

Geologia środowiska w PIG

Anna Pasieczna¹, Agnieszka Konon¹, Paulina Kostrz-Sikora¹



A. Pasieczna



A. Konon



P. Kostrz-Sikora

Environmental geology at the Polish Geological Institute. *Prz. Geol.*, 68: 364–369.

Abstract. Environmental geology deals with many issues closely related to the life of human beings. The most important directions of environmental geology developed in Poland include: geochemical mapping, environmental protection and waste management programs, and reclamation projects. Cartographic research was conducted using an appropriate scale of work, which enabled the determination of the geochemical background and anomalies throughout the whole country, in selected urban-industrial regions and in specific locations. Valuable information for the environment was also collected as a digital database in the form of a map at 1:50,000

scale. Environmental protection programs are among the tools used to implement environmental protection policy at the level of administration of the commune, poviát and voivodship. When developing a document, the assessment of the state of the components of the environment is of key importance, as it is used to plan environmental strategies. Scientific and environmental data are used for evaluation. They must be analyzed and interpreted by experts. In addition to environmental protection programs, the Polish Geological Institute also develops other documents on environmental issues. As part of the reclamation, liquidation of place of storage of hazardous plant protection products was carried out all over the country and soils and landfills were cleaned.

Keywords: geochemical mapping, environmental protection and waste management programs, reclamation, Poland

Skuteczna ochrona środowiska przyrodniczego Ziemi polega na rozpoznaniu jego stanu, określeniu zagrożeń oraz podjęciu odpowiednich działań zapobiegawczych i naprawczych. Pomocnym narzędziem w realizacji tego zadania jest geologia środowiska – dziedzina nauki stosująca zasady geologii do rozwiązywania współczesnych problemów środowiska naturalnego.

Od połowy XX w. pole działań geologii środowiska zwiększa się bardzo szybko w związku z coraz większym społecznym zainteresowaniem problemami ochrony zasobów natury i zmian klimatu. Na jej rozwój wpłynęło też udoskonalenie nowoczesnych technik analiz chemicznych, umożliwiających wykrywanie wielu substancji w optymalnym zakresie, określonym odpowiednimi przepisami prawnymi. Znajomość stopnia zanieczyszczenia środowiska jest niezbędna do rozwoju takich dziedzin, jak geologia, rolnictwo, leśnictwo, planowanie przestrzenne, geomedyцина i ochrona zdrowia. Do najważniejszych obszarów zainteresowań geologii środowiska należą:

- ❑ zagrożenia naturalne (powodzie, osuwiska, zjawiska sejsmiczne i wulkaniczne);
- ❑ zanieczyszczenie środowiska spowodowane wydobywaniem i przetwórstwem kopaliny oraz wytwarzaniem energii, w tym jądrowej (odpady górnicze i przerobcze, ścieki przemysłowe, emisje gazów, zanieczyszczenia sztucznymi nuklidami);
- ❑ zarządzanie użytkowaniem gruntów (degradacja gleb – zanieczyszczenie, zakwaszenie, erozja, przesuszenie, wylesianie, spadek zawartości substancji organicznej i różnorodności biologicznej);
- ❑ gospodarka zasobami wodnymi;
- ❑ gospodarka odpadami;

- ❑ oddziaływanie biosfery (łącznie z człowiekiem) na procesy geologiczne, powierzchnię Ziemi i zmiany klimatu.

W różnych geograficznie obszarach świata są rozwijane odmienne kierunki geologii środowiska (inne w strefach arktycznych, tropikalnych, sejsmicznych czy wulkanicznych). W Polsce szczególną uwagę poświęcono w ostatnich 30 latach systematycznym badaniom gleb, osadów zbiorników wodnych i wód, a ich wyniki prezentowano najczęściej w postaci map geochemicznych. Przedmiotem wielu opracowań były też problemy gospodarki zasobami wód i odpadami oraz rekultywacji terenów przemysłowych i poprzemysłowych.

STAN AKTUALNY

Kartografia geochemiczna

Znajomość przestrzennego rozmieszczenia pierwiastków chemicznych w glebach, wodach podziemnych oraz w osadach i wodach zbiorników wód powierzchniowych jest bardzo ważną informacją nie tylko dla geologów, ale również dla osób i instytucji zajmujących się problemami planowania przestrzennego, rolnictwa i leśnictwa oraz zdrowia ludzi. Badania prowadzone przez ostatnie trzy dekady w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB) systematycznie dostarczają tych danych w postaci map geochemicznych. Kartografia geochemiczna w syntetyczny sposób przedstawia stan środowiska abiotycznego hydrosfery i powierzchni litosfery, umożliwiając ustalenie tła geochemicznego oraz rozmiaru i przyczyn jego ewentual-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; anna.pasieczna@pgi.gov.pl

nego zanieczyszczenia. Wyniki badań zostały zebrane w bazach danych oraz w serii atlasów geochemicznych, które oprócz map zawierają komentarze prezentujące metodykę badań i obszerną interpretację wyników na tle budowy geologicznej i użytkowania terenu. Mapy geochemiczne są drukowane oraz w większości dostępne w systemie informacji elektronicznej (<http://www.mapgeochem.pgi.gov.pl>).

Ze względu na wysoki koszt badań w dziedzinie kartografii geochemicznej w pierwszym etapie prac zastosowano zdjęcie małoskalowe (przeładowe), które umożliwiło szybką i stosunkowo niedrogą ocenę zróżnicowania tła geochemicznego na obszarze Polski oraz wydzielenie anomalii geochemicznych o zasięgu regionalnym lub lokalnym (Lis, Pasieczna, 1995a). Następnie wykonano zdjęcia geochemiczne w skalach regionalnych na obszarach miejsko-przemysłowych wytypowanych w poprzednim etapie badań (Koniecznyńska, 1998a, b; Lis, 1992; Lis, Pasieczna, 1995b, c, 1998a, b, 1999, 2005; Lis i in., 1999; Nałęcz, 1998, 1999; Pasieczna i in., 1996; Tomassi i in., 1998, 2016). Ostatnim ogniwem badań są zdjęcia geochemiczne wielkoskalowe (szczegółowe) w wybranych, najbardziej zanieczyszczonych rejonach kraju – w regionie śląsko-krakowskim, dolnośląskim, na terenach historycznych zakładów przemysłowych i w obszarach zurbanizowanych (Pasieczna, 2018).

W zależności od gęstości informacji (liczby badanych punktów przypadających na jednostkę powierzchni mapy) oraz celu i przeznaczenia, mapy geochemiczne wykonywano w skali przeładowej (1:500 000), regionalnej (1: 100 000 – 1: 50 000) i szczegółowej (1:25 000 – 1:10 000). Systematycznym kartowaniem objęto najbardziej uprzemysłowiony i zurbanizowany w Polsce region śląsko-krakowski. Dotychczas opracowano 17 arkuszy map w skali szczegółowej 1:25 000, zajmujących obszar 1380 km². Silne zanieczyszczenie środowiska jest spowodowane historyczną i współczesną eksploatacją złóż węgla kamiennego, działalnością przemysłu energetycznego oraz hutnictwem żelaza i cynku. Z działalnością tych gałęzi przemysłu, rozwijanych z największą intensywnością w połowie XIX w., jest związane powstanie geologiczno-antropogenicznych anomalii wielu potencjalnie toksycznych pierwiastków w glebach, osadach strumieniowych, rzecznych i w wodach powierzchniowych. Należy do nich arsen, którego anomalną koncentrację (>160 mg/kg) zanotowano w Świętochłowicach – w rejonie hałdy odpadów historycznych hut cynku (ryc. 1).

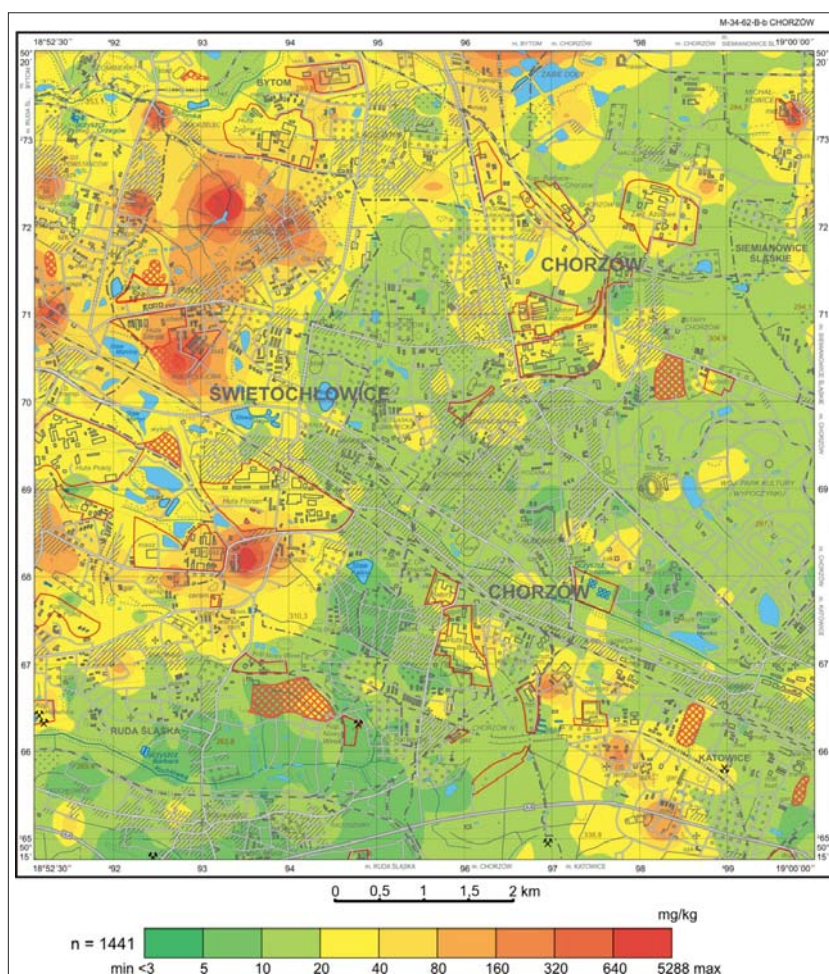
→

Ryc. 1. Zawartość arsenu w glebach – widoczne anomalie w rejonie hałdy odpadów koło historycznych hut cynku w Świętochłowicach

Fig. 1. Arsenic content in soils – visible anomalies in the area of the slag heap of waste near historic zinc smelters in Świętochłowice

Nieco odrębnym problemem, z uwagi na metodykę badań, są zanieczyszczenia środowiska naturalnymi i sztucznymi radionuklidami. Obszar całej Polski został pokryty spektrometrycznym zdjęciem promieniowania gamma, którego wyniki informują o rozkładzie uranu, toru, potasu i cezu poczarnobylskiego. W Polsce największą zawartość naturalnych pierwiastków promieniotwórczych stwierdzono na obszarze Sudetów, co wiąże się z ich występowaniem w minerałach skał magmowych tego regionu, natomiast najwyższe stężenia cezu poczarnobylskiego odnotowano na terenie Opolszczyzny (Strzelecki i in., 1993, 1994a, b).

Cennym źródłem informacji o środowisku jest *Mapa Geośrodowiskowa Polski* (MGŚP) opracowana w ujęciu arkuszowym (w skali 1:50 000, w układzie PL-1992, z objaśnieniami w ujęciu wojewódzkim), stanowiąca jednocześnie cyfrową ciągłą bazę danych przestrzennych GIS. Dane są zgrupowane w 8 warstwach informacyjnych: kopaliny (złóża i perspektywiczne obszary złóżowe), wody powierzchniowe i podziemne, obiekty i formy przyrodniczo-krajobrazowe objęte ochroną prawną, użytkowanie terenu oraz warunki budowlane, antropopresja (przedsięwzięcia uciążliwe lub też potencjalnie uciążliwe), naturalna bariera izolacyjna (lokalizacje predysponowane pod przedsięwzięcia uciążliwe), obszary predysponowane pod składowiska odpadów, stan chemiczny środowiska (gleby, osady, wody powierzchniowe), a także potencjał radonowy (obszaru Sudetów i Górnośląskiego Zagłębia Węglowego). Informacje MGŚP są dostępne na portalu <http://emgsp.pgi.gov.pl> w postaci usług przeglądania danych WMS. Zaletą MGŚP jest kompilacja informacji z różnych dziedzin, w dużej



mierze udostępnianych w pierwotnej wersji, ale także w formie przetworzonej pod kątem wykorzystania ich do zarządzania środowiskiem i planowania przestrzennego (Kozłowska i in., 2015).

Opracowania z zakresu geologii środowiska

W obszarze ochrony zasobów naturalnych szczególną rolę pełnią programy ochrony środowiska, które są opracowywane od początku lat 80. XX wieku, choć kluczowe znaczenie dla obowiązków ich cyklicznego opracowywania i monitorowania efektów realizacji miały zapisy ustawy o wprowadzeniu ustawy – *Prawo ochrony środowiska*, ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Ustawa, 2001a; Kostrz-Sikora, Fajfer, 2019).

Zgodnie z obowiązującym brzmieniem artykułów 13. i 14. ustawy *Prawo ochrony środowiska* (Ustawa, 2001b) programy należy traktować jako jedno z narzędzi służących organom wykonawczym (województwa, powiatu bądź gminy) do realizacji zespołu działań mających na celu stworzenie warunków niezbędnych do ochrony środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju.

Opublikowane w 2015 r. przez Ministerstwo Środowiska *Wytyczne do opracowania wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska* (Wytyczne, 2015) wskazują, że dokumenty te powinny stanowić kompleksowe zestawienie informacji o stanie środowiska danej jednostki administracyjnej, ze szczególnym uwzględnieniem takich jego elementów (tzw. obszarów interwencji), jak: ochrona klimatu i jakość powietrza; zagrożenia hałasem; pola elektromagnetyczne; gospodarowanie wodami; gospodarka wodno-ściekowa; zasoby geologiczne; gleby; gospodarka odpadami i zapobieganie powstawaniu odpadów; zasoby przyrodnicze; a także zagrożenia poważnymi awariami. Charakterystykę obszarów interwencji zaleca się przeprowadzać z zastosowaniem modelu DPSIR (*Drivers* – siły sprawcze, *Pressures* – presja, *State* – stan, *Impact* – wpływ i *Response* – reakcja) oraz z uwzględnieniem zagadnień horyzontalnych: adaptacja do zmian klimatu, nadzwyczajne zagrożenia środowiska, działania edukacyjne i monitoring środowiska. Jej podsumowanie powinna stanowić indywidualna ocena SWOT (*Strengths* – silne strony, *Weaknesses* – słabe strony, *Opportunities* – szanse, okazje i *Threats* – zagrożenia).

W tym kontekście opracowanie programu ochrony środowiska to nie tylko zgromadzenie ogromnego zasobu danych środowiskowych, ale przede wszystkim ich umiejętna analiza i interpretacja, rozpoznanie wzajemnych zależności i oddziaływań pomiędzy poszczególnymi elementami środowiska oraz przewidywanie kierunków zmian. Treść programu, w tym sformułowane cele, kierunki działań i zadania powinny być dopasowane do rzeczywistych potrzeb konkretnej jednostki administracyjnej oraz do zmieniających się w jej obrębie warunków społeczno-gospodarczych i środowiskowych (Fajfer i in., 2017).

Programy ochrony środowiska opracowywane w PIG-PIB od blisko 20 lat cieszą się doskonałą opinią na rynku usług środowiskowych. Charakteryzuje je wysoki poziom wiedzy eksperckiej oraz wykorzystanie publikowanych wyników najnowszych projektów naukowych realizowanych przez instytut. Atutem programów ochrony środowiska sygnowanych logo PIG-PIB jest także wypracowana na przestrzeni lat autorska metodologia ich

tworzenia, dzięki czemu dokumenty te skutecznie łączą potrzeby ochrony środowiska, wymagania prawne, oczekiwania odbiorców i możliwości praktycznego wdrażania ich zapisów przez lokalne władze (Fajfer i in., 2017; Kostrz-Sikora, Fajfer, 2019).

Warto też podkreślić, że do czasu wejścia w życie ustawy o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (Ustawa, 2012) integralną częścią programów ochrony środowiska były plany gospodarki odpadami.

Programy ochrony środowiska, prezentowane w formie odrębnych opracowań, zawierały informacje o: rodzajach i ilości odpadów wytwarzanych na terenie danej jednostki administracyjnej, sposobach ich zagospodarowania oraz istniejącej infrastrukturze służącej do odzysku i unieszkodliwiania odpadów, a ponadto wytyczały cele i działania dotyczące gospodarowania odpadami niezbędne do realizacji w okresie obowiązywania dokumentu. Obecnie plany gospodarki są wykonywane na szczeblu krajowym i wojewódzkim. Wiedza ekspercka pracowników instytutu znalazła odzwierciedlenie m.in. w takich dokumentach, jak: *Krajowy plan gospodarki odpadami* (Uchwała, 2002), *Krajowy plan gospodarki odpadami 2010* (Uchwała, 2006), *Wojewódzki plan gospodarki odpadami dla Mazowsza na lata 2007–2011 z uwzględnieniem lat 2012–2015 (aktualizacja)* (Uchwała, 2007), *Wojewódzki plan gospodarki odpadami województwa dolnośląskiego na lata 2008–2011 z uwzględnieniem lat 2012–2015* (Uchwała, 2009), a także w wielu planach opracowanych na szczeblu powiatowym i gminnym.

Zagadnienia dotyczące gospodarowania odpadami, w tym problematyka ich wpływu na środowisko to kwestie, które w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat były także przedmiotem wielu innych zadań realizowanych w instytucie. Przykładem jest między innymi *Spis obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych oraz opuszczonych obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych*, wykonany w 2012 r. na zlecenie głównego inspektora ochrony środowiska (Fajfer i in., 2012). Bazując na kryteriach zdefiniowanych w dokumencie pt. *Opracowanie metodyki wykonania spisu zamkniętych obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych oraz opuszczonych obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, które wywierają negatywny wpływ na środowisko* (Fajfer i in., 2010) oraz uwzględniając obowiązujące przepisy prawa, spisem objęto 368 obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, zwałowisk, hałd oraz osadników poflotacyjnych, w których były deponowane odpady z eksploatacji i przeróbki kopalni. Efektem zrealizowanych prac (kameralnych, terenowych i technicznych) było zgromadzenie informacji o każdym z obiektów w postaci indywidualnych kart inwentaryzacyjnych, scharakteryzowanie poszczególnych obiektów w układzie wojewódzkim i surowcowym oraz opracowanie elektronicznej bazy danych zawierającej zbiór kompletnych informacji o poszczególnych obiektach, w tym także dotyczących ich oddziaływania na środowisko (Fajfer i in., 2012; Kostrz-Sikora i in., 2013).

Wśród wykonywanych w instytucie opracowań o istotnym znaczeniu dla geologii środowiska znajdują się także raporty początkowe – dokumenty, które w polskim porządku prawnym pojawiły się w następstwie implementacji Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji

przemysłowych (tzw. dyrektywa IED). Zgodnie z zapisami ustawy o zmianie ustawy – *Prawo ochrony środowiska*, która weszła w życie 5 września 2014 r., oraz niektórych innych ustaw (Ustawa, 2014), raporty początkowe stały się integralną częścią wniosku o wydanie zintegrowanych pozwoleń na korzystanie z instalacji zakładom ubiegającym się o nie po raz pierwszy lub wniosku o wydanie pozwolenia zintegrowanego na dokonanie zmiany instalacji istotnie modyfikującej jej funkcjonowanie. Celem raportów jest określenie stanu zanieczyszczenia gleby, ziemi oraz wód gruntowych substancjami, które stwarzają ryzyko dla środowiska gruntowo-wodnego. Jednocześnie ustawodawca sprecyzował zakres obowiązujących dokumentów, wskazując, że powinny one zawierać informacje na temat działalności prowadzonej obecnie i w przeszłości na terenie zakładu, nazwy substancji powodujących ryzyko (wykorzystywanych, produkowanych lub uwalnianych przez znajdujące się na terenie zakładu instalacje wymagające zintegrowanego pozwolenia), a także informacje na temat stanu zanieczyszczenia gleby, ziemi i wód gruntowych na terenie zakładu substancjami powodującymi ryzyko, w tym wyniki badań zanieczyszczenia gleby i ziemi tymi substancjami oraz wyniki pomiarów zawartości tych substancji w wodach gruntowych, wykonanych przez akredytowane laboratorium – art. 208 ust. 4 ustawy *Prawo ochrony środowiska* (Ustawa, 2001b).

Rekultywacja terenów zanieczyszczonych i zdegradowanych

Celem rekultywacji jest przywrócenie, poprzez odpowiednie zabiegi, wartości użytkowych terenom zdegradowanym. Najczęściej tereny zdegradowane są zalesiane, przekształcane w kierunku rolnym (pola, ogródki), wypoczynkowo-turystycznym (zalewy, jeziora), sportowym (trasy rowerowe), dydaktycznym (ścieżki przyrodnicze), a niekiedy wykorzystywane pod budownictwo mieszkaniowe i komercyjne. Proces rekultywacji gleb rozpoczyna się od rozpoznania ich stanu chemicznego i sporządzenia planu działań.



Ryc. 2. Pryzmy biorekultywacyjne wykonane w celu oczyszczenia gruntów przeznaczonych pod budowę centrum handlowego *Arcadia* w Warszawie. Fot. S. Wołkowicz
Fig. 2. Biopiles made in order to cleanse lands allocated for the construction of the shopping centre *Arcadia* in Warsaw. Photo by S. Wołkowicz

Jeden z szeroko zakrojonych programów rekultywacji, w którym uczestniczył PIG-PIB, obejmował inwentaryzację i likwidację mogiłników (miejsz składowania przeterminowanych środków ochrony roślin), realizowaną według koncepcji opracowanej w instytucie (Wołkowicz, Strzelecki, 2000; Wołkowicz i in., 2005), oraz monitoring zanieczyszczeń w ich otoczeniu (Wołkowicz, 2010). Prace te umożliwiły fizyczną likwidację tych obiektów i wypełnienie przez Polskę zapisów konwencji sztokholmskiej odnośnie składowania przeterminowanych środków ochrony roślin (Wołkowicz, 2019).

Przykładem jednej z wielu rekultywacji przeprowadzonych przez PIG-PIB było oczyszczenie (we współpracy z firmą SEGI) gruntów na terenie dawnego Dworca Gdańskiego w Warszawie, na którym zbudowano później centrum handlowe *Arkadia*. Wyniki chemicznych badań próbek gruntów, wykonane w trakcie prac dokumentacyjnych pod planowaną inwestycję, wykazały ich silne zanieczyszczenie węglowodorami aromatycznymi z grupy BTEX (benzen, toluen, etylen, ksylen). Studium materiałów archiwalnych i przedwojennych zdjęć lotniczych ujawniło, że najsilniej zanieczyszczone grunty występowały w rejonie magazynów historycznej stacji kolejowej. Rekultywacja polegała na wydobyciu zanieczyszczonych gruntów i ułożeniu ich w pryzmy biorekultywacyjne (ryc. 2) na podłożu z folii. Wewnątrz pryzm przebiegały kanały zapewniające odżywianie bakterii, których użyto do oczyszczenia gruntów. W ten sposób oczyszczono około 10 000 m³ gruntu, który następnie został rozplantowany.

KIERUNKI ROZWOJU

Zadania kontynuowane

Obserwowane zmiany klimatyczne, postępujące procesy uprzemysłowienia i urbanizacji oraz przewaga postaw konsumpcyjnych społeczeństwa to czynniki, które w znaczący sposób wpływają na stan środowiska. Minimalizacja negatywnego wpływu antropopresji, z którą mierzy się współczesny świat, wymaga nie tylko skutecznych rozwiązań technicznych i technologicznych, popartych wynikami badań naukowych, ale również akceptacji społecznej działań na rzecz ochrony środowiska naturalnego, wynikającej ze świadomości ekologicznej. Przyszłość geologii środowiska jest bezspornie związana z kontynuacją prac ukierunkowanych na rozpoznawanie i monitorowanie stanu poszczególnych elementów środowiska (gleb, wód i powietrza atmosferycznego) oraz składowisk odpadów, terenów poprzemysłowych, miejsc zrzutu ścieków itp., a dane geośrodowiskowe, uzyskiwane i publikowane przez PIG-PIB, znajdują coraz większe praktyczne zastosowanie i nie ulega wątpliwości, że będą one pożądanym źródłem informacji w przyszłości. W ramach kartografii geochemicznej planowana jest kontynuacja realizacji *Szczegółowej Mapy Geochemicznej Górnego Śląska w skali 1:25 000*, ze względu na silne

uprzemysłowienie i zurbanizowanie tego regionu, zajmującego w Polsce wyjątkową pozycję.

Do priorytetów środowiskowych należy problem gospodarowania odpadami, zajmujący coraz więcej miejsca w globalnych oraz regionalnych systemach prawnych i organizacyjnych. Zagadnienie to należy rozwijać w programach kształcenia dzieci i młodzieży oraz w codziennym funkcjonowaniu wielu organizacji gospodarczych i społeczności lokalnych. W dalszym ciągu w obszarze zainteresowań geologii środowiska powinny się znajdować kwestie ograniczania ilości wytwarzanych odpadów i ich unieszkodliwiania oraz możliwości recyklingu i odzysku surowców wtórnych.

Do prowadzenia badań w dziedzinie geologii środowiska niezbędne jest nowoczesne laboratorium chemiczne i zespoły pracowników wyspecjalizowanych w odpowiednim pobieraniu i badaniu próbek. Technika pobierania próbek odgrywa istotną rolę w procesie badawczym, ponieważ wpływa na wyniki analiz, a co za tym idzie – ocenę stanu środowiska. W związku z tym należy zadbać o utrzymanie i poszerzenie akredytacji laboratorium przez Polskie Centrum Akredytacji, które potwierdza jego kompetencje do wykonywania badań próbek środowiskowych, oraz opracować i wdrożyć procedury analityczne badania np. odpadów wydobywczych, farmaceutycznych, plastiku itp. materiałów. Laboratorium chemiczne PIG-PIB, aby nadal mogło aktywnie uczestniczyć w realizacji zadań z zakresu geologii środowiska i geochemii, należy rozbudować i zmodernizować jego infrastrukturę oraz wyposażenie. Ważnym realnym działaniem w obszarze geologii środowiska powinno być także utrzymanie współpracy z organami administracji samorządowej i rządowej, funkcjonowanie na rynku usług środowiskowych oraz działalność edukacyjna.

Zadania planowane

W najbliższej przyszłości geolodzy z PIG-PIB zamierzają opracować metodykę monitoringu gleb na obszarach miejskich, wykonać kompleksowe badania zanieczyszczenia środowiska w otoczeniu historycznych hałd odpadów górnictwa i hutnictwa metali, opracować mapy potencjału radonowego Polski i rozbudować bazy gromadzące szczegółowe dane środowiskowe.

Ponieważ z każdym rokiem zwiększa się udział mieszkańców miast w ogólnej liczbie ludności na świecie i wpływ funkcjonowania miast na zmiany środowiskowe (Vasenev i in., 2017), dlatego też do najważniejszych zadań geologii środowiska należą precyzyjne i kompleksowe badania obszarów zurbanizowanych, a szczególnie monitoring środowiska. W planach racjonalnego rozwoju obszarów zurbanizowanych należy uwzględnić nie tylko tworzenie infrastruktury, lecz również konieczność ochrony zasobów przyrody, co wymaga wcześniejszego rozpoznania ich stanu, mechanizmów funkcjonowania, diagnozowania i monitoringu. W miastach najczęściej są badane gleby (Johnson i in., 2011; Lal, Stewart, 2017), ze względu na zachodzące w nich szkodliwe i często nieodwracalne zmiany. Jak wskazują wyniki badań przeprowadzonych na obszarze Górnego Śląska, problem zanieczyszczenia gleb terenów zurbanizowanych nie dotyczy tylko tych miejsc, na których obecnie jest prowadzona działalność przemysłowa, ale także obszarów zielonych, takich jak parki, skwery czy place zabaw, na obszarze których mogła być ona

wcześniej prowadzona (Nieć i in., 2013). Prowadzenie monitoringu gleb w miastach stwarza potrzebę opracowania odpowiedniej procedury badań, tj. sposobu i częstotliwości pobierania próbek oraz zakresu i metod badań laboratoryjnych.

Wydobywanie kruszców z licznych płytkich kopalń rozsianych na terenie Dolnego i Górnego Śląska oraz Gór Świętokrzyskich, a także prymitywna technologia wytopu metali z rud, prowadzona szczególnie intensywnie w XVI–XIX w., spowodowały rozproszenie odpadów poprodukcyjnych wokół wyrobisk i trwającą do dziś ciągłą migrację metali do gleb i wód (Dziekoński, 1972; Kierczak i in., 2009, 2010; Kierczak, Pietranik, 2011). W celu określenia oddziaływania na środowisko starych hałd, niekiedy już niewidocznych w terenie, proponuje się przeprowadzenie szczegółowego kartowania geochemicznego (w skali 1:25 000) w wybranych rejonach Sudetów i Gór Świętokrzyskich.

Ustawa z dnia 13 czerwca 2019 r. o zmianie ustawy – *Prawo atomowe* oraz ustawy o ochronie przeciwpożarowej (Ustawa, 2019) reguluje zagadnienia, które nie były dotąd ujęte w polskim prawie – przede wszystkim kwestie związane z narażeniem ludności na emisję radonu w budynkach mieszkalnych oraz miejscach pracy. Najistotniejszym źródłem radonu w pomieszczeniach budynków jest szeroko rozumiane podłoże geologiczne (Strzelecki, Wołkowicz, 1993). W związku z tym konieczne jest określenie potencjału radonowego tego podłoża na obszarze całego kraju, np. metodą pomiaru stężenia radonu w powietrzu glebowym, co najmniej w takim stopniu, jak zostało to wykonane dla obszaru Sudetów (Wołkowicz, 2007). Dlatego powstał projekt opracowania mapy potencjału radonowego Polski.

W miarę pojawiania się nowych danych o środowisku działania specjalistów w dziedzinie geologii środowiska powinny objąć również gromadzenie i aktualizację informacji w otwartych i uzupełnianych zbiorach danych. Zatem ważnym zadaniem staje się utworzenie kompleksowej bazy przestrzennych danych geochemicznych pochodzących z obszaru Polski, zawierającej informacje o chemizmie środowiska gleb, osadów i wód oraz charakterystyce potencjalnych źródeł zanieczyszczeń. Ciągłym zadaniem powinna być aktualizacja Bazy Danych Antropopresja, która funkcjonuje w ramach MGŚP, polegająca na identyfikowaniu i inwentaryzowaniu obiektów związanych z emisją zanieczyszczeń, ponieważ gromadzone w niej informacje ulegają dynamicznym zmianom.

LITERATURA

- DZIEKOŃSKI T. 1972 – Wydobywanie i metalurgia kruszców na Dolnym Śląsku od XIII do połowy XX wieku. Ossolineum, Wrocław.
- FAJFER J., KRIEGER W., ROLKA M., ANTOLAK O. 2010 – Opracowanie metodyki wykonania spisu zamkniętych obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych oraz opuszczonych obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, które wywierają negatywny wpływ na środowisko. Arch. Gł. Insp. Ochr. Środ., Warszawa.
- FAJFER J., BLIŻNIUK A., BOBIŃSKI W., CHOROMAŃSKI D., CISZEK D., FORMOWICZ R., GAŁKA M., KOSTRZ-SIKORA P., KRIEGER W., LICHTARSKI G., MARKOWIAK M., MIECZNIK J., MYDŁOWSKI A., PASIECZNA A., ROLKA M., ROMANEK A., RÓŻAŃSKI P., SALWA S., SIKORSKA-MAYKOWSKA M., SROGA C., STARZYCKA A., SZREK D., SZTROMWASSER E., URBAŃSKI K., WILK S., WOŁKOWICZ S. 2012 – Spis obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych oraz opuszczonych obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, które wywierają negatywny wpływ na środowisko. Arch. Gł. Insp. Ochr. Środ., Warszawa.

- FAJFER J., KRIEGER W., ROLKA M. 2013 – Zamknięte i opuszczone obiekty unieszkodliwiania odpadów wydobywczych – metodyka inwentaryzacji i struktura bazy danych. Zesz. Nauk. IGSMiE PAN, 85: 23–27.
- FAJFER J., KOSTRZ-SIKORA P., CHECHELSKA-PALIGA B. 2017 – Program ochrony środowiska jako narzędzie realizacji idei zrównoważonego rozwoju na terenie miasta Jaworzna (Environmental program as a tool for implementing the sustainable development idea in the city of Jaworzno). [W:] Sadowski R.F., Łepko Z. (red.), Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej: Theoria i praxis zrównoważonego rozwoju. 30 lat od ogłoszenia Raportu Brundtland. Towarzystwo Naukowe Franciszka Salezego: 411–422.
- JOHANSON C., DEMETRIADES A., LOCUTURA J., OTTESEN R.T. (red.) 2011 – Mapping the chemical Environment of Urban Areas. Wiley-Backwell.
- KIERCZAK J., NEEL C., PUZIEWICZ J., BRIL H. 2009 – The mineralogy and weathering of slag produced by the smelting of Ni ores, southwestern Poland. Can. Mineral., 47: 557–572.
- KIERCZAK J., BRIL H., NEEL C., PUZIEWICZ J. 2010 – Pyrometallurgical slags in Upper and Lower Silesia (Poland): from environmental risks to use of slag-based products – a review. Arch. Environ. Prot., 36: 111–126.
- KIERCZAK J., PIETRANIK A. 2011 – Mineralogy and composition of historical Cu slags from the Rudawy Janowickie Mountains, southwestern Poland. Can. Mineral., 49: 1029–1044.
- KONIECZYŃSKA M. 1998a – Atlas geochemiczny aglomeracji łódzkiej w skali 1:100 000. Cz. II. Wody podziemne. Państw. Inst. Geol.
- KONIECZYŃSKA M. 1998b – Atlas geochemiczny Wrocławia i okolic w skali 1:100 000. Cz. II. Wody podziemne. Państw. Inst. Geol.
- KOSTRZ-SIKORA P., FAJFER J. 2019 – Programy ochrony środowiska – udział Państwowego Instytutu Geologicznego w tworzeniu narzędzi do realizacji polityki ochrony środowiska. Prz. Geol., 67 (10): 817–822.
- KOSTRZ-SIKORA P., BLIŻNIUK A., FAJFER J., ROLKA M. 2013 – Inwentaryzacja zamkniętych i opuszczonych obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych. Zesz. Nauk. IGSMiE PAN, 85: 199–204.
- KOZŁOWSKA O., SOŁOMACHA M., WALENTEK I. 2015 – Mapa Geośrodowiskowa Polski dla racjonalnego zarządzania zasobami środowiska. Prz. Geol., 63: 1373–1380.
- LAL R., STEWART B.A. (red.) 2017 – Urban Soils. CRC Press.
- LIS J. 1992 – Atlas geochemiczny Warszawy i okolic w skali 1:100 000. Wyd. Państw. Inst. Geol.
- LIS J., PASIECZNA A. 1995a – Atlas geochemiczny Polski w skali 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol.
- LIS J., PASIECZNA A. 1995b – Atlas geochemiczny Górnego Śląska w skali 1:200 000. Państw. Inst. Geol.
- LIS J., PASIECZNA A. 1995c – Atlas geochemiczny Krakowa i okolic w skali 1:100 000. Państw. Inst. Geol.
- LIS J., PASIECZNA A. 1998a – Atlas geochemiczny aglomeracji łódzkiej w skali 1:100 000. Cz. I. Gleby, osady wodne, gleby powierzchniowe. Państw. Inst. Geol.
- LIS J., PASIECZNA A. 1998b – Atlas geochemiczny aglomeracji szczyńskiej w skali 1:200 000. Cz. I. Gleby, osady wodne, gleby powierzchniowe. Państw. Inst. Geol.
- LIS J., PASIECZNA A. 1999 – Atlas Geochemiczny Pobrzeża Gdańskiego w skali 1:250 000. Cz. I. Gleby, osady wodne, gleby powierzchniowe. Państw. Inst. Geol.
- LIS J., PASIECZNA A. 2005 – Atlas geochemiczny Poznania i okolic w skali 1:100 000. Państw. Inst. Geol.
- LIS J., PASIECZNA A., BOJAKOWSKA I., GLIWICZ T., FRANKOWSKI Z., PASŁAWSKI P., POPIOŁEK E., SOKOŁOWSKA G., STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S. 1999 – Atlas geochemiczny Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego w skali 1:25 000. Państw. Inst. Geol.
- NAŁĘCZ T. 1998 – Atlas geochemiczny aglomeracji szczyńskiej w skali 1:200 000. Cz. II. Wody podziemne. Państw. Inst. Geol.
- NAŁĘCZ T. 1999 – Atlas geochemiczny Pobrzeża Gdańskiego w skali 1:250 000. Cz. II. Wody podziemne. Państw. Inst. Geol.
- NIEĆ J., BARANOWSKA R., DZIUBANEK G., ROGALA D. 2013 – Narażenie środowiskowe dzieci na metale ciężkie zawarte w glebach z placów zabaw, boisk, piaskownic i terenów przedszkoli z obszaru Górnego Śląska. J. Ecol. Health, 17 (2): 55–62.
- PASIECZNA A. 2018 – Kartograficzne badania geochemiczne w Polsce. Prz. Geol., 66 (6): 344–352.
- PASIECZNA A., SIEMIĄTKOWSKI J., LIS J. 1996 – Atlas geochemiczny Wałbrzyska i okolic w skali 1:50 000. Państw. Inst. Geol.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S. 1993 – Radon – zagrożenie większe niż Czarnobyl. Prz. Geol., 41 (3): 151–155.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P. 1993 – Mapy radioekologiczne Polski. Część I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężeń cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Państw. Inst. Geol.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., LEWANDOWSKI P. 1994 – Koncentracje cezu w Polsce. Prz. Geol., 42 (1): 3–8.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P. 1994 – Mapy radioekologiczne Polski. Część II: Mapy koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Państw. Inst. Geol.
- TOMASSI-MORAWIEC H., LIS J., PASIECZNA A. 1998 – Atlas geochemiczny Wrocławia i okolic w skali 1:100 000. Cz. I. Gleby, osady wodne, gleby powierzchniowe. Państw. Inst. Geol.
- TOMASSI-MORAWIEC H. (red.), BOJAKOWSKA I., DUSZA-DOBIEK A., PASIECZNA A. 2016 – Atlas geochemiczny Warszawy i okolic w skali 1:100 000. Państw. Inst. Geol.
- UCHWAŁA 2002 – Uchwała Rady Ministrów nr 219 z dnia 29 października 2002 r. w sprawie krajowego planu gospodarki odpadami. M.P. z 2003 r. Nr 11, poz. 159.
- UCHWAŁA 2006 – Uchwała Rady Ministrów nr 233 z dnia 29 grudnia 2006 r. w sprawie Krajowego planu gospodarki odpadami 2010. M.P. z 2006 r. Nr 90, poz. 946.
- UCHWAŁA 2007 – Uchwała Nr 164/07 Sejmiku Województwa Mazowieckiego z dnia 15 października 2007 r. w sprawie uchwalenia aktualizacji Wojewódzkiego planu gospodarki odpadami dla Mazowsza na lata 2007–2011 z uwzględnieniem lat 2012–2015; <https://bip.mazovia.pl/samorzad/sejmik/uchwaly-sejmiku/uchwala,1112,16407.html>
- UCHWAŁA 2009 – Uchwała Nr XL/650/09 Sejmiku Województwa Dolnośląskiego z dnia 30 kwietnia 2009 r. w sprawie aktualizacji Wojewódzkiego planu gospodarki odpadami województwa dolnośląskiego na lata 2008–2011 z uwzględnieniem lat 2012–2015; <http://bip.umwd.dolnyslask.pl/dokument,iddok,2489,idmp,165,r,r>
- USTAWA 2001a – Ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. o wprowadzeniu ustawy – Prawo ochrony środowiska, ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych ustaw. Dz.U. z 2001 r. Nr 100 poz. 1085 z późn. zm.
- USTAWA 2001b – Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska. tj. Dz.U. z 2019 r. poz. 1396 z późn. zm.
- USTAWA 2012 – Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach. Dz.U. z 2013 r. poz. 21.
- USTAWA 2014 – Ustawa z dnia 11 lipca 2014 r. o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw. Dz.U. z 2014 r. poz. 1101.
- USTAWA 2019 – Ustawa z dnia 13 czerwca 2019 r. o zmianie ustawy – Prawo atomowe oraz ustawy o ochronie przeciwpożarowej. Dz.U. z 2019 r. poz. 1593.
- VASENEV V.I., SMAGIN A.V., ANANYEVA N.D., IVASHCHENKO K.V., GAVRILENKO E.G., PROKOFEVA T.V., PATLSEVA A., STOOORVOGEL J.J., GOSSE D.D., VALENTINI R. 2017 – Urban soil's functions: Monitoring, assessment, and management. [W:] Rakshit A., Abhilash P.C., Singh H.B., Ghosh S. (red.), Adaptive Soil Management: From Theory to Practices. Springer Nature Singapore: 359–409; https://doi.org/10.1007/978-981-10-3638-5_18
- WOŁKOWICZ S. 2007 – Potencjał radonowy Sudetów i wybranych jednostek bloku przedsudeckiego. [W:] Wołkowicz S. (red.), Potencjał radonowy Sudetów wraz z wyznaczeniem obszarów występowania potencjalnie leczniczych wód radonowych. Państw. Inst. Geol.: 5–106.
- WOŁKOWICZ W. 2010 – Ocena wpływu migracji pestycydów chloroorganicznych z wybranych mogiłników, zlokalizowanych w różnych warunkach geologicznych, na zanieczyszczenie osadów i wód podziemnych. Prz. Geol., 58: 1087–1097.
- WOŁKOWICZ S. 2019 – Ewolucja głównych kierunków działania PiG w latach 1919–2019. Prz. Geol., 67 (3): 139–145.
- WOŁKOWICZ S., STRZELECKI R. 2000 – Mogilniki – drogi likwidacji problemu. Prz. Geol., 48 (6): 518–519.
- WOŁKOWICZ S., CHOROMAŃSKI D., WOŁKOWICZ W., STRZELECKI R. 2005 – Liquidation and recultivation of repositories containing unwanted pesticides in Poland: Current status and perspectives for solving the problem. PGI Spec. Pap., 17: 89–93.
- WYTYCZNE 2015 – Wytyczne do opracowania wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska. Min. Środ.; <https://bip.mos.gov.pl/strategie-plany-programy/wytyczne-do-programow-ochrony-srodowiska>