Arch. CAG Warszawa.
39. Kępińska B., 2001 – *Warunki hydrotermalne i termiczne podhalańskiego systemu geotermalnego w rejonie otworu Biały Dunajec PAN-1*. W: *Studia, Rozprawy, Monografie*, 93. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 1-141.
40. Kępińska B., Łowczowska A., 2002 – *Wody geotermalne w lecznictwie, rekreacji i turystyce*. W: *Studia, Rozprawy, Monografie*, 113. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.
41. Kotarba M., 1988 – *Geochemiczne kryteria genezy gazów akumulowanych w serii węglonośnej górnego karbonu niecki wałbrzyskiej*. Zeszyty naukowe AGH, Geologia 42, s. 119.
42. Kucharski M., 1995 – *40 lat Biura Projektów „Balneoprojekt”*. Balneoprojekt, Warszawa, s. 48.
43. Macioszczyk T., Rodzoch A., Frączek E., 1994 – *Projektowanie stref ochronnych źródeł i ujęć wód podziemnych – poradnik metodyczny*. Wyd.: MOŚZNiL – Dep. Geol.
44. Małecka D., 2003 – *The thermal waters of Podhale, southern Poland: history of research, genesis and utility*. “Geological Quarterly”, vol. 47, s. 195-209.
45. Morawski T., Sawicki L., 1984 – *Wystąpienie szczaw termalnych w Grabinie koło Niemołdina*. „Materiały i Studia Opolskie”, R. XXVI, z. 52/53, s. 235-240.

46. Motyka J., Porwisz B., Rajchel L., Zuber A., 2003 – *Wody mineralne Krzeszowic*. W: Piekarek-Jankowska H., Jaworska-Szulc B. (red.) – *Współczesne problemy hydrogeologii*, t. 11, cz. 1. Wyd. Bud. Wodnego i Inż. Środ. PG, Gdańsk, s. 129-135.
47. Lisik R. (red.), 2010 – *Wody siarczkowe w rejonie Buska-Zdroju*. Wydawnictwo XYZ, Kielce, s. 362.
48. Paczyński B., Płochniewski Z., 1996 – *Wody mineralne i lecznicze Polski*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, s. 108.
49. Paczyński B., Sadurski A., 2007 (red.) – *Hydrogeologia regionalna Polski*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
50. Poprawa D., Węclawik S., Witek K., 1990 – *Monografia hydrogeologiczna obszaru występowania wód mineralnych typu szczaw w rejonie centralnej części Karpat polskich*. Oddział Karpacki PIG, Kraków (niepublikowane).
51. Porowski A., 2006 – *Origin of mineralized waters in the Central Carpathian Synclinorium, SE Poland*. "Studia Geologica Polonica", vol. 125.
52. Porwisz B., Chowaniec J., Gorczyca G., Kowalski J., Koziara T., 2002 – *Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód leczniczych i towarzyszących im lub występujących odrębnie wód potencjalnie leczniczych na obszarze Karpat i zapadliska przedkarpackiego. Zadanie A1 – szczawy i wody kwasowęglowe w wydzielonych rejonach Karpat*. Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A., Kraków. Arch. CAG Warszawa.
53. Przylibski T. A., 2005 – *Radon. Składnik swoisty wód leczniczych Sudetów*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
54. Przylibski T. A. (red.), Biel A., Ciężkowski W., Czernski M., Kiełczawa J., Marszałek H., Michniewicz M., Staśko S., Tarka R., Wojtkowiak A., Wąsik M., Żak S., 2007 – *Studium możliwości rozpoznania nowych wystąpień wód zmineralizowanych, swoistych i termalnych na obszarze bloku przedsudeckiego*. Raport ser. SPR. I-11/S-5/2007, Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej (niepublikowane).
55. Przylibski T. A., Adamczyk-Lorenc A., Żak S., 2007 – *Obszary występowania potencjalnie leczniczych wód radonowych w Sudetach*. W: Wołkowicz S. (red.) – *Potencjał radonowy Sudetów wraz z wyznaczeniem obszarów występowania potencjalnie leczniczych wód radonowych*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, s. 107-170.
56. Rajchel L., 2000 – *Źródła wód siarczkowych w Karpatach polskich*. „Geologia”, t. 26, z. 3, s. 309-373.
57. Rajchel L., Chrzastowski J., Motyka J., Rajchel J., Józefko I., 2005 – *Szczawy i wody kwasowęglowe w Karpatach polskich. Sprawozdanie z realizacji projektu badawczego KBN nr 5T12B05222* (niepublikowane).
58. Rajchel L., Zawisza L., Lewkiewicz-Małysa A., Macuda J., Ropa C i inni., 2007 – *Wpływ likwidacji górnictwa naftowego na współwystępujące złoża wód leczniczych Iwonica-Zdroju, Lubatówki, Rymanowa-Zdroju*. AGH, Kraków (niepublikowane).
59. Sadurski A., Sokołowski A., 2002 – *Zasady wyznaczania granic obszarów i terenów górniczych dla eksploatowanych wód leczniczych*. W: Paczyński B. (red.), 2002 – *Ocena zasobów dyspozycyjnych wód leczniczych i potencjalnie leczniczych. Poradnik metodyczny*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, s. 70-76.
60. Schultes J. A., 1807 – *Ueber die Mineralquellen zu Krynica im Sandecer Kreise in Ostgalizien*. Wien, s. 62.

61. *Słownik hydrogeologiczny*, 2002 – praca zbiorowa, red. Dowgiałło J., Kleczkowski A.S., Rózkowski A., Macioszczyk T., Rózkowski A. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
62. Sokołowski S., 1973 – *Geologia paleogenu i mezozoicznego podłoża południowego skrzydła niecki podhalańskiej w profilu głębokiego wiercenia w Zakopanem*. Biul. PIG, z. 265, s. 5-74.
63. Szczepański A., 1990 – Warunki hydrogeologiczne dolnojurańskiego i dolnokredowego zbiornika geotermalnego. W: Górecki W. (red.) – *Atlas wód geotermalnych Niżu Polskiego*. AGH Kraków.
64. Szczepański A., Szklarczyk T., 2005a – *Konieczność zmian przepisów w zakresie gospodarowania zasobami współwystępujących wód leczniczych, naturalnych wód mineralnych i zwykłych (Artykuł dyskusyjny)*. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie”, nr 4 (128), s. 7-12.
65. Szczepański A., Szklarczyk T., 2005b – *Zagrożenia w gospodarowaniu zasobami wód leczniczych na przykładzie rejonu Krynicy i Muszyny*. W: Sadurski A., Krawiec A. (red.) – *Współczesne problemy hydrogeologii*, t. 12. Toruń, Wyd. UMK, s. 695-700.
66. Szewczyk J., 2007 – *Strumień cieplny a temperatura i mineralizacja wód podziemnych*. W: Paczyński B., Sadurski A. (red.) – *Hydrogeologia regionalna Polski*, t. 2, s. 14-24. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
67. Szewczyk J., Gientka D., 2009 – *Terrestrial heat flow density in Poland – a new approach*. “Geological Quarterly”, vol. 53(1), s. 125–139.
68. Szymanko J., 1980 – *Koncepcje systemu wodonośnego i metod jego modelowania*. Wyd. Geol. Warszawa.
69. Świętochowski S., 1918 – *Ustrój władz górniczych w Królestwie Polskim, Rosji, Niemczech, Austrii, Francji i innych państwach*. Warszawa, s. 59.
70. Węclawik S., 1991 – *Kompleksowa metodyka badań ochrony surowców balneologicznych przed oddziaływaniem przemysłu. Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN*. „Studia i Rozprawy” 11, Kraków, s. 88.
71. Zejszner L., 1844 – *O temperaturze źródeł tatrowych i pasm przyległych*. Biblioteka Warszawska, t. 2, s. 257-281.
72. Zuber A., Ciężkowski W., 1997 – *Regional parameters of some fissured aquifers in the Bohemian Massif obtained from environmental tracer data*. Acta Univ. Wratisl. No 2052, Hydrogeology, s. 181-197.
73. Zuber A., Ciężkowski W., 1999 – *Parametry systemów wód podziemnych w Górach Bystrzyckich*. W: Krajewski S., Sadurski A. (red.) – *Współczesne problemy hydrogeologii*, t. 9. PIG, Warszawa, s. 373-378.
74. Zuber A., Ciężkowski W., 2007 – *Typy genetyczne i chemiczne wód podziemnych*. W: *Hydrogeologia regionalna Polski*, t. 1. *Wody słodkie* (red. B. Paczyński i A. Sadurski). PIG, Warszawa, s. 25-38.
75. Zuber A., Weise S., Osenbrück K., Grabczak J., Ciężkowski W., 1995 – *Age and recharge area of thermal waters in Łądek Spa (Sudeten, Poland) deduced from environmental isotope and noble gas data*. “Journal of Hydrology”, vol. 167, s. 327-349.
76. Zuber A., Weise S., Motyka J., Osenbrück K., Róžański K., 2004 – *Age and flow pattern of groundwater in a Jurassic limestone aquifer and related Tertiary sands derived*

- from combined isotope, noble gas and chemical data.* "Journal of Hydrology", vol. 286, s. 87-112.
77. Zuber A., Róžański K., Ciężkowski W, 2007 – *Metody znacznikowe w badaniach hydrogeologicznych.* Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, s. 402.
 78. Zuber A., Porwisz B., Mochalski P., Duliński M., Chowaniec J., Najman J., Śliwka I, Mateńko T., 2010 – *Pochodzenie i wiek wód mineralnych rejonu Buska-Zdroju, określone na podstawie znaczników środowiskowych.* W: Lisik R. (red.) – *Wody siarczkowe w rejonie Buska-Zdroju.* Wydawnictwo XYZ, Kielce, s. 125-149.
 79. Żak S., Przylibski T.A., Ciężkowski W., 2008 – *Określenie zawartości dwutlenku węgla w powietrzu glebowym w Sudetach w rejonach występowania szczaw.* Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, s. 87.
 80. Żelaźniewicz A., 2005 – *Przeszłość geologiczna.* W: Fabiszewski J. (red.) – *Przyroda Dolnego Śląska.* PAN – Oddział we Wrocławiu, s. 61-134.

8. Indeks haseł

Indeks użytych terminów

- chemizm wód podziemnych 7, 52
- dokumentacja hydrogeologiczna 49, 57, 60, 72, 86
- gazy lecznicze 15
- granice złoża 6, 8
- instalacje geotermalne 46
- jednostki hydrogeologiczne
 - provincje 22, 27, 28, 30, 31, 32, 35, 41
 - regiony 22, 27, 31, 32, 33, 34, 35
 - rejony 22
 - subregiony 22, 27, 29
- koncesja 17, 65, 85, 88
- kopaliny
 - podstawowe 7, 18
 - pospolite 18
 - stałe 5, 6, 8, 53, 59
- lej depresji 5, 6, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 66
- mapy górnicze 85, 86
- Minister Środowiska 7, 9, 17, 85, 86, 87
- Minister Zdrowia i Opieki Społecznej 15, 16, 76
- model matematyczny 8, 52, 72, 83
- obszar górniczy 6, 15, 17, 18, 19, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 65, 67, 68, 72, 74, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88
 - wewnętrzny 57, 58, 74
- obszar zasilania ujęcia 6, 9, 54
- okręgi ochronne 12
- otwór
 - chłonny 19, 40, 46, 50, 51, 56, 58, 69, 72, 74
 - eksploatacyjny 46, 50, 56, 58, 72, 74
 - zastępczy 9

- poziom wodonośny 9, 68
- prawo
 - geologiczne i górnicze 5, 6, 7, 11, 17, 18, 20, 21, 57, 59, 85, 87
 - górnicze 14, 15, 16
 - wodne 5, 7, 10, 52, 53
- projekt zagospodarowania złoża 23, 57
- Rada Ministrów 15, 16, 18, 48, 88
- roboty górnicze 6, 57, 59, 60
- skład wody
 - chemiczny 6, 12, 33, 34
 - izotopowy 24, 25, 78
- solanki 5, 20, 21, 26, 32, 33, 34, 71
- stożek represji 56, 60, 72, 74
- strefy ochronne ujęć 53, 87
- strumień
 - ciepły 29, 44, 45
 - dwutlenku węgla 77, 83
 - wód podziemnych 9, 10, 54, 72
- system wodonośny 8, 9, 10, 40
- temperatura wody 6, 7, 20, 28, 29, 30, 31, 34, 36, 37, 39, 42, 45, 46, 62, 63, 69, 77
- teren górniczy 5, 6, 7, 16, 17, 18, 19, 48, 49, 52, 60, 61, 65, 67, 68, 72, 74, 75, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88
- Urząd Górniczy 17
- wiek wód 24, 30, 32, 33, 34, 36, 37, 42, 48, 76, 80
- wody
 - chlorkowo-sodowe 47, 71
 - dehydratacyjne 24, 25, 26, 34, 53, 80
 - holoceńskie 24, 28, 31, 32, 33, 34, 53, 76
 - kwasowęglowe 20, 27, 80
 - lecznice 5, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 30, 31, 34, 35, 39, 41, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 58, 60, 61, 71, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87
 - meteoryczne 24, 26, 36
 - mieszane 24, 25, 26, 28, 30, 34, 42, 80, 87
 - mineralne 12, 14, 15, 18, 20, 22, 23, 31, 48, 52
 - paleoinfiltracyjne 24, 25, 34
 - plejstoceńskie 24
 - przedplejstoceńskie 24, 33, 42
 - radonowe 20, 27, 29, 30
 - reliktowe 24, 53
 - siarczanowe 45, 47
 - siarczkowe 20, 26, 27, 31, 32, 35, 39, 45, 51
 - synsedymencyjne 24, 34, 42, 53, 80

- szczawy 26, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 76, 82
termalne 5, 8, 17, 18, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 67, 69, 75, 78, 79, 80, 85, 86, 87
współczesne 24, 28, 29, 34, 42, 53, 76, 87
zwykłe 5, 33, 36, 52, 53, 54, 58, 63, 67, 78, 80, 87
zakład górniczy 6, 16
zasięg wpływu (oddziaływania) 5, 6, 10, 11, 51, 54, 55, 56, 66, 67, 72, 74
zasoby
 dyspozycyjne 10, 40, 59
 eksploatacyjne 10, 40, 49, 50, 51, 60, 65, 71, 74, 86
 odnawialne 10, 11, 24, 26, 53, 54, 55, 58
 słabo odnawialne 26, 32, 53, 54, 56, 58, 65
 statyczne 56
złoża
 kopalin stałych 5, 6, 8, 53, 59
 ropy naftowej 33, 34, 53, 81
złoża wód
 lecznicych 16, 18, 19, 79, 81
 termalnych 51, 74

Indeks miejscowości i obszarów górniczych

a. wody lecznicze

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| Andrzejówka 26 | Kołobrzeg 18, 19, 26, 47, 51 |
| Busko-Zdrój 26 | Kotuń 26 |
| Ciechocinek 26, 47 | Krościenko 26 |
| Czerniawa-Zdrój 26 | Krynica-Zdrój 15, 26, 82, 84 |
| Dębowiec 26 | Krzeszowice 26 |
| Długopole-Zdrój 26 | Kudowa-Zdrój 26 |
| Dobrowoda 26 | Las Winiarski 26, 51 |
| Duszniki-Zdrój 26, 28 | Latoszyn 26 |
| Dziwnówek 19, 26 | Łądek-Zdrój 26, 52, 79 |
| Głębokie 26, 83 | Leluchów 26 |
| Goczałkowice-Zdrój 26, 52 | Lubatówka 26 |
| Gorzanów 26, 28 | Łągów 26 |
| Horyniec-Zdrój 15, 26 | Łapczyca 18 |
| Iwonicz-Zdrój 15, 26, 59, 80 | Łomnica-Zdrój 26 |
| Jastrzębik 26 | Marusza 26 |
| Jelenia Góra-Cieplice 26 | Mateczny 26 |
| Jeleniów 26 | Międzywodzie 26 |
| Kamień Pomorski 26, 47 | Milik 15, 26, 84 |

Muszyna 15, 26, 82, 83, 84
Muszynianka 84
Nałęczów-Zdrój 15
Piwniczna-Zdrój 15, 26
Polanica-Zdrój 26
Polańczyk 26
Połczyn-Zdrój 26, 47
Powroźnik 26
Przerzeczyn-Zdrój 26
Rabka-Zdrój 26, 34
Rymanów-Zdrój 15, 26
Solec-Zdrój 15, 26, 51
Sopot 19, 26, 47
Stare Bogaczowice 26, 29
Stare Rochowice 26, 29
Stary Wielisław Dolny 26
Swoszowice 26, 52
Szczała 15, 26, 34, 49
Szczałeczne 83
Szczaława 26, 76, 77
Szczaławica 26

Szczaławnik 26, 84
Szczaławno 26, 29
Szczaławno-Zdrój 26, 29
Świeradów-Zdrój 26
Świnoujście 26, 47
Trzebnica 26
Tylicz 26, 83, 84
Ustka 26, 47
Ustroń 26, 34
Wapienne 26
Wełnin 26
Wieniec-Zdrój 15, 26, 47
Wierchomla Wielka 15
Wysowa 15, 26
Zabłocie 26
Zazadnia 40
Złockie 26
Zubrzyk 26, 34
Żegiestów 26, 83
Żegiestów-Zdrój 26, 83

b. wody termalne

Białka Tatrzańska 26, 39, 40, 50
Bukowina Tatrzańska 26, 39, 40,
50
Chochółów 40
Ciechocinek 26, 47
Duszniki-Zdrój 26, 28
Furmanowa 40
Gostynin 26
Jelenia Góra-Cieplice 26
Jeleniów 26
Kleszczów 26
Konstancin 26, 47
Lądek-Zdrój 26, 52, 79

Mszczonów 26, 44, 46, 62, 63,
64, 65, 68
Poddębice 26, 51
Poronin 26, 40, 51
Pyrzyce 26, 46, 49
Siwa Woda 40
Stargard Szczeciński 26, 46, 69
Szymoszkowa 39, 40, 50
Toruń 26
Turów 30
Uniejów 26, 46
Zakopane 26, 36, 39, 40, 50
Zazadnia 40