

SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE	4
1.1. CEL PRZEDSIĘWZIĘCIA.....	5
1.2. WYNIKI PRZEDSIĘWZIĘCIA I ICH ODBIORCY	7
2. ZAKRES PRAC ZREALIZOWANYCH W RAMACH PRZEDSIĘWZIĘCIA	9
2.1. BANK DANYCH WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN.....	9
2.1.1. Uzupełnianie, aktualizacja oraz udostępnianie zasobów informacyjnych Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin.....	11
2.1.2. Prowadzenie bazy Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin	18
2.2. MODERNIZACJA I UTRZYMANIE BANKU DANYCH WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN.....	20
2.2.1. Dostosowanie zakresu informacyjnego bazy danych do wymagań aktualnych aktów prawnych i potrzeb związanych z realizacją zadań wraz z rozbudową narzędzi do jej obsługi.....	22
2.2.2. Rozwój i opieka techniczna nad bazą Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin oraz nad narzędziami do jej obsługi	25
2.3. OCENA ZAGROŻEŃ WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN	28
2.4. GENEZA I „WIEK” WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN.....	41
2.5. OPRACOWANIE INFORMACJI DOKUMENTACYJNYCH O NIEUŻYTKOWANYCH ŹRÓDŁACH WÓD STANOWIĄCYCH POTENCJALNY SUROWIEC LECZNICZY	51
2.6. PROWADZENIE I ROZWÓJ SERWISU INTERNETOWEGO O WODACH PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN.....	62
2.6.1. Prowadzenie serwisu internetowego o wodach podziemnych zaliczonych do kopalin....	64
2.6.2. Rozwój i opieka techniczna nad serwisem internetowym o wodach podziemnych zaliczonych do kopalin	66
2.7. PROWADZENIE KATALOGU BIBLIOGRAFII O WODACH PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN	67
2.8. AKTUALIZACJA MAPY ZAGOSPODAROWANIA WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN	70
2.8. ZAKUP SPRZĘTU TERENOWEGO DO POMIARU ZAWARTOŚCI RADONU W WODACH POTENCJALNIE LECZNICZYCH.....	76
3. PODSUMOWANIE.....	79
4. WYKORZYSTANE MATERIAŁY	82

ZAŁĄCZNIKI TABELARYCZNE

1. Zestawienie informacji o obiektach wprowadzonych do bazy danych w okresie od 01.04.2015 do 31.03.2018.
2. Zestawienie informacji o zaktualizowanych i uzupełnionych blokach informacyjnych wprowadzonych do bazy danych w okresie od 01.04.2015 do 31.03.2018.
3. Zestawienie informacji o warstwach przestrzennych wprowadzonych do bazy danych w okresie od 01.04.2015 do 31.03.2018.
4. Zestawienie wyników oznaczeń izotopowych wód podziemnych zaliczonych do kopalin wykonanych w okresie od 1.04.2015 do 31.03.2018.
5. Zestawienie wyników pomiarów terenowych wód stanowiących potencjalny surowiec leczniczy wykonanych w okresie od 1.04.2015 do 31.03.2018.
6. Zestawienie informacji o opracowaniach dokumentacyjnych źródeł i studni ujmujących wody stanowiące potencjalny surowiec leczniczy wykonanych w okresie od 1.04.2015 do 31.03.2018.
7. Zestawienie nowych artykułów opublikowanych w serwisie www.mineralne.pgi.gov.pl w okresie od 1.04.2015 do 31.03.2018.
8. Zestawienie pozycji bibliograficznych wprowadzonych do katalogu w okresie od 1.04.2015 do 31.03.2018.

ZAŁĄCZNIKI CYFROWE

- 1.1. Dokumentacja analityczna (Zaktualizowana dokumentacja analityczna). Modernizacja systemu SPD PSH wraz ze świadczeniem usługi asysty technicznej.
- 1.2. System przetwarzania danych państwowej służby hydrogeologicznej. Instrukcja administratora.
- 1.3. System przetwarzania danych państwowej służby hydrogeologicznej. Instrukcja użytkownika.
2. Katalog pozycji bibliograficznych zgromadzonych w okresie od 1.04.2015 do 31.03.2018.

ZAŁĄCZNIKI

1. Analiza zmienności właściwości fizyczno-chemicznych wód leczniczych uzdrowisk polskich wraz z oceną stanu oraz zagrożeń ich jakości i zasobów. Raport.
2. Geneza i „wiek” wód podziemnych zaliczonych do kopalin. Raport.
3. Opracowania dokumentacyjne wód potencjalnie leczniczych.
 - 3.1. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (mineralnych) „Aleksandrów” w miejscowości Aleksandrów.
 - 3.2. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Pod Skalką (Cerkiewne)” w miejscowości Baligród.
 - 3.3. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Henryk” w miejscowości Brzyska.

- 3.4. Dokumentacja geologiczna źródeł wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Polanki 1” i „Polanki 2” w miejscowości Bykowce.
- 3.5. Dokumentacja geologiczna wód potencjalnie leczniczych (zawierających CO₂) z otworu „Bystre-1” w miejscowości Bystre.
- 3.6. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (zawierających CH₄) „Bełkotka” w miejscowości Iwonicz-Zdrój.
- 3.7. Dokumentacja geologiczna źródeł wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) w miejscowościach Kombornia i Wola Komborska.
- 3.8. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Białobrzegi” w miejscowości Krosno.
- 3.9. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „nr 3” w miejscowości Lesko.
- 3.10. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Nadzieja” w miejscowości Lubenia.
- 3.11. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Olchowce” w miejscowości Sanok.
- 3.12. Dokumentacja geologiczna źródeł wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) w miejscowości Podgrodzie.
- 3.13. Dokumentacja geologiczna źródeł wód potencjalnie leczniczych (zawierających CO₂) w miejscowości Rabe.
- 3.14. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (mineralnych, jodkowych) z otworu „Rudawka Rymanowska IG-1” w miejscowości Rudawka Rymanowska.
- 3.15. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) w miejscowości Rudawka Rymanowska.
- 3.16. Dokumentacja geologiczna źródeł wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych i zawierających CO₂) w miejscowości Rymanów-Zdrój.
- 3.17. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (mineralnych, jodkowych) w miejscowości Sołonka.
- 3.18. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Bohun” w miejscowości Straszędzie.
- 3.19. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Katarzyna” w miejscowości Szklary.
- 3.20. Dokumentacja geologiczna źródeł wód potencjalnie leczniczych (solanek jodkowych) w miejscowości Tyrawa Solna.
- 3.21. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) w miejscowości Uherce Mineralne.
- 3.22. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (mineralnych) „W jaskini” w miejscowości Wiśniówka.
- 3.23. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (siarczkowych) „Kolejarzy” w miejscowości Zagórz.

- 3.24. Dokumentacja geologiczna wód termalnych ze studni przy ul. Żeromskiego 13 w miejscowości Ozorków.
- 3.25. Dokumentacja geologiczna wód termalnych w rejonie miejscowości Kębliny.
- 3.26. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (radonowych) „Biała Studnia” w miejscowości Lutynia (G. Borówkowa).
- 3.27. Dokumentacja geologiczna źródeł wód potencjalnie leczniczych (radonowych) w miejscowości Łądek-Zdrój.
- 3.28. Dokumentacja geologiczna źródła wód potencjalnie leczniczych (radonowych) „nr 26” w miejscowości Kowary.
- 3.29. Dokumentacja geologiczna źródeł wód potencjalnie leczniczych (radonowych) w miejscowości Szklarska-Poręba.
- 3.30. Dokumentacja geologiczna źródeł wód potencjalnie leczniczych (radonowych) „Dobre (Anna)” i „Magdalena” w miejscowości Sosnówka.
- 4. Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce.
 - 4.1. Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2015 (cyfrowo)
 - 4.1.1. Plansza mapy wg stanu na 31.12.2015.
 - 4.1.2. Objasnienia tekstowe do mapy wg stanu na 31.12.2015.
 - 4.2. Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2016 (cyfrowo).
 - 4.2.1. Plansza mapy wg stanu na 31.12.2016.
 - 4.2.2. Objasnienia tekstowe do mapy wg stanu na 31.12.2016.
 - 4.3. Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2017.
 - 4.3.1. Plansza mapy wg stanu na 31.12.2017.
 - 4.3.2. Objasnienia tekstowe do mapy wg stanu na 31.12.2017.

1. WPROWADZENIE

Niniejsze opracowanie jest sprawozdaniem końcowym z prac wykonanych w okresie od 1.04.2015 r. do 31.03.2018 r., w ramach przedsięwzięcia pn. *Prowadzenie Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin (solanki, wody lecznicze i termalne)* stanowiącego zadanie państwowej służby geologicznej. Podstawę formalną ich realizacji stanowiła umowa nr 41/2017/Wn-07/FG-GO-DN/D zawarta w dniu 10.02.2017 r. pomiędzy Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, jako dotującym, oraz Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym w Warszawie, jako beneficjentem i pełniącym

rolę głównego wykonawcy. Na mocy ustawy z 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz.U. 2017 r. poz. 2126) funkcję nadzorującego realizację zadań państwowej służby geologicznej pełni Minister Środowiska.

Przedsięwzięcie zrealizowano zgodnie z zakresem wynikającym z zawartej umowy. Prace zostały wykonane przez zespół Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego we współpracy z Towarzystwem Badania Przemian Środowiska Geosfera, Ośrodkiem Badań i Kontroli Środowiska Sp. z o.o. z Katowic oraz firmą Geosolution Sp. z o.o z Warszawy.

1.1. CEL PRZEDSIĘWZIĘCIA

Celem przedsięwzięcia była realizacja zadań państwowej służby geologicznej, której rolę zgodnie z ustawą *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. (ustawa PGG) pełni Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, w odniesieniu do wód podziemnych zaliczonych do kopalin, a także popularyzacja zagadnień dotyczących wód leczniczych, termalnych i solanek, w tym możliwości ich zagospodarowania.

Powyższy cel został osiągnięty poprzez stworzenie kompletnego, wiarygodnego i łatwo dostępnego źródła informacji o wodach podziemnych zaliczonych do kopalin oraz innych wodach zmineralizowanych i swoistych, które w przyszłości mogą zostać uznane za kopaliny, użytecznego dla różnych grup odbiorców, zawierającego dane o zróżnicowanym stopniu szczegółowości – od surowych danych geologicznych i informacji geologicznej oraz hydrogeologicznej, poprzez wyniki interpretacji surowych danych i informacji, aż po opracowania o charakterze popularyzatorskim (fig. 1.1.1).



Fig. 1.1.1. Główne cele przedsięwzięcia oraz odbiorcy wyników prac

Dane geologiczne oraz informacja geologiczna i hydrogeologiczna gromadzone są w bazie Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin (Bank Wód Mineralnych). Pochodzą one z dokumentacji hydrogeologicznych i geologicznych, dokumentów udostępnionych przez właścicieli ujęć, opracowań naukowych oraz badań własnych, dotyczących składu izotopowego wód leczniczych oraz właściwości fizyczno-chemicznych wód mineralnych i swoistych występujących w niewykorzystywanych gospodarczo i nieudokumentowanych dotychczas źródłach oraz otworach. Osiągnięciu możliwie wysokiej kompletności gromadzonych i przechowywanych danych służą prace aktualizacyjne. W Banku Wód Mineralnych oprócz informacji atrybutowej gromadzone są dane przestrzenne (GIS) dotyczące m.in. obszarów zasobowych (zasoby dyspozycyjne) wód podziemnych zaliczonych do kopalin oraz stref ochrony uzdrowskiej wyznaczonych dla uzdrowisk i obszarów ochrony uzdrowskiej.

Zmodernizowany system przetwarzania danych SPD PSH, którego częścią jest Bank Wód Mineralnych, umożliwia zdalny, kontrolowany dostęp użytkowników do zgromadzonych w bazie danych i informacji. Informacje pochodzące z Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin zostały wykorzystane do corocznej aktualizacji *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce*. Zadanie to wypełnia istotny cel raportowanego przedsięwzięcia, jakim jest dostarczanie odbiorcom aktualnych informacji będących wynikiem interpretacji danych geologicznych i hydrogeologicznych oraz danych dotyczących wykorzystania zasobów wód leczniczych, termalnych i solanek. Popularyzacji zagadnień związanych z wodami podziemnymi zaliczonymi do kopalin służy serwis internetowy, w którym publikowane są informacje dotyczące wód leczniczych, termalnych i solanek (www.mineralne.pgi.gov.pl). Została opublikowana na nim

również cyfrowa wersja wcześniej wspomnianej mapy zagospodarowania wód. Portal ten prowadzony jest w ramach raportowanego przedsięwzięcia.

W ramach przedsięwzięcia realizowane były również badania mające na celu rozwój zasobów informacyjnych oraz wiedzy o wodach zaliczonych do kopalin oraz o wodach potencjalnie leczniczych, stanowiących bazę surowcową kraju. Prace te zostały podjęte w odpowiedzi na rosnące zainteresowanie wykorzystaniem tych wód, a także z uwagi na konieczność ochrony ich zasobów oraz stanu chemicznego. Obejmowały one oznaczenia składu izotopowego wód leczniczych, analizę aktualnych i archiwalnych danych dotyczących składu chemicznego wód oraz badania hydrogeologiczne i dokumentowanie nieużytkowanych źródeł i studni ujmujących wody swoiste i mineralne, które potencjalnie mogą stanowić surowiec leczniczy. Wydobywanie wód leczniczych i ich zagospodarowanie, poza oczywistymi korzyściami, może powodować również niekorzystne procesy wpływające na właściwości fizyczno-chemiczne oraz na zasoby tych wód, w związku z czym w ramach przedsięwzięcia analizowano zagadnienia związane z zagrożeniami wód leczniczych w wybranych uzdrowiskach. Dokumentowanie występowania wód potencjalnie leczniczych, poza znaczeniem poznawczym, miało na celu wskazanie obiektów hydrogeologicznych o szczególnych walorach wymagających prawnej ochrony.

1.2. WYNIKI PRZEDSIĘWZIĘCIA I ICH ODBIORCY

Wody lecznicze, termalne i solanki zgodnie z ustawą *Prawo geologiczne i górnicze* uznane zostały za kopaliny. Jako cenne surowce wykorzystywane są w wielu dziedzinach gospodarki – w lecznictwie, ochronie zdrowia, rekreacji, przemyśle rozlewniczym, chemicznym i kosmetycznym oraz w energetyce cieplnej. Ze względu na unikatowy charakter wynikający z ich właściwości fizyczno-chemicznych i wartość gospodarczą są przedmiotem zainteresowania środowisk naukowych, organów państwa, jednostek administracji samorządowej oraz przedsiębiorców. Ze strony ostatniej z wymienionych grup obserwuje się intensywne działania zmierzające do zwiększenia zasobów i wydobywania, w szczególności wód termalnych do zaopatrzenia ośrodków rekreacyjnych i produkcji ciepła oraz leczniczych wód siarczkowych i szczaw do celów leczniczych i butelkowania.

Zgromadzone w Banku Wód Mineralnych dane dotyczące obiektów hydrogeologicznych - studni, źródeł, sztolni i otworów badawczych, w których ujęto lub zbadano wody zaliczone do kopalin, mineralne lub swoiste - są udostępniane zgodnie z przepisami wynikającymi z aktualnie

obowiązującej ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* i wykorzystywane przy opracowywaniu projektów robót geologicznych, dokumentacji zasobów eksploatacyjnych oraz dyspozycyjnych, map, planów zagospodarowania przestrzennego, prac naukowo-badawczych. Odbiorcami danych są uczelnie, instytuty naukowe i instytucje państwowe oraz organy samorządowe, a także prywatne przedsiębiorstwa geologiczne. Informacje pochodzące z Banku Wód Mineralnych znajdują również zastosowanie przy sporządzaniu rocznego bilansu zasobów kopalin, który jest opracowywany w PIG-PIB na zamówienie Ministerstwa Środowiska, oraz zestawień przygotowywanych dla Głównego Urzędu Statystycznego.

Aktualizowana corocznie *Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* o charakterze informacyjnym i popularyzatorskim mimo przeglądowej skali stanowi wiarygodne źródło wiedzy o aktualnym stanie rozpoznania oraz wykorzystania wód leczniczych, termalnych i solanek, cenione przez odbiorców, którymi są organy administracji państwowej i samorządowej oraz uczelnie i szkoły. Ze względu na przygotowanie jej w oparciu o informacje pozyskane w głównej mierze z prac naukowych stanowi ona jednocześnie materiał wyjściowy do typowania obszarów perspektywicznych dla poszukiwania i eksploatacji wód leczniczych i termalnych oraz dla ocen w zakresie możliwości racjonalnej gospodarki nimi.

Zgromadzone w Banku Wód Mineralnych dane oraz prowadzone w ramach przedsięwzięcia prace badawcze obejmujące badania izotopowe i analizę zmienności składu chemicznego wód leczniczych, scharakteryzowane w poprzednim rozdziale, a bardziej szczegółowo omówione w dalszych rozdziałach, pozwalają na diagnozę zmian jakości i zasobów wód oraz na ocenę istniejących i potencjalnych zagrożeń i stanowią kolejny krok w stronę wdrożenia monitoringu wód zaliczonych do kopalin, co wydaje się niezbędne w obliczu rosnącej intensywności eksploatacji najcenniejszych złóż wód leczniczych oraz wód termalnych w sąsiedztwie uzdrowisk. Właścicielem złóż wód zaliczonych do kopalin pozostaje Skarb Państwa, dlatego też do zadań państwowej służby geologicznej powinna należeć kontrola nad racjonalnością zagospodarowania tych niezwykle wrażliwych na warunki eksploatacji i inne czynniki antropogeniczne kopalin.

Prowadzony w ramach przedsięwzięcia serwis internetowy dotyczący wód leczniczych, termalnych i solanek jest chętnie i coraz częściej odwiedzany przez użytkowników, w tym potencjalnych inwestorów, osoby zainteresowane turystyką uzdrowiskową oraz uczniów szkół. Dostępna w serwisie baza publikacji dotyczących szerokiego spektrum zagadnień związanych z wodami zaliczonymi do kopalin służy łatwemu uzyskaniu informacji o szczegółowych opracowaniach z tej dziedziny.

2. ZAKRES PRAC ZREALIZOWANYCH W RAMACH PRZEDSIĘWZIĘCIA

W okresie od 1 kwietnia 2015 r. do 31 marca 2018 r. objętym niniejszym sprawozdaniem zakres realizowanych zadań obejmował gromadzenie, aktualizację i udostępnianie informacji o ujęciach wód leczniczych, termalnych i solanek, prowadzenie badań składu izotopowego tych wód oraz ocenę zagrożeń ich zasobów i jakości, a także dokumentowanie niezagospodarowanych źródeł i ujęć wód stanowiących potencjalny surowiec leczniczy. Wykonywano również prace związane z aktualizacją *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce*, którą publikowano w serwisie informacyjnym prowadzonym w ramach raportowanego przedsięwzięcia. W serwisie tym zamieszczano aktualne informacje dotyczące wód leczniczych, termalnych i solanek oraz udostępniano systematycznie aktualizowany katalog bibliografii dotyczącej tychże wód. Ponadto realizowano również zadania związane z utrzymaniem i modernizacją Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin oraz z zakupem sprzętu terenowego.

W niniejszym rozdziale zrealizowane prace zostały omówione w podziale na grupy tematyczne. Z tego względu kolejność scharakteryzowanych zadań odbiega od przyjętej w harmonogramie rzeczowo-finansowym stanowiącym załącznik nr 1 do umowy zawartej pomiędzy NFOŚiGW a PIG-PIB.

2.1. BANK DANYCH WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin jest relacyjną bazą danych zbudowaną w systemie Oracle. Są w niej gromadzone dane opisowe i liczbowe dotyczące obiektów hydrogeologicznych - źródeł, otworów eksploatacyjnych, badawczych i obserwacyjnych - w których ujęto wody lecznicze, termalne i solanki lub w których stwierdzono występowanie wód zmineralizowanych i swoistych, jakie w przyszłości mogą zostać zaliczone do kopalin. Od lipca 2017 r. w bazie Oracle przechowywane są również informacje przestrzenne (GIS) o obszarach i terenach górniczych, obszarach zasobowych/bilansowych, dla których oszacowano lub obliczono wielkość zasobów dyspozycyjnych wód leczniczych, termalnych lub solanek, oraz o strefach ochrony uzdrowiskowej.

Zakres informacji gromadzonych w Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin oraz schemat struktury bazy prezentuje fig. 2.1.1.

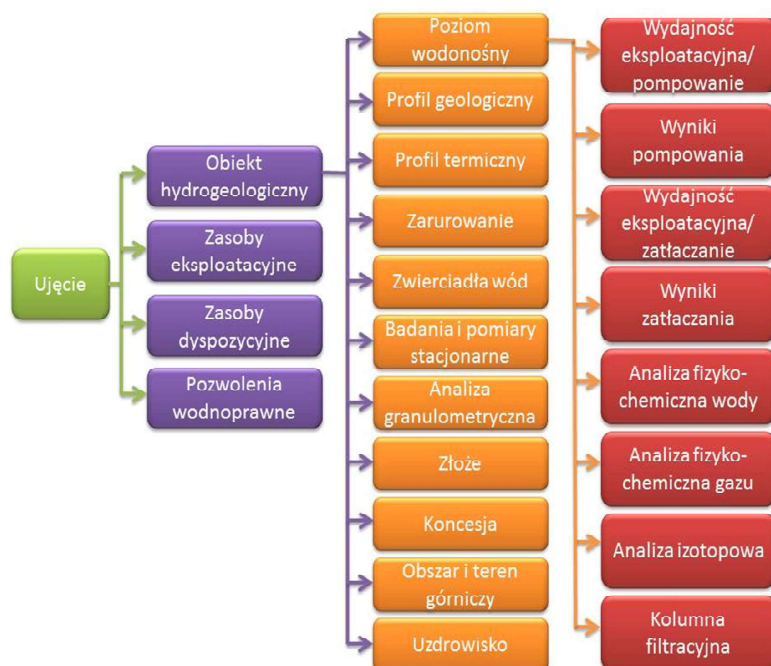


Fig. 2.1.1. Aktualny zakres informacji przechowywanych w Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin

Baza obsługiwana jest przez aplikację internetową MINERALNE, obecnie w wersji 8 (spd.pgi.gov.pl), stanowiącą element systemu przetwarzania danych państwowej służby hydrogeologicznej (SPD PSH), umożliwiającą edycję, odczyt i udostępnianie danych, wykonywanie raportów i zaawansowanych analiz atrybutowych. Aplikacja MINERALNE umożliwia użytkownikom zewnętrznym samodzielne przeglądanie i raportowanie informacji z Banku Wód Mineralnych w zakresie zależnym od przyznanego zakresu uprawnień.

Ponadto dane dostępne są również z poziomu modułu MAPA będącego komponentem systemu SPD PSH, który pozwala na przeglądanie informacji o obiektach zapisanych w bazie w układzie przestrzennym, m.in. na podkładach topograficznych, Google, Open Street Map. System SPD PSH, poza Bankiem Wód Mineralnych, obsługuje bazy danych PSH – Centralny Bank Danych Hydrogeologicznych (Bank HYDRO), Pobory oraz Monitoring Wód Podziemnych (MWP).

2.1.1. Uzupełnianie, aktualizacja oraz udostępnianie zasobów informacyjnych Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin

Zadanie nr 3 wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

Pozyskiwanie informacji

Rozwój gospodarczy kraju, rosnące potrzeby społeczne w zakresie ochrony zdrowia i aktywnego wypoczynku oraz zobowiązania dotyczące ochrony środowiska powodują, iż coraz większa liczba przedsiębiorców zwraca się w kierunku wykorzystania potencjału wód podziemnych zaliczonych do kopalin, w szczególności wód termalnych. W celu poszukiwania i ujmowania wód termalnych, leczniczych oraz solanek prowadzone są w różnych regionach kraju roboty geologiczne. Po ich zakończeniu, zgodnie z obowiązującą ustawą z dnia 9.06.2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze*, sporządzane są dokumentacje hydrogeologiczne ustalające zasoby eksploatacyjne ujęć wód zaliczonych do kopalin. Dokumentacje przedkładane są marszałkom województw, którzy z pomocą geologów wojewódzkich wydają decyzje o ich zatwierdzeniu, a następnie przekazywane do Narodowego Archiwum Geologicznego (NAG) prowadzonego w PIG-PIG.

Dokumentacje te oraz aneksy i dodatki do nich są podstawowym źródłem danych służących do uzupełniania zasobów informacyjnych bazy Banku Wód Mineralnych. Poza NAG PIG-PIB są one dostępne w archiwach właścicieli i użytkowników złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin.

W następnej kolejności informacje pozyskiwano z dokumentacji geologicznych głębokich otworów wiertniczych, w których przebadano poziomy wodonośne. Pod uwagę brano te otwory, w których stwierdzono przypiły zmineralizowanych wód (zwykle chlorkowo-sodowych, często z zawartością składników swoistych) i wykonano dla nich analizy fizyczno-chemiczne. Wody występujące w przebadanych poziomach wodonośnych w przyszłości mogą zostać wykorzystane w lecznictwie.

Ponadto poszukiwano dokumentacji otworów hydrogeologicznych, którymi ujęte zostały wody mineralne lub zawierające składniki specyficzne w stężeniach przewidzianych w odnośnych przepisach ustawy *Prawo geologiczne i górnicze*. Z uwagi na realizację zadania związanego z opracowywaniem informacji dokumentacyjnych o źródłach stanowiących potencjalny surowiec leczniczy, szczególną uwagę zwrócono również na opracowania archiwalne (głównie sprawozdania z badań terenowych i laboratoryjnych oraz prace o charakterze naukowym) dotyczące obiektów tego rodzaju.

Zapisywanie w bazie danych informacji o nowych ujęciach

Podstawową czynnością w ramach realizacji zadania jest wprowadzanie do bazy danych informacji o obiektach hydrogeologicznych – otworach eksploatacyjnych, piezometrach, źródłach i sztolniach, w których udokumentowano występowanie wód podziemnych zaliczonych do kopalin, dzięki czemu baza jest aktualna i prezentuje faktyczny stan rozpoznania zasobów wód leczniczych, termalnych i solanek. Jej zasoby umożliwiają wykonywanie wiarygodnych ocen perspektywiczności poszczególnych regionów kraju w dziedzinie poszukiwania tychże wód i oceny ryzyka geologicznego.

Poza ujęciami wód podziemnych zaliczonych do kopalin gromadzone i wprowadzane do bazy były informacje o obiektach – głównie o głębokich otworach badawczych, studniach i źródłach – w których stwierdzono występowanie wód zmineralizowanych lub swoistych, aktualnie niezaliczonych do kopalin z uwagi na brak odpowiednich badań, dotychczas nieuwzględnionych w zasobach bazy danych. Zgromadzone informacje stanowią materiał wyjściowy do prowadzenia prac poszukiwawczych za wodami leczniczymi, a w przypadku wykorzystywania danych z głębokich otworów również za wodami termalnymi i solankami. Wody zaliczone do kopalin ujęte w głębokich otworach wiertniczych mogą zostać wykorzystane do celów gospodarczych i stanowić podstawę rozwoju wielu regionów naszego kraju. W przypadku, gdy stan techniczny tych otworów nie pozwala na ich wykorzystanie lub gdy wykorzystanie takie nie ma uzasadnienia ekonomicznego, istotną wartość ma informacja geologiczna, często bardzo cenna i unikalna w skali danego obszaru.

Ogółem, uwzględniając ujęcia wód podziemnych zaliczonych do kopalin oraz obiekty wód mineralnych i swoistych, w tym źródła oraz głębokie otwory, w raportowanym etapie prac do bazy danych wprowadzono **284 nowe obiekty** zlokalizowane na obszarze całego kraju (fig. 2.1.2, zał. tab. 1). Tym samym jej zasoby według stanu na dzień **31.03.2018 r.** wynosiły **2257** obiektów (fig. 2.1.3).

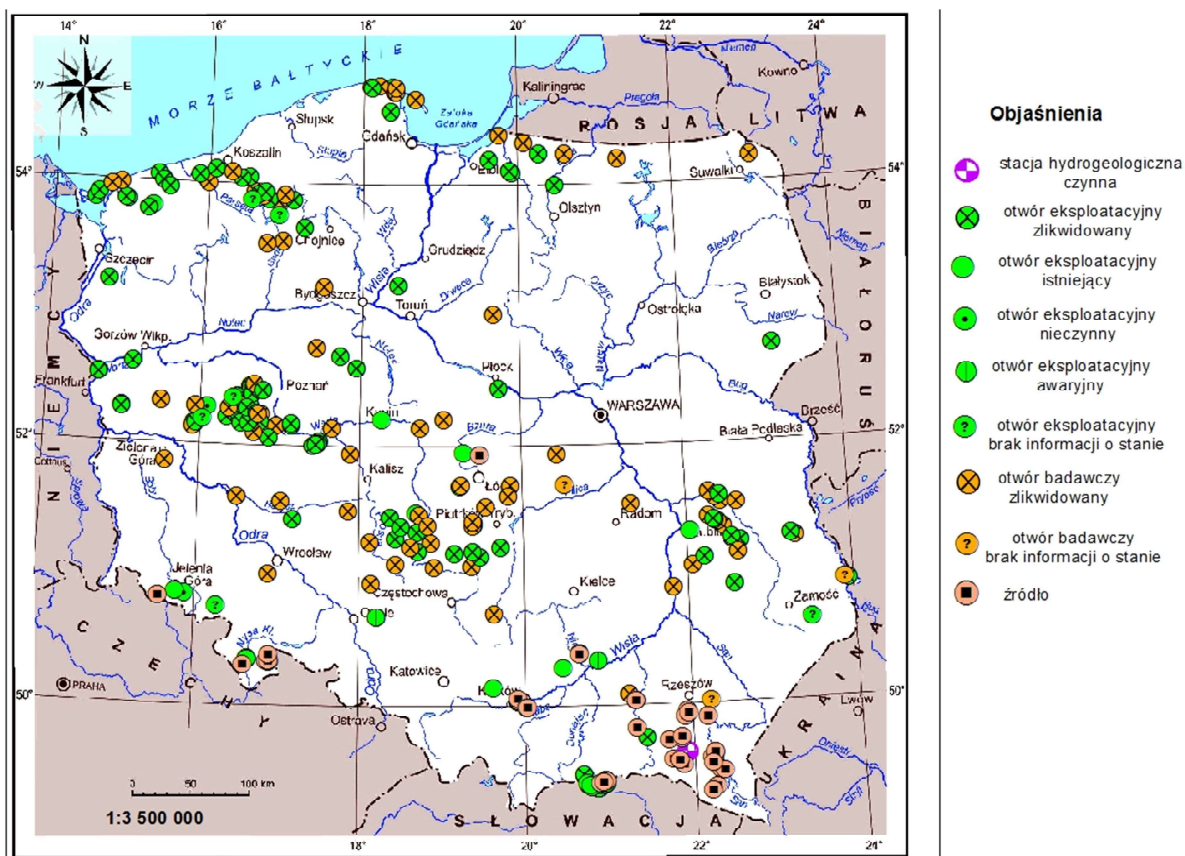


Fig. 2.1.2. Lokalizacja obiektów hydrogeologicznych wprowadzonych do bazy danych w okresie od 1.04.2015 do 31.03.2018

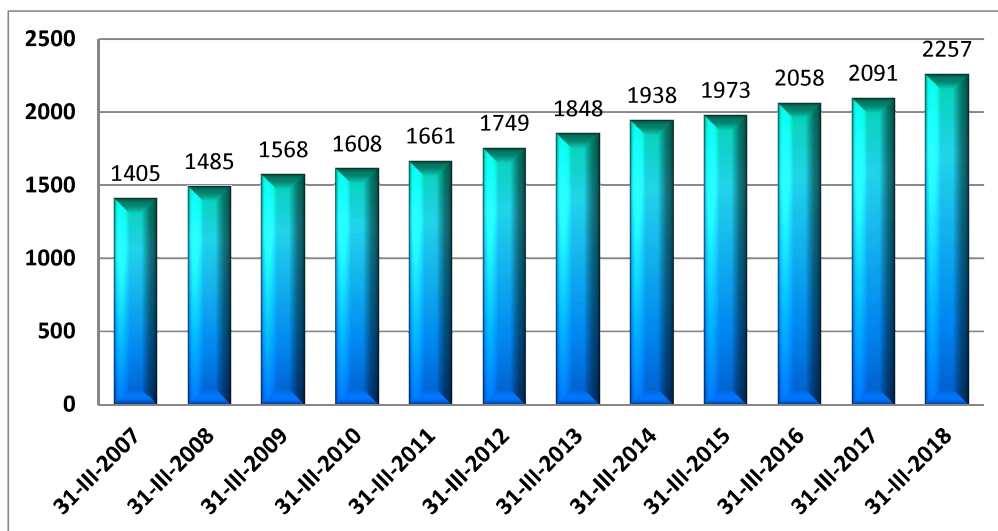


Fig. 2.1.3. Przyrost zasobów informacyjnych zgromadzonych w Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalń w latach 2007-2018

Zapisywanie w bazie danych nowych bloków informacyjnych

W okresie od 1.04.2015 do 31.03.2018 r. do bazy wprowadzono **1200 nowych bloków informacyjnych**. Wśród zapisanych w bazie dominowały dane pochodzące z analiz fizyczno-chemicznych wód podziemnych zaliczonych do kopalin (ponad 50%), informacje dotyczące wielkości poboru tych wód (niemal 30%) oraz analiz izotopowych (niemal 7%; fig. 2.1.4). Udział pozostałych grup informacji nie przekraczał 5% łącznej liczby wprowadzonych bloków informacyjnych.

Informacje, które posłużyły do uzupełnienia zasobów bazy danych, pochodziły w głównej mierze z zasobów archiwów zakładów górniczych prowadzonych w przedsiębiorstwach użytkujących złoża wód podziemnych zaliczonych do kopalin, gdzie przechowywane są duże zbiory danych obejmujące wyniki wieloletnich obserwacji, pomiarów i wyników analiz laboratoryjnych wykonanych w ramach programów badań stacjonarnych. Znaczna część informacji została pozyskana z corocznych raportów użytkowników ujęć dotyczących zasobów wód i ich wydobycia, z dokumentów wydawanych przez administrację geologiczną, dodatków i aneksów do dokumentacji hydrogeologicznych oraz laboratoryjnych badań izotopowych wód podziemnych zaliczonych do kopalin oraz badań właściwości fizyczno-chemicznych wód potencjalnie leczniczych wykonywanych w ramach raportowanego przedsięwzięcia.

Zestawienie dotyczące wprowadzonych bloków informacyjnych znajduje się w załączniku tabelarycznym nr 2 umieszczonym na końcu niniejszego sprawozdania.

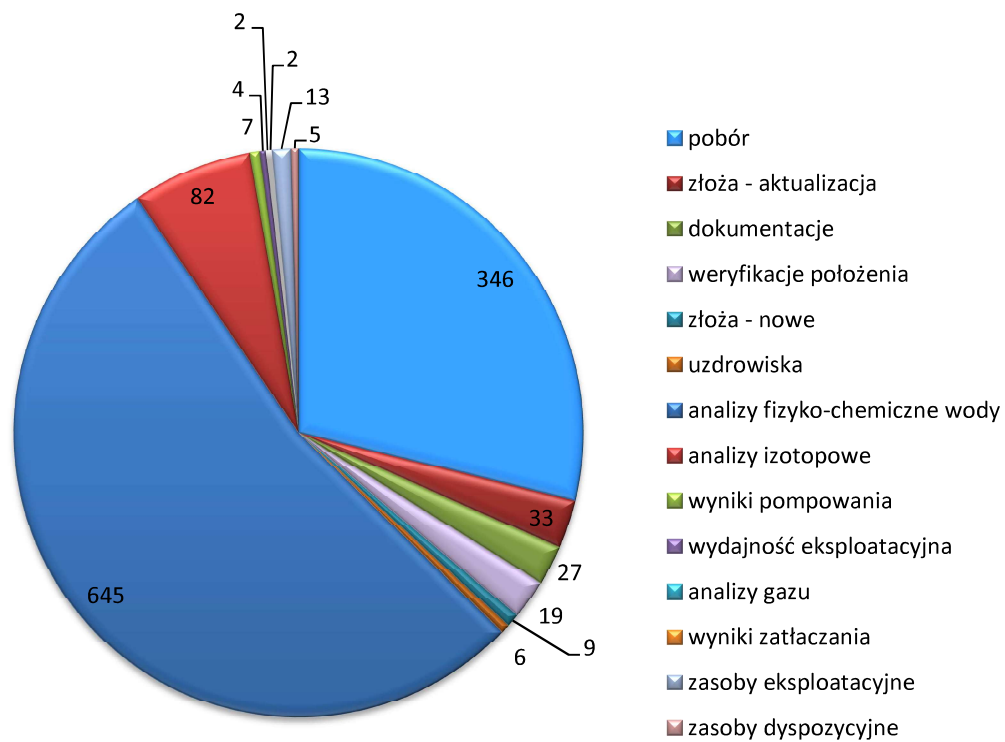


Fig. 2.1.4. Liczba i rodzaj bloków informacyjnych wprowadzonych do Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalín w okresie od 1.04.2015 do 31.03.2018 r.

Aktualizacja bazy danych przestrzennych o wodach zaliczonych do kopalin

W okresie objętym sprawozdaniem baza GIS została uzupełniona o **30 przestrzennych warstw informacyjnych** dotyczących: obszarów i terenów górniczych, obszarów ochrony uzdrowiskowej i stref ochrony uzdrowiskowej, a także obszarów, dla których udokumentowano zasoby dyspozycyjne wód leczniczych. Każda z warstw informacyjnych została opatrzona informacjami opisowymi (atrybutowymi), które umożliwiają m.in. identyfikację warstw, tworzenie etykiet oraz wykonywanie analiz atrybutowych.

Informacje, które posłużyły do uzupełnienia przestrzennej bazy danych, pochodziły z dokumentów wydawanych przez administrację geologiczną województwa świętokrzyskiego (głównie z koncesji lub z decyzji zmieniających koncesje), dokumentacji hydrogeologicznych ustalających zasoby dyspozycyjne wód leczniczych oraz statutów uzdrowisk i obszarów ochrony uzdrowiskowej lub decyzji rad gmin uzdrowiskowych.

Pozyskane i zapisane w bazie danych przestrzenne warstwy informacyjne dotyczyły nowo utworzonych **obszarów i terenów górniczych dla 9 złóż**: Cudzynowice, Karpniki, Kleszczów GT-1, Muszynianka III, Poddębice I, Trzęsacz GT-1, Wapienne INEX, Wieliczka, Żegiestów INEX. Jednocześnie zaktualizowano informacje (w tym zebrano informacje dotyczące wygaszenia istniejących obszarów i terenów górniczych) dla 23 złóż: Białka Tatrzańska, Busko Północ, Chochołowskie Termy, Długopole-Zdrój I, Galicjanka, Krynica Dolna, Łomnica-Zdrój I, Muszyna INEX, Muszynianka, Muszynianka II, Piwniczna-Zdrój II, Połczyn-Zdrój, Powroźnik - Krynica-Zdrój, Stargard Szczeciński I, Swoszowice, Szczawa, Szczawiczne II, Szczawnik-Cechini, Toruń, Tylicz I, Wełnin, Zabłocie-Korona, Żegiestów-Cechini.

Do bazy wprowadzono również nowe informacje opisowe i przestrzenne o obszarach ochrony uzdrowiskowej dla 4 miejscowości: Frombork (strefy a, b, c), Latoszyn (strefy a, b, c), Lidzbark Warmiński (strefy a, b, c), Skierniewice-Maków (strefy a, b, c), a także zaktualizowano informacje dotyczące stref ochrony ustanowionych w uzdrowisku Ciechocinek-Zdroju (strefy a, b, c) i Szczawnica-Zdrój (strefa c). Łącznie wprowadzono do bazy **16 warstw informacyjnych dotyczących stref ochrony uzdrowiskowej**.

Ostatnia grupa warstw przestrzennych zapisanych w bazie wraz z danymi opisowymi to obszary bilansowe/zasobowe, dla których udokumentowano zasoby dyspozycyjne wód leczniczych. Było to łącznie **5 obszarów** wyznaczonych dla złóż wód leczniczych występujących w Miliku i Andrzejówce, Iwoniczu-Zdroju, Rymanowie-Zdroju, Krakowie-Matecznym oraz Swoszowicach.

Do czerwca 2017 r. dane przestrzenne przechowywane były wraz z atrybutami w osobnej bazie danych w formacie MS Access (mdb). Po wdrożeniu systemu MINERALNE SPD PSH w wersji 8 (v. 8) dane przestrzenne przechowywane są w bazie Oracle Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin. System SPD PSH v. 8 wyposażony został również w narzędzia służące do pobierania danych przestrzennych dotyczących obszarów i terenów górniczych z systemu MIDAS, dlatego też zaprzestano prowadzenia prac związanych z pozyskiwaniem i wektoryzacją danych o obszarach i terenach górniczych pochodzących z dokumentów administracji geologicznej.

Zestawienie dotyczące wprowadzonych przestrzennych warstw informacyjnych znajduje się w załączniku tabelarycznym nr 3 umieszczonym na końcu niniejszego sprawozdania.

Udostępnianie zasobów informacyjnych bazy danych użytkownikom zewnętrznym

W ramach zadania wykonywano prace polegające na udostępnianiu użytkownikom zewnętrznym informacji geologicznej i hydrogeologicznej oraz danych geologicznych przechowywanych w Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin. Udostępnianie prowadzono zgodnie z przepisami wynikającymi z ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* oraz z procedurami obowiązującymi w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym, których opis jest dostępny jest pod adresem <https://www.pgi.gov.pl/narodowe-archiwum-geologiczne.html>. Zgodnie z zasadami wynikającymi z przepisów ogólnych i procedur informacje zgromadzone i przechowywane w Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin udostępniano na podstawie wniosków składanych przez zainteresowane podmioty (instytucje, przedsiębiorstwa) lub osoby fizyczne. Informacje udostępniane były w formie dostosowanej do potrzeb wnioskujących użytkowników, jako:

- komplety karta/profil - wydruki oraz pliki w formacie pdf;
- zestawienia tabelaryczne dowolnie zdefiniowanych atrybutów – pliki w formacie xlsx i csv;
- raporty predefiniowane (zestawienia tabelaryczne informacji tematycznych) – pliki w formacie pdf i xlsx;
- informacja przestrzenna – pliki w formacie shp.

W okresie objętym niniejszym sprawozdaniem udostępniono informacje na podstawie **52 wniosków** użytkowników zewnętrznych. Odbiorcami danych były głównie przedsiębiorstwa geologiczne, instytucje naukowe, urzędy administracji państwowej i samorządowej oraz osoby prywatne. Zgodnie z informacjami zawartymi w składanych wnioskach udostępnione dane służyły

do sporządzania projektów i dokumentacji hydrogeologicznych, opracowań kartograficznych i naukowych, realizacji zadań statutowych instytucji i urzędów.

Ponadto informacje pochodzące z Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin były udostępniane w trybie osobnej, bezwnioskowej procedury, do celów związanych z realizacją zadań państwowej służby geologicznej oraz państwowej służby hydrogeologicznej. Wykorzystywane były m.in. przy sporządzaniu bilansu wód podziemnych zaliczonych do kopalin, dokumentowaniu nowych punktów monitoringu wód podziemnych, sporządzaniu charakterystyk jednolitych części wód podziemnych, aktualizacji warstw przestrzennych opracowań kartograficznych, realizacji zadań z zakresu polityki surowcowej kraju czy sporządzaniu raportów i opracowań dla Ministra Środowiska.

W ramach zadania realizujący je pracownicy PIG-PIB wzięli udział w V Ogólnopolskim Kongresie Geotermalnym w Mszczonowie, który odbył się w dniach 11-13 października 2016 r., oraz XVIII Sympozjum Współczesne Problemy Hydrogeologii we Wrocławiu – Wojanowie, które odbyło się w dniach 8-10 listopada 2017 r.

2.1.2. Prowadzenie bazy Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin

Zadanie nr 11 wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

W ramach zadania realizowano prace związane z merytorycznym administrowaniem systemem Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin – bazą danych, aplikacją MINERALNE SPD PSH oraz modulem MAPA. Zasadnicza część prac obejmowała czynności związane z zarządzaniem danymi – kontrolą merytorycznej poprawności i kompletności informacji zapisywanych w bazie danych, prawidłowością ich prezentacji w formularzach aplikacji oraz raportach i zestawieniach generowanych poprzez aplikację. Systematycznie prowadzono analizę danych i ich struktury pod kątem integracji z innymi bazami danych hydrogeologicznych oraz geologicznych prowadzonymi w PIG-PIB. Czynności związane z administrowaniem bazą danych obejmowały również aktualizację słowników stanowiących integralną część bazy danych oraz ich unifikację ze słownikami innych otworowych baz o charakterze referencyjnym (fig. 2.1.5.). W przypadku tzw. słowników złożonych, niedostępnych z poziomu panelu administratora, czynności związane z ich modyfikacją prowadzone były we współpracy z działem IT PIG-PIB. W ramach prac definiowano również grupy uprawnień dostępu o różnym statusie i nadawano uprawnienia użytkownikom wewnętrznym. Przygotowywano dane potrzebne do publikacji w formie usług

geoinformacyjnych zgodnie z dyrektywą INSPIRE oraz z ustawą o *infrastrukturze informacji przestrzennej*.

W związku z planowaną modernizacją systemu MINERALNE SPD PSH (w ramach rozwoju całego SPD PSH) przygotowano założenia i zakres prac niezbędnych do realizacji. Wykorzystano przy tym wyniki prac wykonanych w ramach poprzedniego etapu realizacji przedsięwzięcia 2013-2015, które zostały zweryfikowane i uzupełnione o dodatkowe elementy oraz propozycje rozwiązań opartych o logikę biznesową. Przygotowane materiały wykorzystane zostały w postępowaniu mającym na celu wyłonienie wykonawcy prac, a po rozstrzygnięciu postępowania do opracowania dokumentacji technicznej modernizowanego systemu.

W trakcie trwania prac związanych z modernizacją i utrzymaniem (opieką techniczną) systemu MINERALNE na bieżąco prowadzone były z wykonawcą uzgodnienia dotyczące sposobu i przebiegu ich realizacji oraz nadzór merytoryczny i konsultacje. Po zakończeniu kolejnych etapów prac na podstawie przygotowywanych scenariuszy prowadzone były testy akceptacyjne poszczególnych zmodyfikowanych elementów systemu.

Po wdrożeniu systemu SPD PSH w nowej wersji (v. 8) we współpracy z działem IT PIG-PIB zmodyfikowano ustawienia geoserwera w celu dostosowania do wymagań użytkowników sposobu wyświetlania obiektów w module MAPA. W ramach usług związanych z gwarancją dla wdrożonego systemu oraz asystą techniczną bieżąco wykonywano zgłoszenia dotyczące nieprawidłowego działania bazy, aplikacji i modułu MAPA, a następnie wykonywano testy w celu odbioru zrealizowanych prac.

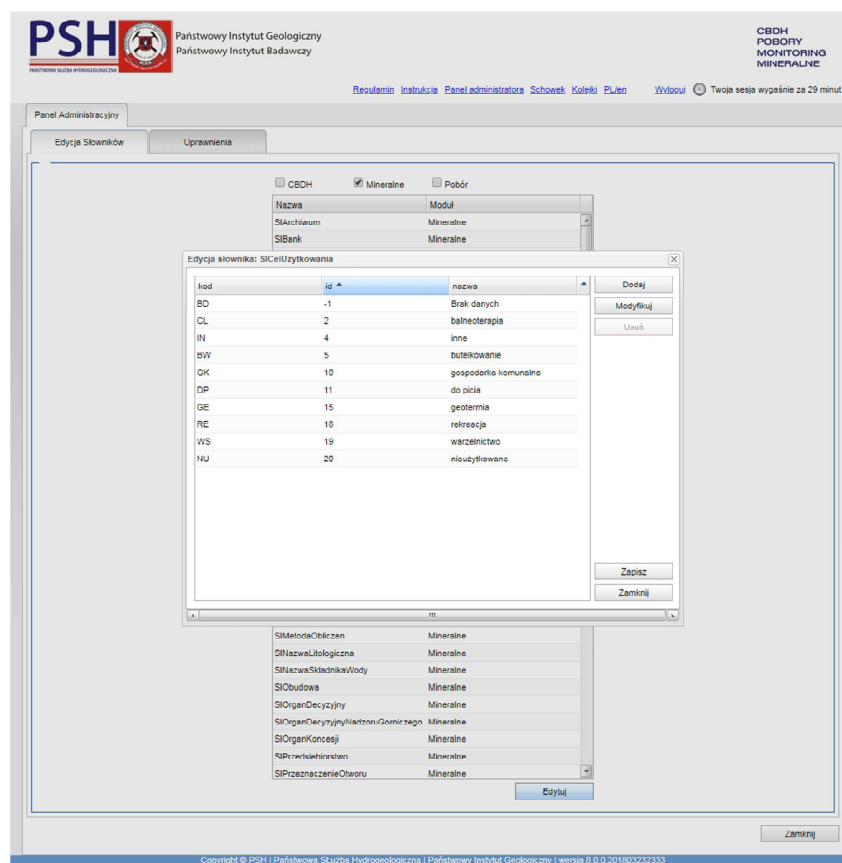


Fig. 2.1.5. Panel administratora i zmodyfikowany słownik dotyczący celu użytkowania wody

2.2. MODERNIZACJA I UTRZYMANIE BANKU DANYCH WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

W ramach przedsięwzięcia *Prowadzenie Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin* objętego niniejszym sprawozdaniem przewidziano realizację prac informatycznych mających na celu rozwój i modernizację bazy danych oraz opiekę techniczną nad tą bazą, w której przechowywane są informacje o wodach podziemnych zaliczonych do kopalin, oraz aplikacją MINERALNE służącą do obsługi bazy. Baza i aplikacja stanowią integralną część systemu przetwarzania danych hydrogeologicznych państwowej służby hydrogeologicznej SPD PSH, na który składają się ponadto Centralny Bank Danych Hydrogeologicznych, baza i aplikacja POBORY oraz MONITORING, a także, wspólny dla wszystkich składowych systemu, moduł MAPA służący do prezentacji przestrzennej danych zgromadzonych w zasobach baz.

Zakres niezbędnych do realizacji prac informatycznych został określony już w poprzednim etapie realizacji przedsięwzięcia przypadającym na okres 2013-2015 i został uzupełniony o nowe

zadania. Zasadniczymi celami były: dostosowanie bazy do przechowywania informacji w zakresie właściwym dla sporządzanych według aktualnych wymogów prawa dokumentacji hydrogeologicznych zasobów eksploatacyjnych i dyspozycyjnych, integracja zasobów informacyjnych z bazami o charakterze referencyjnym, rozwój narzędzi do obsługi bazy danych, w tym raportowania i systemu kontrolowanego dostępu do danych w trybie on-line, a ponadto poprawa ergonomii aplikacji i naprawa drobnych błędów w niej występujących. Zakres i sposób realizacji prac związanych z modernizacją został szczegółowo opisany w dokumentacji analitycznej (załącznik cyfrowy 1.1). Prace związane z modernizacją i utrzymaniem były prowadzone w okresie od listopada 2015 r. do marca 2017 r., równocześnie dla całego systemu SPD PSH, tj. 4 wchodzących w jego skład baz danych i aplikacji do ich obsługi oraz dla modułu MAPA. W wyniku realizacji założonych zadań został przygotowany i wdrożony system SPD PSH w wersji 8 (v. 8). W związku ze znacznym zakresem modyfikacji przygotowano instrukcje obsługi poszczególnych modułów systemu dedykowane użytkownikom oraz administratorom (załączniki cyfrowe 1.2. i 1.3.).

Wykonawca prac informatycznych – firma Geosolution Sp. z o.o. – został wyłoniony zgodnie z przepisami dotyczącymi zamówień publicznych. Zrealizowane prace kooperacyjne finansowane były ze środków bieżących i inwestycyjnych zaplanowanych w ramach raportowanego przedsięwzięcia *Prowadzenie Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin*, w zadaniach PSH oraz w projekcie ZSI (*Zintegrowany System Informatyczny Państwowego Instytutu Geologicznego - Państwowego Instytutu Badawczego, oparty o architekturę SOA*).

Prace kooperacyjne realizowane były przy wsparciu i pod nadzorem pracowników PIG-PIB - administratorów baz danych i informatyków w ramach prac własnych.

Odbiór prac informatycznych przeprowadzono w kilku etapach i każdorazowo poprzedzono testami akceptacyjnymi. Zmodernizowany system SPD PSH v. 8 został wdrożony jako tzw. środowisko produkcyjne, wykorzystywane do uzupełniania i aktualizacji zasobów bazy danych, udostępniania informacji i ich przeglądania. Zakres wprowadzonych zmian i modyfikacji pozwala na uzyskanie dostępu do zasobów bazy w trybie on-line, także użytkownikom zewnętrznym. Dostęp do podstawowego zestawu informacji o obiektach odbywa się bez żadnych wymogów formalnych i bez logowania do systemu. Natomiast dostęp rozszerzony lub pełny możliwy jest na podstawie wniosku oraz - w przypadku danych geologicznych - po uzyskaniu zgody właściciela danych. Zmodernizowany system Banku Wód Mineralnych dostępny jest pod adresem <http://spd.pgi.gov.pl/PSHv8/>.

2.2.1. Dostosowanie zakresu informacyjnego bazy danych do wymagań aktualnych aktów prawnych i potrzeb związanych z realizacją zadań wraz z rozbudową narzędzi do jej obsługi

Zadanie nr 1 (środki inwestycyjne) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

Prace informatyczne związane z modernizacją i rozwojem bazy danych Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin, aplikacji MINERALNE SPD PSH (system MINERALNE) oraz modułu MAPA finansowane ze środków inwestycyjnych realizowane były w okresie od listopada 2015 r. do października 2016 r.

W ramach pierwszego etapu tych prac przeprowadzono aktualizację wersji serwera aplikacyjnego Oracle Weblogic (z wersji 11 do wersji 12c) oraz następujących komponentów systemu: Smart GWT, Jasper Reports, Apache POP, Geoserver, Openlayers, Google Maps, IBM Java (szczegółowy opis zrealizowanych prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 3).

Kolejne etapy prac dotyczyły bezpośrednio rozbudowy i modernizacji systemu MINERALNE SPD PSH i obejmowały:

- a) integrację danych informacyjnych systemu MINERALNE z Systemem Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych MIDAS, prowadzonym w PIG-PIB w zakresie danych dotyczących obszarów i terenów górniczych, koncesji i złóż, w tym:
 - pobieranie aktualnych danych przestrzennych z systemu MIDAS dotyczących obszarów i terenów górniczych, złóż oraz koncesji wydanych dla wód leczniczych, termalnych i solanek, opisanych zgodnie z logiką biznesową bazy MIDAS wraz z wybranymi atrybutami opisowymi pochodzącymi z tej bazy i zapisywanie za pomocą formularzy aplikacji MINERALNE, w odpowiednio zmodyfikowanej strukturze bazy danych MINERALNE, nowych informacji dziedzicznych powiązanych z pobranymi z systemu MIDAS obszarowymi danymi przestrzennymi, w tym przypisywanie obiektów z bazy MINERALNE do obszarów z systemu MIDAS wraz z zestawem atrybutów;
 - raportowanie danych dziedzicznych z bazy MINERALNE z wykorzystaniem danych pobranych z bazy MIDAS;
 - reprezentowanie w module MAPA systemu SPD PSH danych obszarowych pozyskanych z bazy MIDAS (fig. 2.2.1).

Szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 6.1.1.

- b) integrację danych informacyjnych systemu MINERALNE z danymi przestrzennymi

dotyczącymi stref ochrony uzdrowiskowej oraz obszarów bilansowych wód zaliczonych do kopalin gromadzonych w bazie w formacie Access (mdb) prowadzonej w ramach raportowanego przedsięwzięcia, w tym:

- możliwość rejestrowania w aplikacji MINERALNE SPD PSH wyżej wymienionych klas przestrzennych dotyczących stref ochrony uzdrowiskowej oraz obszarów bilansowych, wraz z wybranymi atrybutami;
- przygotowanie narzędzi do bieżącej aktualizacji/edycji warstw z poziomu oprogramowania GIS (Geomedia);
- zapewnienie relacji wprowadzonych danych przestrzennych z danymi atrybutowymi wprowadzanymi za pomocą formularzy z poziomu aplikacji MINERALNE do odpowiednio zmodyfikowanej struktury bazy danych MINERALNE;
- raportowanie nowych danych dziedzinowych z bazy MINERALNE.

Szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 6.1.2.

c) rozbudowę narzędzi do prezentacji, raportowania i przetwarzania danych, w tym:

- narzędzia do obliczania milivali ("oblicz mval") oraz % milivali („oblicz % mval”) dla wszystkich składników analizy fizyczno-chemicznej zapisanej w bazie danych, na podstawie ich stężenia;
- dodanie reguły decydującej o właściwej kolejności składników w generowanym na podstawie analizy fizyczno-chemicznej wody typie chemicznym. Kolejność jest zależna od procentowej zawartości poszczególnych składników wyrażonej w procentach milivali, z uwzględnieniem podziału na aniony, kationy i składniki niezdisocjowane, w przypadku których decyduje ich stężenie wyrażone w jednostkach masy (mg/dm^3) lub promieniowania (Bq/dm^3);

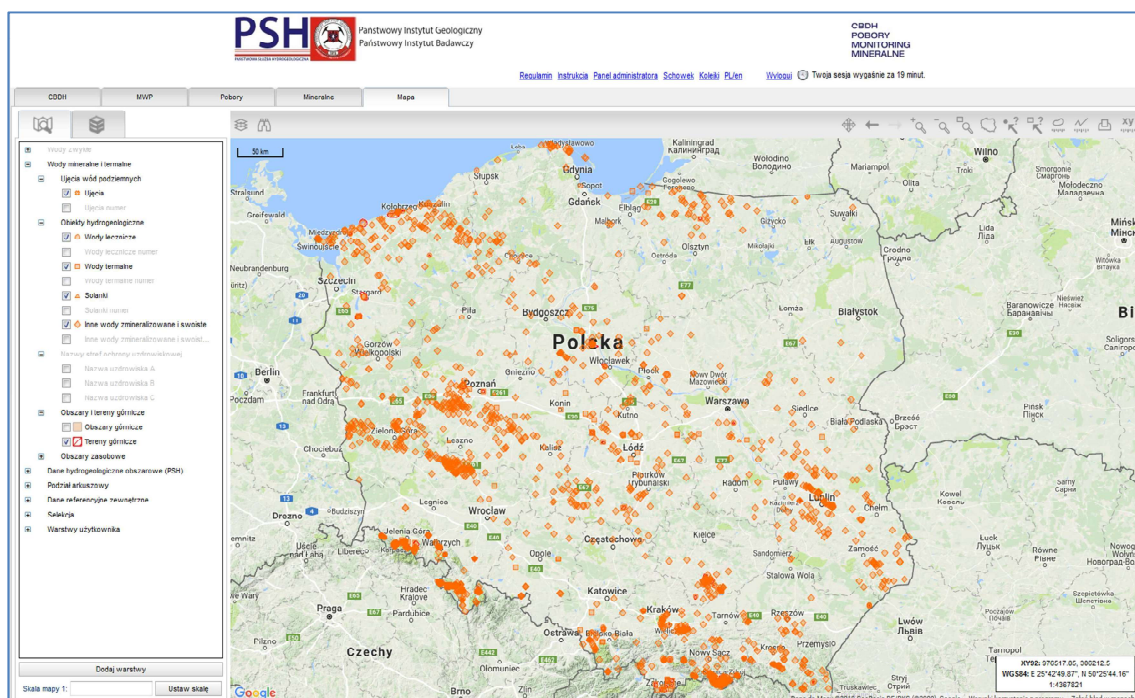
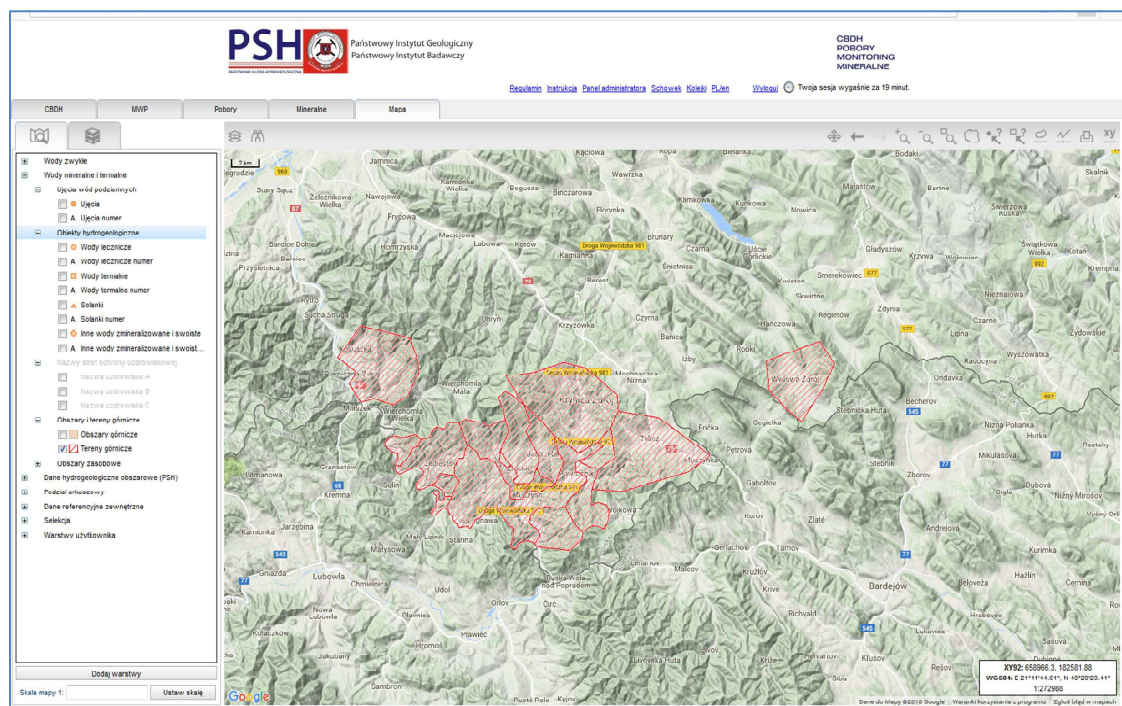


Fig. 2.2.1. Prezentacja danych przestrzennych dotyczących obszarów i terenów górniczych oraz ujęć w zmodernizowanym module MAPA SPD PSH

- poprawienie ergonomii podczas wprowadzania analizy fizyczno-chemicznej wody oraz generowania wykresów kołowych (używanych w raportach);
- dodanie nowych mechanizmów wyszukiwania zaawansowanego do zintegrowanego

systemu wyszukiwania oraz raportowania danych atrybutowych z różnych bloków informacyjnych zapisanych w bazie.

Szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 6.1.3, 6.1.4 i 6.1.5.

Należy wspomnieć, iż zakres przeprowadzonych prac modernizacyjnych i rozwojowych wykonanych na rzecz systemu MINERALNE jest znacznie większy niż wynikający z prac przeprowadzonych w ramach raportowanego przedsięwzięcia. Wiele zadań, w szczególności związanych z modyfikacją relacyjnej struktury bazy danych, rozbudową bazy w celu przechowywania większego zakresu informacji atrybutowych, rozwojem systemu zarządzania dostępem do danych oraz modernizacją modułu mapa, zostało wykonane w ramach projektu ZSI.

2.2.2. Rozwój i opieka techniczna nad bazą Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin oraz nad narzędziami do jej obsługi

Zadanie nr 12 (prace PSH) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

Zadanie nr 13 (prace kooperacyjne) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

Zadanie realizowane było przez podwykonawcę, firmę Geosolution Sp. z o.o., w ramach prac kooperacyjnych przy wsparciu zespołu PIG-PIB (prace własne).

Prace kooperacyjne prowadzone były od listopada 2015 r. do stycznia 2017 r. Zakres prac zrealizowanych w ramach zadania obejmował usuwanie drobnych usterek, nieprawidłowości i błędów pojawiających się w trakcie użytkowania systemu MINERALNE SPD PSH w obydwu wersjach – starszej v. 7 i zmodernizowanej v. 8 (usterki elementów systemu, które nie podlegały pracom deweloperskim) oraz realizację drobnych prac deweloperskich, w szczególności związanych z poprawą ergonomii aplikacji MINERALNE.

Prace związane z rozwojem i poprawą ergonomii systemu MINERALNE SPD PSH objęły m.in.:

- zmianę logiki biznesowej drzewka ujęcia poprzez rozdzielenie formularza zasobów na część dotyczącą zasobów eksploatacyjnych oraz dopuszczalnej wielkości zatłaczania (szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 5.1.1);

- modyfikację logiki biznesowej dla raportu bilansowego poprzez dodanie okna wyboru dla danych dotyczących poboru wód, rozdzielnie pełnych i niepełnych (wskaźnikowych) analiz fizyczno-chemicznych wód oraz wyników pompowania, wraz z uwzględnieniem zmian sposobu raportowania i wyświetlania, oraz dodanie mechanizmu aktualizacji danych na temat stanu obiektu według eksploatacji na podstawie wielkości wydobycia/poboru – wprowadzono formuły kontrolujące określenie stanu zagospodarowania obiektu na podstawie wielkości poboru z wybranego roku kalendarzowego, aktualizacja wykonywana jest z poziomu panelu administratora (szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 6.1.5);
- rozbudowę funkcjonalności do identyfikacji i tworzenia powiązań między obiektami i danymi poligonalnymi – w formularzach dotyczących danych obszarowych (obszarów i terenów górniczych, obszarów zasobowych, stref ochrony uzdrowiskowej) dodano funkcję wyboru obiektów znajdujących się w obrębie obszaru na podstawie jego nazwy (szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 6.1.2);
- usunięcie konieczności wyboru przez operatora rodzaju wprowadzanego składnika analizy fizyczno-chemicznej wody (aniony, kationy, inne; szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 6.1.3);
- implementację nowego słownika rejestru granic (PRG) wraz z dodaniem pól informacyjnych do przechowywania archiwalnych danych adresowych (szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 4.1.2);
- przygotowanie funkcjonalności weryfikacji współrzędnych obiektów zapisywanych w bazie danych w module MAPA wraz ze zmianą logiki zapisu geometrii – dla wprowadzanych do bazy obiektów poza danymi lokalizacyjnymi pochodzącymi z dokumentacji zapisywana jest lokalizacja wskazana przez operatora na mapie, co stanowi rodzaj weryfikacji poprawności danych przestrzennych (fig. 2.2.2; szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 5.1.1);
- rozbudowę systemu uprawnień dostępu do danych zapisanych w bazie (osobny zestaw uprawnień do odczytu i edycji dla każdego formularza i dla tabel zawierających dane geologiczne; szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 5.1.6);
- zmianę sposobu dodawania nowych wierszy w tabelach (szczegółowy opis prac w zał. cyfr. 1.1, rozdz. 5.1.8);
- modyfikację istniejących oraz dodanie nowych atrybutów oraz formularzy (sposób realizacji

prac uzgodniony z wykonawcą w trybie roboczym);

- zmianę logiki biznesowej sposobu zapisu danych w tabeli danych o dokumentacjach poprzez usunięcie konieczności podwójnego zapisu danych – w tabeli i na formularzu (sposób realizacji prac uzgodniony z wykonawcą w trybie roboczym);
- dodanie funkcji konwersji do wielkich liter nazw obiektów w celu zachowania jednolitości zapisu informacji (sposób realizacji prac uzgodniony z wykonawcą w trybie roboczym);
- modyfikację modułu wyboru obiektów do wykonywania predefiniowanych raportów analiz fizyczno-chemicznych (sposób realizacji prac uzgodniony z wykonawcą w trybie roboczym).

Podobnie jak w przypadku poprzedniego zadania, należy wspomnieć, iż zakres przeprowadzonych prac związanych z rozwojem i opieką techniczną świadczoną na rzecz systemu MINERALNE jest większy niż wynikający z prac przeprowadzonych w ramach raportowanego przedsięwzięcia. Wiele zadań zostało wykonane w ramach projektu ZSI.

W ramach prac własnych wykonywanych przy udziale zespołu IT oraz informatyków PIG-PIB (finansowanie prac ze środków ZSI) od kwietnia do grudnia 2015 r. realizowano zadania związane z:

- administrowaniem bazą Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalni, aplikacją ją obsługującą i serwerami bazodanowym i aplikacyjnym obsługującymi system MINERALNE;
- nadawaniem uprawnień i dostępu na poziomie aplikacji oraz zarządzaniem uprawnieniami na poziomie LDAP;
- przygotowaniem środowiska deweloperskiego w związku z realizacją prac związanych z rozwojem modernizacją systemu MINERALNE oraz kontrolą przebiegu tych prac.

Fig. 2.2.2. Formularz z mapą służący do weryfikacji współrzędnych obiektów zapisywanych w bazie

2.3. OCENA ZAGROZEŃ WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

Zadanie nr 4 (prace PSG) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

Zadanie miało na celu wykorzystanie danych hydrochemicznych i izotopowych gromadzonych w Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin do identyfikacji potencjalnych zmian zachodzących w wodach podziemnych zaliczonych do kopalin ujętych w obrębie wytypowanych 10 złóż, analizy kierunków tych zmian i oceny zagrożeń dla właściwości wód oraz ich zasobów. Zadanie realizowane było przez zespół Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (prace własne) w okresie 15 miesięcy, od kwietnia 2015 r. do czerwca 2016 r. Wykonane prace stanowiły drugi etap realizacji zadania. Ich rezultaty zostały zamieszczone w osobnym raporcie załączonym do niniejszego sprawozdania (zał. 1). W raporcie tym podsumowano rezultaty obydwu dotychczas zrealizowanych etapów prac.

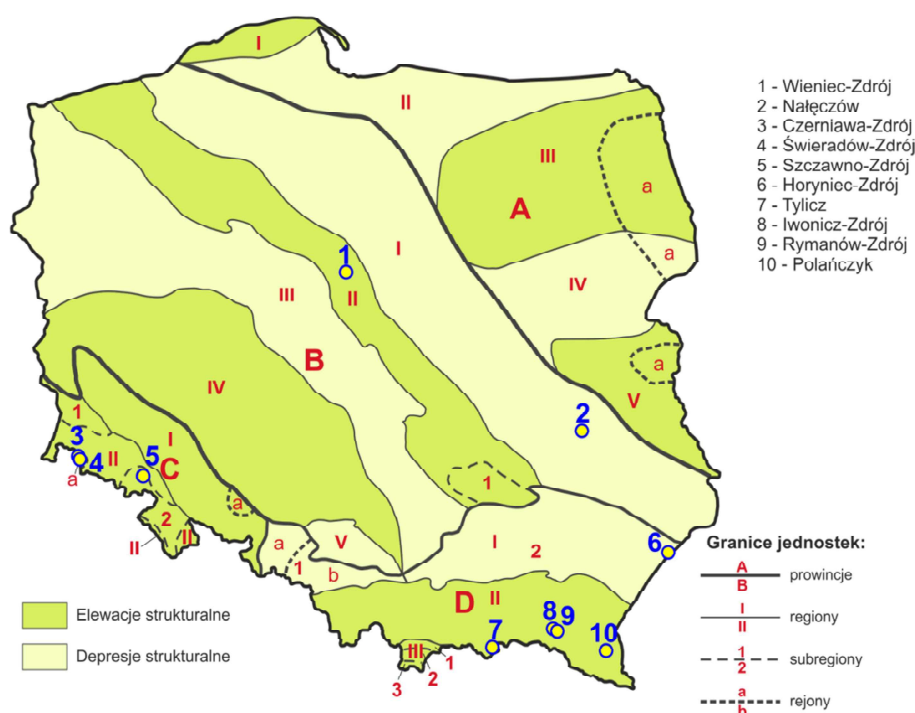
Pierwszy etap był elementem wcześniejszej umowy dotyczącej prowadzenia Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin w latach 2013-2015. W jego ramach przeprowadzono również analizę i ocenę zmian w wodach 10 złóż wód podziemnych zaliczonych do kopalin, a dokładnie wód leczniczych. Wody te ze względu na sposób zagospodarowania (balneoterapia, butelkowanie, wytwarzanie produktów zdrojowych) powinny cechować się odpowiednią zawartością swoistych składników farmakodynamicznie czynnych oraz wahaniami składu chemicznego jedynie o charakterze naturalnym, a także brakiem zanieczyszczeń (ustawa PGG).

Uzyskane rezultaty obydwu etapów pracy zostaną wykorzystane przy definiowaniu celów, zasad funkcjonowania i przy budowie sieci państwowego monitoringu wód podziemnych zaliczonych do kopalin, który powinien zostać ustanowiony w celu ochrony jakościowej i ilościowej zasobów podziemnych zaliczonych do kopalin. Są one bowiem również wodami podziemnymi, dlatego też powinny być stosowane do nich, choć z pewnymi ograniczeniami z uwagi na ich specyfikę, przepisy, którym podlegają obecnie wyłącznie wody zwykłe, w tym wynikające rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 19 lipca 2016 r. w *sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych* (Dz.U. 2016 poz. 1178).

Wytypowanie ujęć

Do analizy zmienności właściwości leczniczych i oceny zagrożeń wytypowanych zostało 28 ujęć wód leczniczych zlokalizowanych na obszarze 10 miejscowości (fig. 2.3.1). Ujęcia te odznaczają się w większości przypadków relatywnie dużą zmiennością składu chemicznego lub cech fizycznych w czasie. Podczas ich selekcji uwzględniono następujące kryteria:

- dostępność wyników analiz składu chemicznego obejmujących jak najdłuższy ciąg czasowy;
- podatność (wrażliwość) na zanieczyszczenia;
- zróżnicowanie budowy geologicznej oraz warunków hydrogeologicznych;
- sposób ujmowania wód zaliczonych do kopalin;
- zróżnicowanie składu chemicznego;
- intensywność eksploatacji złoża;
- inne przesłanki świadczące o możliwości występowania zjawisk mogących stanowić potencjalne zagrożenie dla stanu jakościowego złoża.



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

Fig. 2.3.1. Lokalizacja wytypowanych miejscowości na tle podziału regionalnego wód leczniczych i mineralnych (wg Dowgiałły i Paczyńskiego, 2002)

W Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalni zgromadzone są informacje o niespełna 500 ujęciach wód leczniczych zlokalizowanych na obszarze 81 miejscowości, wśród których 41 to uzdrowiska. W celu realizacji zadania zgodnie z przyjętymi zasadami niezbędne było uzupełnienie zasobów bazy o najnowsze wyniki analiz właściwości fizyczno-chemicznych wód. Do dalszej interpretacji zostały wytypowane wody z miejscowości, z których zgromadzono wyniki analiz

z dłuższego ciągu czasowego. Analizowane dane pochodzą z okresu od drugiej połowy lat 40. XX w. (Szczawno-Zdrój i Rymanów-Zdrój) do 2015 r., poza jednym wyjątkiem, jakim jest Wieniec-Zdrój, gdzie wody badane są rzadziej niż raz na 2 lata, a ostatnia analiza pochodziła z 2013 r. Do najbardziej licznych zbiorów należą dane zgromadzone dla wód Iwonicza-Zdroju (21-56 analiz), Szczawna-Zdroju (34-44 analizy), Świeradowa-Zdroju (39-49 analiz) oraz Rymanowa-Zdroju (26-58 analiz). Wymaganego kryterium 10 wyników analiz nie spełniło jedynie ujęcie IG-2 w Polańczyku (7 analiz). W sumie zgromadzono dane pochodzące z 974 analiz fizyczno-chemicznych wód leczniczych.

Podstawowe informacje na temat charakterystyki wód ujmowanych w wytypowanych do analizy miejscowościach i ujęciach oraz o ich zasobach prezentują fig. 2.3.2 i 2.3.3.

Fig. 2.3.2. Zestawienie informacji o zasobach wód leczniczych w wytypowanych miejscowościach oraz o ich zagospodarowaniu wg stanu na 2015 r. (Skrzypczyki Sokołowski, 2016)

Miejscowość	Typ struktury wodonośnej	Liczba ujęć	Liczba ujęć czynnych	Liczba ujęć wytypowanych do analizy	Zasoby dyspozycyjne [m ³ /d]	Zasoby eksploatacyjne [m ³ /h]	Aktualny pobór [m ³ /r]
Czerniawa-Zdrój	odkryta	6	1	1	115,2	7,92	10,0
Horyniec-Zdrój	odkryta	2	2	2	633,6	12,0	15144,0
Iwonicz-Zdrój	odkryta	8	5	4	1590	16,79	12321,0
Nałęczów	półzakryta	2	2	2	nie ustalono	26,00	1382,8
Polańczyk-Zdrój	zakryte	2	2	2	nie ustalono	0,75	941,9
Rymanów-Zdrój	odkryta	9	6	7	1410,0	19,60	12405,0
Szczawno-Zdrój	odkryta	11	7	4	nie ustalono	0,54	4070,6
Świeradów-Zdrój	odkryta	9	3	2	108,0	20,09	9387,0
Tylicz	odkryta	4	3	3	1162,0	12,40	8886,5
Wieniec-Zdrój	półotwarta	1	1	1	nie ustalono	15,00	5301,0

Fig. 2.3.3. Zestawienie podstawowych informacji o wytypowanych ujęciach wód leczniczych

Miejscowość	Ujęcie	Poziom wodonośny		Rodzaj zwierciadła	Charakterystyka wód wg danych archiwalnych
		wiek	głębokość [m]		
Czerniawa-Zdrój	NR 4 (JAN II)	Pt	152-197,5	napięte (samowypływ)	0,27% HCO ₃ -Ca-Mg,Fe,Si,CO ₂
Horyniec-Zdrój	RÓŻA III	K-Ng	21,4-29	napięte (samowypływ)	0,06% HCO ₃ -Ca-Na,S
	RÓŻA IV	K-Ng	16-30,4	napięte (samowypływ)	0,06% HCO ₃ -Ca-Na,S
Iwonicz-Zdrój	ELIN-7	Pg	102-230	napięte	0,62%Cl-HCO ₃ -Na,I,CO ₂
	II	Pg	358-395	napięte	0,53% Cl-HCO ₃ -Na,I,CO ₂
	KLIMKÓWKA 27	Pg	418-482	napięte	1,28% HCO ₃ -Cl-Na,I,CO ₂
	ZOFIA-6	Pg	197-333	napięte	1,21%HCO ₃ -Cl-Na,I,CO ₂ ,T
Nałęczów	BARBARA	K ₂	10-17	napięte	0,06% HCO ₃ -Ca-Mg,Fe
	ŻELAZISTE-CELIŃSKIEGO	K ₂	0	źródło	0,07% HCO ₃ -Ca-Mg,Fe
Polańczyk-Zdrój	IG-1	Pg	778-840	napięte	0,20%HCO ₃ -Na
	IG-2	Pg	681-1000	napięte	0,86% Cl-HCO ₃ -Na,I
Rymanów-Zdrój	CELESTYNA	Pg	0	źródło	0,83% Cl-HCO ₃ -Na,I,CO ₂
	KLAUDIA	Pg	0	źródło	0,80% Cl-HCO ₃ -Na,I,CO ₂
	TYTUS	Pg	0	źródło	0,80% Cl-HCO ₃ -Na,I,CO ₂
	RZ-2	Pg	404-588	napięte (samowypływ)	0,81%HCO ₃ -Cl-Na,I
	RZ-4	Pg	187-389	napięte	0,65%Cl-HCO ₃ -Na,I
	RZ-5	Pg	464-562	napięte (samowypływ)	0,64% HCO ₃ -Cl-Na,I,CO ₂
	RZ-6	Pg	165-246	napięte (samowypływ)	0,34% Cl-HCO ₃ -Na,I,CO ₂
Szczawno-Zdrój	DĄBRÓWKA	C1	0	źródło	0,20% HCO ₃ -Na-Ca, CO ₂
	MARTA 1	C1	0	źródło	0,27%HCO ₃ -Na,Rn,CO ₂
	MIESZKO	C1	0	źródło	0,36% HCO ₃ -Na,CO ₂
	MŁYNARZ 1	C1	0	źródło	0,22% HCO ₃ -Na-Mg-Ca, CO ₂
Świeradów-Zdrój	1A	Pt	39-60,2	napięte	0,13%HCO ₃ -Mg-Ca-,Fe,CO ₂
	GÓRNE ZBIORCZY	Pt	0	źródło	0,03%HCO ₃ -Ca-Mg,Rn,CO ₂
Tylicz	P-VIA (ZBIGNIEW)	Pg	38-88	napięte	0,09%HCO ₃ -Mg-Ca,CO ₂
	T-III STANISŁAW)	Pg	14-50	napięte	0,21%HCO ₃ -Ca-Na,CO ₂
	T-IX (IGNACY)	Pg	56-100	napięte	0,08%HCO ₃ -Ca,CO ₂
Wieniec-Zdrój	3E	J	124-130	napięte (samowypływ)	0,37% SO ₄ -Cl-Ca,S

Analiza zmienności składu chemicznego i parametrów fizycznych ujęć wód zaliczonych do kopalin z wykorzystaniem metod statystycznych i porównawczych

Przed przystąpieniem do analizy danych przeprowadzono ilościową ocenę wiarygodności i reprezentatywności zebranych wyników oznaczeń właściwości fizyczno-chemicznych wód. W pierwszym etapie odrzucono bądź poprawiono, jeśli była taka możliwość, takie wartości, które były ewidentnymi błędami. Kolejnym sposobem oceny jakości danych było obliczenie względnego błędy bilansu jonowego. W dalszych pracach uwzględniono wyniki badań, w których błąd przekracza 5%. Zweryfikowane w powyższy sposób dane zostały poddane interpretacji z zastosowaniem metod porównawczych (wartości statystyk opisowych porównane z wartościami progowymi dla wód leczniczych określonymi w ustawie *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r., analizy trendów czasowych oraz analiza z wykorzystaniem kart kontrolnych, Ciężkowski i in., 2007).

W pierwszym kroku dla każdego ujęcia zebrano dostępne wyniki analiz, na podstawie których dla jonów głównych, mineralizacji i składników swoistych obliczono podstawowe parametry statystyczne, takie jak: wartość minimalna, wartość maksymalna, średnia arytmetyczna, mediana, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności. W celu porównania wyników dla całych dostępnych ciągów czasowych z wynikami z ostatnich 15 lat (2000-2015) w przypadku mineralizacji i składników swoistych obliczono też wartość minimalną, maksymalną i średnią arytmetyczną.

W celu określenia stabilności typu chemicznego wód z wytypowanych ujęć przeanalizowano zawartości jonów głównych wyrażone w % mval dla całego okresu, dla którego były zebrane dane dotyczące składu chemicznego. Zwrócono szczególną uwagę na jony, których zawartość oscylowała wokół 20% mval.

W następnym kroku przeanalizowano tendencje zmian wartości parametrów fizyczno-chemicznych w celu identyfikacji znaczących trendów, w szczególności trendów malejących składników wód leczniczych w odniesieniu do zmiennej czasu. Analizę przeprowadzono dla wszystkich ujęć i występujących w wodach stężeń jonów głównych, składników swoistych oraz mineralizacji. Współczynniki regresji (współczynnik kierunkowy i wyraz wolny) obliczane były metodą sumy najmniejszych kwadratów. Dla każdego z dopasowanych modeli została określona wartość statystyki testowej t-studenta oraz prawdopodobieństwo $P(>|t|)$. Na podstawie wartości P określono istotność statystyczną wyników na poziomie 0,05. Analizowane szeregi czasowe, dla których wartość $P < 0,05$, w zależności od wartości uzyskanych wyników współczynników

kierunkowych linii trendów, zakwalifikowano jako istotne statystycznie trendy rosnące lub malejące. Do oceny jakości dopasowania funkcji regresji wykorzystano współczynnik determinacji R^2 i do dalszej analizy zakwalifikowano te szeregi czasowe, dla których współczynnik determinacji $R^2 > 0,5$, określając je mianem znaczących trendów (rosnących lub malejących). Dla znaczących trendów malejących uzyskanych dla składników swoistych i mineralizacji przeprowadzono ekstrapolację wartości przewidywanych zawartości do 2030 r. Za trendy krytyczne uznano te, dla których w przypadku braku zmian tendencji do 2030 r. przewiduje się spadek zawartości składników poniżej wartości progowych określonych w ustawie PGG. W przypadkach nieuzyskania odpowiedniego dopasowania linii trendów ze względu na występującą zmianę kierunku zmian w czasie zastosowano dopasowanie linii łamanej złożonej z dwóch odcinków. Przy pomocy testu Daviesa (Davies, 2002), sprawdzono, czy można dopasować linię łamaną w ten sposób, aby oba odcinki miały istotnie różne nachylenie. Dla wyników istotnych statystycznie na poziomie 0,05 został wyznaczony punkt, w którym zależność uległa zmianie (rok z częścią ułamkową), a także nachylenia obu dopasowanych odcinków liniowych, które interpretowane są jako chwilowe trendy. W interpretacji łamanych linii trendu skupiono się na drugim przedziale czasowym obejmującym nowsze dane (do 2015 r.). Obliczono dla nich współczynnik determinacji R^2 . W przypadkach, gdy $R^2 > 0,5$ postępowanie było takie samo jak dla wcześniej omówionych znaczących trendów liniowych. Ponadto w przypadkach analizy bardzo długich ciągów czasowych badano występowanie istotnych statystycznie i znaczących trendów czasowych dla danych z okresu 2000-2015.

Ostatnim etapem analizy danych było wyznaczenie dopuszczalnych wahań składników leczniczych wód oraz jonów głównych określających typ chemiczny wód z zastosowaniem kart kontrolnych Shewharta oraz arkusza kalkulacyjnego opracowanego przez zespół Politechniki Wrocławskiej pod kierunkiem profesora Wojciecha Ciężkowskiego (Ciężkowski i in., 2007). Zakres dopuszczalnych wahań w tej metodzie wyznaczany jest jako zakres obejmujący dwa odchylenia standardowe od wartości średniej arytmetycznej zawartości analizowanego składnika, tj.:

$$[\bar{x} - 2s_x, \bar{x} + 2s_x]$$

gdzie:

$\bar{x}$ – średnia arytmetyczna,

s_x – odchylenie standardowe.

Jednocześnie spełnione powinny zostać warunki dotyczące rozkładu normalnego danych, braku trendów czasowych oraz charakteru próby losowej. Jeżeli zbiór danych nie spełniał któregoś z powyższych kryteriów, przeprowadzono odpowiednie operacje przekształcania danych mające na celu doprowadzenie do jego spełnienia. Na podstawie kart kontrolnych wyznaczony został zakres dopuszczalnych wahań składników. We wszystkich ujęciach przeanalizowano uzyskane wartości dla mineralizacji oraz składników swoistych. Przyjęto założenie, że zmierzone wartości, a także dolna granica kontrolna powinny być wyższe niż wartości progowe decydujące o właściwościach leczniczych wód określonych w ustawie *Prawo geologiczne i górnicze* z 2011 r. W przypadku, gdy dolna granica dopuszczalnych wahań była niższa od wartości progowej, uznawano analizowany składnik za wymagający szczególnej uwagi oraz objęcia dalszymi badaniami w celu określenia rzeczywistych zagrożeń – zmiany typu chemicznego wód w przypadku jonów głównych lub utraty właściwości leczniczych w przypadku składników swoistych. Wyniki weryfikowane były na podstawie rzeczywistych wartości uzyskanych w oznaczeniach laboratoryjnych. Przyjęto zasadę, że przypadku, gdy dolna granica dopuszczalnych wahań i jedno oznaczenie ze zbioru są niższe od wartości progowej, składnik ten jest uwzględniany warunkowo w zapisie typu wód i wymagane jest przeprowadzenie badań ze zwiększoną częstotliwością w celu jednoznacznego stwierdzenia, czy pojedynczy wynik nie był błędny. W przypadku dwóch oznaczeń poniżej wartości progowej składnik nie był uwzględniany w zapisie podstawowej charakterystyki wód.

Wyniki przeprowadzonej analizy zbiorów danych hydrochemicznych dla wytypowanych ujęć prezentuje fig. 2.3.4.

Fig. 2.3.4. Ogólna informacja o wynikach przeprowadzonych analiz danych hydrochemicznych
Czerwona czcionka - składniki swoiste uwzględnione w charakterystyce wód warunkowo (wymagające badań) oraz przypadki zmiany rodzaju wód ze szczaw na kwasowęglowe; CO_2 (1000)/(250) - w nawiasach podano wartość progową dla szczaw (1000 mg/dm³) lub dla wód kwasowęglowych (250 mg/dm³)

Miejscowość	Ujęcie	Poniżej wartości progowej (ustawa PGG, 2011)	Trendy zmian w czasie	Składniki nieuwzględnione w	Aktualna charakterystyka wód
-------------	--------	---	-----------------------	-----------------------------------	---------------------------------

		oznaczenia	dolna granica zakresu dopuszczalnych wahań	malejące	krytyczne	charakterystyce wód	
Czerniawa-Zdrój	NR 4 (JAN II)		Si	Na, HCO ₃ , Cl			0,26% HCO ₃ -Ca-Mg,Fe, Si ,CO ₂
Horyniec-Zdrój	RÓŻA III	Na	Na	Mg, S	S		0,07% HCO ₃ -Ca-(Na), S
	RÓŻA IV	Na	Na, S	Mg, SSR		Na	0,05% HCO ₃ -Ca, S
Iwonicz-Zdrój	ELIN-7	CO ₂ (250)	CO ₂ (250)	Mg			0,6% Cl-HCO ₃ -Na,I,(CO₂) (kwasowęglowa)
	II		CO ₂ (250)	Ca, Cl, Na, HCO ₃ , SSR			0,54% Cl-HCO ₃ -Na, I,CO₂ (kwasowęglowa)
	KLIMKÓWKA 27			Mg			1,28% HCO ₃ -Cl-Na,I,CO ₂ (kwasowęglowa)
	ZOFIA-6			SSR, Cl, Na, Ca, Mg		T	1,16% HCO ₃ -Cl-Na,I, CO₂ (kwasowęglowa)
Nałęczów	BARBARA	Fe	Fe	SSR		Mg	0,07% HCO ₃ -Ca-Mg,(Fe)
	ŻELAZISTE-CELIŃSKIEGO	Fe	Fe			Fe	0,07% HCO ₃ -Ca-Mg
Polańczyk-Zdrój	IG-1						0,24% HCO ₃ -Na, F
	IG-2			Mg			0,94% Cl-HCO ₃ -Na,I
Rymanów-Zdrój	CELESTYNA		HCO ₃	Cl, Na		CO ₂ (1000) (szczawa)	0,82% Cl-HCO ₃ -Na,I, CO₂ (kwasowęglowa)
	KLAUDIA		HCO ₃	Na			0,80% Cl-HCO ₃ -Na,I,CO ₂ (kwasowęglowa)
	TYTUS		HCO ₃	Na			0,80% Cl-HCO ₃ -Na,I,CO ₂ (kwasowęglowa)
	RZ-2						0,84% (HCO ₃)-Cl-Na,I
	RZ-4	I	I	Na, SSR			0,64% Cl-HCO ₃ -Na,(I)
	RZ-5	I, CO ₂ (250)	CO ₂ (250), I	Cl, Na		CO ₂ (250) (kwasowęglowa)	0,64% HCO ₃ -Cl-Na,(I)
	RZ-6	I	CO ₂ , I				0,35% Cl-HCO ₃ -Na,(I),(CO₂) (kwasowęglowa)
Szczawno-Zdrój	DĄBRÓWKA						0,20% HCO ₃ -Na-Ca, CO₂ (szczawa)
	MARTA 1						0,25% HCO ₃ -Na,Rn,CO ₂ (szczawa)
	MIESZKO						0,37% HCO ₃ -Na, CO₂ (szczawa)

Identyfikacja zjawisk mogących powodować zagrożenia dla wód leczniczych oraz

Miejscowość	Ujęcie	Poniżej wartości progowej (ustawa PGG, 2011)		Trendy zmian w czasie		Składniki nieuwzględnione w charakterystyce wód	Aktualna charakterystyka wód
		oznaczenia	dolna granica zakresu dopuszczalnych wahań	malejące	mrytyczne		
Szczawno- Zdrój	MŁYNARZ 1	Ca, CO ₂ (1000)	Mg, Ca	CO ₂ , Cl	CO ₂ (250)	CO ₂ (1000) (szczawa)	0,22% HCO ₃ -Na-Mg- Ca, CO ₂ (kwasowęglowa)
Świeradów- Zdrój	1A		Fe			Si, SSR(1000)	0,08% HCO ₃ -Mg-Ca- Fe, CO ₂ (szczawa)
	GÓRNE						0,03% HCO ₃ -Ca- Mg, Rn, CO ₂ (szczawa)
Tylicz	P-VIA (ZBIGNIEW)	CO ₂ (250)	CO ₂ (250)				0,08% HCO ₃ -Mg- Ca, (CO ₂) (kwasowęglowa)
	T-III STANISŁAW)			Cl			0,21% HCO ₃ -Ca-Na, CO ₂
	T-IX (IGNACY)		CO ₂ (250)	Ca			0,09% HCO ₃ -Ca, CO ₂ (kwasowęglowa)
Wieniec- Zdrój	3E	Na		Na			0,35% SO ₄ -Cl-Ca-(Na), S

propozycje działań mających na celu ich ochronę

Znaczna część wód leczniczych charakteryzuje się dobrą jakością parametrów fizyczno-chemicznych, w tym decydujących o właściwościach leczniczych wód. Zagrożenie dla stabilności tej sytuacji stanowią przede wszystkim zjawiska generowane przez czynniki o charakterze antropogenicznym, wśród których szczególną rolę odgrywa sama eksploatacja wód leczniczych i współwystępujących z nimi wód zwykłych, szczególnie o znacznej intensywności.

W wyniku przeprowadzonej analizy w 12 ujęciach nie stwierdzono zmian mineralizacji wód, a w 14 zmiana ta była nieznaczna. Jedynie w 2 przypadkach odnotowano znaczną zmianę mineralizacji wód (jednak poniżej 20%). W Iwoniczu-Zdroju i Rymanowie-Zdroju zmiany tego rodzaju zaszły w krótkim okresie po uruchomieniu ujęć. Zjawisko to jest często spotykane w przypadku eksploatacji karpackich wód kwasowęglowych i szczaw, dlatego też zaleca się w procesie ich dokumentowania długotrwałą próbną eksploatację w miejsce typowego, kilkudniowego próbnego pompowania pomiarowego. W większości przypadków (18 ujęć) nie doszło do zmiany typu chemicznego wody. W pozostałych przypadkach zaobserwowano zmiany polegające na pojawieniu się lub zaniku dwutlenku węgla, a także na wypadnięciu z zapisu pojedynczych kationów (Na, Ca – Szczawno-Zdrój, Horyniec-Zdrój, Wieniec-Zdrój). W przypadku mikroskładników

leczniczych zanotowano spadek zawartości żelaza w 2 ujęciach (m.in. Nałęczów) i pojawienie się fluorków w jednym (Polańczyk). W efekcie analizy wytypowano dla poszczególnych złóż, za wyjątkiem 4 ujęć, listę składników do dalszych badań. Obejmuje ona składniki, których zawartość spada poniżej progu granicznego dla wód leczniczych lub – dla jonów głównych – spada poniżej zawartości 20% mval. Potencjalne zmiany wynikające z rozkładu wartości w czasie pojedynczych wartości minimalnych i obliczeń zakresu dopuszczalnych wahań najsilniej dotyczą dwutlenku węgla z ujęcia P-VIa Zbigniew w Tyliczu, źródła Dąbrówka w Szczawnie-Zdroju, otworu RZ-6 w Rymanowie-Zdroju oraz ujęć Iwonicz II i Elin 7 w Iwoniczu-Zdroju. W przypadku otworu P-VIa Zbigniew w Tyliczu oznaczałoby to utratę właściwości leczniczych ujętych wód. Aż dla 19 ujęć zidentyfikowano znaczące trendy malejące, zarówno w przypadku parametrów leczniczych, jak i jonów głównych, co pozwoliło na wyznaczenie metodą ekstrapolacji przybliżonej daty utraty przez wodę jej właściwości leczniczych. W 4 ujęciach ekstrapolacja linii trendu wykazała, że w perspektywie 15 lat może nastąpić zmiana właściwości leczniczych wód, np. spadek zawartości dwutlenku węgla w Szczawnie-Zdroju (źródła Młynarz, Mieszko i Dąbrówka) lub siarkowodoru w Horyńcu-Zdroju (otwór Róża III). Z kolei istotne trendy rosnące wyznaczono dla 9 ujęć – w większości dotyczą one dwutlenku węgla oraz ujęć Marta i Mieszko w Szczawnie-Zdroju.

Podobnie jak w etapie I, największym zmianom podlegają szczawy i wody kwasowęglowe (Szczawno-Zdrój, Rymanów-Zdrój, Iwonicz-Zdrój). Zmiany te są związane głównie z procesami antropogenicznymi, w tym związanymi z eksploatacją innych kopalin (Szczawno-Zdrój) i intensywną eksploatacją wód leczniczych w warunkach ich współwystępowania z wodami zwykłymi (Tylicz). W Rymanowie-Zdroju i Iwoniczu-Zdroju zmienność jest efektem naturalnych warunków hydrogeologicznych, odpowiadających za bardzo powolny dopływ wód. Na skutek wymuszonego eksploatacją dopływu wzrasta zawartość wód młodszych, zmianom ulegają więc warunki zasilania ujęć. Z racji charakteru tego zjawiska obserwowane zmiany odznaczają się skokową zmiennością, często też mają wyraźny charakter kierunkowy. Ponieważ niemal każde ujęcie w tych złożach jest zasilane inaczej, obserwowane zmiany mają różny charakter i różną intensywność. W celu racjonalnej gospodarki złożami konieczny jest stały nadzór nad eksploatacją i znajomość reakcji ujęć na zmienne warunki hydrodynamiczne. Z drugiej strony w głębokich otworach o powolnym dopływie wód i małej zasobności, np. w Polańczyku, wskutek wymuszonego dopływu pojawiają się inne składniki lecznicze w stężeniach farmakodynamicznie czynnych, np. fluorki. W przypadku wód nasyconych dwutlenkiem węgla spadek zawartości tego gazu pociąga za sobą jednocześnie

zmniejszenie się stężeń niektórych jonów – np. wapnia w źródłach Dąbrówka i Młynarz w Szczawnie-Zdroju. Zjawisko to jest wywołane mniejszą agresywnością wód.

W większości rozpatrywanych przypadków stwierdzone zmiany można uznać za wynikające z długotrwałego wydobywania lub za efekt nieustalonych warunków dopływu wód do ujęć wskutek zbyt krótkiego czasu eksploatacji lub sposobu jej prowadzenia. Oprócz omówionych szerzej trendów należy również zwrócić uwagę na tendencje zmian niewykazujących przebiegu liniowego, które aktualnie lub w ciągu najbliższych kilku lat nie powinny spowodować zmian właściwości leczniczych wód, ale utrzymywanie się ich w dłuższej perspektywie czasowej będzie zjawiskiem niekorzystnym, np. w Czerniawie-Zdroju i Iwoniczu-Zdroju (otwór Iwonicz II). Warto także pamiętać, iż w przypadku zbiorników o charakterze porowym ocena zmienności przeprowadzona dla jednego z ujęć może być odnoszona wprost dla całego złoża, natomiast w przypadku zbiorników szczelinowych do poszczególnych ujęć należy podchodzić indywidualnie, a stwierdzonych zmian nie przekładać na całość złoża.

Wnioski płynące z realizacji zadania wskazują, iż dalsze badania i interpretacja ich wyników powinny być nakierowane, oprócz bieżącej kontroli stanu jakościowego i ilościowego, na jak najdokładniejsze rozpoznanie warunków formowania się zasobów i chemizmu wód, w tym na poznanie proporcji pomiędzy poszczególnymi składowymi genetycznymi wód. Wiedza taka pomoże racjonalniej wykorzystywać zasoby złóż bez szkody dla właściwości leczniczych wód. Zakresy badań powinny być dynamicznie dostosowywane do obserwowanych zjawisk, stąd bieżąca interpretacja wyników jest niezbędna. Istnieje wiele metod interpretacji wyników badań, w tym hydrogeologicznych i hydrochemicznych, np. metody porównawcze, graficzne i statystyczne. Szczególnie przydatne do tego celu są karty kontrolne Shewharta i arkusz kalkulacyjny służący do wyznaczenia zakresu dopuszczalnych zmian składników z wykorzystaniem metod statystycznych. Przydatna jest też metoda probabilistyczna ekstrapolacji tendencji zmian, pozwala bowiem wstępnie ustalić intensywność i prawdopodobne konsekwencje zmian. Niezależnie od metod interpretacyjnych niezwykle istotna jest jakość uzyskiwanych wyników analitycznych i możliwość ich porównywania, dlatego też zaleca się wykonywanie analiz wód leczniczych w certyfikowanych laboratoriach. Analizy powinny mieć obliczony bilans jonowy, rachunek błędu oraz podaną informację o sumie składników rozpuszczonych. Archiwalne dane hydrogeologiczne należy przechowywać w cyfrowych bazach danych, co ułatwi interpretację wyników i w razie potrzeby umożliwi ich sprawne udostępnianie.

Zmienność właściwości jest powszechnie występującą cechą wód leczniczych i jest procesem wynikającym z faktu, iż najczęściej są to mieszaniny wód o różnym pochodzeniu i składzie, które

w warunkach zorganizowanej eksploatacji mieszają się ze sobą w różnych proporcjach. Bardzo ważne jest zatem prowadzenie eksploatacji w taki sposób, by nie wywoływać niepożądanych zmian składu chemicznego, w szczególności prowadzących do zmiany lub utraty właściwości leczniczych wód. Wody lecznicze stanowią cenny surowiec, którego wykorzystanie i zagospodarowanie wpływa na rozwój nie tylko miejscowości, w których występują, lecz na całe regiony, bazujące na turystyce uzdrowiskowej i lecznictwie lub rozlewnictwie. Dlatego też ochrona jakości tych wód w warunkach ich gospodarczego wykorzystania jest zadaniem kluczowym. Ochrona ta jest realizowana obecnie przez przedsiębiorców (badania stacjonarne), jednak powinna być prowadzona przez właściciela złóż, tj. Skarb Państwa (służby zewnętrzne). Poza badaniami kontrolnymi niezbędna jest bowiem interpretacja wyników, zwykle w kontekście szerszym niż w ograniczeniu do jednego złoża, często w połączeniu z obserwacjami zwykłych wód podziemnych. Taką rolę mógłby spełniać monitoring państwowy wód podziemnych zaliczonych do kopalin.

Opracowanie raportu o stanie i zagrożeniach wód podziemnych zaliczonych do kopalin

Rezultaty przeprowadzonych prac mających na celu ocenę aktualnego stanu oraz zagrożeń wód leczniczych ujmowanych w 10 miejscowościach zamieszczono w raporcie końcowym stanowiącym załącznik do niniejszego sprawozdania (zał. 1). W raporcie tym przedstawiono ogólną charakterystykę warunków występowania, zasobów oraz zagospodarowania wód w każdej z wytypowanych miejscowości, a także informacje o istniejących ujęciach eksploatacyjnych. W kolejnej części każdego z rozdziałów poświęconych wytypowanym miejscowościom umieszczono wyniki analiz danych hydrochemicznych przeprowadzonych dla wyselekcjonowanych ujęć, z zastosowaniem wcześniej scharakteryzowanych metod. W trzeciej części każdego z rozdziałów podano informacje o głównych zagrożeniach wód leczniczych w poszczególnych złożach i ujęciach, w podziale na zagrożenia właściwości leczniczych, zagrożenia chemiczne i bakteriologiczne oraz zagrożenia zasobowe. Zamieszczono w niej również informacje dotyczące aktualnych form ochrony wód leczniczych. W części końcowej każdego z rozdziałów przedstawiono zalecenia dotyczące działań na rzecz ochrony wód leczniczych wraz z propozycjami zakresu prac mających na celu zachowanie dobrego stanu jakościowego i ilościowego wód. Ostatni rozdział opracowania zawiera podsumowanie wyników obydwu etapów realizacji zadania i wnioski dotyczące konieczności podjęcia działań w skali kraju mających na celu ochronę wód leczniczych oraz pozostałych wód podziemnych zaliczonych do kopalin.

2.4. GENEZA I „WIEK” WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

Zadanie nr 5 (prace PSG) i nr 6 (prace kooperacyjne) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

Zadanie polegające na określeniu genezy i wieku wód podziemnych zaliczonych do kopalin ujętych w wytypowanych obiektach hydrogeologicznych było prowadzone przez cały okres realizacji raportowanego zadania, tj. od kwietnia 2015 r. do marca 2018 r. Jednocześnie stanowiło ono jego III etap. Prace wykonane zostały przez zespół Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (prace własne) we współpracy z laboratorium Towarzystwa Badania Przemian Środowiska Geosfera w Krakowie (prace kooperacyjne). Zadanie obejmowało pobór próbek wód z wytypowanych ujęć, przeprowadzenie laboratoryjnych badań izotopowych, których zakres obejmował izotopy stabilne tlenu i wodoru ($\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^2\text{H}$), tryt (^3H) oraz radiowęgiel (^{14}C), analizę i interpretację uzyskanych wyników, określenie pochodzenia wód, ich wieku oraz zagrożeń zasobów i jakości, a następnie przedstawienie uzyskanych wyników w formie odrębnego opracowania o charakterze raportu.

Wytypowanie ujęć oraz pobór próbek wód do laboratoryjnych analiz izotopowych

Prace związane z wytypowaniem ujęć do opróbowania izotopowego przeprowadzone zostały na podstawie analizy informacji zgromadzonych w Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin oraz w bazie Znaczników Środowiskowych prowadzonej w PIG-PIB, a także danych pochodzących z opracowań archiwalnych i opublikowanych dotyczących warunków występowania wód leczniczych, termalnych i solanek, sposobu ich ujęcia oraz intensywności eksploatacji, charakterystyki hydrochemicznej oraz izotopowej. Istotne znaczenie przy typowaniu ujęć miał również zakres prac wykonanych w poprzednich etapach realizacji zadania, w ramach których opróbowano ponad 100 ujęć wód leczniczych. W objętym niniejszym sprawozdaniem etapie prac do badań wytypowano ujęcia wód leczniczych z obszaru wschodniej części polskich Karpat, gdzie do tej pory prace nie były prowadzone, uzupełniając ujęcia szczaw leczniczych w uzdrowisku Jedlina-Zdrój i w Szczawie oraz ujęcia wód termalnych zlokalizowane w obrębie zbiorników geotermalnych centralnej i południowej części kraju. Ponadto przyjęto założenie, że badania izotopowe zostaną wykonane głównie dla ujęć wód, w których tego rodzaju badań dotychczas nie prowadzono lub, jeśli prowadzono, to ich wyniki pochodzą z okresu przed rozpoczęciem eksploatacji, tj. z okresu dokumentowania ujęć. Brak danych archiwalnych utrudnia wprawdzie interpretację wyników, lecz wyniki dla dotychczas nieobjętych badaniami ujęć mają istotną wartość poznawczą.

Z uwagi na przewidziane badania zawartości radiowęglu przy typowaniu do opróbowania brano pod uwagę ujęcia o znacznej głębokości, zlokalizowane w strukturach geologicznych, w których czas przebywania wód w systemie hydrogeologicznym jest odpowiednio długi i istnieje potencjalnie możliwość określenia „wieku” wód za pomocą tego znacznika. Biorąc pod uwagę ograniczenia metody radiowęglowej związane z wymianą węglanów rozpuszczonych w wodzie oraz pochodzących z matrycy skalnej, wybierano przede wszystkim ujęcia wód zafiltrowane w utworach innych niż węglanowe.

Podstawowe informacje dotyczące wytypowanych do opróbowania ujęć oraz ich lokalizację prezentują fig. 2.4.1 i 2.4.2.

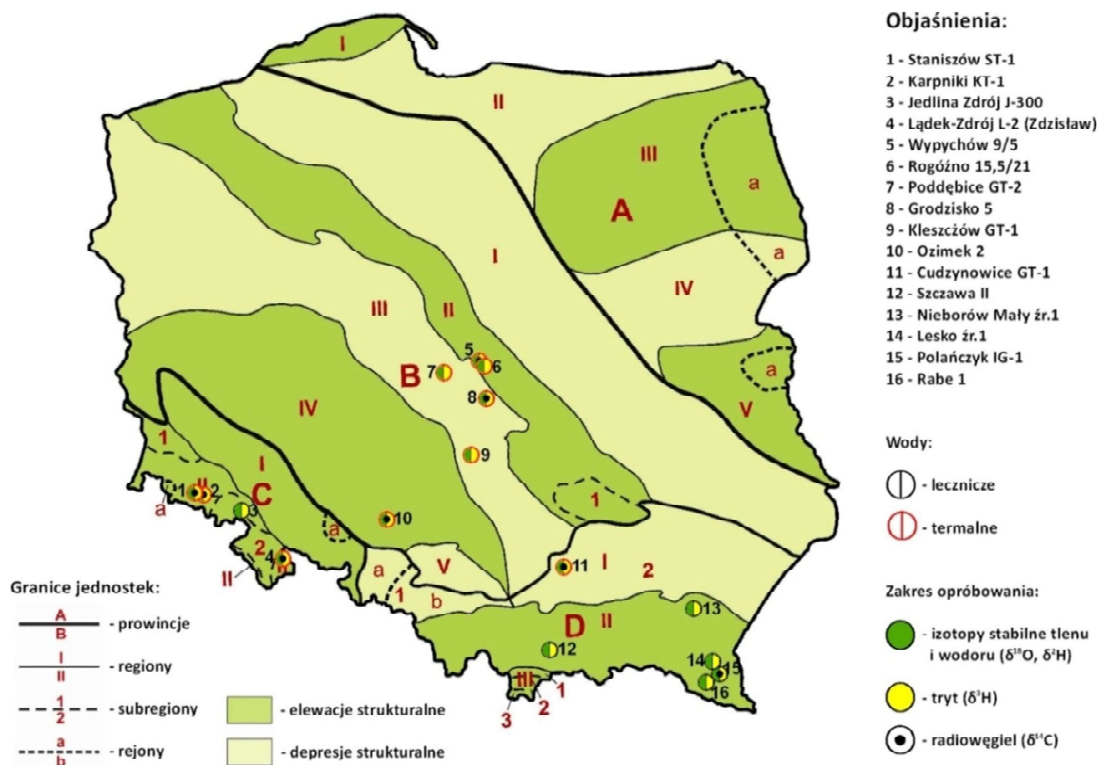
Prace terenowe polegające na poborze próbek wód w celu wykonania oznaczeń laboratoryjnych zawartości radiowęglu i trytu oraz oznaczenia składu izotopowego tlenu i wodoru zrealizowano w kilku etapach, w okresie od października 2015 r. do sierpnia 2017 r. W okresie tym pobrano łącznie 40 próbek wód termalnych i leczniczych:

- 8 próbek do oznaczeń radiowęglu – próbki o pojemności 60 l pobierane do pojemników z tworzywa HDPE (3 x 20 l);
- 16 próbek do oznaczeń trytu – próbki o pojemności 1,5 l pobierane do butelek z polietylenu;
- 16 próbek do oznaczeń składu izotopów stabilnych tlenu i wodoru – próbki o pojemności 0,5 l pobierane do butelek szklanych.

Fig. 2.4.1. Podstawowe informacje o obiektach hydrogeologicznych wytypowanych do badań izotopowych

Nr na mapie	Nazwa obiektu	Rodzaj obiektu	Poziom wodonośny		Charakterystyka wody	
			Gł. [m]	Stratygrafia	SSR [g/dm ³]	Typ chemiczny
1	Staniszów ST-1	otwór eksploat. ----- wody termalne	1360,0	karbon górny	0,5	SO ₄ -HCO ₃ -Cl-Na,F,Rn,S (T)
2	Karpniki KT-1	otwór eksploat. ----- wody termalne	1793,5	karbon górny	0,5	HCO ₃ -SO ₄ -Na,F,Rn (T)
3	Jedlina-Zdrój J-300	otwór eksploat. ----- wody lecznicze	298,8	karbon górny	0,8	HCO ₃ -Na-Ca-Mg,F,Fe,Rn,CO ₂
4	Lądek Zdrój L-2 (Zdzisław)	otwór eksploat. ----- termalne wody lecznicze	586,6	prekambr	0,2	HCO ₃ -(SO ₄)-Na,F,Rn,S (T)
5	Wypychów 9/5	otwór badawczy ----- wody termalne	242,2	jura górna	1,5	Cl-SO ₄ -Na-Ca (T)
6	Rogóżno 15,5/21	otwór badawczy ----- wody termalne	89,0	jura	0,4	HCO ₃ -Ca-Na (T)
7	Poddębice GT-2	otwór eksploat. -----	1962,0	kreda dolna	0,3	HCO ₃ -Cl-Na-Ca (T)

		wody termalne otwór eksploat.				
8	Grodzisko 5	----- wody termalne otwór eksploat.	759,0	kreda dolna	0,3	HCO ₃ -Ca (T)
9	Kleszczów GT-1	----- wody termalne otwór eksploat.	1484,0	jura-trias	8,0	Cl-Na (T)
10	Ozimek 2	----- wody termalne otwór eksploat.	547,0	trias-perm	0,5	HCO ₃ -Ca (T)
11	Cudzynowice GT-1	----- termalne wody lecnicze	667,0	kreda górna	15	Cl-SO ₄ -Na,I,S (T)
12	Szczawa II	otwór eksploat. ----- wody lecznicze	72,5	trzeciorzęd- oligocen	23,8	HCO ₃ -Cl-Na,I,CO ₂
13	Nieborów Mały źr.1	źródło ----- wody lecznicze	0,0	trzeciorzęd- eocen	2,5	HCO ₃ -Cl-Na-Ca,S
14	Lesko źr.1	źródło ----- wody lecznicze	0,0	trzeciorzęd	0,5	HCO ₃ -Ca-Mg,S
15	Polańczyk IG-1	otwór eksploat. ----- wody lecznicze	710,0	trzeciorzęd- oligocen	2,4	Cl-HCO ₃ -Na,I
16	Rabe 1	otwór eksploat. ----- wody lecznicze	35,4	trzeciorzęd- kreda	4,8	HCO ₃ -Cl-Na,CO ₂



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

Fig. 2.4.2. Lokalizacja ujęć wód podziemnych zaliczonych do kopalin wytypowanych do badań izotopowych na tle regionalizacji hydrogeologicznej (Dowgiałło i Paczyński, 2002)

Ostateczny zakres opróbowania izotopowego wytypowanych obiektów hydrogeologicznych ustalany był podczas wizji lokalnych, w zależności od możliwości właściwego poboru próbek. Podczas planowania prac przyjęto założenie, że zostanie wykonanych 8 kompletów oznaczeń obejmujących wszystkie wymienione znaczniki izotopowe, łącznie z oznaczeniami trytu, w celach kontrolnych. Komplet próbek pobrano dla 7 ujęć wód termalnych i 1 ujęcia wód leczniczych. Dla pozostałych ujęć pobrano jedynie próbki do oznaczeń trytu oraz izotopów stabilnych tlenu i wodoru. Podczas opróbowania ujęć wód dokonano pewnych modyfikacji wcześniej przyjętych założeń.

Przed pobraniem próbek wód wykonywano pomiary podstawowych właściwości fizyczno-chemicznych, w tym przewodności elektrolitycznej właściwej, zasolenia, temperatury, a w przypadku wód kwasowęglowych i szczaw - zawartości rozpuszczonego CO₂.

Pobrane próbki wód zostały przekazane protokolarnie do laboratorium wykonawcy badań izotopowych - Towarzystwa Badania Przemian Środowiska Geosfera w Krakowie.

Wykonanie laboratoryjnych analiz izotopowych

Analizy laboratoryjne składu izotopowego wód oraz zawartości trytu i radiowęglu zostały wykonane w ramach prac kooperacyjnych przez Towarzystwo Badania Przemian Środowiska Geosfera w Krakowie, w laboratorium Katedry Zastosowań Fizyki Jądrowej Wydziału Fizyki

i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie. Zgodnie z zawartą umową wykonano 8 oznaczeń radiowęglą, 16 oznaczeń stężeń trytu oraz 16 oznaczeń składu izotopowego tlenu i wodoru. Oznaczenia zostały przeprowadzone z następującą dokładnością i precyzją:

- izotopy stabilne tlenu – z precyzją nie mniejszą niż 0,1‰;
- izotopy stabilne wodoru – z precyzją nie mniejszą niż 1‰;
- tryt – z precyzją nie mniejszą niż 1 T.U. przy zawartości powyżej 10 T.U. oraz nie mniejsza niż 0,5 T.U. przy zawartości mniejszej lub równiej 10 T.U.;
- radiowęgiel – z precyzją nie mniejsza niż 1 pmc.

Uzyskane wyniki oznaczeń laboratoryjnych zestawiono w załączniku tabelarycznym nr 4 zamieszczonym na końcu opracowania.

Analiza i interpretacja wyników wraz z opracowaniem sprawozdania

Uzyskane wyniki przeanalizowano i zinterpretowano przy wykorzystaniu zgromadzonych wcześniej informacji o opróbowanych ujęciach, w tym archiwalnych danych izotopowych. Do określenia wieku wód posłużyły wyniki oznaczeń trytu oraz radiowęglą.

Metoda trytowa znajduje zastosowanie w określaniu wieku wód zasilanych po roku 1952, tj. zawierających tryt pochodzenia bombowego lub ze współczesnych opadów. W celu przeprowadzenia właściwego wnioskowania dotyczącego datowania tego rodzaju wód, niezbędne są co najmniej kilkukrotne pomiary zawartości tego izotopu rozłożone w czasie co najmniej kilku lat. Materiałem podstawowym jest znajomość wartości wejściowych trytu w opadach obejmująca okres maksymalnych stężeń wynikających z wybuchów oraz dane z okresu przejścia wysokich stężeń w wodach podziemnych. Wiek wód podziemnych jest określany metodą trytową na podstawie metody dopasowania krzywych (przypadek znacznikowy) opisujących funkcję wejścia (zmienność trytu w opadach w Krakowie) i funkcję końcową (obserwowaną) przy zmiennych udziałach poszczególnych typów wód w ogólnej mieszaninie. W większości punktów obserwacyjnych dostępne są jedynie fragmenty krzywych dopasowania, dla których możliwe jest wykonanie obliczeń.

Możliwe jest również wnioskowanie dotyczące wieku wody w przypadku pojedynczego oznaczenia trytu. Ogranicza się ono jednak zazwyczaj do stwierdzenia, że jej infiltracja miała miejsce po pierwszym okresie prowadzenia prób z bronią jądrową, a więc nie dawniej niż ok. 65 lat temu.

Brak trytu (0 T.U., woda beztrytowa) oznacza, że czas dopływu wody do miejsca poboru próbki z warstwy wodonośnej wynosi ponad 65 lat. W niektórych przypadkach zastosowano metodę odpowiadającą modelowi znacznikowemu dla iniekcji ze stałą wydajnością w czasie do systemu o nieznanych parametrach hydrogeologicznych będącym hydrogeologicznym odpowiednikiem modelu stosowanemu w inżynierii chemicznej pod nazwą CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor).

Wielkości stężeń trytu w wodach opróbowanych ujęć wykorzystano również do oceny zagrożeń zanieczyszczeniami pochodzącymi z powierzchni terenu.

„Datowanie” wód podziemnych na podstawie stężeń radiowęglą przeprowadzono z wykorzystaniem wzoru rozpadowego (model tłokowy) z poprawką Pearsona:

$$t = 8033 [\ln(C_0/C_t) + \ln(\delta^{13}C_t - \delta^{13}C_{(w\acute{e}gl)}) / (\delta^{13}C_{dw} - \delta^{13}C_{(w\acute{e}gl)})]$$

gdzie:

C_0 - zawartość ^{14}C w glebowym CO_2 (pmc)

C_t - zawartość ^{14}C w badanej próbce (pmc)

$\delta^{13}C_t$ - skład izotopowy węgla w badanej próbce (‰)

$\delta^{13}C_{(w\acute{e}gl)}$ - skład izotopowy węgla w glebowym węglanie wapnia (‰)

$\delta^{13}C_{dw}$ - skład izotopowy węgla w CO_2 w powietrzu glebowym (‰)

Jako wartości stałe przyjmuje się następujące parametry:

$C_0 = 100$ pmc, $\delta^{13}C_{(w\acute{e}gl)} \cong 0$ ‰, $\delta^{13}C_{dw} \cong -25$ ‰

Pozwala to uprościć powyższe równanie do postaci:

$$t = 8033 [\ln(100/C_t) + \ln(\delta^{13}C_t/-25)]$$

„Datowanie” wód podziemnych metodą radiowęglą umożliwia określenie „wieku” wód podziemnych w przedziale od ok. 500 lat do 30 000 lat. Przedział ten obejmuje dwa okresy całkowicie odmienne pod względem klimatycznym: schyłek ostatniego zlodowacenia plejstoceniowego oraz stosunkowo ciepły holocen.

W warunkach paleoklimatycznych panujących na obszarze Polski bardzo istotnym czynnikiem, który był brany pod uwagę przy analizie paleohydrogeologicznej zbiorników wód podziemnych występujących na głębokościach do kilkuset metrów, jest możliwość występowania wiecznej zmarzliny.

Genezę wód określano na podstawie wyników stężeń izotopów stabilnych tlenu i wodoru. Ich zmierzone wartości odnoszono do zależności liniowej pomiędzy wartościami $\delta^{18}O$ i δ^2H w opadach

atmosferycznych zwanej prostą Craiga, linią WMWL (World Meteoric Water Line) lub linią meteoryczną. Prostą opisuje równanie sformułowane przez Craiga (1961):

$$\delta^2\text{H} = 8 \delta^{18}\text{O} + 10.$$

Na podstawie usytuowania punktów odpowiadających wartościom $\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^2\text{H}$ w stosunku do WMWL wyciągane są wnioski interpretacyjne (związane z rekonstrukcją procesów fizycznych, które doprowadziły do ułożenia tych punktów w konkretnych miejscach wykresu dotyczące genezy tych wód:

- punkty położone na linii WMWL lub w jej pobliżu świadczą o tym, że badane wody to infiltracyjne wody opadowe;
- punkty położone na linii WMWL lub w jej pobliżu, ale poniżej punktu odpowiadającego opadom lokalnym, dotyczą wód podziemnych, które infiltrowały w warunkach klimatu chłodniejszego (okres glacialny, mała epoka lodowa, opad zimowy);
- jeśli punkt położony jest w pobliżu lub poniżej wartości -29‰ dla $\delta^{18}\text{O}$ oznacza to, że mamy do czynienia z wodami glacialnymi rozumianymi jako wody z topniejącego lodowca (znane w Europie jedynie z okolic Tallina);
- punkty położone na linii WMWL lub w jej pobliżu, ale powyżej punktu odpowiadającego opadom lokalnym, dotyczą wód podziemnych, które infiltrowały w warunkach klimatu cieplejszego (lub jest to opad letni). Możliwy jest tu również inny przypadek, świadczący o tym, że są to wody mieszane: opadowe i morskie;
- punkt położony jest w pobliżu punktu SMOW (Standard Mean Ocean Water) oznacza, że mamy do czynienia z wodami morskimi lub morskimi synsedymjentacyjnymi;
- punkty położone na prawo od linii WMWL dotyczą wód dehydratacyjnych lub chemicznych czy organicznych;
- punkty położone na lewo od linii WMWL oznaczają, że mogą one pochodzić z szybko parujących zbiorników (w warunkach klimatu ciepłego).

Przyczyną powstawania różnic w składzie izotopowym wody jest frakcjonowanie izotopów przy przejściach międzyfazowych (parowanie, kondensacja). Skala zjawiska frakcjonowania izotopowego przy przejściach międzyfazowych uzależniona jest od temperatury.

Wartości opisujące skład izotopowy wód opróbowanych ujęć mieszczą się w zakresie:

- dla trytu od $0 \pm 0,4$ do $7,0 \pm 0,5$ T.U., przy czym większość oznaczeń mieści się w zakresie od $0 \pm 0,4$ do $0,3 \pm 0,4$ T.U., więc jeśli uwzględnić błąd oznaczenia, można przyjąć, iż zawartość trytu jest równa zeru (wody beztrytowe);
- dla ^{14}C od $0,6 \pm 1,0$ do $34,9 \pm 1,5$ pmc, przy czym w jednym wypadku (Polańczyk IG-1) wartość $\delta^{13}\text{C}$ wyklucza możliwość wyznaczenia wieku, a w 4 innych zaznacza się obecność wymiany izotopowej rozpuszczonych węglanów z matrycą skalną;
- dla $\delta^{18}\text{O}$ od $-10,81$ do $3,39\text{‰}$, przy niepewności pojedynczego pomiaru wynoszącej $\pm 0,1\text{‰}$, przy czym wszystkie oznaczenia z wyjątkiem wykonanego dla ujęcia Szczawa II układają się wzdłuż linii WMWL w zakresie wartości od $-10,81$ do $-9,40\text{‰}$ (fig. 2.4.3.);
- dla $\delta^2\text{H}$ od $-35,1$ do $-76,6\text{‰}$, przy niepewności pojedynczego pomiaru rzędu $\pm 1\text{‰}$. Podobnie jak w przypadku $\delta^{18}\text{O}$, wszystkie oznaczenia z wyjątkiem wykonanego dla ujęcia Szczawa II układają się wzdłuż linii WMWL w zakresie wartości od $-65,6\text{‰}$ do $-76,6\text{‰}$ (fig. 2.4.3).

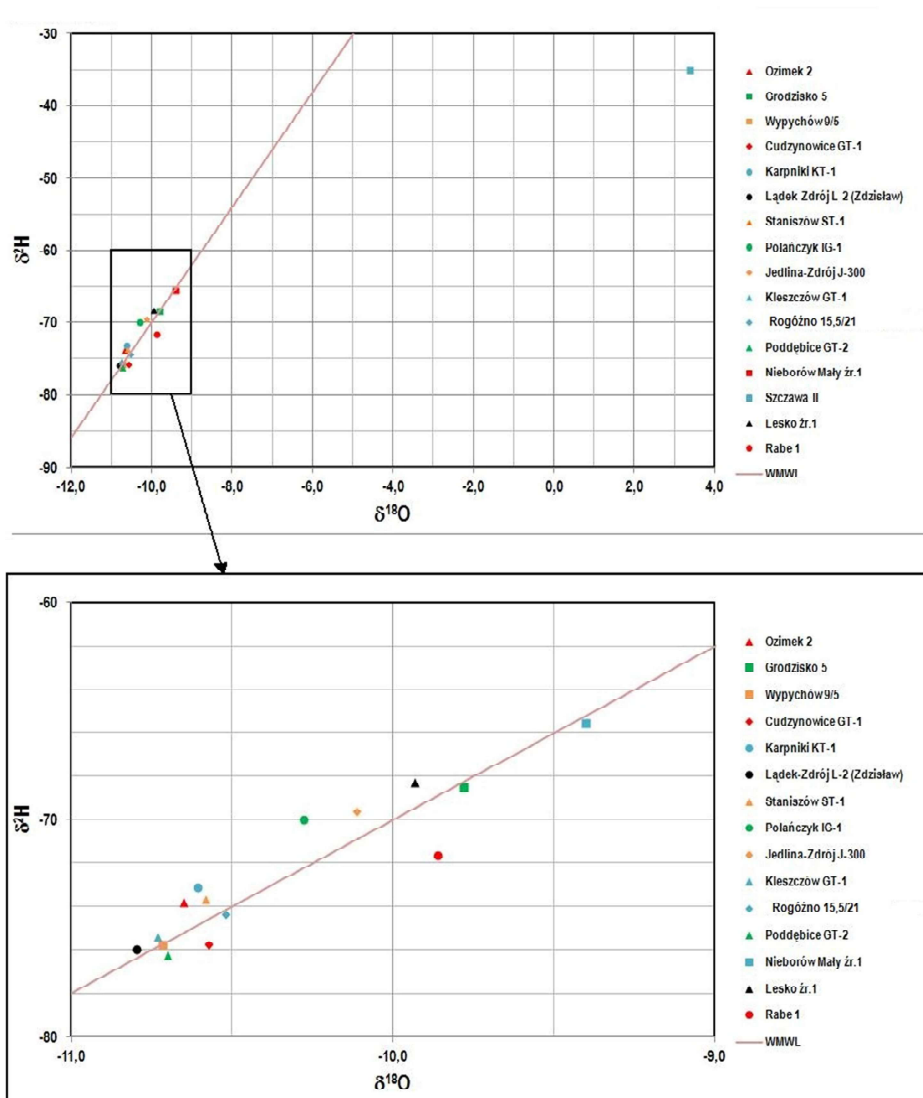


Fig. 2.4.3. Skład izotopowy tlenu i wodoru w opróbowanych ujęciach wód leczniczych i termalnych na tle światowej linii opadów WMWL ($\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 10$)

W wyniku przeprowadzonych prac związanych z analizą i interpretacją danych stwierdzono, że:

- w wodach niemal połowy z opróbowanych ujęć obecna jest składowa trytowa. W pozostałych 8 ujęciach uzyskano zerową zawartość tego nuklidu lub mieszczącą się w granicach błędu wynoszącego $\pm 0,3$ T.U., co wskazuje na brak zasilania współczesnymi wodami infiltrującymi po 1952 r. Maksymalną zawartość trytu stwierdzono w ujęciu leczniczym szczaw w Jedlinie-Zdroju i wynosiła ona $7,0 \pm 0,5$ T.U. Zastosowanie do interpretacji wyników metody dopasowania krzywych zawartości trytu w wodach ujęć i w opadach atmosferycznych możliwe było tylko w jednym ujęciu – źródło nr 1 w Nieborowie. W przypadku pozostałych ujęć z niezerowym trytem nuklid ten wykazywał skokową zmienność (Jedlina-Zdrój) wskazującą na dużą zmienność

sposobu zasilania ujęcia, pojawiał się po raz pierwszy w ujęciu (Karpniki, Kleszczów, Szczawa) lub był oznaczany po raz pierwszy (Lesko, Kębliny);

- skład izotopowy tlenu i wodoru wód opróbowanych ujęć nie wskazuje na istotne zróżnicowanie, które mogłoby wynikać z efektu kontynentalnego lub wysokościowego. Wyjątek stanowi ujęcie Szczawa II o zdecydowanie „cięższym” składzie izotopowym wynikającym z obecności w jego wodach składowej dehydratacyjnej, której markerem są mało ujemne wartości tych składników;
- wody wszystkich ujęć są pochodzenia infiltracyjnego lub zawierają komponentę wód pochodzenia infiltracyjnego. W większości przypadków wartości $\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^2\text{H}$ odpowiadają właściwym dla wód współczesnego zasilania (wartości położone wzdłuż światowej linii opadów (World Meteoric Water Line)) lub są nieco bardziej ujemne (wartości położone powyżej linii);
- obliczenie wieku na podstawie stężenia radiowęglu możliwe było jedynie w dwóch ujęciach (Grodzisko – 3 700 lat i Łądek-Zdrój – 9 000 lat). W dwóch przypadkach stwierdzono, że wiek wód jest starszy niż zakres metody, tj. przekracza 30 000 lat (Wypychów, Ozimek). W Cudzynowicach ze względu na wymianę izotopową pomiędzy wodami i matrycą skalną możliwe było jedynie przybliżone oszacowanie wieku. W przypadku Karpnik i Stanisłowa stwierdzono skokowe zmiany zawartości nuklidu, które wskazywały na nieustalone warunki zasilania oraz związek podwyższonych zawartości nuklidu z jedną składową wód. W ujęciu w Polańczyku stwierdzono wymianę izotopową pomiędzy wodami a dwutlenkiem węgla pozbawionym radiowęglu;
- stopień zagrożenia wód zanieczyszczeniami pochodzenia antropogenicznego lub inaczej podatność wód na zagrożenia zostanie określony na podstawie zawartości trytu w wodach. W celu bardziej precyzyjnego scharakteryzowania tego zjawiska przyjęto czterostopniową skalę. Na jej podstawie 2 ujęcia sklasyfikowano jako średnio zagrożone oddziaływaniem zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego (zawartość trytu od >0 do 1 T.U.), 5 zaliczono do grupy wysokiego stopnia zagrożenia (zawartość trytu od >1 do 5 T.U.), a 1 do grupy o najwyższym stopniu zagrożenia (zawartość trytu >5 T.U.). Pozostałe ujęcia znalazły się w grupie o niskim stopniu zagrożenia;
- wśród uzyskanych wyników oznaczeń izotopowych zwraca uwagę:
 - ✓ pojawienie się trytu w poziomie wodonośnym ujętym od głębokości niemal 1500 m w ujęciu Kleszczów GT-1 zlokalizowanym w niecce łódzkiej. Badanie należy powtórzyć w celu weryfikacji wyniku;

- ✓ pojawienie się trytu oraz radiowęgla w ujęciu Staniszków ST-1 oraz dwukrotny wzrost zawartości radiowęgla ujęciu Karpniki KT-1. Obydwa ujęcia położone są w niewielkiej odległości od siebie w Kotlinie Jeleniogórskiej. Wymienione zjawiska wskazują na skrajnie małą pojemność systemu wodonośnego (ujęcia eksploatowane z wydajnością poniżej 10% ustalonych zasobów). Parametry eksploatacyjne ujęć powinny być systematycznie kontrolowane;
- ✓ pojawienie się trytu oraz zmiana składu izotopowego tlenu i wodoru (w kierunku bardziej ujemnym) w ujęciu wód leczniczych Szczawa II. Utrzymywanie się zaobserwowanej tendencji zmian może prowadzić do utraty stabilności chemicznej składu wód będącej warunkiem zaliczania ich do kopalin;
- ✓ skokowo zmieniająca się zawartość trytu w ujęciu wód leczniczych J-300 w Jedlinie-Zdroju wskazująca na nieustalone warunki dopływu. Utrzymywanie się zjawiska może prowadzić do utraty stabilności chemicznej składu wód będącej warunkiem zaliczania ich do kopalin.

Wyniki prac wykonanych w ramach zadania przedstawiono w osobnym opracowaniu stanowiącym załącznik nr 2 do niniejszego sprawozdania.

W ramach zadania realizujący je pracownicy PIG-PIB wzięli udział w III Polskim Kongresie Górniczym we Wrocławiu, który odbył się w dniach 14-16.09.2015 r., oraz w szkoleniu z obsługi oprogramowania AQUACHEM.

2.5. OPRACOWANIE INFORMACJI DOKUMENTACYJNYCH O NIEUŻYTKOWANYCH ŹRÓDŁACH WÓD STANOWIĄCYCH POTENCJALNY SUROWIEC LECZNICZY

Zadanie nr 7 (prace PSG) i nr 8 (prace kooperacyjne) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

Zadanie polegające na wstępnym udokumentowaniu nieużytkowanych obiektów hydrogeologicznych, w których zgodnie z przesłankami występują zmineralizowane lub swoiste wody potencjalnie lecznicze (o właściwościach fizyczno-chemicznych odpowiadających wodom leczniczym), było prowadzone przez cały okres realizacji raportowanego przedsięwzięcia, tj. od kwietnia 2015 r. do marca 2018 r. Prace wykonał zespół Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (prace własne) we współpracy z laboratorium Ośrodka Badań

i Kontroli Środowiska Sp. z o.o. w Katowicach (prace kooperacyjne). Zrealizowane prace stanowią III etap realizacji zadania.

Zadanie miało na celu zebranie archiwalnych, rozproszonych i na ogół trudno dostępnych informacji dotyczących kilkudziesięciu wytypowanych obiektów hydrogeologicznych, głównie źródeł, w pojedynczych przypadkach także otworów i studni, ujmujących wody mineralne i/lub swoiste, a następnie, po przeprowadzeniu terenowej identyfikacji i weryfikacji obiektów, wykonanie serii terenowych badań hydrogeologicznych oraz laboratoryjnych badań właściwości fizyczno-chemicznych wód, czego efektem jest przedstawienie zaktualizowanych informacji w formie dokumentacji.

Wytypowanie źródeł i studni do badań

Na podstawie analizy materiałów archiwalnych i publikowanych oraz wstępnych obserwacji i pomiarów terenowych wytypowano i objęto badaniami **45 obiektów** (42 źródła, 2 otwory wiertnicze i 1 studnię). Najliczniejsza grupa badanych obiektów hydrogeologicznych zlokalizowana jest w Bieszczadach i Beskidzie Niskim wraz z ich przedgórzami, w zlewni Sanu i Wisłoka. Druga co do liczności grupa źródeł znajduje się w Sudetach - w Górach Bystrzyckich i Karkonoszach, gdzie dominują ultrastłdkie wody radonowe. Ponadto badaniami objęto dwa obiekty z wodami termalnymi na Niżu Polskim (niecka łódzka) i dwa z wodami zmineralizowanymi zapadliska przedkarpackiego (niecka nidziańska). Pod względem administracyjnym teren badań obejmował województwo podkarpackie, dolnośląskie, świętokrzyskie i łódzkie. Lokalizacje wszystkich udokumentowanych obiektów przedstawiono na fig. 2.5.1. Przed przystąpieniem do prac terenowych uzgodniono z właścicielami nieruchomości, na których znajdują się wytypowane obiekty, zakres badań i uzyskano akceptacje na ich przeprowadzenie.

Terenowe pomiary właściwości fizycznych wód oraz parametrów hydrogeologicznych

Pomiary terenowe obejmowały określenie lokalizacji obiektów hydrogeologicznych (współrzędne płaskie, rzędna wysokościowa) urządzeniem GPS, sporządzenie dokumentacji fotograficznej, szkiców lokalizacyjnych, opisów ujęć (sposobu ujęcia i wypływu wody, wymiarów i stanu technicznego obiektów, stopnia zagospodarowania okolicznego terenu), określenie budowy geologicznej, opis sytuacji morfologicznej i hydrograficznej oraz wykonanie pomiarów podstawowych parametrów fizyczno-chemicznych wody w odniesieniu do warunków atmosferycznych. Zakres pomiarów obejmował następujące parametry:

- temperaturę [°C];
- odczyn [pH, mV];
- potencjał redoks [mV];
- zawartość tlenu rozpuszczonego [ppm, %];
- przewodność elektrolityczną właściwą [$\mu\text{S}/\text{cm}$];
- oporność właściwa [$\text{M}\Omega\cdot\text{m}$];
- sumę składników rozpuszczonych [mg/l];
- zasolenie [%].

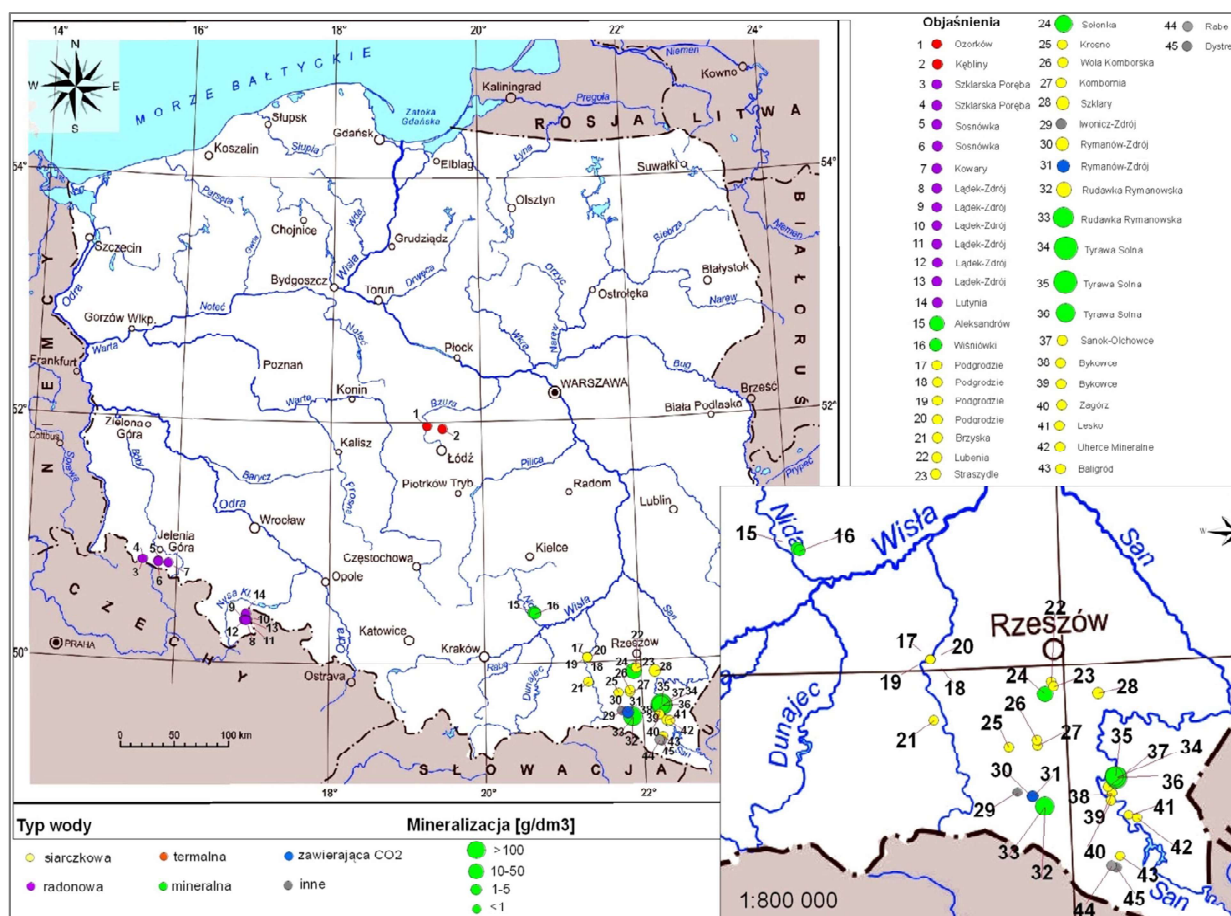


Fig. 2.5.1. Lokalizacja opróbowanych obiektów hydrogeologicznych ujmujących wody potencjalnie lecznicze

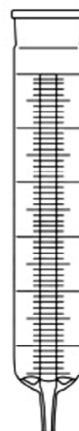
Pomiary wykonano przy użyciu miernika elektronicznego typu Hanna HI 9828 Multiparameter (fig. 2.5.2). Dodatkowo urządzeniem tym wykonywano pomiary temperatury powietrza [°C] i ciśnienia atmosferycznego [mbar]. Ponadto w przypadkach, w których zachodziło podejrzenie, iż w wodach może występować rozpuszczony wolny dwutlenek węgla, mierzono

zawartość tego gazu aparatem Karat. W przypadku źródeł sudeckich badania terenowe rozszerzono o ocenę zawartości radonu, gazu powszechnie występującego w wodach podziemnych wytypowanych do analizy obszarów. Badania te wykonano aparaturą RAD7 Radon Detector firmy DurrIDGE. W sprzyjających warunkach mierzono wydajność źródeł (przy pomocy wycechowanego naczynia), jednak w większości przypadków, tj. w nieujętych (nieobudowanych) źródłach o rozproszonym odpływie, miarodajny pomiar wydajności nie był możliwy do wykonania.

a)



b)



c)



Fig. 2.5.2. Sprzęt wykorzystywany do pomiarów terenowych
a) urządzenie Hanna do pomiaru podstawowych parametrów fizyczno-chemicznych wody;

- b) aparat Karat do pomiaru zawartości CO₂;
- c) urządzenie RAD7 do pomiaru zawartości radonu

Wiarygodne wykonanie takich pomiarów wymagałoby przeprowadzenia skomplikowanych prac ziemnych, za zgodą zarządcy terenu, co wykraczało poza zakres niniejszego zadania. Wyniki przeprowadzonych pomiarów terenowych prezentuje załącznik tabelaryczny nr 5 zamieszczony na końcu opracowania.

Pobór próbek wód do laboratoryjnych oznaczeń własności fizyczno-chemicznych

Z każdego z 45 wytypowanych obiektów pobrano jedną próbkę wody do analizy laboratoryjnej parametrów fizycznych i składu chemicznego. W 24 przypadkach prace obejmowały również pobór próbek w celu oznaczenia gazów – siarkowodoru (dwadzieścia próbek) oraz radonu (cztery próbki). Oznaczenia radonu były wykonywane w celu weryfikacji wyników uzyskanych w trakcie pomiarów terenowych urządzeniem RAD7. W przypadku pięciu obiektów (źródło w Olchowcach, trzy wyśięki w Podgrodziu oraz źródło w Zagórzcu), w których uzyskane wyniki nie potwierdziły obecności w wodach siarkowodoru, mimo jego wyraźnych objawów stwierdzonych w terenie, zdecydowano powtórzyć opróbowanie w zakresie zawartości tego gazu. Pozytywny wynik uzyskano w jednym przypadku (źródło w Zagórzcu).

Próbki wody były pobierane przez pracowników PIG-PIB zgodnie z wytycznymi podanymi uprzednio przez laboratorium wykonujące oznaczenia. Wykonawca oznaczeń dostarczył również sprzęt do poboru oraz specjalne pojemniki do przechowywania próbek. Próbki były przechowywane w stanie schłodzonym i transportowane do laboratorium w czasie nieprzekraczającym 48 h, a w przypadku próbek do oznaczeń radonu – 24 h. Ich przekazanie do laboratorium odbywało się protokolarnie.

Wykonanie oznaczeń laboratoryjnych własności fizyczno-chemicznych wód

Analizy laboratoryjne wody były wykonywane w ramach prac kooperacyjnych. Wykonawca oznaczeń – Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska Sp. z o.o. w Katowicach – posiadający akredytację Polskiego Centrum Akredytacji oraz doświadczenie w zakresie oznaczeń właściwości fizyczno-chemicznych wód zmineralizowanych i swoistych, w tym również wód leczniczych, został wyłoniony zgodnie z procedurami dotyczącymi zamówień publicznych. Oznaczenie zawartości radonu w wodach wykonano w Zespole Laboratoriów Badawczych i Wzorcujących Śląskiego Centrum Radiometrii Środowiskowej Głównego Instytutu Górnictwa.

Zakres oznaczeń właściwości fizyczno-chemicznych w pobranych próbkach wody odpowiadał tzw. małej analizie wody, wykonywanej dla ujęć wód podziemnych zaliczonych do kopalin, i obejmował:

- analizę ogólną (barwa, zapach, odczyn, przewodność elektrolityczna właściwa, twardość ogólna, twardość węglanowa, twardość niewęglanowa);
- analizę szczegółową mineralnych składników zdysocjowanych (28 kationów, 10 anionów);
- składniki mineralne niezdisocjowane (kwas metakrzemowy, kwas metaborowy, suma składników stałych);
- składniki gazowe: siarkowódór i radon (w zależności od warunków hydrochemicznych).

Szczegółowy zakres badań laboratoryjnych wraz z informacjami o zastosowanych metodach badawczych prezentuje fig. 2.5.3.

Fig. 2.5.3. Zakres badań laboratoryjnych i użyte metody badawcze
(badania akredytowane zamieszczone w zakresie akredytacji AB213 wydanym przez PCA)

Jakość	Parametr	Jednostka	Identyfikacja metody badawczej
A	odczyn	pH	PN-EN ISO 10523:2012
A	barwa	mg Pt/dm ³	PN-EN ISO 7887:2012 pkt. 7
A	zapach	TON	PN-EN 1622:2006
A	przewodność elektryczna wł.	mS/cm	PN-EN 27888:1999
A	jon amonowy	mg/dm ³	PN-EN ISO 11732:2007
A	azotany	mg/dm ³	PN-EN ISO 13395:2001
A	azotyny	mg/dm ³	PN-EN ISO 13395:2001
A	chlorki	mg/dm ³	PN-EN ISO 10304-1:2009
A	fluorki	mg/dm ³	PN-EN ISO 10304-1:2009
A	siarkowódór i siarczki	mg/dm ³	PN-74/C-04566
A	węglany	mg/dm ³	PB/FCH/34/B:30.03.2012
A	wodorowęglany	mg/dm ³	PB/FCH/34/B:30.03.2012
A	srebro	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	glin	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	arsen	mg/dm ³	PN-EN ISO 11969:1999
A	bor	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	bar	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	beryl	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	bromki	mg/dm ³	PN-EN ISO 10304-1:2009
A	wapń	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009

Fig. 5. 2.3 cd.

Jakość	Parametr	Jednostka	Identyfikacja metody badawczej
A	kadm	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	kobalt	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	chrom	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	miedź	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	żelazo ogólne	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	żelazo II	mg/dm ³	PN-ISO 6332:2001
A	rtęć	mg/dm ³	PN-EN 1483:2007
A	jodki	mg/dm ³	PN-EN ISO 10304-3:2001
A	potas	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	lit	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	magnez	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	mangan	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	molibden	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	sód	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	nikiel	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	fosforany	mg/dm ³	PN-EN ISO 6878:2006+Ap1:2010+Ap2:2010
A	ołów	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	siarczany	mg/dm ³	PN-EN ISO 10304-1:2009
A	krzem	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	antymon	mg/dm ³	PB/I/8/B:01.04.2012
A	selen	mg/dm ³	PN ISO 9965:2001
A	stront	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	tytan	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	wanad	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	cynk	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	cyrkon	mg/dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	twardość ogólna	mg CaCO ₃ /dm ³	PN-EN ISO 11885:2009
A	twardość węglanowa	mg CaCO ₃ /dm ³	PB/FCH/34/B:30.03.2012
A	twardość niewęglanowa	mg CaCO ₃ /dm ³	PB/FCH/34/B:30.03.2012

Dla każdej analizy wykonany został bilans jonowy, obliczona wartość błędu, a także charakterystyka wody według kryteriów podanych w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych

naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (Dz. U. z 2006 r. Nr 80, poz. 565).

Laboratoryjne oznaczenia składu chemicznego i właściwości fizycznych przeprowadzono łącznie dla 45 próbek wód pobranych z wytypowanych obiektów hydrogeologicznych. Na podstawie wyników oznaczeń stwierdzono, iż spośród grupy 45 obiektów w **39 występują wody potencjalnie lecznicze**. W pozostałych 6 przypadkach stwierdzono występowanie wód zwykłych.

Opracowanie dokumentacji

Wyniki prac kameralnych, terenowych i laboratoryjnych dla wszystkich obiektów hydrogeologicznych zebrano w formie opracowań tekstowych, wzbogaconych licznymi tabelami, rysunkami, zdjęciami i załącznikami. Opracowania te przygotowano w układzie zbliżonym do dokumentacji geologicznej innej (Rozporządzenie Ministra Środowiska z 6.12.2016 r. w *sprawie innych dokumentacji geologicznych*, Dz.U. 2016 poz. 2023) i dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne źródła (Rozporządzenie Ministra Środowiska z 18.11.2016 r. w *sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej*, Dz.U. 2016 poz. 2033). Składają się one z 10 rozdziałów, w których przedstawiono m. in.:

- charakterystykę opisywanego terenu, w tym lokalizację, morfologię, hydrografię, obszary chronione, klimat i zagospodarowanie powierzchni terenu;
- analizę materiałów archiwalnych wraz z opisem dotychczas wykonanych badań hydrogeologicznych;
- opis prac wykonanych na potrzeby realizacji niniejszego zadania;
- charakterystykę omawianego obiektu hydrogeologicznego;
- opis budowy geologicznej rejonu;
- charakterystykę warunków hydrogeologicznych, w tym ustalenie genezy omawianych wód;
- charakterystykę zagrożeń dla wód podziemnych;
- opis możliwości wykorzystania wód.

Dodatkowo, na końcu każdego z opracowań zamieszczono 8 załączników:

- mapę przeglądową w skali 1: 250 000;
- mapę geologiczną w skali 1:25 000, 1: 50 000 lub 1:300 000 (w zależności od dostępności poszczególnych map);
- mapę hydrogeologiczną w skali 1:50 000;
- mapę dokumentacyjną w skali 1:15 000;

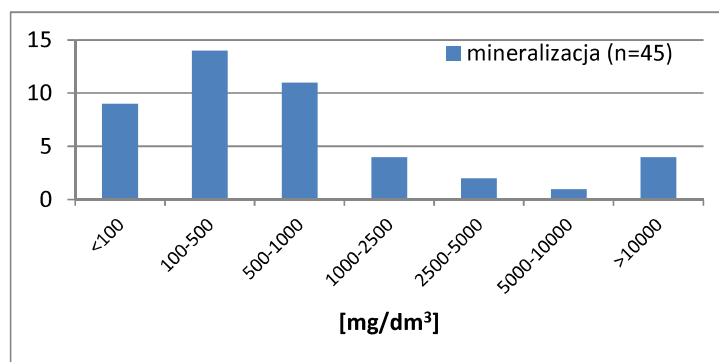
- schematyczny przekrój hydrogeologiczny;
- analizę laboratoryjną właściwości fizyczno-chemicznych wody;
- zestawienie wyników pomiarów terenowych;
- schemat ujęcia.

Najważniejsze ustalenia z każdego opracowania zebrano i zestawiono w formie karty informacyjnej, kształtem zbliżonej do wzoru kart zawartych w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 poz. 2033).

Łącznie sporządzono 30 dokumentacji wraz z kartami informacyjnymi dla wszystkich 45 obiektów hydrogeologicznych (źródeł i studni) objętych badaniami (zał. 3.1-3.30, zał. tab. 6).

W badanych obiektach zlokalizowanych w Bieszczadach i Beskidzie Niskim wraz z ich przedgórzami w większości przypadków stwierdzono występowanie niskozmineralizowanych wód siarczkowych oraz silniej zmineralizowanych wód jodkowych. W źródłach zlokalizowanych w Sudetach dominują ultrasłódkie wody radonowe. Obiekty zlokalizowane na Niżu Polskim (niecka łódzka) ujmują niskozmineralizowane wody termalne, a dwa z obszaru zapadliska przedkarpackiego (niecka nidziańska) wody zmineralizowane.

Badane wody charakteryzowały się niezwykle szerokim zakresem mineralizacji (wyrażonej sumą składników stałych) – od 50 do 186 g/dm³. W większości należały do wód słabo zasadowych (pH = 7,0-9,0), o przewodności elektrolitycznej właściwej od 55 do 145 500 μS/cm (fig. 2.5.4). W niektórych wodach stwierdzono zawartość gazów w stężeniu farmakologicznie czynnym, wynoszącym dla siarkowodoru od 1,05 do 14,70 mg/dm³ (9 próbek), a dla radonu od 144,7 do 271,0 Bq/dm³ (3 próbki). Spośród grupy pozostałych składników specyficznych badane wody zawierały, stężeniu przekraczającym próg farmakodynamiczny, jedynie jod w ilości od 1,6 do 30,0 mg/dm³ (6 próbek).



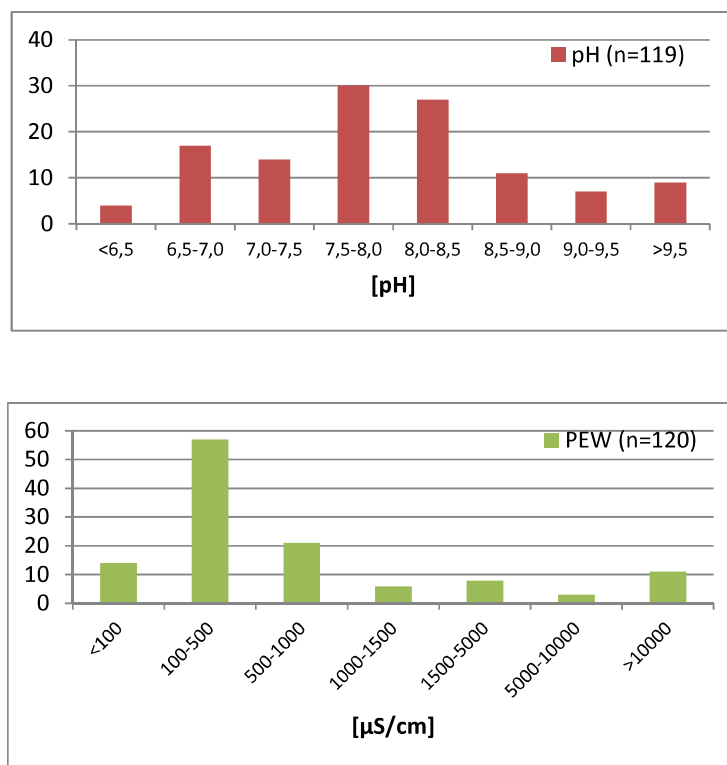


Fig. 2.5.4. Rozkład wybranych parametrów fizyczno-chemicznych w badanych wodach

Wśród typów chemicznych badanych wód obserwuje się duże zróżnicowanie. Ogółem stwierdzono występowanie aż 25 różnych typów, zarówno 2-, 3-, 4-, 5-, jak i 6-jonowych. Najczęściej spotykane były wody Cl-Na (6 przypadków) oraz HCO₃-Ca-Na (5 przypadków) i HCO₃-Ca (4 przypadki). Zestawienie stwierdzonych typów chemicznych zawiera poniższa tabela (fig. 2.5.5).

Fig. 2.5.5. Typy chemiczne badanych wód

Liczebność	Typ chemiczny
6	Cl-Na
5	HCO ₃ -Ca-Na
4	HCO ₃ -Ca
3	HCO ₃ -Ca-Mg
2	Cl-HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Na HCO ₃ -Cl-Ca-Na HCO ₃ -Cl-Na SiO ₃ -SO ₄ -Na-Ca SO ₄ -Ca SO ₄ -SiO ₃ -Ca-Na
1	Cl-HCO ₃ -Na

	Cl-HCO ₃ -SiO ₃ -Ca-Na-Mg
	HCO ₃ -Cl-Ca-Na-Mg
	HCO ₃ -Cl-Na-Ca
	HCO ₃ -Cl-SO ₄ -Ca
	HCO ₃ -Na
	HCO ₃ -Na-Ca
	HCO ₃ -Na-Ca-Mg
	HCO ₃ -SO ₄ -Ca
	HCO ₃ -SO ₄ -Ca-Na
	SiO ₃ -SO ₄ -Ca-Na
	SO ₄ -HCO ₃ -Ca-Mg
	SO ₄ -HCO ₃ -Ca-Na
	SO ₄ -SiO ₃ -Na-Ca
	SO ₄ -SiO ₃ -Ca-Mg

Podsumowując, w trakcie prac prowadzonych w ramach raportowanego przedsięwzięcia do badań **wytypowano 45 obiektów** (42 źródła, 2 otwory wiertnicze i 1 studnię), dla których wykonano łącznie **120 serii pomiarów terenowych**. Wszystkie obiekty zostały opróbowane hydrogeochemicznie – łącznie **pobrano 45 próbek wody** i wykonano **45 laboratoryjnych oznaczeń własności fizyczno-chemicznych**. Wyniki prac kameralnych, terenowych i laboratoryjnych posłużyły do przygotowania **30 opracowań dokumentacyjnych** sporządzonych dla wszystkich obiektów objętych badaniami.

W efekcie wykonanych prac otrzymano dane hydrogeologiczne istotne z punktu widzenia rozpoznawania, dokumentowania, zagospodarowania, a także ochrony jakości i ilości zasobów wód podziemnych, które w przyszłości mogłyby zostać zaliczone do kopalin. Uzyskane dane, o unikalnym charakterze, uzupełniły zasoby informacyjne bazy Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin.

W ramach zadania realizujący je pracownik PIG-PIB wziął udział w XXIV III Kongresie Uzdrowisk Polskich w Inowrocławiu, który odbył się w dniach 28-30.09.2015 r.

2.6. PROWADZENIE I ROZWÓJ SERWISU INTERNETOWEGO O WODACH PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

Informacje dotyczące wód podziemnych zaliczonych do kopalin - ich występowania, charakterystyki hydrochemicznej, zasobów, zagospodarowania, uwarunkowań formalno-prawnych i ekonomicznych ich poszukiwania i eksploatacji oraz bieżących wydarzeń z nimi związanych - publikowane są w serwisie internetowym www.mineralne.pgi.gov.pl, prowadzonym w ramach

raportowanego przedsięwzięcia. Tematyka związana z tym rodzajem wód podziemnych oraz zagadnieniami ich dotyczącymi cieszą się dużym zainteresowaniem różnych grup odbiorców, dlatego też Internet, zajmujący obecnie pozycję najpopularniejszego i powszechnie dostępnego źródła wiedzy, jest najlepszą formą dystrybucji i popularyzacji informacji. Z uwagi na rosnące wymagania użytkowników oraz w związku z rozwojem technologii treści zamieszczane w serwisie są regularnie uzupełniane, aktualizowane i weryfikowane pod względem poprawności merytorycznej. Niezbędna jest również realizacja prac związanych z modernizacją serwisu, w celu zwiększenia jego dostępności, bezpieczeństwa, atrakcyjności, a także ułatwienia wyszukiwania informacji. Podstawą skutecznego dotarcia z informacją do odbiorcy w Internecie jest, oprócz atrakcyjnej formy, również maksymalnie wysoka pozycja strony w wyszukiwarkach.

2.6.1. Prowadzenie serwisu internetowego o wodach podziemnych zaliczonych do kopalin

Zadanie nr 9 (prace PSG) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

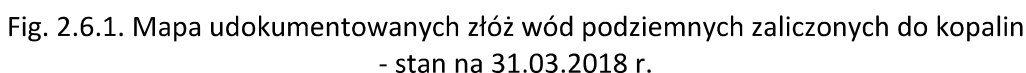
W okresie od kwietnia 2015 r. do marca 2018 r. w ramach zadania w sposób systematyczny, w ramach prac własnych, realizowane były prace związane z prowadzeniem, merytorycznym administrowaniem oraz nadzorem nad poprawnością działania serwisu.

Zasadniczą część prac stanowiła bieżąca aktualizacja zamieszczonych treści obejmująca opracowywanie i dodawanie nowych artykułów na temat bieżących wydarzeń związanych z szeroko rozumianą tematyką strony. W raportowanym okresie realizowano następujące zadania:

- przygotowywano i dodawano artykuły na temat wydarzeń związanych z tematyką wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce i na świecie;
- aktualizowano i uzupełniano wcześniej przygotowane artykuły wszystkich kategorii zamieszczonych w serwisie;
- aktualizowano i uzupełniano mapy tematyczne dotyczące złóż kopalin oraz uzdrowisk (131 złóż, 45 uzdrowisk i 6 obszarów ochrony uzdrowiskowej; fig. 2.6.1 i 2.6.2);
- publikowano w cyklu rocznym *Mapę zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce*;
- prowadzono aktualizację bazy katalogu bibliografii dotyczącej wód podziemnych zaliczonych do kopali (6-krotnie w okresie objętym sprawozdaniem);
- weryfikowano i aktualizowano informacje zamieszczone w dziale *Prawodawstwo*.

Zestawienie tytułów nowych artykułów opublikowanych w serwisie zawiera załącznik tabelaryczny nr 7 zamieszczony na końcu niniejszego opracowania.

W celu zapewnienia użytkownikom właściwego dostępu do serwisu www.mineralne.pgi.gov.pl prowadzono systematyczną kontrolę poprawności wyświetlania zamieszczonych w nim treści w czterech najpopularniejszych przeglądarkach internetowych (Firefox, Chrome, Internet Explorer i Safari).



2.6.2. Rozwój i opieka techniczna nad serwisem internetowym o wodach podziemnych zaliczonych do kopalin

Zadanie nr 10 (prace PSG) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

W celu utrzymania właściwego funkcjonowania serwisu informacyjnego www.mineralne.pgi.gov.pl oraz jego dostępności i bezpieczeństwa przeprowadzono analizę niezbędnych prac informatycznych oraz przygotowano specyfikację niezbędnych modyfikacji funkcjonalnych.

Prace informatyczne związane z rozwojem funkcjonalności strony internetowej w okresie objętym sprawozdaniem prowadzone były zgodnie z ustalonym zakresem i harmonogramem, z uwzględnieniem bieżących potrzeb, w ramach prac własnych przez pracowników zespołu obsługi stron internetowych PIG-PIB, przy współpracy z zespołem redakcyjnym serwisu.

W ramach tych prac prowadzona była systematyczna aktualizacja systemu zarządzania treścią Joomla i związanych z nią komponentów (fig. 2.6.3).

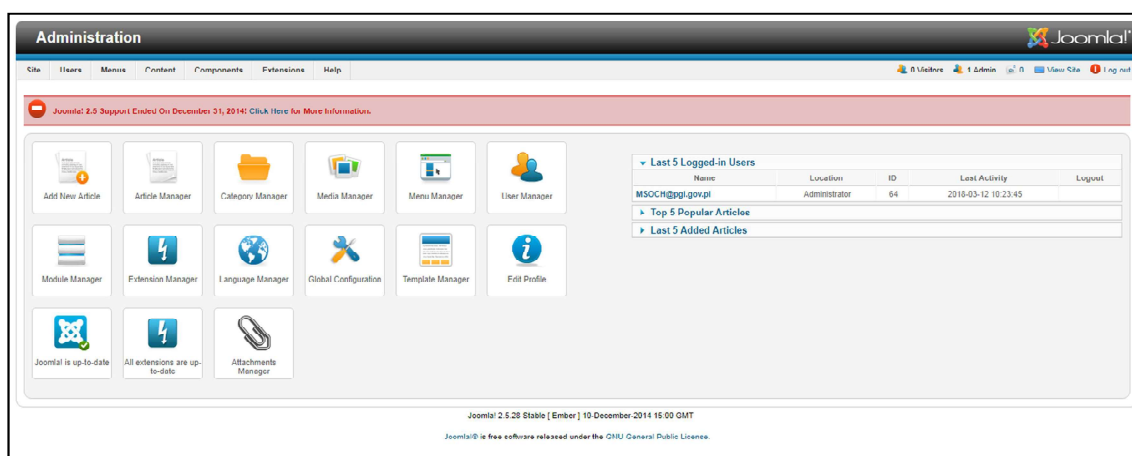


Fig. 2.6.3. Panel administracyjny Joomla

Aktualizacja systemu zarządzania treścią serwisu www.mineralne.pgi.gov.pl poprawiła atrakcyjność prezentowanych w nim treści oraz ułatwiła bezpośredni kontakt z użytkownikami, a także zwiększyła bezpieczeństwo w zakresie włamań hakerskich. Umożliwiła również pozycjonowanie strony w najpopularniejszych przeglądarkach tak, aby prezentowane na niej treści były dostępne dla maksymalnie szerokiej grupy osób zainteresowanych zagadnieniami dotyczącymi występowania i zagospodarowania wód leczniczych, termalnych oraz solanek. W wyniku

przeprowadzonej modernizacji uzyskano także możliwość łatwiejszego modyfikowania układu modułowego strony i poszerzania jej funkcjonalności o dodatkowe komponenty. Przygotowany został projekt nowej szaty graficznej (templatki) serwisu www.mineralne.pgi.gov.pl, dostosowany do standardów strony głównej PIG-PIB.

W raportowanym okresie prowadzono również w ramach prac własnych działania związane z pozycjonowaniem serwisu w wyszukiwarce Google (fig. 2.6.4; pomiar na dzień 12 marca 2018 r.). Wyniki wskazują na dużą skuteczność realizowanych prac, zwłaszcza w przypadku frazy wody geotermalne, gdzie zarejestrowano bardzo istotny wzrost pozycji.

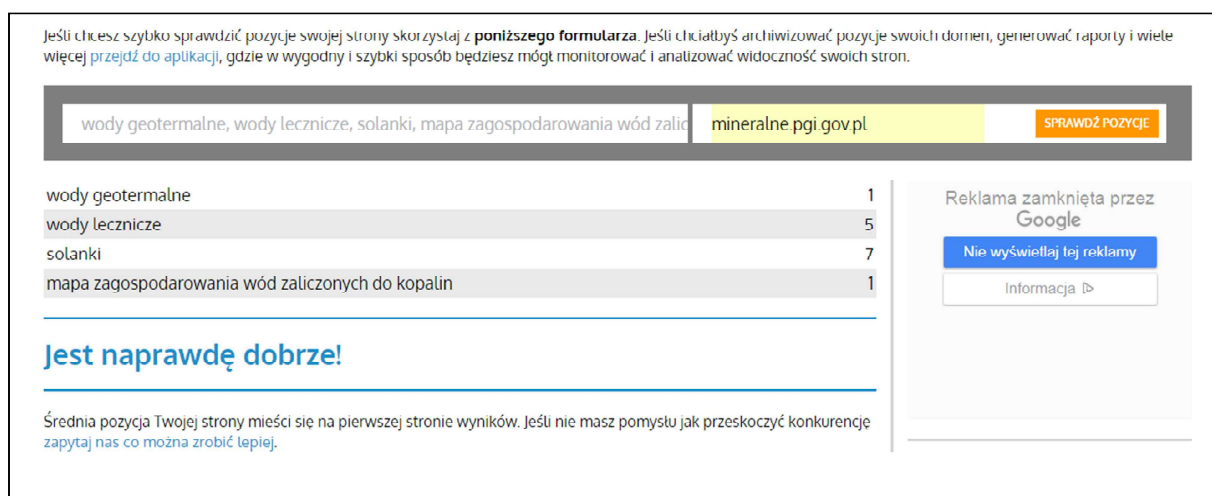


Fig. 2.6.4. Wyniki pozycjonowania serwisu www.mineralne.pgi.gov.pl dla czterech najpopularniejszych fraz w wyszukiwarce Google

Prowadzony serwis internetowy cieszy się popularnością wśród użytkowników. Dzięki atrakcyjnym treściom oraz skutecznemu pozycjonowaniu pod koniec marca 2018 r. licznik jej odwiedzin zarejestrował ponad 804 tys. wejść, co oznacza, że w okresie objętym sprawozdaniem użytkownicy odwiedzili go ponad pół miliona razy.

2.7. PROWADZENIE KATALOGU BIBLIOGRAFII O WODACH PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

Zadanie nr 14 (prace PSG) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

Prowadzenie katalogu bibliografii o wodach podziemnych zaliczonych do kopalin jest zadaniem stałym i było realizowane w ramach prac własnych przez cały okres trwania raportowanego przedsięwzięcia. Zadanie miało na celu przygotowanie możliwie kompletnej bazy danych zawierającej informacje o opracowaniach z różnych dziedzin dotyczących wód zaliczonych do kopalin – wód leczniczych, wód termalnych i solanek oraz innych wód mineralnych i swoistych – a także o sposobach ich wykorzystania, w tym w szeroko pojętej działalności uzdrowiskowej, oraz upowszechnianie jej poprzez publikację w serwisie internetowym www.mineralne.pgi.gov.pl.

W bazie danych zgromadzono informacje dotyczące publikacji (artykułów, książek, atlasów, map), o charakterze zarówno naukowym, jak i popularnym, a także informacje na temat prac niepublikowanych (prace magisterskie, rozprawy doktorskie, projekty robót geologicznych, dokumentacje hydrogeologiczne, opinie, ekspertyzy, opracowania monograficzne i regionalne, postery, itp.). Dane o pozycjach bibliograficznych były pozyskiwane m.in. na podstawie kwerend katalogów bibliotecznych, zarówno cyfrowych, jak i analogowych (w tym biblioteki PIG-PIB), z czasopism geologicznych i branżowych, materiałów konferencyjnych, sympozjalnych, kongresowych i pozjazdowych. Informacje o opracowaniach niepublikowanych zostały zaczerpnięte przede wszystkim z katalogu Narodowego Archiwum Geologicznego PIG-PIB.

Baza danych została przygotowana w formacie xls, a zestaw zgromadzonych w niej danych zawiera informacje na temat:

- autora (autorów) lub redaktora (redaktorów);
- roku wydania lub opracowania;
- tytułu;
- nazwy i miejscowości wydawnictwa lub wykonawcy opracowania;
- nazwy, miejsca i daty konferencji, sympozjum, kongresu itp.;
- liczby i numerów stron (dotyczy publikacji);
- w przypadku czasopism także numeru woluminu w danym roczniku.

Dodatkowo każdy rekord w bazie danych został przypisany do określonej grupy rodzajowej (artykuł, książka, atlas, mapa, dokumentacja, praca niepublikowana, inne). Każda pozycja zapisana w bazie danych została opisana zestawem słów kluczowych, charakteryzujących na ogół rodzaj wody (woda lecznicza, woda termalna, solanka, woda mineralna, szczawa itp.), miejscowość oraz jednostkę geologiczną (Karpaty, Sudety, zapadlisko przedkarpackie, monoklina przedsudecka itp.).

Przed przystąpieniem do uzupełniania bazy danych katalog liczył 3358 pozycji bibliograficznych. W okresie objętym niniejszym sprawozdaniem zgromadzono informacje o kolejnych 513 pozycjach bibliograficznych.

Podstawowe informacje o zgromadzonych pozycjach bibliograficznych zestawiono w załączniku tabelarycznym nr 8 zamieszczonym na końcu niniejszego opracowania, przy czym ze względów edycyjnych pominięto dane dotyczące grupy rodzajowej oraz słowa kluczowe. W pełnej wersji baza danych jest dostępna w serwisie www.mineralne.pgi.gov.pl/bibliografia.html oraz w załączniku cyfrowym 2. Publikacja aktualnej bazy bibliografii w serwisie wymaga przygotowania jej wersji w odpowiednim formacie i odbywała się z częstotliwością dwóch razy w ciągu roku, tj. sześciokrotnie w okresie objętym niniejszym sprawozdaniem.

Spśród wszystkich wprowadzonych w raportowanym okresie pozycji zdecydowanie dominowały artykuły i ich streszczenia (243 pozycje), co stanowi ponad 47% wszystkich wprowadzonych pozycji. Publikacje książkowe, przewodniki i atlasy są reprezentowane w liczbie 85 sztuk, co stanowi niespełna 17% ogólnej liczby zgromadzonych pozycji. W tym miejscu należy zaznaczyć, iż poszczególne rozdziały ww. opracowań posiadające oznaczone autorstwo traktowano jako osobne pozycje bibliograficzne. Znaczny udział w uzupełnionej bazie danych stanowiły opracowania niepublikowane, zgromadzone w ilości 146 pozycji, tj. 28%. W tej grupie znajdowały się m.in. opracowania naukowe, projekty robót geologicznych i dokumentacje geologiczne. Bazę uzupełniono także o 34 pozycje zaklasyfikowane jako materiały konferencyjne (prezentacje i postery) oraz 5 jako mapy i atlasy (fig. 2.7.1).

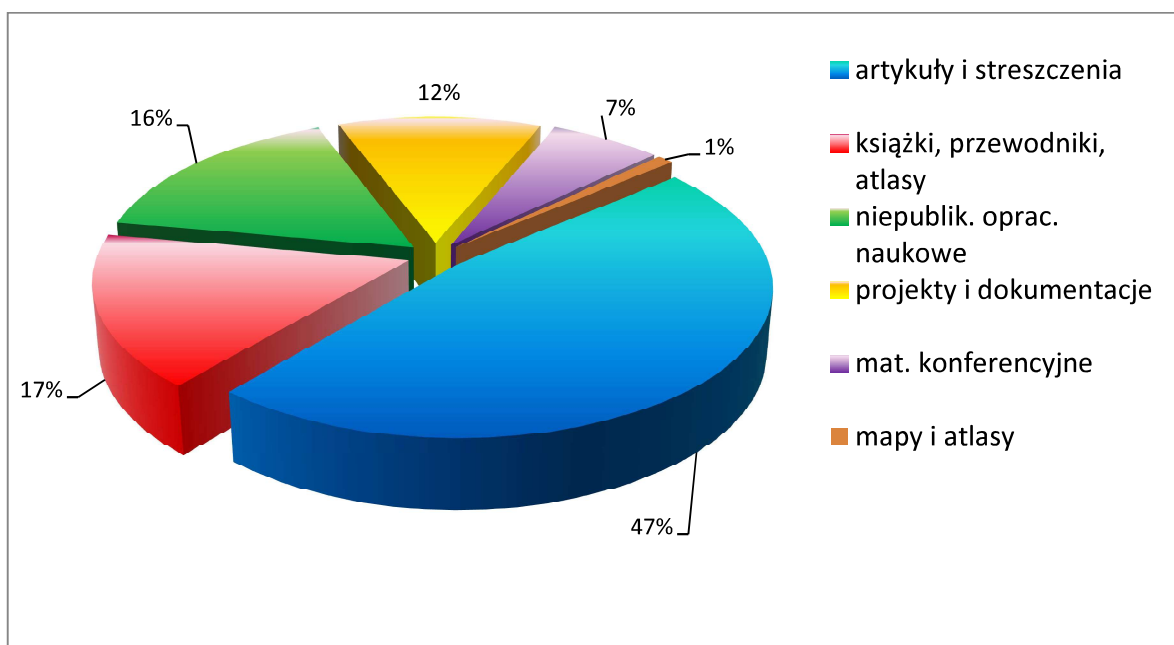


Fig. 2.7.1. Rodzaje pozycji bibliograficznych wprowadzonych do bazy danych w okresie 04.2015-03.2018

Według stanu na dzień 31.03.2018 r. przygotowana baza danych liczy łącznie 3871 pozycji literatury o tematyce związanej z wodami leczniczymi, solankami, wodami termalnymi i mineralnymi (potencjalnie leczniczymi) oraz pokrewnej. Katalog będzie uzupełniany na bieżąco w dalszych etapach prac.

2.8. AKTUALIZACJA MAPY ZAGOSPODAROWANIA WÓD PODZIEMNYCH ZALICZONYCH DO KOPALIN

Zadanie nr 15 (prace PSG) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

Jednym z zadań zrealizowanych w ramach raportowanego przedsięwzięcia była aktualizacja *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce*, wykonywana w cyklu rocznym, oraz publikacja zaktualizowanego opracowania w serwisie www.mineralne.pgi.gov.pl.

Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce złożona jest z dwóch części – planszy mapy w skali 1:1 000 000 oraz objaśnień tekstowych. Mapa przygotowywana jest w aplikacji Geomedia przy wykorzystaniu bazy danych GIS, w której gromadzone są wszystkie dane prezentowane na planszy. Zastosowanie narzędzi GIS umożliwia

przygotowanie odpowiednich klas danych zgodnych z koncepcją opracowania i nadanie im właściwych stylistyk (resymbolizacja) w celu uzyskania obrazu kartograficznego mapy.

W opracowaniu w sposób syntetyczny, a zarazem kompleksowy prezentowane są informacje dotyczące m.in.: regionalizacji, charakterystyki hydrochemicznej i warunków występowania wód leczniczych, termalnych i solanek oraz innych wód zmineralizowanych i swoistych, wielkości zasobów i stanu udokumentowania wód zaliczonych do kopalin, wielkości wydobycia tych wód oraz sposobu ich zagospodarowania, a także o obszarach perspektywicznych dla poszukiwania tego rodzaju wód oraz o planowanych i realizowanych przedsięwzięciach mających na celu ich ujmowanie i wykorzystanie. Zamierzeniem autorów jest dostarczenie odbiorcom opracowania w przeglądowej skali, które, spełniając warunki dotyczące informacyjnego i popularyzatorskiego charakteru, stanowi wiarygodne źródło wiedzy.

Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce została opublikowana drukiem według stanu na 31.12.2014 r. w nakładzie 150 egz. (Felter i in., 2015). Publikacja, z uwagi na interesującą formę, przeglądowy charakter, a zarazem kompleksowe ujęcie zagadnień związanych z zasadniczą tematyką opracowania, cieszyła się popularnością wśród odbiorców, w szczególności przedstawicieli organów administracji publicznej i samorządowej, instytucji naukowych, uczelni oraz szkół o profilu geologicznym.

Informacje zamieszczone w opracowaniu ulegają dość szybkiej dezaktualizacji ze względu na znaczące zainteresowanie przedsiębiorców wykorzystywaniem wód podziemnych zaliczonych do kopalin. Z ich inicjatywy prowadzone są prace związane z poszukiwaniem i dokumentowaniem tych wód. Dotyczy to przede wszystkim wód termalnych, które są wykorzystywane do zaopatrzenia geotermalnych ośrodków rekreacyjnych (baseny termalne) oraz towarzysząco, do ich ogrzewania, leczniczych szczaw wykorzystywanych w przemyśle rozlewniczym oraz leczniczych wód siarczkowych służących do zabiegów balneoterapeutycznych.

W związku z powyższym w ramach sprawozdawanego przedsięwzięcia zaplanowano i zrealizowano prace związane z aktualizacją *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* według stanu na koniec 2015, 2016 i 2017 r. (fig. 2.8.1).

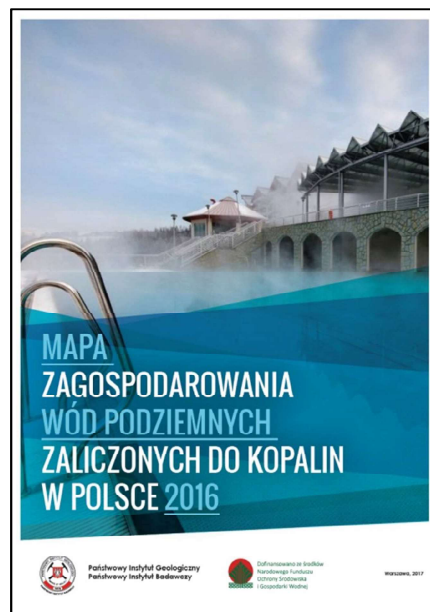


Fig. 2.8.1. Objasnienia tekstowe do *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce* wg stanu na koniec 2015, 2016 i 2017 r.

Informacje wykorzystane do aktualizacji opracowania pochodziły z:

- Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin, w którym na bieżąco zapisywane są informacje pochodzące z dokumentacji hydrogeologicznych ujęć wód leczniczych i termalnych;
- projektów robót geologicznych wykonywanych w celu ujęcia wód leczniczych, termalnych lub solanek;
- bilansu zasobów złóż kopalin za lata 2015, 2016 oraz raportów sporządzanych przez użytkowników złóż do celów statystycznych;
- dokumentów wydawanych przez administrację geologiczną oraz informacji udzielanych przez geologów i pracowników wydziałów ochrony środowiska urzędów marszałkowskich;
- informacji udzielanych przez użytkowników ujęć wód podziemnych zaliczonych do kopalin;
- publikacji oraz niepublikowanych opracowań naukowych.

Każdorazowo prace obejmowały trzy zasadnicze elementy, które składają się na ostateczny kształt opracowania – bazę danych, wersję kartograficzną oraz objaśnienia tekstowe.

Aktualizacja bazy danych GIS

Baza danych przygotowana została w formacie oprogramowania Access (mdb). Znajdujące się w niej dane przestrzenne zostały podzielone na klasy i przechowywane są w osobnych tabelach, odpowiadających prezentowanym na planszy mapy warstwom tematycznym. Dane przestrzenne obejmują klasy o charakterze poligonalnym, punktowym i liniowym. Każda z nich została opisana zbiorem atrybutów.

W ramach raportowanego zadania aktualizacji poddano szereg klas danych przestrzennych oraz opisowych. Główne grupy aktualizowanych informacji to:

1. Miejsca udokumentowanego występowania wód zaliczonych do kopalin oraz wód zmineralizowanych i swoistych:
 - a) złoża wód leczniczych, termalnych i solanek
 - aktualizacja warstwy przestrzennej w przypadku udokumentowania występowania wód w nowej lokalizacji wraz z uzupełnieniem atrybutów;
 - aktualizacja atrybutów w przypadku udokumentowania kolejnego ujęcia we wcześniej zarejestrowanym złożu. Zakres aktualizacji – wiek ujętego poziomu wodonośnego, typ chemiczny i mineralizacja wód, zasoby eksploatacyjne;
 - b) otwory eksploatacyjne ujmujące wody zmineralizowane i swoiste:
 - aktualizacja warstwy przestrzennej w przypadku udokumentowania występowania wód w

nowej lokalizacji wraz z uzupełnieniem atrybutów.

2. Zagospodarowanie i ochrona wód zaliczonych do kopalin oraz wód zmineralizowanych i swoistych:
 - a) zmiana sposobu zagospodarowania wód (balneoterapia, rozlewnictwo, ciepłownictwo, rekreacji i inne);
 - b) wyznaczone/zniesione obszary i tereny górnicze złóż wód leczniczych, termalnych i solanek;
 - c) nowe uzdrowiska statutowe i obszary ochrony uzdrowiskowej;
 - d) wyznaczone strefy ochrony uzdrowiskowej.
3. Perspektywy ujmowania wód zaliczonych do kopalin
 - a) zatwierdzone/nieaktualne projekty robót geologicznych wykonane w celu ujęcia wód.

Aktualizacja kompozycji wersji kartograficznej mapy

Wersja kartograficzna mapy została przygotowana przy wykorzystaniu oprogramowania Geomedia v. 6.1. (fig. 2.8.2.). Dane przestrzenne wyedytowano w układzie współrzędnych 1992 (PUWG 1992), na podkładzie warstw referencyjnych (granice administracyjne, miejscowości, drogi, sieć hydrograficzna, wybrane obszary chronione) pochodzących z bazy danych ogólnogeograficznych (BDO) oraz państwowego rejestru granic (PRG). Aktualizacji poddawano każdorazowo wersję mapy aktualną na poprzedni rok. Do istniejących warstw tematycznych dodawano nowe informacje przestrzenne i atrybutowe (etykiety) lub modyfikowano nieaktualne. W miarę potrzeb przygotowywano i dodawano nowe symbole punktów lub rodzaje etykiet opisujących punkty do bazy stylistyk przygotowanej w celu uzyskania obrazu kartograficznego mapy. Symbole i etykiety reprezentujące nowe grupy informacji, pojawiające się na planszy mapy, dodawano wraz z opisem do legendy mapy (tzw. objaśnienia boczne).

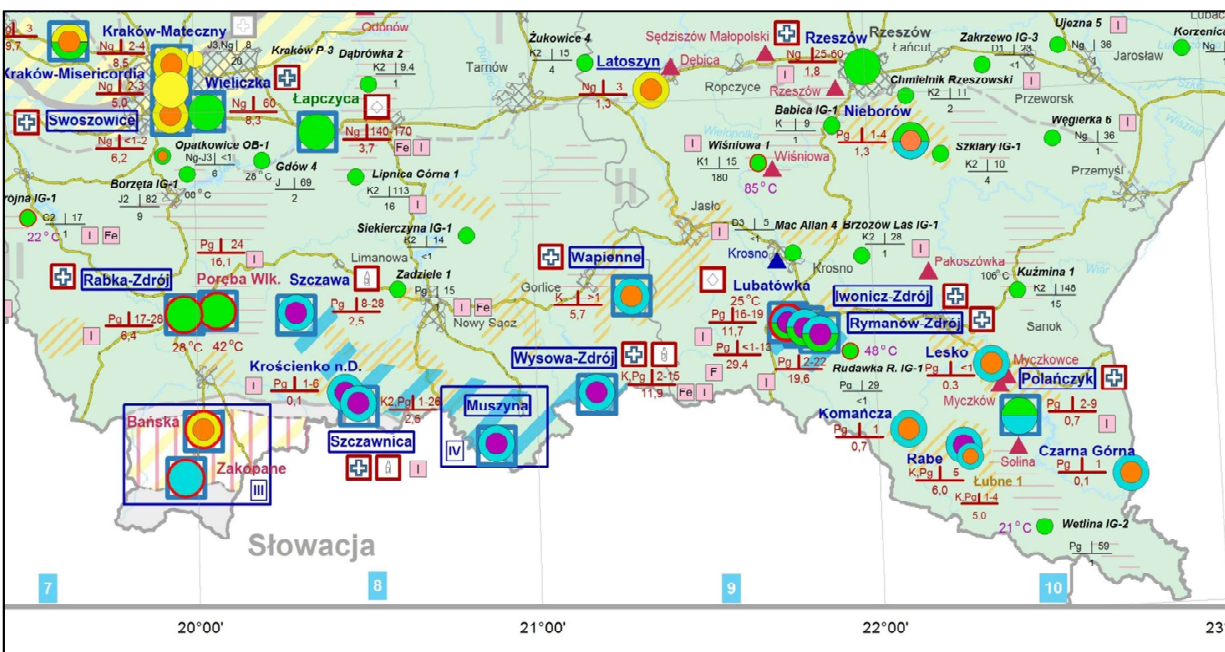


Fig. 2.8.2. Fragment *Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce*, stan na 31.12.2017 r.

Następnym etapem prac związanych z aktualizacją wersji kartograficznej opracowania była weryfikacja poprawności wprowadzonych zmian i końcowa redakcja kompozycji mapy polegająca na właściwym ustawieniu zmienionych lub dodanych symboli i etykiet.

Opracowanie syntetycznego komentarza do zaktualizowanej mapy.

Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce wydana drukiem zawierała obszerne objaśnienia tekstowe obejmujące zakresem tematycznym całokształt zagadnień dotyczących wód leczniczych, termalnych i solanek. Zdecydowano zatem, że do corocznych opracowań dołączane będą objaśnienia w bardziej syntetycznej formie stanowiące komentarz do treści zawartych na planszy mapy, a w szczególności do zagadnień związanych z zasobami eksploatacyjnymi wód, ich aktualnym i planowanym wykorzystaniem. Informacje w miarę możliwości przedstawiane są w formie graficznej lub tabelarycznej. Na ich końcu umieszczono m.in. charakterystyki wszystkich złóż wód leczniczych, termalnych i solanek oraz wybranych źródeł i otworów eksploatacyjnych ujmujących wody zmineralizowane i swoiste, o właściwościach zbliżonych do charakteryzujących wody uznane za kopaliny.

Mapy zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce wraz z objaśnieniami według stanu aktualności na lata 2015, 2016 i 2017 dostępne są w serwisie

internetowym www.mineralne.pgi.gov.pl. Zostały również załączone do niniejszego sprawozdania (załącznik 4).

2.9. ZAKUP SPRZĘTU TERENOWEGO DO POMIARU ZAWARTOŚCI RADONU W WODACH POTENCJALNIE LECZNICZYCH

Zadanie nr 2 (środki inwestycyjne) wg harmonogramu rzeczowo-finansowego

W ramach zadania związanego z opracowywaniem informacji o dokumentacyjnych nieużytkowanych źródeł wód stanowiących potencjalny surowiec leczniczy w raportowanym etapie i poprzednich etapach prac prowadzono identyfikację i badania źródeł zawierających istotne stężenia radonu. Oznaczenia tego nuklidu w pobranych próbkach wód wykonywane były w certyfikowanych laboratoriach. Skomplikowana procedura poboru i zabezpieczenia pobranych próbek oraz konieczność dostarczenia ich bezpośrednio po poborze, ze względu na krótki czas połowicznego rozpadu radonu (3,8 dnia), generowały wysokie koszty i przedłużały okres prowadzenia prac terenowych. W związku z badaniami źródeł radonowych Sudetów przewidzianymi do wykonania w okresie objętym sprawozdaniem, zaplanowano zakup terenowego miernika radonu.

W rezultacie przeprowadzonego postępowania zgodnego z przepisami dotyczącymi zamówień publicznych zakupiono urządzenie RAD7 firmy DurrIDGE służące do terenowych pomiarów radonu w wodzie, glebie i powietrzu, dostarczone przez firmę IRTECH Sp. z o.o. z Krakowa.

Urządzenie RAD7 jest zaawansowanym technologicznie przenośnym instrumentem pomiarowym, wyposażonym w prosty system do detekcji radonu z zaprogramowanymi komendami do wykonywania podstawowych pomiarów. Pomiar odbywa się na drodze analizy spektralnej elektrostatycznie zbieranych emiterów promieniowania alfa. Pomiar możliwy jest w przedziale koncentracji nuklidu od 0,1 do 20 000 pCi/L. Czułość urządzenia pozwala na 0,5 zliczeń/min/pCi/L. Próbkę wody do pomiaru pobierane są przez wbudowaną pompę. Drukarka drukuje koncentrację nuklidu po każdym cyklu pomiarowym. Wydruk widma pozwala na weryfikację poprawności działania w terenie. Urządzenie ma wewnętrzny system zapisu i przechowywania danych, umożliwiając eksport zapisanych danych w celu dalszej analizy.

W początkowym okresie pomiary stężenia radonu w wodach ujęć wykonywane były z użyciem komponentów dostarczonych z miernikiem. Jednak ze względu na duże zróżnicowanie zawartości składnika w wodach, potrzebę usprawnienia badań oraz konieczność zabezpieczenia urządzenia w przed uszkodzeniem podjęto decyzję o zakupie dodatkowo specjalistycznego akcesorium RAD H2O.

RAD H2O jest akcesorium dedykowanym do miernika RAD7 pozwalającym na pomiar radonu w wodzie przy stężeniu od 10 do 10,000 pCi/L. Rozcieńczając próbkę lub czekając na częściowy rozpad nuklidu, można zwiększyć górny zakres mierzonego stężenia. Urządzenie zasilane jest bezprzewodowo, a pomiar wykonywany jest w krótkim czasie - RAD H2O daje wynik już po 30-minutowym pomiarze, a czułość jest porównywalna do metod wykorzystujących ciekłe scyntylatory. Procedura pomiarowa jest kontrolowana przez podłączony miernik RAD7. Wydruki podają informację o stężeniu radonu w wodzie. Limit detekcji wynosi 10 pCi/L (po 20 min zliczeń). Fiolka z badaną próbką wody jest połączona w układzie zamkniętym z RAD7. Pompa w RAD 7 działa przez 5 minut, aby napowietrzyć i wydobyć radon z wody (fig. 2.8.3). Urządzenie czeka 5 minut, aby uzyskać równowagę w liczbie zliczeń, a następnie przeprowadza cztery pięciominutowe cykle pomiarowe, w dalszej kolejności wyświetlane jest stężenie radonu w wodzie.

Wykorzystanie w pracach terenowych miernika RAD7 wraz z akcesorium RAD H2O pozwoliło zidentyfikować źródła o podwyższonej zawartości radonu, które zostały udokumentowane w ramach prowadzonego zadania.

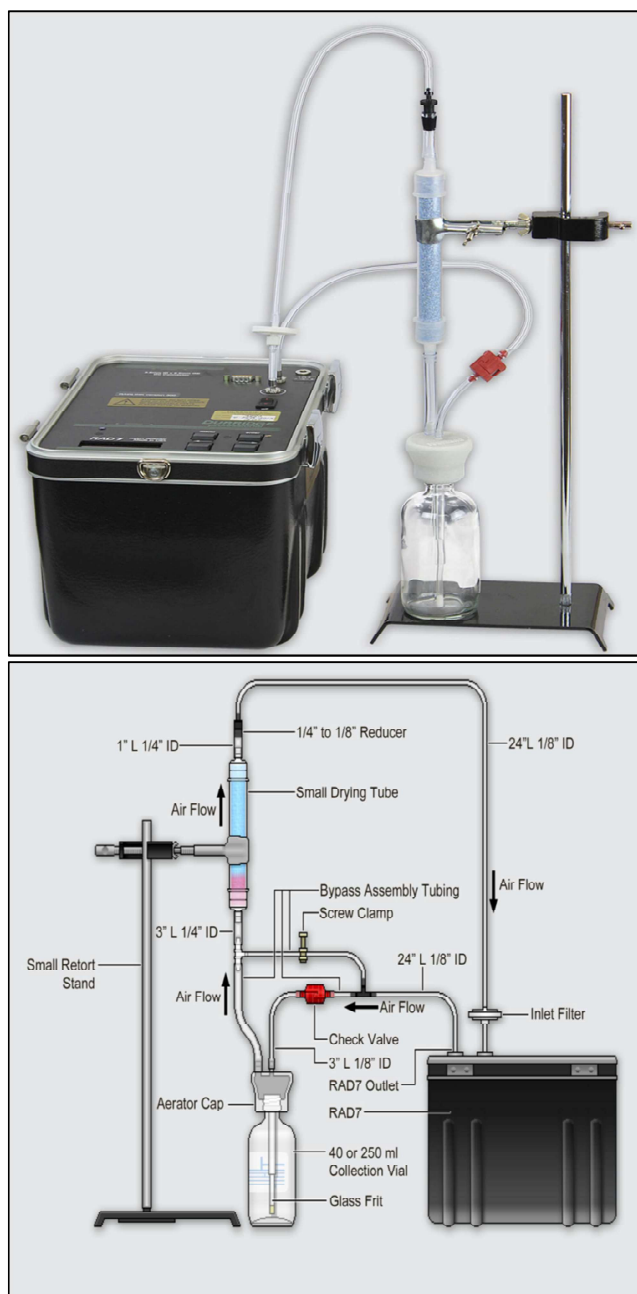


Fig. 2.8.3. Schemat pomiaru radonu w wodzie przy użyciu miernika RAD7

3. PODSUMOWANIE

W ramach realizacji zadania państwowej służby geologicznej pn. *Prowadzenie Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin (solanki, wody lecznicze i termalne)* w okresie od 1.04.2015 r. do 31.03.2018 r. wykonano następujące prace:

- zgromadzono i wprowadzono do bazy danych informacje o **284 nowych obiektach eksploatacyjnych i badawczych**, w których ujęte lub zbadane zostały wody podziemne zaliczone do kopalin, inne wody swoiste lub mineralne. Według stanu na dzień 31.03.2018 r. w bazie danych zgromadzono informacje o **2257** obiektach;
- zgromadzono informacje oraz zaktualizowano i uzupełniono o **1200 bloków** informacyjnych dotyczących m.in. wielkości poboru wód, analiz fizyczno-chemicznych i izotopowych oraz koncesji odnoszących się do zapisanych w bazie danych obiektów hydrogeologicznych;
- pozyskano informacje i zaktualizowano bazę danych przestrzennych poprzez dodanie **30 nowych warstwy informacyjnych** dotyczących obszarów i terenów górniczych oraz obszarów zasobowych, usuwając jednocześnie warstwy nieaktualne;
- udostępniono informacje pochodzące z Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin użytkownikom zewnętrznym na podstawie **52 wniosków** oraz na bieżąco udostępniano informacje wykorzystywane przy realizacji zadań PSG i PSH;
- prowadzono prace związane z **administrowaniem merytorycznym bazą danych** obejmujące m.in. kontrolę wprowadzanych danych, uzupełnianie słowników bazy danych, definiowanie uprawnień dostępu do bazy danych dla użytkowników oraz projektowanie, zlecenie i nadzór nad realizacją kooperacyjnych informatycznych prac deweloperskich na rzecz systemu MINERALNE SPD PSH;
- przeprowadzono kooperacyjne **prace informatyczne związane z rozwojem i modernizacją systemu MINERALNE SPD PSH oraz z bieżącym utrzymaniem systemu** (asysta techniczna);
- opracowano **raport dotyczący stanu i zagrożeń jakości i zasobów wód leczniczych** w 10 uzdrowiskach, wykorzystując m.in. zgromadzone wyniki oznaczeń właściwości fizyczno-

chemicznych wód leczniczych w wytypowanych uzdrowiskach, wykonane dla nich oznaczenia izotopowe oraz informacje dotyczące przebiegu eksploatacji ujęć, które potencjalnie mogły wpłynąć na stabilność składu chemicznego wód;

- pobrano **40 próbek wód leczniczych i termalnych** z 17 ujęć i wykonano dla nich oznaczenia laboratoryjne **stężeń trytu (16 oznaczenia), składu izotopowego (izotopy stabilne tlenu i wodoru – 16 kompletów oznaczeń) oraz radiowęglą (8 oznaczeń)**. Uzyskane dane, o unikalnym charakterze, uzupełniły zasoby informacyjne bazy Banku Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin;
- na podstawie wyników oznaczeń izotopowych przygotowano **opracowanie dotyczące „wieku” i genezy wód opróbowanych ujęć wód leczniczych i termalnych** wraz z oceną podatności wód na zagrożenia antropogeniczne zasobów i jakości;
- wytypowano **45 obiektów (niezagospodarowanych źródeł i otworów)** w celu przeprowadzenia badań zmierzających do potwierdzenia występowania w nich wód mineralnych i/lub swoistych stanowiących potencjalnych surowiec leczniczy. Z wytypowanych obiektów **pobrano 45 próbek wody** dla których wykonano **45 laboratoryjnych analiz właściwości fizyczno-chemicznych** oraz **120 serii pomiarów terenowych** podstawowych właściwości fizycznych wód. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że w **39 obiektach występują wody potencjalnie lecznicze** (uwzględniając zanikłe źródło), a w 6 wody zwykłe;
- przygotowano **30 opracowań dokumentacyjnych dla objętych badaniami obiektów** ujmujących wody potencjalnie lecznicze;
- prowadzono prace związane z prowadzeniem, administrowaniem oraz modernizacją serwisu internetowego **www.mineralne.pgi.gov.pl**, stanowiącego ogólnodostępne i cieszące się popularnością źródło informacji o wodach leczniczych termalnych oraz solankach;
- uzupełniono katalog bibliografii o wodach podziemnych zaliczonych do kopalin o **513 nowych pozycji bibliograficznych**. Łączna liczba publikacji zgromadzonych w katalogu wynosi 3871 pozycji. Informacje zostały przygotowane w odpowiedni sposób i umieszczone na stronie internetowej **www.mineralne.pgi.gov.pl** prowadzonej w ramach raportowanego przedsięwzięcia;

- w cyklu rocznym aktualizowano oraz publikowano w serwisie internetowym www.mineralne.pgi.gov.pl **Mapę zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce** w skali 1:1 000 000 wraz z objaśnieniami tekstowymi. Prace związane z przygotowaniem opracowania według stanu na koniec 2015, 2016 i 2017 r. obejmowały aktualizację bazy danych, wersji kartograficznej i objaśnień tekstowych;
- zakupiono niezbędne do realizacji prac w ramach raportowanego przedsięwzięcia urządzenie do pomiaru radonu RAD7 wraz z akcesorium umożliwiającymi pomiary w wodzie;
- pracownicy z zespołu realizującego zadanie uczestniczyli w 4 konferencjach i 1 szkoleniu.

4. WYKORZYSTANE MATERIAŁY

1. **Dyrektywa** 2007/2/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE).
2. **Ciężkowski W., Kielczawa B., Latour T., Liber E., Przylibski T.A., Sziwa D., Żak S., 2007** - Dopuszczalne wahania eksploatacyjnych i fizyczno-chemicznych parametrów wód leczniczych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
3. **Craig H., 1961** – Isotopic Variations in Meteoric Waters. Science. Vol. 133, Issue 3465, pp. 1702-1703.
4. **Davies R. B., 2002** - Hypothesis testing when a nuisance parameter is present only under the alternative: linear model case. Biometrika 89.
5. **Dowgiałło J., Paczyński B., 2002** - Podział regionalny wód leczniczych Polski. [w:] Ocena zasobów dyspozycyjnych wód potencjalnie leczniczych. Poradnik metodyczny (Paczyński B. red.). PIG, Warszawa.
6. **Felter A., Skrzypczyk L., Socha M., Sokołowski J., Stożek J., Gryczko-Gostyńska A., 2015** - Mapa zagospodarowania wód podziemnych zaliczonych do kopalin w Polsce. PIG-PIB, Warszawa.
7. **Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 19 lipca 2016 r. *w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych* (Dz.U. 2016 poz. 1178).
8. **Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (Dz.U. 2016 poz. 2033, tekst jedn.).
9. **Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 6 grudnia 2016 r. *w sprawie innych dokumentacji geologicznych* (Dz.U. 2016 poz. 2023, tekst jedn.).
10. **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. 2006 r. Nr 80, poz. 565, tekst jedn.).
11. **Skrzypczyk L., Sokołowski J., 2016** - Solanki, wody lecznicze i termalne. W: Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce. PIG-PIB, Warszawa.

12. **Ustawa** z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz.U. 2017 poz. 2126, tekst jedn.).
13. **Ustawa** z dnia 4 marca 2010 r. *o infrastrukturze informacji przestrzennej* (Dz.U. 2010, Nr 76 poz. 489, tekst jedn.).

Serwisy internetowe:

www.mineralne.pgi.gov.pl, stan na dzień 31.03.2018 r.

<https://spdpsb.pgi.gov.pl/PSHv7/> - SPD PSH wersja 7, stan na dzień 31.03.2018 r.

<http://192.168.1.160/PSHv8/Psh.html> - SPD PSH wersja 8, stan na dzień 31.03.2018 r.