

DLACZEGO I JAK CHRONIMY WODY PODZIEMNE



dr Lesław Skrzypczyk
Kierownik Zespołu
Problemowego:
Wody Podziemne
Centrum Doskonałości REA
00-975 Warszawa
ul. Rakowiecka 4
e-mail: lskrp@pgi.waw.pl

W NUMERZE:

Wody podziemne są ostatnią rezerwą wód pitnych dobrej jakości w Polsce. Cenne są także wody mineralne i termalne. Omówiona jest wartość tych wód oraz metody ich ochrony przed rabunkową gospodarką.

IN THIS ISSUE:

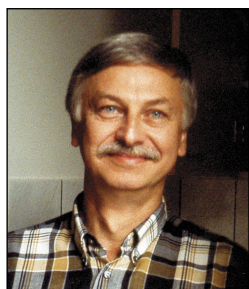
Page 12

Wydawca:
Państwowy Instytut
Geologiczny
00-975 Warszawa
ul. Rakowiecka 4
tel. (22) 849 53 51
www.pgi.gov.pl

Redakcja:
Maciej Podemski;
Barbara Bańkowska-
Zajączkowska;
Janina Małecka.
tel. (22) 849 53 51 w. 221;
e-mail:
podemski@pgi.waw.pl

Nakład 1000 egz.

ISSN 1731-7177



Na wodę – w tym na wodę podziemną – powinniśmy patrzeć okiem roztropnego i zapobiegliwego gospodarza, odpowiedzialnego za nasze wspólne włodarstwo, jakim jest Ziemia. Włodarstwo, które musimy przekazać następnym pokoleniom w stanie harmonijnego rozwoju. W tym duchu wypowiedział się Parlament Europejski i Rada Wspólnoty Europejskiej, rozpoczynając preambułę do uchwalonej 23 października 2000r. dyrektywy 2000/60/EC (tzw. Dyrektywy Wodnej) od stwierdzenia, że „woda nie jest tylko towarem komercyjnym, jak inne dobra, lecz w większym stopniu dziedzictwem, które musi być chronione, bronię i traktowane podmiotowo”.

Te słowa są szczególnie trafne w odniesieniu do wód podziemnych. Stan chemiczny i ilościowy wód podziemnych ma dominujący wpływ na ekologiczną jakość wód powierzchniowych i ekosystemów lądowych z nimi

związanych. W istotny sposób kształtuje on także warunki życia nie tylko społeczności wiejskich, powszechnie korzystających z indywidualnych ujęć wody, lecz także ludności miejskiej. Mogą to potwierdzić zarówno lublinianie, czy rado-

mianie, których mieszkania są zaopatrywane w wysokiej jakości wodę z górnokredowego poziomu wodonośnego, jak i warszawiaczy, skazani na codzienne wędrowanie po wodę pitną do studzien głębokich, zwanych oligocenkami.

Stacja hydrogeologiczna w Zarwoi, woj. małopolskie – widok ogólny. W skład stacji wchodzi 3 otwory ujmujące utwory fliszu i czwartorzędu oraz wodowskaz na rzece Skarwicy.



W okresach bezopadowych wody podziemne są wyłącznym źródłem zasilania rzek i jezior; w obszarach podmokłych kształtują też warunki siedliskowe roślinności łąkowej i bagiennej. Poziomy wodonośne stanowią naturalne i powszechnie dostępne zbiorniki retencyjne wody o stabilnych właściwościach fizykochemicznych, o warunkach występowania znacznie redukujących lub wręcz eliminujących wpływ zanieczyszczeń z powierzchni terenu oraz o zasobach powolnie reagujących na naturalną zmienność zjawisk klimatycznych. Te cechy zbiorników wód podziemnych stanowią o ich atrakcyjności jako źródle zaopatrzenia w wodę.



Pobór próbki wody z samowypływu z otworu obserwacyjnego w rejonie zatopionych kopalń rud żelaza (Kręciwilk)

Jednakże powolny przebieg zmian stanu wód podziemnych ma również drugą stronę medalu. Długotrwała emisja zanieczyszczeń pochodzenia przemysłowego, bytowego i rolniczego, intensywne i głębokie odwodnienia górnicze, a także nadmierna eksploatacja ujęć głębinowych wywołują skutki, których eliminacja może wymagać prowadzenia wieloletnich zabiegów ochronnych i znacznych ograniczeń w wykorzystaniu zasobów wód podziemnych.

Świadczą o tym obserwacje zmian jakości i dynamiki wód w rejonie likwidowanych kopalń węgla zagłębia górnośląskiego, kopalń zagłębia siarkowego oraz kopalń rud cynku i ołowiu regionu śląsko-krakowskiego, zlikwidowanych częstochowskich kopalń rud żelaza, w rejonie przemieszczanych bełchatowskich i konińskich odkrywek kopalń węgla

brunatnego, a także w zasięgu zmian leja depresji (stref znacznego obniżenia zwierciadła wody) dużych ujęć wodociągów komunalnych i przemysłowych, np. w Poznaniu, Łodzi, Lublinie, czy Chełmie Lubelskim. Wody podziemne zostały tam zdegradowane jakościowo, zubożone ilościowo, a prognozowany czas procesu przywracania stanu, który będzie można uznać za dobry, ocenia się na co najmniej 20, a w skrajnych przypadkach – na więcej niż 70 lat.

Wyraźnie zaznacza się także wzrost zawartości związków azotu w wodach gruntowych na obszarach intensywnego nawożenia gruntów ornych. Dotyczy to zwłaszcza terenów piaszczystych o płytkim zwierciadle wody. Wzrost zawartości związków azotu, a także chlorków, siarczanów i fosforanów powszechnie obserwowany jest w rejonie nie skanalizowanych osiedli wiejskich i podmiejskich.

Oprócz wymienionych przykładów oddziaływań o charakterze wielkoobszarowym, liczne są strefy zanieczyszczeń o lokalnym zasięgu, np. w rejonie nie izolowanych wysypisk i źle zabezpieczonych składowisk odpadów, albo nieszczelnych lub podlegających awariom magazynów paliw płynnych. Można by tu podać długą listę przykładów, takich jak liczne przypadki skażenia wód podziemnych rakotwórczym chromem Cr^{6+} w rejonie garbarni, cementowni i lakierni, zanieczyszczenia gruntów i wód produktami ropopochodnymi na terenach zajmowanych przez jednostki armii radzieckiej, skażenia rtęcią w rejonie fabryk świetlówek, wycieków przeterminowanymi środkami ochrony roślin z nieszczelnych podziemnych silosów – tzw. mogilników, itd., itp. Znaczna część tych skażeń zagrażała komunalnym ujęciom wód podziemnych...

Na szczęście, w ogromnej większości wody podziemne naszego kraju nadal są wysokiej jakości i nadają się do spożycia bezpośrednio lub po prostych zabiegach uzdatniających, najczęściej polegających na usuwaniu nadmiaru żelaza i manganu. Formalne stwierdzenie nadmiaru tych jonów w wodach do picia nie wynika na ogół z obiektywnej oceny przydatności wód. Jest to związane przede wszystkim z bardzo niskiego progu dopuszczalnej zawartości wspomnianych jonów w wodach pitnych, wprowadzonego w ostatnim Rozporządzeniu Ministra Zdrowia.

Działania mające zapobiegać dalszemu pogarszaniu się stanu wód podziemnych, oraz dążące do jego ochrony i poprawy, a także promujące zrównoważone korzystanie z wód podziemnych, jako ważnego składnika obiegu wód w makrosystemach zlewniowych, zostały rozpoczęte w Polsce

na szerszą skalę w latach 90-tych. Są one porządkowane i ukierunkowywane zbiorem ustaw i rozporządzeń. Ten prawny system nadal jest rozwijany i doskonalony, ostatnio również w ramach działań dostosowawczych do przepisów unijnych.

Celem wprowadzanego systemu prawnego jest sformułowanie i zrealizowanie kompleksowych programów usprawnienia gospodarki wodnej. Mają one zapewnić odpowiednią ilość wód podziemnych dobrej jakości, niezbędną dla zrównoważonego rozwoju potrzeb mieszkańców naszego kraju. zharmonizowanego i uzasadnionego korzystania z tych wód. Mają jednocześnie zapewnić kształtowanie pożądanego stanu ekosystemów wodnych i lądowych – zależnych od wód.

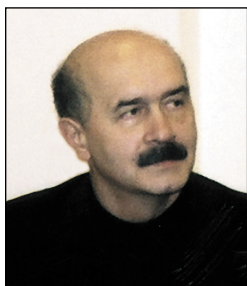
Aby opracować niezbędne programy ochrony i poprawy stanu wód podziemnych, należy poznać ich ilość i jakość, hydrogeologiczne warunki ich występowania oraz odnawialności ich zasobów, związki z otoczeniem przyrodniczym i kształtowanym działalnością człowieka, a wreszcie należy poznać naturalną odporność poziomów wodonośnych na zanieczyszczenia przedostające się z powierzchni.

Syntezę takiego rozpoznania wód podziemnych stanowi szczegółowa kartografia hydrogeologiczna, w której wyniku powstaje arkuszowa *Mapa hydrogeologiczna Polski* (MhP) w skali 1:50 000. Jest ona realizowana od 1996 roku przez Państwowy Instytut Geologiczny jako generalnego wykonawcę, na zamówienie Ministra Środowiska, ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Do końca 2004 roku MhP obejmie obszar całego kraju (1069 arkuszy).

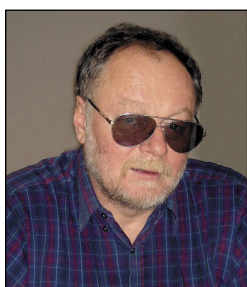
Mapa jest opracowywana w systemie GIS INTERGRAPH, dzięki czemu stanowi ona komputerową bazę danych przestrzennych i opisowych. Przedstawia ona warunki występowania użytkowych poziomów wodonośnych, ich zasobność i jakość, położenie zwierciadła wód podziemnych i kierunki ich przepływu, a także możliwość ujęcia tych wód typowymi studniami wierconymi. Mapa informuje również o stopniu zagrożenia wód podziemnych zanieczyszczeniami z powierzchni. Na podstawie danych z *Mapy hydrogeologicznej Polski* w skali 1:50 000 można np. odwiercić studnię, o wydajności co najmniej 5 m³/godz., dostarczającą wodę o jakości kwalifikującej do wykorzystania komunalnego.

P. Herbich
pher@pgi.waw.pl

PAŃSTWOWA SŁUŻBA HYDROGEOLOGICZNA W POLSCE



Państwowa Służba Hydrogeologiczna w Polsce rozpoczęła działalność w 2001 roku. Została powołana na mocy ustawy Prawo wodne, a jej rolę pełni Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie.



Podstawowym celem Państwowej Służby Hydrogeologicznej jest ograniczenie degradacji wód podziemnych i ich ochrona. Istotą działalności Służby jest dążenie do prawidłowego gospodarowania zasobami wód podziemnych, przeznaczonymi głównie do konsumpcji i stanowiącymi podstawę zaopatrzenia w wodę ponad 50% ludności Polski. Systematycznie

prowadzone obserwacje, analizy i prognozy, rozpowszechnianie wiedzy i informacji o stanie i zagrożeniach zasobów wód podziemnych, wykorzystane są do realizacji polityki zrównoważonego rozwoju kraju. Działania te wynikają z polityki ekologicznej Państwa.

Do głównych zadań Państwowej Służby Hydrogeologicznej należy rozpoznawanie, bilansowanie i ochrona wód podziemnych w celu ich racjonalnego wykorzystania przez społeczeństwo i gospodarkę. Zadania te realizowane są przez pięć zespołów merytorycznych: monitoringu wód podziemnych, zasobów wód podziemnych, prognoz i analiz, badawczo-metodyczny oraz baz danych hydrogeologicznych.

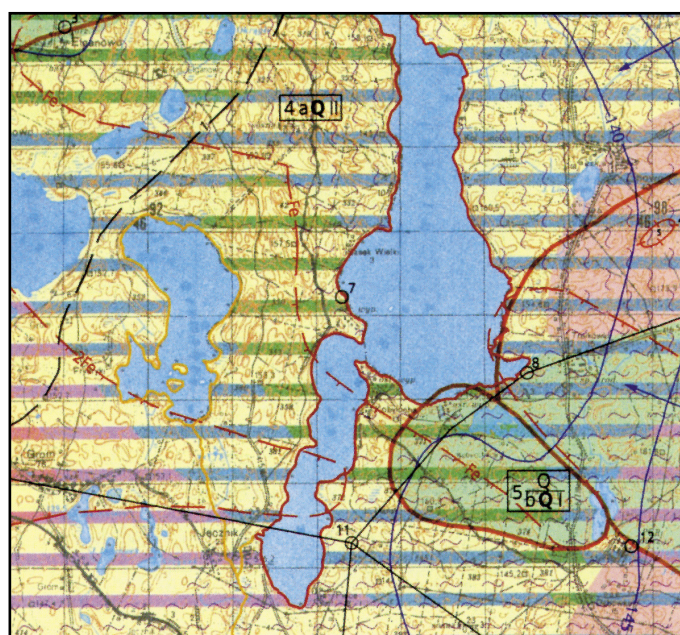
1. Zespół monitoringu wód podziemnych organizuje i wykonuje pomiary, obserwacje i badania stanów zwierciadła oraz jakości wód podziemnych w stacjach hydrogeologicznych i wytypowanych punktach obserwacyjnych, tworzących krajową sieć obserwacji stacjonarnych. Zespół ten nadzoruje również regionalne sieci monitoringu wód podziemnych.
2. Zespół zasobów wód podziemnych zajmuje się określaniem zasobów wód podziemnych oraz ustalaniem wzajemnych relacji pomiędzy wodami podziemnymi, wodami powierzchniowymi i ekosystemami zależnymi od wód podziemnych. Do ważnych zadań należy aktualizacja rozpoznania zasobów wód podziemnych kraju: odnawialnych (uzupełnianych w wyniku infiltracji), dyspozycyjnych (możliwych do wykorzystania) i perspektywicznych (prawdopodobnych). Ważnym zadaniem tego zespołu jest także ustalanie ilości oraz struktury i rozmieszczenia poboru wód podziemnych, jak również zbieranie informacji potrzebnych dla zestawiania bilansów wodno-gospodarczych, tzn. dla określenia potrzeb i możliwości ich zaspokojenia z istniejących zasobów wód podziemnych.
3. Zespół prognoz i analiz dokonuje oceny aktualnej sytuacji hydrogeologicznej (dostępności wód podziemnych) w kraju. Opracowuje także i przekazuje do organów centralnej administracji państwowej prognozy i ostrze-

żenia dotyczące zmian zasobów, jakości oraz wszelkich zagrożeń wód podziemnych.

4. Zespół badawczo-metodyczny koordynuje prace związane z rozwojem metod badawczych oraz przygotowaniem poradników, instrukcji i zaleceń metodycznych.
5. Zespół baz danych hydrogeologicznych – to „serce” i jednocześnie największy skarb Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Zespół ten zajmuje się gromadzeniem, archiwizowaniem, przetwarzaniem oraz udostępnianiem informacji hydrogeologicznych, a w szczególności tych, które dotyczą zasobów i jakości wód podziemnych oraz stanów zwierciadła wód podziemnych. Wszystkie dane cyfrowe, opisowe i interpretacyjne, gromadzone są w pięciu głównych komputerowych bazach danych.

Podstawową bazą jest bank HYDRO, zawierający informacje otworowe niemal ze wszystkich poszukiwawczych i badawczych wierceń hydrogeologicznych, wykonanych dotychczas na obszarze Polski.

Baza danych *Mapy hydrogeologicznej Polski* jest mapą komputerową sporządzoną w cięciu arkuszowym w skali 1:50 000. Zawiera ona informacje dotyczące głównych i podrzędnych użytkowych poziomów zwykłych wód podziemnych oraz rozszerzoną interpretację hydrogeologiczną tego



Fragment arkusza Szczytno Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50 000
Poziome kolorowe paski – potencjalna wydajność studni;
czarne znaki – jakość wód podziemnych;
kolorowe obszary – stopień zagrożenia zanieczyszczeniami

poziomu wodonośnego, który jest najważniejszym źródłem zaopatrzenia w wodę w danym regionie. Charakterystyka ta obejmuje zasięg i głębokość występowania głównych poziomów wód podziemnych, ich jakość, miąższość i przewodność, wielkość ich zasobów, stopień zagrożenia oraz potencjalną wydajność typowej wierconej studni.

Baza danych SOH zawiera wyniki badań i pomiarów sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych, uzyskiwanych od początku lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku. Materiały zawarte w tej bazie publikowane są w *Roczniku Hydrogeologicznym* oraz w *Kwartalniku Informacyjnym*.

Baza krajowego monitoringu jakości wód podziemnych (MONBADA) zawiera wyniki oznaczeń chemicznych i fizycznych wód podziemnych o niskiej mineralizacji (zwykłych). Wyniki tych obserwacji, prowadzonych od 12 lat, publikowane są w serii Biblioteki Monitoringu Środowiska pod nazwą *Stan jakości wód podziemnych na podstawie badań monitoringowych*.

Baza danych z Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) została założona w 2003 r., a w jej zasobach znajdują się najważniejsze parametry hydrogeologiczne 160 głównych zbiorników.

Podstawowe informacje zawarte w omówionych bazach danych hydrogeologicznych znaleźć można na stronie internetowej Państwowego Instytutu Geologicznego (<http://www.pgi.gov.pl/hydro> i <http://www.pgi.gov.pl/soh>) oraz w Zakładzie Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej PIG w Warszawie, a także w Oddziałach Regionalnych Instytutu.

Państwowa Służba Hydrogeologiczna, realizując zadania nałożone przez Państwo, współpracuje z wieloma przedsiębiorstwami i firmami hydrogeologicznymi działającymi na terenie Polski. Istotnym elementem działalności PSH jest



Janów woj. mazowieckie. Otwór o głębokości 200 m, ujmujący wody poziomu mioceńskiego pod ciśnieniem artezyjskim

także współpraca z państwową służbą hydrologiczno-meteorologiczną, prowadzoną przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie.

W 2004 roku przewiduje się rozszerzenie działalności Państwowej Służby Hydrogeologicznej o monitoring wód gruntowych oraz o przygraniczny monitoring wód podziemnych. Rozszerzona zostanie również współpraca międzynarodowa.

A. Sadurski
asad@pgi.waw.pl

I Zastępca Dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego
Dyrektor Państwowej Służby Hydrogeologicznej

Z. Nowicki
znow@pgi.waw.pl

Kierownik tematu Państwowa Służba Hydrogeologiczna

ZESPÓŁ PROBLEMOWY: WODY PODZIEMNE

Krok ku Europejskiej Przestrzeni Badawczej



Zespół Problemowy: Wody Podziemne REA zajmuje się inicjowaniem prac naukowo-badawczych z dziedziny hydrogeologii.

Nawiązuje kontakty krajowe i międzynarodowe z wiodącymi ośrodkami naukowymi w dziedzinie badań wód podziemnych.

Kontakty mają na celu wdrożenie zadań określonych Prawem Wodnym, Prawem Geologicznym i Górniczym oraz dyrektywami Unii Europejskiej. Istotną rolę we wdrażaniu dyrektyw odgrywają

tematy badawcze realizowane od wielu lat w PIG. Do najważniejszych projektów badawczych należą m.in.: Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50000, monitoring jakości i ilości wód podziemnych, prowadzenie krajowych baz danych hydrogeologicznych.

Do najważniejszych międzynarodowych zadań Zespołu Problemowego: Wody Podziemne należy zacieśnianie współpracy z unijnymi ośrodkami badawczymi, włączanie się w istniejące europejskie sieci tematyczne oraz tworzenie nowych

sieci tematycznych poprzez skupianie zagranicznych specjalistów, szczególnie z Europy Wschodniej, wokół instytutowego Centrum Doskonałości.

Pro-unijny program Zespołu realizowany jest wielotorowo, m.in. poprzez nawiązywanie dwustronnych kontaktów

z wiodącymi instytucjami naukowo-badawczymi Europy. Do tej chwili, w ramach misji eksploracyjnych, podjęto takie kontakty z instytucjami w Belgii (Belgijska Służba Geologiczna z siedzibą w Brukseli, Uniwersytet w Gent, Instytut w Mol), we Francji (Państwowa Służba

Geologiczna Francji – BRGM z siedzibą w Orleanie), w Niemczech (Uniwersytet w Hanowerze, Politechnika w Aachen) oraz na Ukrainie (Państwowa Służba Geologiczna Ukrainy z siedzibą w Kijowie, Lwowski Uniwersytet im. Iwana Franco, Instytut Geologii i Geochemii oraz Instytut Geologii Zachodniej Ukrainy, z siedzibą we Lwowie).

Dotychczasowe kontakty międzynarodowe zaowocowały również propozycją udziału Centrum Doskonałości REA w unijnym projekcie EuroClimate, realizowanym w ramach programu EUROCORES, a także zaproszeniem do wspólnych prac przy realizacji projektu HARMONICA.

Unijny projekt, wspierający działalność Centrum Doskonałości REA, umożliwił pracownikom Zespołu uczestnictwo w międzynarodowych konferencjach (np. Hannover GeoCenter), w warsztatach, kursach i szkoleniach organizowanych przez czołowe zagraniczne instytucje badawcze zajmujące się problematyką hydrogeologiczną. Przykładem niech będzie nasz udział w warsztatach HARMONICA w Amsterdamie oraz w warsztatach zorganizowanych w ramach ECO-GEOWATER w Genui.

Projekt HARMONICA ma celu utworzenie sieci specjalistów, wymianę dokonań i doświadczeń, m.in. w dziedzinie monitoringu i modelowania, a także generowanie wspólnych projektów. W projekcie tym uczestniczą kraje kandydujące do Unii Europejskiej i dotychczas brakowało w nim przedstawicieli Polski.

ECO-GEOWATER jest projektem promującym zastosowania technik geoinformacji przestrzennej w zarządzaniu wodami powierzchniowymi i podziemnymi w zlewniach, a szczególnie wyko-

rzystania tych technik w rozpoznawaniu zanieczyszczeń powstających na skutek powodzi, awarii instalacji kanalizacyjnych i przemysłowych, a także przy zapobieganiu zanieczyszczeniom wód podziemnych na terenach zurbanizowanych.

Udział w warsztatach pozwala poznać nowe, unijne podejście do zarządzania wodami podziemnymi. Pomaga również zapoznać się z realizowanymi projektami badawczymi, a także z nowoczesnymi technologiami wykorzystywanymi obecnie w gospodarowaniu wodami podziemnymi w krajach Unii Europejskiej.



Początki prac rekultywacyjnych w rejonie likwidowanej obecnie (zatapianej) kopalni siarki na Ukrainie

Kolejnym ważnym zadaniem Zespołu jest utworzenie polsko-wschodnioeuropejskiej sieci tematycznej, wyspecjalizowanej w badaniach wód podziemnych. Odbłyły się już dwa spotkania, podczas których wokół zagadnienia gospodarki zasobami transgranicznych zbiorników wód podziemnych skupiono grono specjalistów-hydrogeologów z Polski, Litwy, Białorusi, Ukrainy i Słowacji. Wyłoniono następujące główne tematy

przyszłej współpracy: kartografię hydrogeologiczną, badanie zagrożeń i ochronę wód podziemnych oraz ich monitoring. Podpisano dokument o zamiennej współpracy; w przygotowaniu jest kolejne seminarium. W planach jest rozszerzenie omawianej sieci o grono badaczy z Czech, Łotwy, Estonii i z Okręgu Kaliningradzkiego w Rosji.

Realizując swój program Zespół jest w trakcie przygotowań do międzynarodowej konferencji naukowej, która odbędzie się w listopadzie 2004 roku w Warszawie. Konferencja poświęcona

będzie prezentacji najważniejszych programów naukowo-badawczych, realizowanych przez europejskie instytucje badawcze, a także zainicjowanie nowych, wspólnych projektów.

Na 2005 rok zaplanowano cykl wykładów z udziałem wybitnych naukowców europejskich oraz organizację kursu dla młodych naukowców z Litwy, Ukrainy i Białorusi, którego tematem będą nowoczesne metody badawcze wykorzystywane w hydrogeologii.

Podjęte przez Zespół Problemowy: Wody Podziemne działania przyczyniają się do zintegrowania Centrum Doskonałości REA Państwowego Instytutu Geologicznego z Europejską Przestrzenią Badawczą, pozwalając na popularyzację w Europie polskich dokonań w dziedzinie hydrogeologii, umożliwiają także uczestnictwo pracowników Instytutu w zagranicznych unijnych projektach. Właśnie mija rok działalności unijnego projektu; nasz Zespół pierwsze kroki w kierunku Europejskiej Przestrzeni Badawczej ma już za sobą.

E. Przytuła
eprz@pgi.waw.pl
L. Skrzypczyk
lskr@pgi.waw.pl

Efekty zjawisk krasowych charakterystycznych dla rejonu likwidowanej kopalni siarki na Ukrainie



MONITORING WÓD PODZIEMNYCH



Państwowy Instytut Geologiczny już od kilkudziesięciu lat prowadzi monitoring wód podziemnych. Sieć stacjonarnych obserwacji wód podziemnych, budowana od blisko 30 lat, dostarcza danych o zmianach poziomu zwierciadła i składzie chemicznym wód użytkowych poziomów wodonośnych.

Sieć składa się aktualnie z ponad 500 punktów badawczych, rozmieszczonych na powierzchni całego kraju w sposób zrównoważony (co oznacza, że nie muszą być one rozmieszczone równomiernie) w miejscach reprezentatywnych dla badanych jednostek hydrogeologicznych, zgodnie z przyjętymi kryteriami reprezentatywności, którymi są:

- wysokość zasobów wód zwykłych,
- sposób wykształcenia warstw (wodonośiec porowy, szczelinowo-porowy, szczelinowy) z uwzględnieniem litologii i stratygrafii,
- stopień narażenia na wpływ czynników zewnętrznych, głównie na zanieczyszczenia powodowane przez działalność człowieka,
- intensywność odnawiania zasobów wód.

W sieci obserwacyjnej wyróżniono dwa rodzaje punktów badawczych:

Punkty I rzędu (stacje hydrogeologiczne). Są one głównymi punktami badawczymi sieci, zlokalizowanymi w miejscach reprezentatywnych dla regionów hydrogeologicznych. Składają się z kilku otworów wierconych (zwykle od 3 do 5), ujmujących wszystkie użytkowe poziomy wodonośne występujące w miejscu lokalizacji stacji. Część stacji jest dodatkowo wyposażona w automatyczne urządzenia pomiarowe oraz w aparaturę do badania wybranych parametrów atmosfery i wód strefy aeracji.

Punkty II rzędu. Są one pojedynczymi otworami wierconymi lub obudowanymi źródłami, ujmującymi główny użytkowy poziom wodonośny.

Zakres pomiarów obejmuje:

- pomiar głębokości do zwierciadła wody w otworach badawczych lub wydajności dla źródeł; mierzone raz w tygodniu w poniedziałek o godzinie 7 rano (dla oceny stanu zwierciadła wód podziemnych),
- oznaczenie składu chemicznego wód (składniki główne, poboczne, biogenne, mikroskładniki) z próbek wody

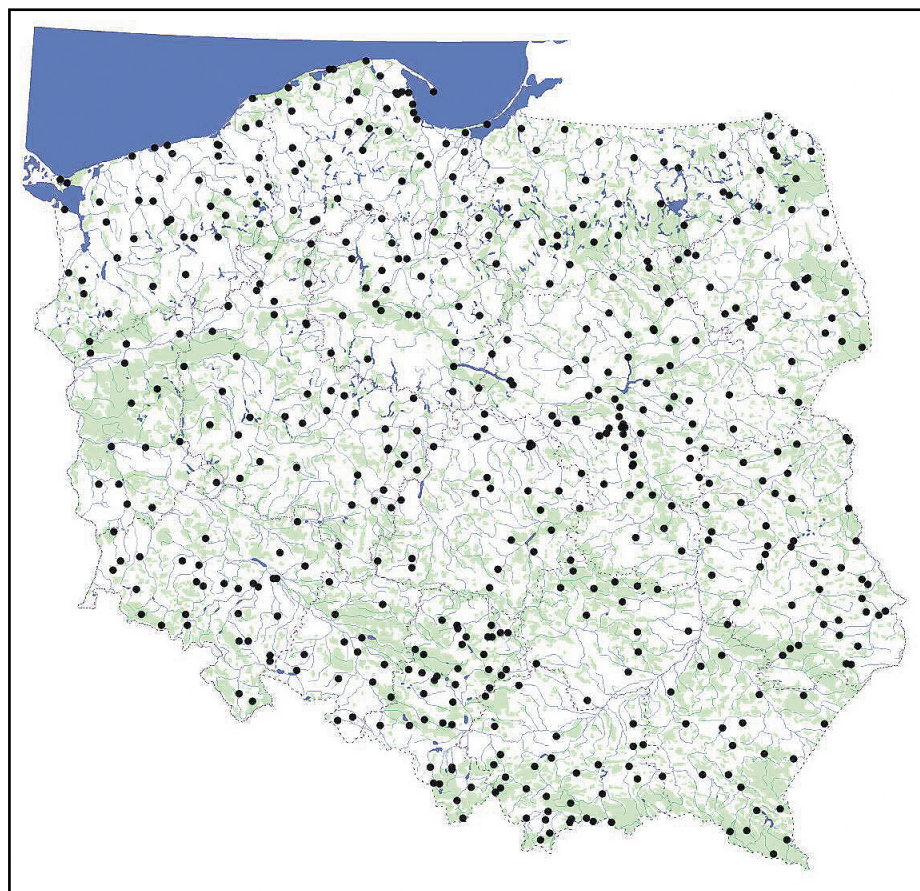
pobieranych zwykle raz w roku (dla oceny jakości wód podziemnych).

Od 1991r. Państwowy Instytut Geologiczny włączono do realizacji zadań związanych z Państwowym Monitorowaniem Środowiska, w ramach podsystemu monitoringu jakości wód podziemnych, z czym wiązała się konieczność utworzenia sieci monitoringu jakości wód podziemnych. W skład tej sieci wchodzi około 600 punktów badawczych, którymi są w części punkty sieci obserwacji stacjonarnych (50%), studnie ujęć wód podziemnych (30%) oraz studnie gospodarskie (20%).

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej zmusza do wprowadzenia zmian w zakresie monitoringu i w metodyce badań oraz do włączenia się do szeregu prac i przedsięwzięć o zasięgu międzyna-

rodowym. W pierwszej kolejności zaszła konieczność przeniesienia do przepisów polskiego prawa zapisów Ramowej Dyrektywy Wodnej, określającej zasady gospodarki i ochrony zasobami wody, oraz Dyrektywy Azotanowej, której celem jest ograniczenie negatywnego wpływu związków azotu, pochodzących z zanieczyszczeń rolniczych, na wody i środowisko. We wdrażaniu obu dyrektyw w Polsce biorą udział pracownicy Państwowego Instytutu Geologicznego, uczestnicząc pracach Komitetów sterujących projektami PHARE, lub jako niezależni eksperci.

Wdrażanie dyrektyw spowodowało również konieczność nawiązania ściślejszej współpracy z odpowiednimi instytucjami państw Unii, jak i innych państw sąsiednich. Związane jest to z realizacją



Mapa lokalizacji punktów sieci monitoringu jakości wód podziemnych w Polsce

takich projektów europejskich w zakresie monitoringu wód jak:

- zarządzanie ochroną wód (w tym również podziemnych) w zlewniach rzek transgranicznych,

Dla potrzeb sieci monitoringu wód śródlądowych EUROWATERNET, obejmującego swoim zasięgiem wszystkie kraje członkowskie Unii oraz kraje kandydujące, wykorzystywane są wyniki monitoringu realizowanych przez PIG, zarówno z sieci stacjonarnych obserwacji, jak i monitoringu wód podziemnych. W roku bieżącym przekazano, do Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i Europejskiej Agencji Środowiska, już czwarty z kolei roczny Raport wskaźnikowy, dotyczący jakości wód w objętych monitoringiem zbiornikach podziemnych.

Pracownicy PIG są członkami grup roboczych Międzynarodowej Komisji Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem (B. Kazimierski – wody podziemne, L. Skrzypczyk – GIS). W ramach prac Komisji uczestniczą oni obecnie m.in. w wyodrębnianiu transgranicznych zbiorników wód podziemnych w obszarze zlewni Odry. Podjęto też prace organizujące monitoring wód podziemnych zlewni Bugu, z udziałem Białorusi, Polski i Ukrainy.

Od ponad 20 lat, na podstawie dwustronnych umów międzypaństwowych lub umów i konwencji międzynarodowych, prowadzone są monitoringi stanu środowiska w strefach granic państwa, w tym również wód podziemnych.

Mielec-Cyranka, woj. podkarpackie. Otwór sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych PIG, o głębokości 16,5 m, ujmujący wody piętra wodonośnego czwartorzędu. Obserwacje prowadzone są od 1985 roku



Siemień, woj. lubelskie. Otwór sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych PIG, o głębokości 30 m, ujmujący wody piętra wodonośnego kredy. Obserwacje prowadzone są od 1985 roku

Zadaniem tych ostatnich jest przede wszystkim wyjaśnienie problemów konfliktowych, związanych z konkurencyjną eksploatacją zasobów wód podziemnych, odwadnianiem wyrobisk górniczych kopalń, piętrzeniem wód w zbiornikach powierzchniowych, zanieczyszczeniem środowiska mogącego pogorszyć jakość wód podziemnych.

W ramach realizacji Ramowej Dyrektywy Wodnej rozpoczęto organizację systemu monitoringu zbiorników trans-

granicznych, który będzie elementem sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych. W 2003 r. organizowany jest taki monitoring wzdłuż granicy z Niemcami i Czechami. Monitoring graniczny z Litwą organizowany jest z wykorzystaniem doświadczeń związanych z funkcjonującym już wiele lat transgranicznym monitoringiem wód podziemnych w tzw. Pasie Jądźwingów.

Zasady współpracy w ramach monitoringu obejmującego granicę polsko-litewską ustalono ze Służbą Geologiczną Litwy w Wilnie. Przeprowadzono również wstępne rozmowy z przedstawicielami Ukrainy i Słowacji podczas spotkań organizowanych przez instytutowe Centrum Doskonałości REA. Dwa z tych spotkań odbyły się w Warszawie i w Gdańsku. Pomocną była również wizyta w Kijowie, w trakcie której nawiązano bezpośrednie kontakty z przedstawicielami Służby Geologicznej Ukrainy i innych instytucji odpowiedzialnych za ochronę wód podziemnych.

Włączenie się Państwowego Instytutu Geologicznego w szereg projektów międzynarodowych daje gwarancję, że zadania związane z monitoringiem wód podziemnych będą realizowane nowoczesnymi metodami, umożliwiającymi syntetyzowanie ich wyników, zarówno w ramach bezpośredniej współpracy z państwami sąsiednimi, jak i na poziomie europejskim.

B. Kazimierski
bkaz@pgi.waw.pl

WPŁYW GÓRNICTWA I LIKWIDACJI KOPALŃ NA WODY PODZIEMNE



Działalność górnicza powoduje bardzo poważne naruszenie stosunków wodnych środowiska naturalnego. Prowadzi ona do obniżenia zwierciadła wód poprzez tworzenie lejów depresji, do zmniejszenia zasobów wód podziemnych, a nawet do całkowitego zdrenowania niektórych poziomów wodonośnych.

Efektem jest zanik źródeł, wysuszenie studni gospodarskich i ujęć komunalnych, wysuszenie cieków powierzchniowych lub powstanie sztucznych cieków ze zrzucanych wód kopalnianych. Niekorzystnym zjawiskiem jest także wzrost przepuszczalności skał, spowodowany powstaniem pustek eksploatacyjnych oraz zmiana jakości wód podziemnych. Na wody podziemne niekorzystnie wpływa również składowanie skał płonnych i odpadów na hałdach lub w wyrobiskach. Ze składowisk tych ługowane są substancje mineralne (Cl , SO_4 , Fe i metale ciężkie), które zanieczyszczają wody podziemne i powierzchniowe.

W ostatnich latach następuje likwidacja nie tylko pojedynczych kopalń, ale także całych zagłębi górniczych (Dolnośląskie Zagłębie Węglowe, rejon Częstochowy). Zlikwidowane kopalnie są zatapiane lub kontynuuje się w nich pompowanie wód w celu ochrony przed zatopieniem sąsiednich, czynnych kopalń. Do najważniejszych niekorzystnych skutków zatopienia kopalń należy pojawianie się samowypływów wód podziemnych z otworów wiertniczych lub szybów, pogorszenie jakości wód w zatopionych wyrobiskach (wysokie zawartości SO_4 oraz metali, np. Fe , Mn , Zn , Pb), tworzenie się zalewisk na powierzchni osiadłego terenu, które powodują podmakanie budowli i korozję urządzeń podziemnych oraz tworzenie się rozlewisk, czy nawet powodzi spowodowanych wypływem wód z koryt cieków obniżonych wskutek osiadania powierzchni terenu.

Badania wpływu górnictwa i jego likwidacji na wody podziemne prowadzone są w Państwowym Instytucie



Zatopione obniżenie terenu (niecka osiadania), powstałe wskutek działalności górniczej, Sosnowiec, kopalnia Kazimierz Juliusz

Geologicznym od wielu lat, a w Odrodzonym Górnym Śląsku od początków lat 60-tych XX wieku. Początkowo były to prace dotyczące analizy zagrożeń wodnych w związku z powstawaniem nowych kopalń, następnie dotyczące zmian położenia zwierciadła wody, zasobów wód podziemnych i ich jakości spowodowanych działalnością górniczą. Obecnie nadal prowadzone są prace analizujące wpływ działalności górniczej na wody podziemne, ale główny nacisk kładzie się na projekty dotyczące wpływu likwidacji i zatopienia kopalń na środowisko wodne.

Państwowy Instytut Geologiczny prowadził badania hydrogeologiczne

w wielu zagłębiach górniczych w Polsce, m.in. na terenie Górnego Śląskiego Zagłębia Węglowego, Lubelskiego Zagłębia Węglowego, kopalń węgla brunatnego (Bełchatów, Turów), rud miedzi, cynku i ołowiu, żelaza oraz soli kamiennej i siarki.

W ostatnich latach prowadzone są prace dotyczące energii geotermalnej zgromadzonej w podziemnych zbiornikach zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego oraz badania hydrogeochemiczne w zatopionych kopalniach (np. w kopalni „Krystyna”).

L. Razowska-Jaworek
lraz@pigog.com.pl

WODA PODZIEMNA LECZY

Wody mineralne w Polsce



Wody podziemne, krążąc w środowisku skalnym na różnych głębokościach, są w różnym stopniu zmineralizowane. Biorąc pod uwagę ogólną mineralizację oraz temperaturę wody związaną z głębokością ich krążenia, możemy wyróżnić wody zwykłe, mineralne i termalne.

Wody mineralne, zwane także zmineralizowanymi, są wodami naturalnymi zawierającymi ponad 1 g rozpuszczonych składników stałych w 1 dm³ wody.

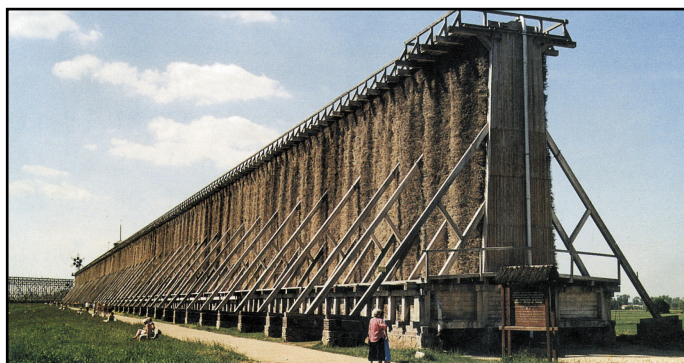
Wody lecznicze są wodami o stwierdzonych właściwościach leczniczych, mineralnymi lub zwykłymi (słodkimi), zawierającymi podwyższoną zawartość składników swoistych.



Wody termalne (geotermalne) są to wody podziemne mineralne lub zwykłe, o temperaturze powyżej 20°C.

Na obszarze Polski wody mineralne występują powszechnie na różnych głębokościach, najczęściej poniżej wód zwykłych. Można je podzielić na trzy typy różniące się składem, właściwościami fizycznymi i chemicznymi, genezą oraz związkiem z regionami geologicznymi. Wyróżnia się wody chlorkowe, siarczanowe i siarczkowe oraz szczawowe.

Wody chlorkowe są to wody typu chlorkowo-sodowego, o zróżnicowanej zawartości składników swoistych, np. jodu i bromu. Dominują one na Niżu Polskim, z wyjątkiem jego wschodniej części i regionu świętokrzyskiego. Brak ich również w Sudetach, Tatrach i Pieninach. Na pozostałym

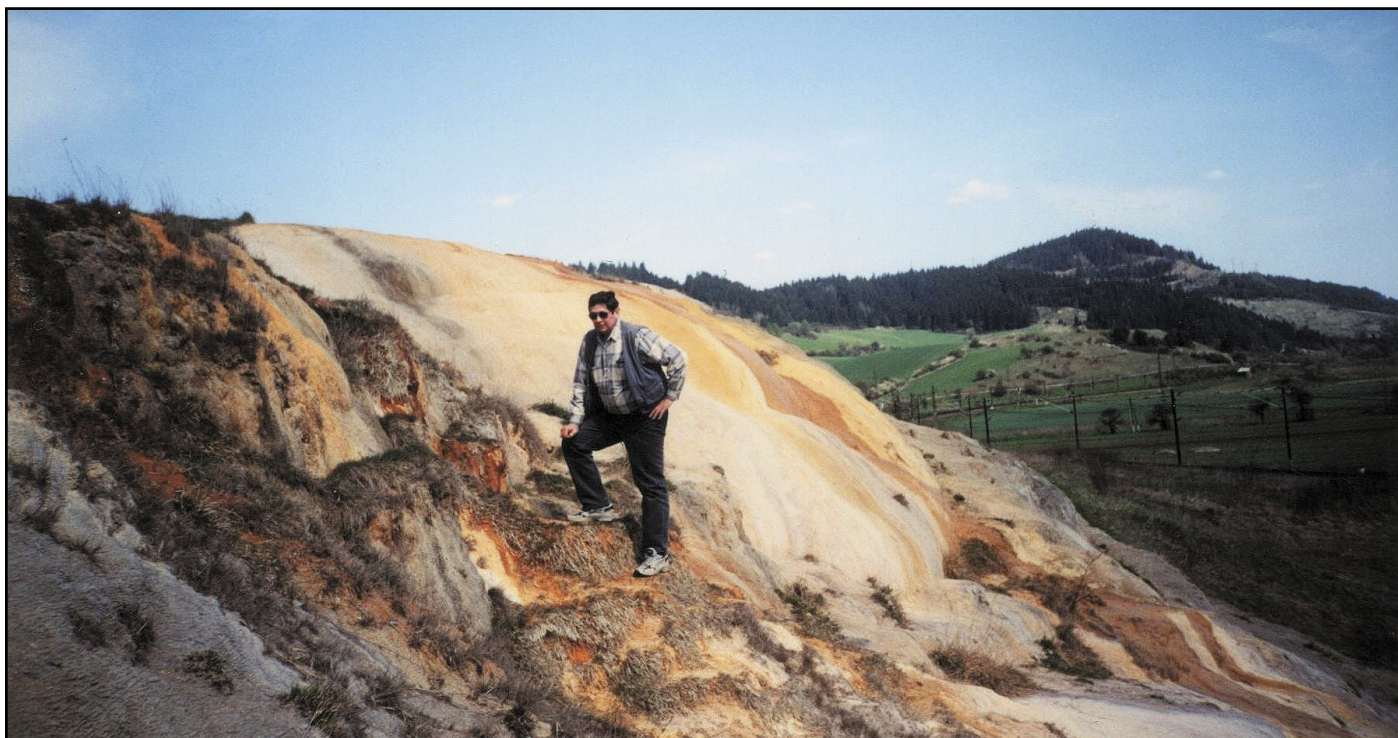


Ciechocinek – tężnia Nr III

obszarze Karpat i zapadliska przedkarpackiego są obecne. Wody chlorkowe, występujące od kambru po kredę, cechuje ogromne zróżnicowanie mineralizacji: od kilku g/dm³, po stężone solanki włącznie.

Najbardziej użytkowy charakter wykazują mezozoiczne i dewońskie piętra wodonośne o mineralizacji poniżej 100 g/dm³, eksploatowane jako wody lecznicze i termalne w Busku, Ciechocinku, Inowrocławiu, Kamieniu, Świnoujściu, Kołobrzegu, Połczynie oraz w Konstancinie, a na obszarze Karpat: w Rabce, Jastrzębiu i Goczałkowicach. Do lepiej rozpoznanych i eksploatowanych dla celów rehabilitacyjno-rekreacyjnych należą w Karpatach solanki ustońskie (ok. 130 g/dm³).

Trawertyny w Beseniorowej na Słowacji. J. Chowaniec w trakcie obserwacji



Wody siarczanowe zawierają co najmniej 20% miliwali jonu siarczanowego i dzielą się na wody siarczanowo-sodowe (glauberskie), siarczanowo-wapniowe (gipsowe), siarczanowo-magnezowe (gorzkie) i siarczanowo-żelaziste (wiriolowe). Pojedyncze wystąpienia wód siarczanowych mają miejsce w Sudetach (Słupiec, Zdrojowisko), w prowincji niżowej (Wieniec – Zdrój); znane są również z wierceń na Podhalu. Wody tego typu mają zróżnicowaną mineralizację, wahającą się od 2 do 19 g/dm³. Jony siarczanowe towarzyszą wodom chlorkowym, niekiedy łącznie ze składnikami swoistymi, takimi jak: radon, brom, czy siarkowodor.

Wody siarczkowe (siarkowodorowe) są wodami zawierającymi co najmniej 1 mg/dm³ siarki oznaczalnej jodometrycznie. Rzadko występują one w Sudetach i w prowincji niżowej. Źródła siarkowodorowe znane są w Karpatach, zwłaszcza we fliszu podhalańskim, oraz w obrębie zapadliska przedkarpackiego, gdzie występują łącznie z wodami siarczanowymi. Charakteryzują się niską mineralizacją od 1 do 3 g/dm³, często nawet poniżej 1 g/dm³. Powstawanie tych wód w zapadlisku przedkarpackim wiąże się z wodami opadowymi, mineralizującymi się w czasie wolnego przepływu przez miocenijskie skały gipsożerne. Najbardziej znanymi rejonami ich występowania są: Busko Zdrój, Solec, Horyniec Zdrój, Lipa oraz okolice Krakowa (Kraków-Mateczny, Swoszowice, Krzeszowice). W Karpatach wody siarczkowe o niskiej mineralizacji (0,4 – 0,5 g/dm³) eksploatowane są w uzdrowisku Wąpienne.

Szczawy są to wody podziemne zawierające co najmniej 1000 mg wolnego dwutlenku węgla rozpuszczonego w 1 dm³ wody. Wody te praktycznie występują jedynie na terenie Sudetów i Karpat.

Szczawy sudeckie, na ogół typu HCO₃-Ca-Mg, charakteryzują się niską mineralizacją, od 1 do 3,5 g/dm³. Zgrupowane są w trzech regionach: izerskim, wałbrzyskim i kłodzkim, gdzie wykorzystywane są do kuracji pitnej oraz do kąpieli w uzdrowiskach: Czerniawa Zdrój, Świeradów Zdrój, Cieplice Zdrój, Szczawno Zdrój, Jedlina Zdrój, Kudowa Zdrój, Duszniki Zdrój, Polanica Zdrój, Łądek Zdrój i Długopole Zdrój.

Szczególną pozycję zajmuje odkryta w Grabinie k. Niemodlina szczawa termalna, występująca w spękanych paragnejsach podłoża kredy. Woda termalna (31,4°C) o mineralizacji 10 g/dm³ i zawartości CO₂ – 1,2 g/dm³, typu HCO₃-Na-Mg, jest unikalną w kraju.

Szczawy Karpat fliszowych tworzą enklawy wśród innych wód mineralnych. Na większą skalę występują w dolinie i dorzeczu Popradu, od Piwnicznej po Wysową oraz od Szczawnicy i Krościenka po Szczawę. We wschodniej części Karpat polskich znane są z okolic Rymanowa Zdroju – Iwonicza Zdroju oraz Rabego. Charakteryzują się zróżnicowaną mineralizacją (od kilku do 30 g/dm³) oraz urozmaiconym składem jonowym. Są wykorzystywane głównie do kuracji pitnej w znanych i popularnych uzdrowiskach karpackich: w Szczawnicy, Krościenku, Piwnicznej, Żegiestowie Zdroju, Muszynie, Krynicy, Wysowej, Iwoniczu Zdroju i w Rymanowie Zdroju. W ostatnim dziesięcioleciu dynamicznie rozwija się tam produkcja wód stołowych, zwłaszcza w rejonie Krynicy, Tylicza, Muszyny i Piwnicznej.

B. Paczyński
bpac@pgi.waw.pl

J. Chowaniec
jchowan@pigok.com.pl

WODA PODZIEMNA OGRZEWA

Wody termalne w Polsce

Najkorzystniejsze warunki występowania wód termalnych w Polsce istnieją w obrębie niecki podhalańskiej, ze względu na korzystne warunki geologiczne, wysoką temperaturę (ok. 90°C na wypływie), niską mineralizację (do 3 g/dm³), wysoką wydajność (nawet do 550 m³/h z pojedynczego ujęcia), dobrą odnawialność złoża i łatwą dostępność terenu.

Dobre warunki występowania wód termalnych istnieją także w zachodniej części Karpat (Ustroń, Jaworze), gdzie wody te związane są z utworami podłoża (spękane i skrasowiałe dolomity i wapienie dewońskie). Wody termalne w utworach fliszowych Karpat zewnętrznych są rozpoznane punktowo, a skomplikowana budowa geologiczna ogranicza uzyskanie znacznych ilości tych wód. Najkorzystniej pod tym względem wypada rejon Poręby Wielkiej, gdzie uzyskano z pojedynczego ujęcia do 12,1 m³/h wody o mineralizacji 21,8 g/dm³ i temperaturze 42°C na wypływie oraz w Wiśniowej koło Strzyżowa.

Wody termalne nawiercono również w zapadlisku przedkarpackim. Pochodzą one z utworów miocenijskich oraz ze spękanych i porowatych skał podłoża. Wody te charakteryzują się zróżnicowaną temperaturą, od 20°C do ponad 60°C.

W Sudetach powszechnie spotykamy wody termalne o mineralizacji poniżej 1 g/dm³. We wschodniej części Sudetów wody termalne charakteryzują się niską mineralizacją, w granicach 0,18–0,21 g/dm³, temperaturą w przedziale 20–45°C oraz wydajnością 1,2–108 m³/h. Zawierają one siarczki,



Konstancin, tężnia

fluorki, kwas krzemowy i są radoczynne. W zachodnich Sudetach wody termalne charakteryzują się wyższą temperaturą (22–61°C) i mineralizacją (0,52 – 0,69g/dm³), nie zawierają siarkowodoru lecz siarczany, fluorki i kwas krzemowy.

Na Niżu Polskim wody termalne, są typu chlorkowo-sodowego, o mineralizacji od poniżej 1 do ponad 100 g/dm³, z zawartością jodu, bromu i kwasu metaborowego. Ich wydajność dochodzi do 65m³/h, a temperatura do 67°C.

Pierwszy w Polsce zakład geotermalny wybudował IGSMiE PAN, w roku 1993 na Podhalu na bazie otworu eksploatacyjnego Bańska IG-1, wykonanego w Białym Dunajcu przez Oddział Karpacki Państwowego Instytutu Geologicznego. Obecnie (2003 r.) wodę eksploatuje się dwoma otworami, a jej zatłaczanie odbywa się dwoma otworami chłonnymi. Można równocześnie eksploatować 670 m³/godz. wody o temperaturze ok. 86°C. Energia z wód pobierana jest poprzez wymienniki ciepła i rurociągiem przesyłowym transportowana do Zakopanego. Sieć dystrybucyjna zaopatruje w ciepło nie tylko Zakopane, ale również Białą Dunajec i Bańską Niżną. Do 2005 roku planuje się dostarczenie energii cieplnej do Nowego Targu i pozostałych miejscowości wzdłuż trasy rurociągu przesyłowego.

Obecnie wody termalne na terytorium Polski wykorzystywane są w czterech Zakładach Geotermalnych: na Podhalu, w Pyrzycach, Mszczonowie i w Uniejowie.

Zakład Geotermalny w Pyrzycach (1992–1996) wykorzystuje wody o temperaturze ok. 64°C. Istnieją tutaj dwa otwory eksploatacyjne i dwa otwory chłonne. Energia cieplna z wód termalnych zaopatruje czternastotysięczne miasto.

Zakład Geotermali w Mszczonowie (2000 r.) zastąpił trzy osiedlowe kotłownie zlokalizowane w centrum miasta. Jego działalność oparta jest na energii pozyskanej z wód słodkich (0,5g/dm³) pochodzących z głębokości 1700 m, o temperaturze 40°C na samowypływie. Po odebraniu z wody ciepła jest ona wykorzystywana do celów użytkowych.

Zakład Geotermalny w Uniejowie wykorzystuje wody o temperaturze ok. 67°C. Stanowi on przykład wykorzystania wód termalnych w zintegrowaniu z kotłami olejowymi. Składa się z dwóch bloków: pierwszy – geotermalny – zawiera otwór produkcyjny i reiniekcyjny (zatłaczający), wymienniki ciepła, filtry i system tłoczenia między otworami, zaś drugi – dwa kotły opalane lekkim olejem opałowym.



Otwór Bańska na Podhalu, o rekordowym samowypływie wód termalnych (550m³/godz.)

W 2002 roku została uruchomiona nowa instalacja geotermalna: Zakład Ciepłowniczy w Słomnikach. Instalacja ta wykorzystuje wody słodkie o temperaturze poniżej 20°C (17°C) jako źródło ciepła dla obiektów szkoły i budynków indywidualnych. Woda ta po schłodzeniu staje się wodą pitną i trafia do wodociągu miejskiego.

Wody termalne w Polsce można z powodzeniem wykorzystywać nie tylko w ciepłownictwie, ale również w balneologii, rekreacji, czy też agroturystyce.

B. Paczyński
bpac@pgi.waw.pl

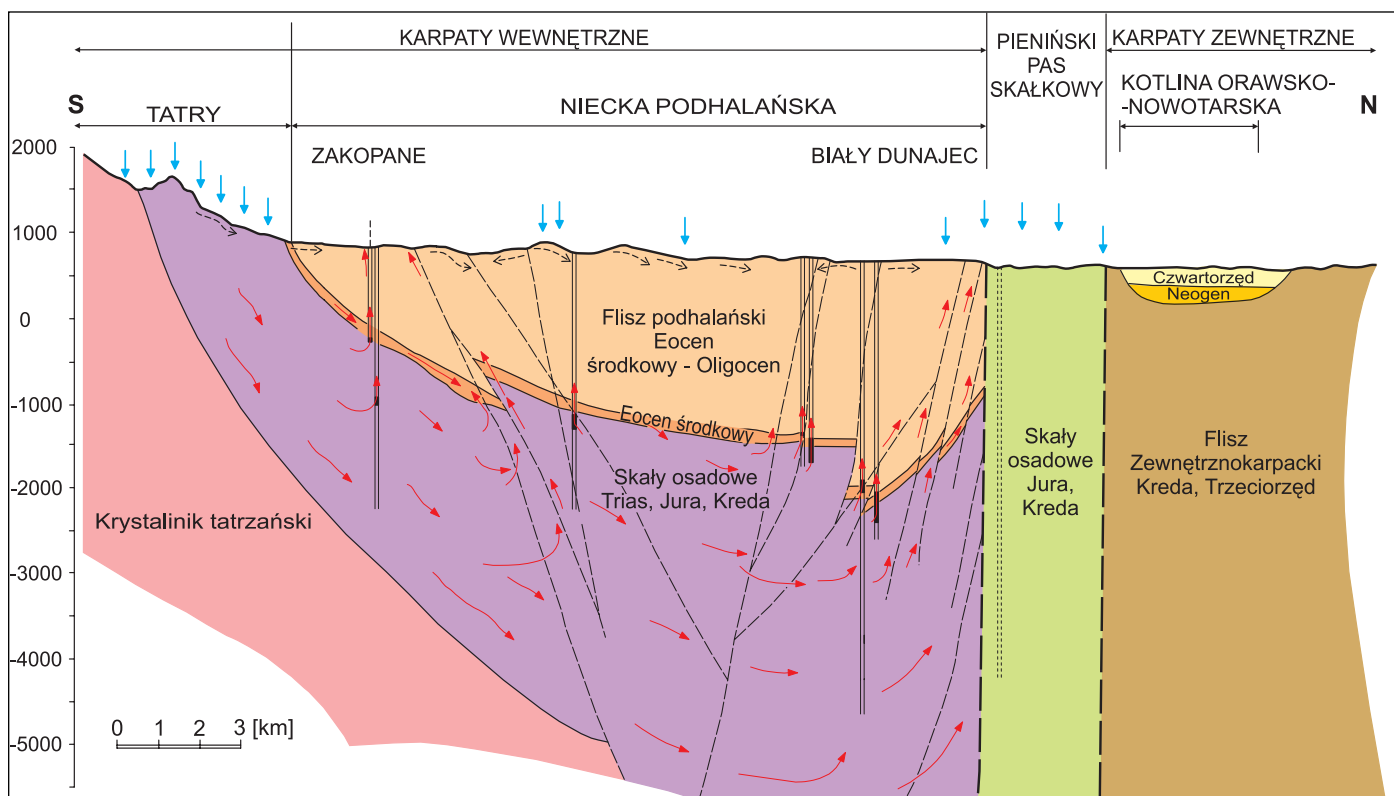
J. Chowaniec
jchowan@pigok.com.pl

WODY PODZIEMNE - HYDROGEOLOGIA

Wody podziemne są to wody wolne, występujące w skałach skorupy ziemskiej, nie związane chemicznie lub fizycznie z ośrodkiem skalnym, przemieszczające się pod wpływem grawitacji. W zależności od rodzaju wolnych przestrzeni w skałach: porów, spękań (szczelin) i pustek krasowych, wyróżnia się wody porowe, szczelinowe i krasowe, a także wody złożone: porowo-szczelinowe i szczelinowo-krasowe.

Większość wód podziemnych pochodzi z infiltracji opadów atmosferycznych; z kondensacji pary wodnej w strefie przypoверхnościowej o niepełnym nasyceniu (strefa aeracji), a na obszarach wulkanicznych powstaje z pary wodnej podczas ochładzania się magmy. Własności wód podziemnych zależą od środowiska skalnego, rozpuszczonych gazów, zawartości koloidów i zawiesin, temperatury i ciśnienia, oraz od czasu przebywania w ośrodku skalnym.

Opady atmosferyczne, które nie odparowały z powierzchni terenu lub nie zostały odprowadzone do atmosfery przez rośliny, przesiąkają w głąb ośrodka skalnego poprzez strefę aeracji do ośrodka nasyconego (strefy saturacji), gdzie gromadzą się w warstwach wodonośnych. W okresie intensywnych opadów lub podczas topnienia śniegów wody podziemne pojawiają się na powierzchni tworząc tzw. popławy.



Przekrój hydrogeologiczny – zasilenie i przepływ wód termalnych w niecce podhalańskiej wg J. Chowańca, 2003

W strefie aeracji pewna ilość infiltrującej wody wiązana jest siłami molekularnymi z ziarnami gruntu jako woda błonkowa. Może się również gromadzić w postaci soczew wody wolnej na nieprzepuszczalnych (iły lub gliny) jako woda zawieszona. Dominująca objętość wody dąży do strefy saturacji. Granicę tych dwóch stref stanowi powierzchnia zwierciadła wody podziemnej. Jeżeli ponad tą granicą występuje jedynie strefa aeracji, zwierciadło ma charakter swobodny. Jeżeli w profilu pionowym warstwa wodonośna występuje pod przykryciem utworów bardzo słabo przepuszczalnych, zwierciadło wód podziemnych jest najczęściej napięte.

Wyróżnia się wody przypowierzchniowe, nazywane też podskórnymi, wody gruntowe, wody wgłębne i wody głębinowe. Ostatnie z nich są praktycznie wyłączone z obiegu wód podziemnych. Wyróżniają się długim czasem przebywania w ośrodku skalnym i zwykle są silnie zmineralizowane (solanki). Istnieją również wody reliktowe, pochodzenia infiltracyjnego, jeśli przeniknęły do ośrodka skalnego w dawnych epokach geologicznych, lub sedimentacyjnego, jeżeli zachowały się w osadach dawnych mórz lub jezior.

Hydrogeologia to nauka o wodach podziemnych. Zajmuje się badaniem zjawisk i procesów związanych z występowaniem, gromadzeniem i krążeniem wód podziemnych, oddziaływaniem skał na wodę i wody na skały. Bada ośrodki skalne, w których krążą wody, a także cechy chemiczne i fizyczne wód podziemnych, ich genezę, sposób formowania i wielkość zasobów.

Do zadań hydrogeologii należy badanie czynników wpływających na tworzenie się wód podziemnych, opracowywanie

sposobów ich ochrony oraz opracowywanie bilansów zasobów tych wód; umożliwia to racjonalną gospodarkę rezerwami wód, bez których ludzkość nie ma szans na przetrwanie.

Podstawą hydrogeologii jest klasyczna geologia. W badaniach hydrogeologicznych wykorzystywane są także metody geofizyczne, chemiczne, izotopowe, hydrologiczne, informatyczne, modelowania matematycznego, inżynierii środowiska oraz geotechniczne.

W skład hydrogeologii wchodzi następujące działy:

dynamika wód podziemnych, zajmująca się analizą ruchu wody w środowisku skalnym;

hydrogeologia regionalna, której polem działania są syntezy hydrogeologiczne regionów i wyodrębnianie jednostek hydrogeologicznych;

hydrogeochemia, która zajmuje się składem chemicznym wód podziemnych, jego pochodzeniem i procesami jego zmian;

paleohydrogeologia, zajmująca się pochodzeniem wód podziemnych i rozwojem ich zbiorników w czasie;

hydrogeologia stosowana, zajmująca się poszukiwaniem wód podziemnych i tworzeniem ich ujęć, a także m.in. odwadnianiem kopalń, tuneli i wykopów budowlanych, regulacją poziomów wód gruntowych oraz rekultywacją i oczyszczaniem zbiorników wód podziemnych. Skuteczna ochrona wód podziemnych wymaga z kolei badania migracji zanieczyszczeń w zbiornikach wód podziemnych oraz opracowywania metod zapobiegawczych.

A. Sadurski,

<http://www.pgi.gov.pl>, Hydrogeologia

IN THIS ISSUE Groundwater constitutes the last reserve of the good quality potable water in Poland. Mineral and thermal waters are also very important. A review of measures being undertaken to protect all those waters, such as thorough monitoring of their quantity and quality, development of sustainable management methods, management of brown fields environment, and others, is presented. Special emphasis is given to the tasks of the very recently established National Hydrogeological Survey of Poland. Finally, the international activity of the Center of Excellence REA Working Group: Groundwater, is described. (MP)