

Wczoraj, dzisiaj i jutro hydrogeologii w Państwowym Instytucie Geologicznym

Małgorzata Woźnicka¹, Andrzej Sadurski²



M. Woźnicka



A. Sadurski

Yesterday, today and future of hydrogeology at the Polish Geological Institute. Prz. Geol., 68: 338–344.

A b s t r a c t. The Polish hydrogeology had started its development at the end of the 19th century, before Poland was liberated. The needs for country restoration after the world war and for ensuring water supply for communities and industry required construction of many water intakes and water reservoirs. On the other hand, the development of ore deposits, e.g. hard coal seams, needed dewatering of mines and quarries. The Polish pioneer hydrogeologist was R. Rosłoński (1880–1956). He organized the Hydrology Department at the Polish Geological Institute (PGI) in 1919. After World War II, the Hydrogeology and Engineering Department was established at the Geological Institute in Warsaw. Dozent F. Rutkowski was the head of the unit for more than 10 years. Professors C. Kolago, J. Malinowski, A. Rózkowski and B. Paczyński

introduced in practice a number of hydrogeological studies, including hydrogeological cartography, groundwater resource balances, recognition of groundwater resources of well fields and hydrogeological units of Poland, mining hydrogeology, and the principles of groundwater protection in Poland. Hydrogeological data banks were also first introduced at the PGI. The last 20 years of hydrogeology at the PGI were strongly connected with Poland's accession to the European Union and with the implementation of European directives to the water management system in practice. For this reason, the state hydrogeological survey has been established at the PGI.

Keywords: groundwater, history of hydrogeology, Polish Hydrogeological Survey, Polish Geological Institute

Historię Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego kształtował rozwój wielu dziedzin nauk geologicznych. Hydrogeologia, przed którą na przestrzeni ostatnich 100 lat stawiano ambitne wyzwania, była obecna w instytucie od pierwszych lat jego działalności. Rozwój tego obszaru badań odzwierciedlał aktualne potrzeby społeczeństwa i gospodarki, a wyniki prac były na bieżąco wdrażane. Zespoły hydrogeologów w instytucie spełniały różne funkcje w środowisku branżowym w kraju, ale zawsze współpraca pomiędzy ośrodkami naukowymi była ważna. Oprócz inicjowania i koordynacji bieżących zadań badawczych i projektów obejmujących obszar całego kraju, prowadzone były kursy i warsztaty zapewniające podnoszenie kwalifikacji hydrogeologów i szkolenie kadr. Szczególnie istotne znaczenie miały organizowane przez PIG-PIB lub współorganizowane z wiodącymi ośrodkami hydrogeologicznymi w kraju sympozja i konferencje naukowe, które stanowiły forum prezentowania wyników badań, dyskusji i wymiany poglądów dla całego środowiska polskich hydrogeologów.

WCZORAJ – POCZĄTKI BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH I ICH ROZWÓJ W PAŃSTWOWYM INSTYTUCIE GEOLOGICZNYM

W uzasadnieniu sejmowego wniosku nagłego w sprawie powołania Państwowego Instytutu Geologicznego poseł sprawozdawca Bronisław Radziszewski wskazywał rolę zadań ukierunkowanych na dostarczenie społeczeństwu

dobrej jakości wody. Te zadania znalazły swe odzwierciedlenie w zatwierdzonym w roku 1921 statucie instytutu, w którym wyodrębniono Pion Hydrologii, zajmujący się wodami podziemnymi (funkcjonowało wówczas pojęcie *hydrologii wód podziemnych*). Naczelnikiem tego pionu, przemianowanego później na Pion Hydrogeologii, był profesor Politechniki Lwowskiej Romuald Rosłoński (1880–1956), który już w latach 1906–1908 publikował pierwsze prace dotyczące matematycznego opisu ruchu wód podziemnych. Wprowadził on w tym czasie polską terminologię dotyczącą wód podziemnych, w tym też bardzo wcześnie pojęcie *hydrogeologia*, oraz podał krótkie ujęcie wiedzy o wodach podziemnych w podręczniku inżynierskim opublikowanym w 1928 r. – *Hydrologia w zakresie nauki o wodach podziemnych dla potrzeb osiedli* (Rosłoński, 1928). Wielkie znaczenie miała jego praca o wodach gruntowych zlewni Jasioldy, która została niestety częściowo zapomniana, ponieważ ukazała się drukiem pod koniec 1939 r. (w Wydawnictwie Towarzystwa Naukowego we Lwowie). W swych badaniach Rosłoński wykazał, że retencja wód podziemnych (retencja gruntowa) jest w Polsce niewielka, stąd ubóstwo wodne kraju.

W okresie międzywojennym prace hydrogeologiczne w instytucie były związane przede wszystkim z działalnością kartograficzną – opracowywano szkice hydrogeologiczne do map geologicznych, a także rozpoczęto realizację map hydrogeologicznych w skali 1 : 300 000. Romuald Rosłoński wraz z Janem Samsonowiczem opracowali w 1939 r. arkusz Łódź–Piotrków (materiały do prawie gotowej mapy

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

² Emerytowany pracownik Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego.

zaginięły niestety podczas wojny). Przeprowadzono również badania terenowe dla arkusza Radom i Lwów oraz rozpoczęto wstępne prace dla arkusza Kielce (Sadurski, Skrzypczyk, 2018).

Wody podziemne były w tym okresie przedmiotem zainteresowań wielu wybitnych geologów w instytucie. Jan Samsonowicz prowadził badania na obszarze niecki łódzkiej, zaś Jan Czarnocki (1926) wykonał szereg ekspertyz dla wodociągów kieleckich oraz opublikował prace na temat solanek Buska i Solca. Głębokie wody Warszawy były przedmiotem zainteresowania J. Kirkora oraz Z. Sujkowskiego, pracownika PIG od 1929 r. i S.Z. Różyckiego, już od czasów studiów związanego z instytutem (Kleczkowski, Sadurski, 1999).

W latach okupacji (1939–1945), w skrajnie trudnych warunkach, prowadzono niektóre działania w zakresie rozpoznawania warunków hydrogeologicznych. Rosłoński kontynuował zbieranie materiałów w ramach kartografii hydrogeologicznej, a Samsonowicz w latach 1941–1942 prowadził badania nad wodonośnymi poziomami trzeciorzędowymi niecki mazowieckiej.

Okres powojenny zapoczątkował nowe wyzwania w obszarze hydrogeologii. W latach 1945–1950, po zniszczeniach II wojny światowej, w kraju działali tylko specjaliści wodociągowi, podejmując starania przywrócenia do życia miast i zakładów przemysłowych. W 1947 r. w PIG powołano Wydział Hydrogeologii, którego inicjatorem był J. Gołąb. Rosłoński nie powrócił po wojnie do Warszawy, pozostał w Krakowie, gdzie utworzył Katedrę Hydrogeologii na powstałej wtedy Politechnice Krakowskiej. Od roku 1949 kierownictwo Wydziału Hydrogeologii objął F. Rutkowski. W latach 1951–1960 rozpoczęto systematyczne badania w zakresie hydrogeologii regionalnej, wspomaganie finansowo i organizacyjnie przez powstały wówczas Centralny Urząd Geologii (CUG). Od 1961 r. nastąpił intensywny i wszechstronny rozwój hydrogeologii w kraju, która weszła w swój *złoty wiek*, dzięki uruchomieniu wielu zakrojonych na szeroką skalę projektów badawczych.

Lata 60. i 70. XX w. to przede wszystkim bardzo intensywny rozwój prac kartograficznych w instytucie oraz badań regionalnych prowadzonych równoległe na wielu obszarach. W tym czasie powstały hydrogeologiczne zespoły regionalne w jednostkach terenowych instytutu w: Krakowie, Kielcach, Sosnowcu, Wrocławiu, Gdańsku, Szczecinie i Lublinie, dzięki czemu była możliwa realizacja projektów regionalnych i badawczych. W imponująco krótkim czasie, w ciągu 7 lat (1957–1964), powstała *Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 300 000* pod redakcją prof. C. Kolago. W roku 1970 została opublikowana *Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 1 000 000* (Kolago i in., 1970), prezentująca pierwszą syntetyczną regionalizację hydrogeologiczną kraju. Podsumowanie rozpoznania regionalnego wód podziemnych zostało ujęte w *Atlasie zasobów zwykłych wód podziemnych i ich wykorzystania w Polsce* (Malinowski, 1976), który zawierał pierwszą w kraju oceną zasobów perspektywicznych wód podziemnych.

Równie ważne były działania pracowników PIG w zakresie hydrogeologii stosowanej, co zaowocowało wypracowaniem i wdrożeniem, we współpracy z innymi ośrodkami naukowymi, terminologii branżowej oraz metod prac, publikowanych w licznych poradnikach. Ważnymi pozycjami, które mają zastosowanie do dzisiaj, są *Poradnik hydrogeologa* (Turek, 1971) oraz *Słownik hydrogeologii i geologii inżynierskiej* (Bażyński i in., 1969).

Badania hydrogeologiczne były wykonywane również podczas zakrojonych na szeroką skalę prac związanych z rozpoznaniem złóż surowców mineralnych w kraju. Wraz z udostępnianiem do eksploatacji złóż kopalni rozwijała się hydrogeologia kopalniana (złożowa), szczególnie w ośrodku górnośląskim (Rózkowski, 1971), dolnośląskim i lubelskim (Rózkowski, Wilk, 1989). Bez rozpoznania hydrogeologicznego i opracowania prognoz zawodnienia i zagrożenia wodnego nie byłaby możliwa eksploatacja kopalni takich jak: węgiel kamienny, węgiel brunatny, rudy cynku i ołowiu, rudy miedzi i srebra oraz siarki.

W latach 60. rozpoczęto także rozpoznanie zasobów wód leczniczych i termalnych w rejonach poza uznanymi już uzdrowiskami. Odkrycie wód termalnych na Antałówce przez S. Sokołowskiego, wieloletniego pracownika instytutu, zapoczątkowało badania w kierunku rozpoznania wód termalnych na Podhalu oraz ich wykorzystanie do celów rekreacyjnych i grzewczych. W 1971 r. po redakcją Kolago została opublikowana *Mapa wód mineralnych Polski 1 : 1 000 000* (Kolago i in., 1971). Badania wód leczniczych i termalnych w Karpatach prowadził m.in. Michalik (1973), który odkrył solanki w Ustroniu.

Wraz ze wzrostem wykorzystania wód podziemnych zarówno na cele komunalne, jak i przemysłowe, wobec potrzeby ochrony zasobów wodnych, zwrócono uwagę na konieczność prowadzenia cyklicznych badań i obserwacji hydrogeologicznych. W 1972 r. na zlecenie CUG w PIG została opracowana koncepcja organizacji i zasad funkcjonowania sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych w Polsce, szeroko dyskutowana



Ryc. 1. Spotkanie redakcyjne w PIG (1970 r.) – od lewej siedzą: Z. Płochniewski, B. Paczyński, S. Turek, C. Kolago i J. Miecznicki, stoi: W. Majewski

Fig. 1. Editorial staff meeting at the PGI (1970) – sitting from the left are: Z. Płochniewski, B. Paczyński, S. Turek, C. Kolago and J. Miecznicki, W. Majewski is standing

w środowisku hydrogeologicznym kraju. Projekt ten był podstawą do podjęcia przez instytut działań zmierzających do stworzenia na obszarze kraju podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych. Celem jej funkcjonowania było rozszerzenie wiedzy o naturalnej zmienności stanów wód podziemnych oraz ochrona ich zasobów przed nadmierną eksploatacją i degradacją jakości. Miało to bezpośredni związek z coraz większym zapotrzebowaniem na wodę przez rozwijającą się gospodarkę kraju. Rok 1974 jest uznawany za początek zorganizowanych, cyklicznych pomiarów głębokości do zwierciadła wody podziemnej bądź wydajności źródeł w punktach sieci monitoringu wód podziemnych prowadzonej i rozwijanej przez PIG do dziś (Przytuła i in., 1997, 2019).

Lata 80. i 90. XX w. były przełomowe dla rozwoju hydrogeologii w instytucie i zaowocowały ważnymi opracowaniami. W latach 1981–1988 powstała *Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 200 000* pod redakcją C. Kolago, zaś w latach 1993 i 1995 r. zostały opublikowane kolejno dwie części jednego z ważniejszych opracowań hydrogeologicznych – *Atlasu hydrogeologicznego Polski w skali 1 : 500 000* pod redakcją B. Paczyńskiego:

- część I: *Systemy zwykłych wód podziemnych* (1993),
- część II: *Zasoby, jakość i ochrona wód podziemnych* (1995).

Osiągnięciem autorów *Atlasu...*, jak na ówczesne czasy, była szczególnie pogłębiona i wyważona interpretacyjnie ocena zasobów odnawialnych wód podziemnych oraz informacje o rozmieszczeniu i parametrach użytkowych poziomów wodonośnych, a także dynamice zwykłych wód podziemnych i możliwości ich zagospodarowania.

Mimo że to wody zwykłe (przeznaczone do spożycia przez ludzi) stanowiły najważniejszy przedmiot zainteresowań, to w Państwowym Instytucie Geologicznym prowadzono także badania ukierunkowane na rozpoznanie warunków występowania i możliwości eksploatacji wód leczniczych. W 1996 r. została opublikowana *Mapa wód mineralnych i leczniczych Polski w skali 1 : 1 000 000*, która była integralną częścią opracowania *Wody mineralne i lecznicze Polski* (Paczyński, Płochniewski, 1996), stanowiącego podsumowanie wiedzy na temat występowania wód zaliczanych do kopaliny w Polsce.

Rok 1991 dał początek badaniom monitoringowym w zakresie elementów fizykochemicznych wód podziemnych. W wytypowanych punktach (w liczbie 930) przeprowadzono opróbowanie, co było pierwszym na taką skalę jednolitym rozpoznaniem stanu jakościowego wód podziemnych na obszarze kraju. W kolejnym roku został opracowany pierwszy Program Państwowego Monitoringu Środowiska, który stanowił podstawę do prowadzenia cyklicznych badań w zakresie oceny jakości wód podziemnych w Polsce (Błaszczuk in., 1991; Hordejuk, 1993).

Nowe i innowacyjne podejście do gromadzenia i przetwarzania wyników badań i obserwacji hydrogeologicznych wdrażał w instytucie na przełomie lat 80. i 90. XX w. m.in. Stenzel (1979). W następnych latach kierunek ten był bardzo intensywnie rozwijany, co umożliwiły nowe technologie informatyczne (Skrzypczyk, 1997).

W ostatniej dekadzie XX w. nastąpił również przełom w obszarze kartografii hydrogeologicznej – w 1994 r. rozpoczęto prace nad *Mapą hydrogeologiczną Polski w skali 1 : 50 000*, przyjmując założenia do stworzenia cyfrowej bazy danych zawierającej warstwę informacyjne mapy. Takie rozwiązanie było możliwe dzięki rozwojowi metod

GIS oraz narzędzi informatycznych. Było to pionierskie i nowatorskie podejście do opracowań kartograficznych, które z czasem zostało wdrożone w innych obszarach tematycznych i jest rozwijane do dziś (Herbich i in., 2000; Čwiertniewska i in., 2005).

DZISIAJ – HYDROGEOLOGIA W XXI W.

Na progu XXI w. przed hydrogeologią nie tylko w instytucie, ale także w całym kraju, pojawiło się wiele nowych wyzwań. Było to związane przede wszystkim z wejściem Polski do Unii Europejskiej, co nałożyło obowiązek wdrożenia zasad polityki wodnej zdefiniowanych w Dyrektywie 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (zwanej Ramową Dyrektywą Wodną – RDW). Dyrektywa ta, wprowadzająca zintegrowane podejście do gospodarowania wszystkimi rodzajami wód, zobowiązała państwa członkowskie do podjęcia działań na rzecz ochrony śródlądowych wód powierzchniowych, wód przejściowych, wód przybrzeżnych oraz wód podziemnych. Dodatkowo uregulowania odnoszące się do ochrony wód podziemnych w 2006 r. wprowadziła Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (zwana Dyrektywą Wód Podziemnych – DWP). Proces pełnej implementacji RDW oraz dyrektyw powiązanych w Polsce był długotrwały, przy czym podstawowym aktem prawnym wprowadzającym jej uregulowania jest ustawa *Prawo wodne* wraz z rozporządzeniami wykonawczymi. Wdrożenie zasad polityki wodnej UE wymaga spojrzenia na wody podziemne jako na część systemu wodnego. Dlatego definicja dobrego stanu obejmuje także ocenę wpływu wód podziemnych na stan powiązanych z nimi wód powierzchniowych. Przez takie podejście dyrektywy RDW i DWP uwzględniają także aspekt degradacji jakości zasobów wodnych oraz ochronę cennych przyrodniczo ekosystemów lądowych związanych ze środowiskiem wodnym. Dlatego współczesne podejście do problematyki gospodarki wodnej wymaga zintegrowanych działań na terenie całej zlewni lub dorzecza (Herbich in., 2004; Mitrega, Skrzypczyk, 2008; Woźnicka, Kuczyńska, 2019).

Wychodząc na przeciw potrzebom wynikającym z wdrożenia w Polsce wspólnotowej polityki wodnej w zakresie wód podziemnych, nastąpiło wzmocnienie ich roli w gospodarce wodnej, co miało swe odzwierciedlenie m.in. w powołaniu na mocy Ustawy z dnia 17 lipca 2001 r. *Prawo wodne* państwowej służby hydrogeologicznej (PSH) (Ustawa, 2001). Podstawowym celem funkcjonowania PSH od początku jej powstania było wykonywanie zadań państwa na potrzeby rozpoznawania, bilansowania i ochrony wód podziemnych w celu ich racjonalnego wykorzystania przez społeczeństwo i gospodarkę (Sadurski, 2004, 2010). Pełnienie funkcji PSH zostało powierzone Państwowemu Instytutowi Geologicznemu, który od 2003 r. realizuje zadania określone w ustawie *Prawo wodne*, przy czym w okresie ostatnich kilkunastu lat następowały zmiany zakresu działania służby, organów nadzorujących, jak również źródeł finansowania, co wynikało ze zmian legislacyjnych (Sadurski in., 2019). Obecnie, zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2017 r. *Prawo wodne* (Ustawa, 2017), nadzór nad działalnością PSH sprawuje minister właściwy do

spraw gospodarki wodnej (Minister Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej), zaś finansowanie odbywa się z budżetu państwa.

Powołanie państwowej służby hydrogeologicznej w PIG zaowocowało zmianą organizacji prac i ich usystematyzowaniem (Sadurski i in., 2019). Zostały wyodrębnione zadania ciągle PSH, realizowane w trybie rocznych procedur, zdefiniowano cele i nowych odbiorców wyników prac, wskazano także potrzeby rozwojowe i inwestycyjne. W pierwszym okresie działalności służby w krótkim czasie zostały zrealizowane prace mające na celu przygotowanie przez Polskę pierwszych *Planów gospodarowania wodami na obszarze dorzeczy (na lata 2010–2015)*, w tym przede wszystkim wydzielanie Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd), sporządzenie dla nich charakterystyk zgodnych z RDW oraz wykonanie analizy presji, a także opracowanie programu monitoringu oraz przygotowanie oceny stanu JCWPd. Pierwszy 6-letni cykl planistyczny wykazał wiele potrzeb w zakresie gospodarowania wodami podziemnymi, co przyniosło w kolejnych latach realizację wieloletnich projektów inwestycyjnych i rozwojowych, w tym m.in.:

- reorganizację sieci monitoringu wód podziemnych na potrzeby dostosowania do wymagań RDW,
- integrację hydrogeologicznych baz danych otworowych (Centralna Baza Danych Hydrogeologicznych, Bank Hydro),
- rozpoczęcie opracowania warstw informacyjnych prezentujących rozpoznanie i charakterystykę pierwszego poziomu wodonośnego (PPW – występowanie i hydrodynamika oraz PPW – wrażliwość na zanieczyszczenie i jakość wód),
- wydzielanie rejonów wodnogospodarczych oraz określenie zasobów perspektywicznych wód podziemnych (Herbich, 2005),
- opracowanie kompleksowej metodyki oceny stanu JCWPd, zgodnej z RDW i DWP,
- przygotowanie dokumentacji hydrogeologicznych GZWP na potrzeby ustanowienia obszarów ochronnych,
- sporządzenie dokumentacji hydrogeologicznych ustalających zasoby dyspozycyjne wód podziemnych,

– opracowanie mapy obszarów zagrożonych podtopieniami,

– przeprowadzenie wstępnej oceny ryzyka powodziowego (WORP) w zakresie powodzi od wód podziemnych.

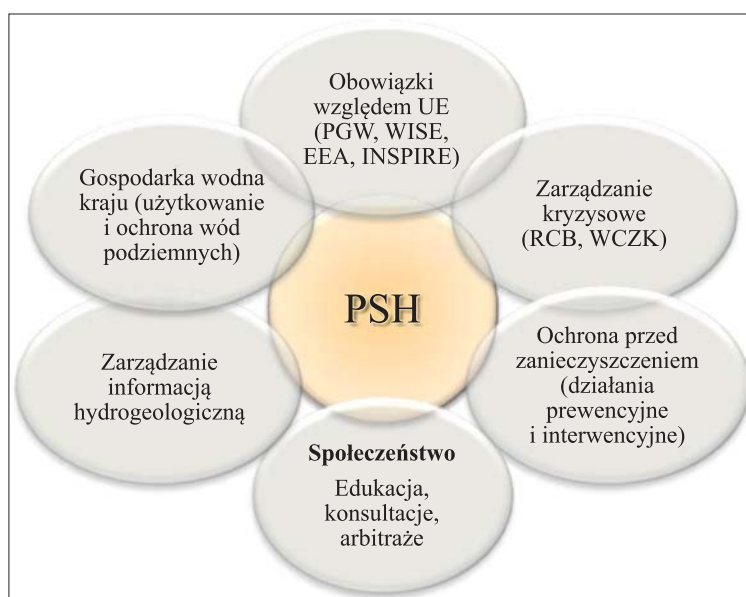
Zrealizowane w latach 2009–2019 projekty inwestycyjne i rozwojowe przyniosły duży progres w zakresie stanu rozpoznania i udokumentowania wód podziemnych na obszarze kraju, ale także w obszarze infrastruktury krajowej sieci monitoringu wód podziemnych. W 2018 r. sieć obserwacyjno-badawcza wód podziemnych liczyła 1250 punktów, w tym blisko 30% z nich zostało wyposażonych w automatyczną aparaturę pomiarową z transmisją danych. Realizacja w stosunkowo krótkim czasie zakrojonych na szeroką skalę przedsięwzięć regionalnych, jak MHP, opracowanie dokumentacji GZWP (Mikołajków, Sadurski, 2017) czy też dokumentacji ustalających zasoby dyspozycyjne wód podziemnych było możliwe dzięki zaangażowaniu wielu ośrodków hydrogeologicznych w kraju oraz współpracy z firmami geologicznymi i uczelniami. Aktualna synteza rozpoznania warunków hydrogeologicznych na obszarze kraju została przedstawiona w dwutomowej monografii *Hydrogeologia regionalna Polski* (Paczyński, Sadurski, 2007).

Jednocześnie należy podkreślić rozwój, jaki w okresie ostatnich dwóch dekad nastąpił w zakresie pozyskiwania, gromadzenia i przetwarzania danych i informacji hydrogeologicznych, a także integracji danych. Zarówno wyniki pomiarów oraz obserwacji, jak i informacje pozyskiwane czy przetwarzane są gromadzone w dziedzinowych bazach danych, które wraz z infrastrukturą teleinformatyczną tworzą w PIG-PIB System Przetwarzania Danych PSH (SPD PSH), wykorzystujący nowoczesne narzędzia informatyczne (Felter i in., 2012; Gałkowski, Nałęcz, 2015).

Aktualnie zadania PSH, określone w art. 380 Ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. *Prawo wodne*, są realizowane wg harmonogramu zgodnego z cyklem planistycznym RDW, ale także odpowiadają na potrzeby organów gospodarki wodnej, administracji geologicznej i środowiskowej oraz społeczeństwa (ryc. 2). Znaczna część wyników prac PSH zasila bezpośrednio lub pośrednio dokumenty planistyczne raportowane do Komisji Europejskiej i Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska. Bardzo ważną i wzrastającą pozycję mają także zadania dostarczające informacji na potrzeby zarządzania kryzysowego (ocena sytuacji hydrogeologicznej oraz prognozowanie jej zmian, ocena ryzyka występowania zjawisk ekstremalnych, możliwości łagodzenia skutków suszy i powodzi), a także działania w zakresie ochrony przed zanieczyszczeniem w strefach zasilania lub poboru wód podziemnych (prewencyjne i interwencyjne). Wzrastające rozpoznanie oraz wiedza na temat zagrożeń dla wód podziemnych wymagają stosowania nowoczesnych metod na potrzeby określenia genezy zanieczyszczeń (modelowanie numeryczne, badania izotopowe).

JUTRO – PROGNOZA NA PRZYSZŁOŚĆ

Prognozując dalsze kierunki rozwoju w obszarze hydrogeologii, należy brać pod uwagę zmieniające się uwarunkowania zewnętrzne na szczeblu krajowym i międzynarodowym,



Ryc. 2. Obszary działalności PSH

Fig. 2. Activity area of the Polish Hydrogeological Survey

a zwłaszcza UE. Należy przez nie rozumieć zarówno potrzeby badawcze i rozwojowe, jak i bariery. W przeszłości priorytetem było zabezpieczenie potrzeb wodnych społeczeństwa i rozwijającej się gospodarki, zaś przeszkody dla rozwoju hydrogeologii stanowiła cenzura, słabe kontakty zagraniczne i rozproszenie publikacji. Cenzura przyniosła polskiej hydrogeologii duże straty poprzez ograniczenie dostępności i trudności w wykorzystaniu publikacji zastrzeżonych. Obecnie takie bariery nie funkcjonują, ale pojawiają się inne uwarunkowania kształtujące rozwój hydrogeologii.

Podstawą prognoz rozwoju dyscypliny naukowej, zwłaszcza stosowanej, jest zakładany rozwój cywilizacyjny społeczności międzynarodowej, uwzględniający jednocześnie powiązania pomiędzy kluczowymi sektorami gospodarki i zależności rynkowe. Stosowane są różnego rodzaju instrumenty prognozowania rozwoju, wspierające także podejmowanie strategicznych decyzji, takie jak np. *foresight*, którego celem jest identyfikacja pojawiających się trendów, zjawisk, technologii oraz wzmacnianie obszarów badań strategicznych, oferujących duży potencjał korzyści ekonomicznych i społecznych za kilkanaście bądź kilkadziesiąt lat (Nazarko, 2012). W pierwszej kolejności dokumenty planistyczne na szczeblu krajowym oraz polityki dziedzinowe wyznaczają cele strategiczne, które określają potrzeby rozwoju nauki. Równie ważna jest jednak świadomość i wrażliwość społeczna kształtująca potrzeby rozwoju, a także aspekt ekonomiczny. Bieżący postęp wyznaczający rozwój nauk stosowanych, w tym hydrogeologii, uwidacznia się poprzez:

- bardzo zaawansowany rozwój technologii, zwłaszcza w zakresie informatyki,
- deklarowaną dbałość o środowisko naturalne,
- obawy w zakresie zmian klimatu i potencjalnych zagrożeń dla ludzkości,
- prawa człowieka oraz upodmiotowienie społeczności.

Na tej podstawie można założyć kierunki rozwoju hydrogeologii, jako nauki stosowanej na pograniczu nauk przyrodniczych i technicznych. Podstawą będzie niewątpliwie dalsze doskonalenie obecnie stosowanych i rozwój nowych metod obserwacji środowiska. W obszarze hydrogeologii dotyczy to prowadzenia monitoringu wód podziemnych (zarówno w zakresie ilościowym, jak i jakościowym), jako narzędzia dostarczającego wiarygodnych danych i informacji umożliwiających prowadzenie zrównoważonej gospodarki zasobami wodnymi. Należy się również spodziewać rozwoju metod prognozowania i predykcji zjawisk naturalnych (powodzie i susze), których intensywność i częstotliwość występowania jest także stymulowana działalnością człowieka.

Hydrogeologia polska w ostatnim dziesięcioleciu zbliżyła się do hydrografii, hydrologii i hydrotechniki poprzez projekty interdyscyplinarne i nawiązania terminologiczno-pojęciowe. Wskazane byłoby dalsze zbliżenie również w zakresie gleboznawstwa i rozpoznania wód strefy aeracji, wreszcie jeszcze lepsze nawiązanie do chemii i biologii środowiska. Tak należałoby budować i ulepszać przede wszystkim hydrogeologię środowiskową, która będzie się intensywnie rozwijać w przyszłości. Należy kontynuować prace badawcze nad metodycznymi podstawami ochrony wód podziemnych, podejmować dalsze studia nad wszechstronną waloryzacją wód podziemnych czy też ciągłą rozbudowę katalogu wskaźników zanieczysz-

czeń (*emerging contaminants*) i rozwojem metod analitycznych ich oznaczeń. Jest to szczególnie istotne przy stosowaniu rozwiązań w zakresie ponownego wykorzystania wód czy też sztucznego zasilania. Równie ważny jest rozwój tzw. hydrogeologii inżynierskiej, związanej z projektowaniem i funkcjonowaniem ujęć wód podziemnych. Przyszłość ma także hydrogeologia obszarów miejskich czy też miejsko-przemysłowych (zurbanizowanych), gdzie zarówno użytkowanie, jak i ochrona wód podziemnych wymagają odrębnego podejścia, przy uwzględnieniu aspektów ekonomicznych. Rozwój aglomeracji powoduje wzrost wykorzystania zasobów wód podziemnych, co wiąże się z problemem ich efektywnej ochrony (strefy ochronne ujęć). Modele do opracowania prognoz zmian ilości i jakości wód podziemnych na dużych obszarach będą zatem niezbędne, w tym coraz powszechniej stosowane będą modele transportu masy oraz bazujące na równaniach termodynamiki chemicznej będą coraz powszechniej stosowane. Pojawi się zatem problem stałych konstytutywnych w równaniach opisujących migrację substancji chemicznych, co wymusi podjęcie badań laboratoryjnych i terenowych w celu oceny wielkości stałych takich jak: współczynniki dyspersji, stałe wymiany jonowej, sorpcji–desorpcji, stałych rozkładu itp.

Odrębnym kierunkiem rozwoju hydrogeologii pozostanie kartografia, rozumiana jednak jako budowa i rozwój baz danych, wyposażonych w oprogramowanie pozwalające na szybkie sporządzanie kompozycji graficznych wg zdefiniowanych potrzeb. Bazy danych mogą być wykorzystywane do konstrukcji trójwymiarowych modeli lub graficznych prezentacji, powierzchni granicznych czy też rozkładu przestrzennego wybranych cech ośrodka skalnego. Dostęp do zasobów dziedzinowych, reprezentujących również odległe gałęzie nauki, umożliwi bardzo wszechstronne analizy interdyscyplinarne, chociaż będzie wymagać to dużej wiedzy od autorów tych analiz. Wizualizacja wyników badań i analiz będzie prowadziła do szybkiego rozwoju systemów informatycznych w hydrogeologii. Jednocześnie rozwój baz danych i aplikacji oraz łączności pozwalają na zmianę sposobu pracy zespołów hydrogeologów nad konkretnym projektem. W miejsce skoncentrowanych stanowisk pracy możliwa jest współpraca osób znajdujących się w oddalonych ośrodkach.

Hydrogeologia jest także obecna w wielu dokumentach strategicznych, w tym w polityce ekologicznej państwa określającej kierunki zrównoważonego rozwoju kraju (ekorozwój). Analiza wielu problemów środowiskowych zarówno przyrody żywej, jak i abiotycznej wymaga dobrej znajomości zagadnień wód podziemnych. Gospodarowanie wodą na obszarach zlewni lub dorzeczy wymaga łącznego potraktowania zasobów wód powierzchniowych i podziemnych z zachowaniem dostępu fauny i flory do zasobów czystych wód. Ekorozwój obliuguje zatem do aktywnego współdziałania z hydrogeologią. Hydrogeolodzy będą się musieli wykazać znajomością szerokiego spektrum zagadnień środowiskowych, w stopniu umożliwiającym wykonywanie ocen stanu, analiz i prognoz zmian środowiska wynikających z różnych przyczyn, jak: zmiany klimatu, działalność antropogeniczna lub realizacja planów rozwoju miejscowego i regionalnego. Ochrona zasobów wód podziemnych wymagać będzie ich waloryzacji, natomiast obszary zdegradowane – zanieczyszczone lub skażone – są już obecnie poddawane lokalnie remediacji. Z uwagi na wysoką cenę prac remediacyjnych niezbędne będzie dobre rozpoznanie i projektowanie systemów oczyszczania wód i gruntów.

Ponadto specjaliści od wód podziemnych uczestniczą coraz częściej w arbitrażach dotyczących zanieczyszczenia wód lub ich niewłaściwego użytkowania przez podmioty gospodarcze, a nawet prywatnych użytkowników.

Ochrona zasobów wód podziemnych zarówno w zakresie ilościowym, jak i jakościowym oznacza także ich użytkowanie, aby nie dopuścić do ich degradacji (pogorszenia stanu zgodnie z definicją RDW), przy jednoczesnym zabezpieczeniu uzasadnionych potrzeb wszystkich użytkowników wód. Tak rozumiany cel strategiczny może być realizowany wyłącznie poprzez równoczesne doskonalenie metod badawczych i technik pomiarowych w zakresie monitoringu i oceny stanu wód podziemnych, jak również w obszarze badań podstawowych i interdyscyplinarnych. Niezmiernie ważne jest podnoszenie rangi wód podziemnych w gospodarce wodnej kraju, w tym przede wszystkim w dokumentach planistycznych, takich jak plany gospodarowania wodami na obszarze dorzeczy, plany przeciwdziałania skutkom suszy i plany zarządzania ryzykiem powodziowym. Efektywna ochrona zasobów wód podziemnych może być prowadzona wyłącznie przy wprowadzeniu wyników prac hydrogeologicznych do planowania przestrzennego (strefy ochronne ujęć wód podziemnych, obszary ochronne GZWP, obszary perspektywiczne dla budowy ujęć). Łagodzenie skutków suszy także wymaga analiz i ocen hydrogeologicznych, co ma znaczenie zarówno w zakresie oceny możliwości stosowania nawodnień rolniczych, jak i zwiększenia retencji i dyspozycyjności zasobów wodnych.

PODSUMOWANIE

Początki badań hydrogeologicznych na ziemiach polskich miały miejsce w XIX w. i chociaż były prowadzone odmiennie na obszarach trzech zaborów, to koncentrowały się głównie na opisach źródeł i wód uznawanych za lecznicze. Zakrojone na szeroką skalę regionalne rozpoznawanie warunków hydrogeologicznych rozpoczęło się wraz z powołaniem w 1919 r. Państwowego Instytutu Geologicznego, w którym jednym z czterech był Pion Hydrologii zajmujący się głównie wodami podziemnymi. Zatrudnieni w nim byli geolodzy, chemicy, hydrologi i hydrotechnicy. Kształcenie kadr hydrogeologicznych podjęto po II wojnie światowej, w latach 50. XX w. W odbudowanym Instytucie Geologicznym został powołany Zakład Hydrogeologii, kierowany początkowo przez prof. Gołąbą, a następnie doc. Rutkowskiego. Od 2000 r. prowadzono prace merytoryczne i organizacyjne poprzedzające akcesję kraju do Unii Europejskiej, zakończone powołaniem PSH.

Współczesne badania hydrogeologiczne w Państwowym Instytucie Geologicznym obejmują szeroki wachlarz zadań, poczynając od oceny parametrów hydrogeologicznych i systemów krążenia wód podziemnych w strukturach wodonośnych, dynamiki i chemizmu wód, przez kwestie ochrony zasobów zwykłych wód podziemnych oraz wód uznanych za kopaliny (solanki, wody termalne i lecznicze). Hydrogeolodzy z PIG opracowali wiele syntez hydrogeologicznych dla kraju, prezentowanych na mapach, w atlasach i obecnie w formie cyfrowej w referencyjnych bazach danych. Bazy danych zawierają również wyniki monitoringu wód podziemnych, pozwalające na bieżące oceny stanu wód podziemnych. Do szerokiej praktyki hydrogeologicznej weszło modelowanie przepływu wód w ocenach zmian zasobów wód pod wpływem eksploatacji ujęć, pracy od-

wodnień kopalnianych i budowlanych, a także zmian klimatu. W ostatnich latach zachodzi potrzeba zacieśnienia współpracy ze specjalistami z geofizyki, hydrobiologii, ekologii i informatyki. Wyniki badań będą również zależały od zmian programów kształcenia nowej kadry hydrogeologów i umiejętności ich współpracy z wymienionymi powyżej specjalistami.

Biorąc pod uwagę stale wzrastającą rolę wód podziemnych w zaspokojeniu potrzeb wodnych społeczeństwa i jednocześnie wzmagającą się presję ze strony działalności człowieka na stan zasobów wodnych, hydrogeologia będzie z pewnością ważną dziedziną naukową, podlegającą dalszemu rozwojowi.

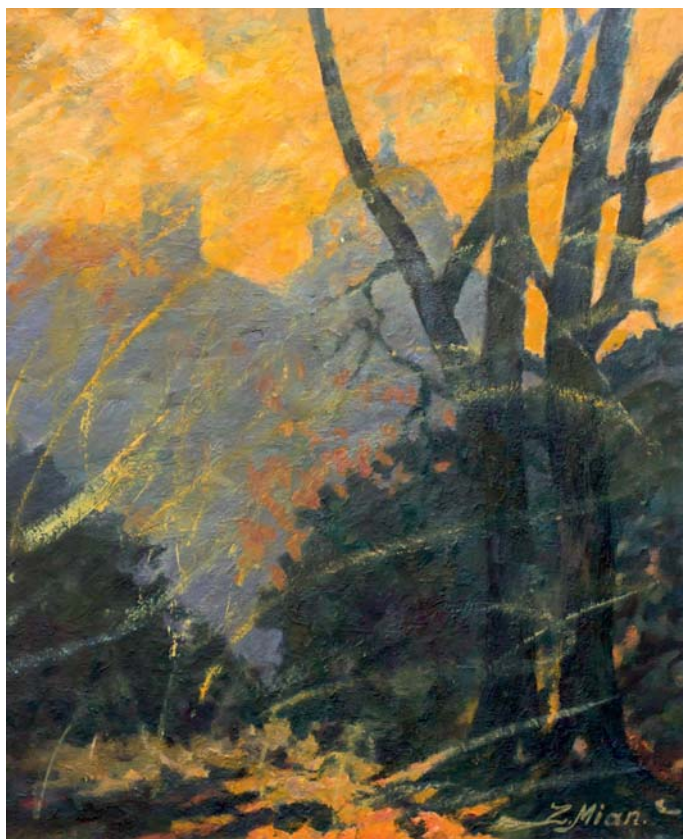
Autorzy pragną podziękować koleżankom i kolegom hydrogeologom z PIG-PIB za liczne dyskusje i uwagi pomocne w przygotowaniu artykułu, który dotyczy historii badań hydrogeologicznych, projektów i programów wykonanych w ramach współpracy w zespole hydrogeologii w Państwowym Instytucie Geologicznym. Wyrazy wdzięczności kierujemy do Recenzenta za wszystkie uwagi, które wpłynęły na jakość artykułu.

LITERATURA

- BAŻYŃSKI J., TUREK S., PAZDRO Z. (red.) 1969 – Słownik hydrogeologii i geologii inżynierskiej. Wyd. Geol., Warszawa.
- BŁASZCZYK T., GÓRSKI J., HORDEJUK T., PŁOCHNIEWSKI Z. 1991 – Koncepcja monitoringu wód podziemnych. *Prz. Geol.*, 39 (1): 7–11.
- BUCZYŃSKI M., STENZEL P. 1972 – Przechowywanie i przetwarzanie danych geologicznych. *Prz. Geol.*, 20 (6): 298–303.
- DYREKTYWA 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna – RDW). *Dz.U. WE L 327/1*.
- DYREKTYWA 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (tzw. Dyrektywa Wód Podziemnych – DWP). *Dz.U. UE L 327/19*.
- CZARNOCKI J. 1926 – O pochodzeniu wód mineralnych w Busku i okolicach. *Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, 14.
- ĆWIERTNIEWSKA Z., HERBICH P., SADURSKI A. 2005 – Mapa hydrogeologiczna Polski skali 1 : 50 000 – stan aktualny i rozwój bazy danych. *WPH*, 12: 141–148.
- FELTER. A., FORST SZ., GĄLKOWSKI P., HERBICH P., MIKOŁAJKÓW J., MORDZONEK G., MIKOŁAJCZYK A., PRZYTUŁA P., WĘGLARZ D. 2012 – Zadania systemu przetwarzania danych państwowej służby hydrogeologicznej – rozpoznawania, bilansowanie i ochrona wód podziemnych. *PZiTS*, 19 (1): 37–59.
- GĄLKOWSKI P., NAŁĘCZ T. 2015 – Stan obecny oraz wyzwania dla procesu gromadzenia, przetwarzania i udostępniania danych hydrogeologicznych. *Prz. Geol.*, 63 (10/1): 715–720.
- HERBICH P., PACZYŃSKI B., PŁOCHNIEWSKI Z. 2000 – Koncepcja rozwoju i zastosowań komputerowej Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 50 000. *Prz. Geol.*, 48 (6): 495–497.
- HERBICH P., HORDEJUK T., KAZIMIERSKI B., NOWICKI Z., SADURSKI A., SKRZYPCZYK L. 2004 – Udział Państwowego Instytutu Geologicznego we wdrożeniu Ramowej Dyrektywy Wodnej. *PZiTS*, 15: 38–45.
- HERBICH P. 2005 – Zasoby perspektywiczne wód podziemnych – cel ustalania i metodyka obliczeń dla zlewniowych systemów wodonośnych. *WPH*, 12: 261–268.
- HORDEJUK T. 1993 – Krajowy monitoring wód podziemnych – organizacja, główne wyniki prac i badań. *PZiTS*, 10 (1): 69–75.
- KLECZKOWSKI A.S., SADURSKI A. 1999 – Geneza i rozwój polskiej hydrogeologii. *Biul. Państw. Inst. Geol., Hydrogeologia*, 388: 7–33.
- KOLAGO C. 1970 – Mapa hydrogeologicznej Polski 1 : 1 000 000. *Inst. Geol., Warszawa*.
- KOLAGO C., PŁOCHNIEWSKI Z., PICH J. 1971 – Mapa wód mineralnych Polski 1 : 1 000 000. *Wyd. Geol., Warszawa*.
- KOLAGO C. (red.) 1981–1988 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 200 000. *Wyd. Geol., Warszawa*.
- MALINOWSKI J. (red.) 1976 – Atlas zasobów zwykłych wód podziemnych i ich wykorzystania w Polsce. *Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- MICHALIK A. 1973 – Wody mineralne w polskiej części Karpat Zachodnich. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 277: 279–291.

MIKOŁAJKÓW J., SADURSKI A. (red.) 2017 – Informator PSH: Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w Polsce. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
MITRĘGA J., SKRZYPCZYK L. 2008 – Ramowa Dyrektywa Wodna w odniesieniu do wód podziemnych. *Prz. Geol.*, 56 (4): 285–286.
NAZARKO J. (red.) 2012 – Badanie ewaluacyjne projektów foresight realizowanych w Polsce. MNiSW, Warszawa.
PACZYŃSKI B. (red.) 1993 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1 : 500 000. Część I: Systemy zwykłych wód podziemnych. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
PACZYŃSKI B. (red.) 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1 : 500 000. Część II: Zasoby, jakość i ochrona wód podziemnych. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
PACZYŃSKI B., PŁOCHNIEWSKI Z. 1996 – Mapa wód mineralnych i leczniczych Polski w skali 1 : 1 000 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.) 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. T. 1 – Wody zwykłe. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
PRZYTUŁA E., JANECKA-STYRCZ K., KAZIMIERSKI B. 1997 – Komputerowa baza Systemu Obserwacji Hydrogeologicznych: SOH – baza danych, graficzna prezentacja wyników. *Prz. Geol.*, 45: 974–977.
PRZYTUŁA E., MIKOŁAJCZYK A., GIDZIŃSKI T., KUCZYŃSKA A., PALAK-MAZUR D., PRAŻAK J., WOŹNICKA M., WYSZOMIERSKI M., CABALSKA J., GALCZAK M., KOMOROWSKI W., ROJEK A. 2019 – Historia monitoringu wód podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym. *Prz. Geol.*, 67 (12): 982–994.
ROSŁOŃSKI R. 1928 – Hydrologia w zakresie nauki o wodach podziemnych dla potrzeb osiedli. Podręcznik inż. Warszawa–Lwów.
RÓŻKOWSKI A. 1971 – Chemizm wód w utworach trzeciorzędowych Zagłębia Górnośląskiego. *Biul. Inst. Geol.*, 249: 7–63.

RÓŻKOWSKI A., WILK Z. (red.) 1989 – Warunki hydrogeologiczne Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *Pr. Inst. Geol.*, 125.
SADURSKI A. 2004 – Zadania ochrony wód podziemnych wynikające z Ramowej Dyrektywy Wodnej UE. *Prz. Geol.*, 52 (10): 1004–1005.
SADURSKI A. 2007 – Stan i perspektywy rozwoju polskiej hydrogeologii. *WPH*, 13: 13–26.
SADURSKI A., SKRZYPCZYK L. 2018 – Badania hydrogeologiczne w drugim 50-leciu istnienia Państwowego Instytutu Geologicznego na tle ich starszej historii. *Prz. Geol.*, 66 (10): 604–614.
SADURSKI A., SKRZYPCZYK L., WOŹNICKA M. 2019 – Powstanie i rozwój państwowej służby hydrogeologicznej w Państwowym Instytucie Geologicznym. *Prz. Geol.*, 67 (7): 535–546.
SKRZYPCZYK L. 1997 – Zastosowanie banków danych hydrogeologicznych jako źródła informacji wyjściowej na potrzeby opracowań kartograficznych i dokumentacyjnych. *Prz. Geol.*, 45: 932–934.
STENZEL P. 1979 – System HYDRO Regionalne banki danych hydrogeologicznych. Część I. Wiadomości podstawowe. Centralny Urząd Geologii. Kombinat Geologiczny Północ. Wyd. Geol., Warszawa.
TUREK S. (red.) 1971 – Poradnik hydrogeologa. Wyd. Geol., Warszawa.
WOŹNICKA M., KUCZYŃSKA A. 2019 – Rewizja dyrektyw unijnych dotyczących zarządzania zasobami wodnymi – plany Komisji Europejskiej w zakresie nowelizacji polityki wodnej UE. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 475: 237–244.
USTAWA z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne. *Dz.U. z 2001 r. nr 115 poz. 1229*.
USTAWA z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne. *Dz.U. z 2018 r. poz. 2268*.



Nieborów (Nieborów – small town in Poland)
– Zdzisław Mianowski



Wygnanie z raju (The banishment from Eden)
– Zdzisław Mianowski

Zdzisław Mianowski – jest hydrogeologiem; w PIG był zatrudniony w latach 1979–2000; uczestniczył w ekspedycji eksplorującej kominy kimberlitowe w Jakucji; wyprawę tę opisał w książce *W poszukiwaniu diamentów* (1969); później dwa lata pracował w Kuwejcie, szukając tam wody pitnej i wiercąc studnie.

Zdzisław Mianowski – hydrogeolog; employed at the PGI in the years 1979–2000; participated in an expedition searching for kimberlite chimneys in Yakutia and described it in the book *In search for diamonds* (1969); later, worked in Kuwait for two years, seeking drinking water and drilling wells.