



100 lat Państwowego Instytutu Geologicznego – dla gospodarki, nauki i edukacji

Historia monitoringu wód podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym

Elżbieta Przytuła¹, Anna Mikołajczyk¹, Tomasz Gidziński¹, Anna Kuczyńska¹,
Dorota Palak-Mazur¹, Jan Prażak¹, Małgorzata Woźnicka¹, Michał Wyszomierski¹,
Jolanta Cabalska¹, Michał Galczak¹, Wojciech Komorowski¹, Anna Rojek¹



E. Przytuła



A. Mikołajczyk

History of the groundwater monitoring at the Polish Geological Institute. *Prz. Geol.*, 67: 982–994.

A b s t r a c t. The Polish Geological Institute has been carrying out the tasks of the geological survey since its establishment in 1919. Hydrogeology was present from the very beginning and the groundwater monitoring became the systematic activity in the 2nd fifty years of the Institute's life.

Groundwater quantity monitoring expressed as measurements of groundwater table fluctuations was put into practice in 1972, while the groundwater quality monitoring that includes determination of chemical composition of water started in 1991. Both types of monitoring cover the entire area of Poland. Systematic hydrogeological observations and tests are one of the most important tasks carried out by hydrogeologists of the Polish Geological Institute.

Results of these observations are used for many studies, analyses and forecasts carried out as part of the tasks of the hydrogeological survey, often in cooperation with universities and geological enterprises, for the needs of governmental and local administration and for reporting to the EU structures.

Keywords: hydrogeology, groundwater monitoring, database, Polish Geological Institute

Początki monitoringu wód podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG-PIB) sięgają przełomu lat 50. i 60. ubiegłego stulecia. W 1959 r. profesor Cyryl Kolago nakreślił potrzebę utworzenia sieci obserwacji wód podziemnych oraz wstępne zasady jej organizacji (Kolago, 1959). Już wtedy liczne dyskusje hydrogeologów wskazywały na konieczność prowadzenia cyklicznych badań hydrogeologicznych w punktach pomiarowych. Funkcjonująca wówczas sieć posterunków wód gruntowych, prowadzona przez Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny (PIHM) – obecnie Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) – była uznawana za niewystarczającą, a uzyskane wyniki za nie w pełni reprezentatywne dla pięter i poziomów wodonośnych oraz wyznaczonych hydrogeologicznych jednostek strukturalnych wód podziemnych kraju (Kolago, 1970, 1972).

Monitoring wód podziemnych zorganizowano w PIG na początku lat 70. XX w. – jako sieć stacjonarnych obserwacji wód podziemnych (Pich, Załuski, 1972; Pich, 1979). W kolejnych latach zmieniała się koncepcja funkcjonowania monitoringu i zakres prowadzonych badań, co zostało uwzględnione w aneksach nr 1 (1983) i 2 (1993) do projektu podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych na obszarze kraju, jak i w dalszych pracach (Hordejuk i in., 1992; Pich, 1993; Pich, Kazimierski, 1994; Kazimierski, Sadurski, 2002). Przełom w podejściu do badań monitoringowych nastąpił wraz ze wstąpieniem Polski do Unii

Europejskiej w 2004 r. i obowiązkiem wdrożenia dyrektyw unijnych (Kazimierski i in., 2005; Kazimierski i in., 2011; Kazimierski, Gidziński, 2011). W ciągu niemal półwiecza przedmiot obserwacji pozostawał niezmienny, jednakże wraz ze zmianą potrzeb i oczekiwań wobec stacjonarnych badań monitoringowych wód podziemnych ich zakres, a także sama sieć podlegały wielu modyfikacjom. Rozwój narzędzi komputerowych spowodował, że wyniki zaczęto gromadzić w zaawansowanych i szybko ewoluujących bazach danych. Zmieniały się również sposób udostępniania i prezentacji wyników w publikacjach seryjnych.

POCZĄTKI MONITORINGU WÓD PODZIEMNYCH W POLSCE

Cykliczne obserwacje wód podziemnych prowadzono w Polsce już przed 1939 r., głównie na Polesiu. W 1945 r. IHM przystąpił do tworzenia w całym kraju sieci posterunków wód gruntowych. Stopniowa rozbudowa tej sieci była kierowana niemal wyłącznie na obserwacje pierwszego poziomu wodonośnego oraz równomierne rozmieszczenie punktów obserwacyjnych. Pod koniec lat 70. XX w. obserwacje prowadzono w ok. 1680 studniach kopanych oraz 50 płytkich piezometrach. W latach 90. rozpoczęto redukcję posterunków i po 2003 r. sieć obserwacyjna IMGW obejmowała jedynie ok. 60 punktów. Ich liczba nadal systematycznie malała i obecnie obserwacje w tej sieci nie są

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

już prowadzone. Do 2013 r. wyniki monitoringu wód podziemnych zamieszczano w *Biuletynie Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej* (Biuletyn PSHM, 2013). Poza wspomnianą siecią prowadzono najczęściej lokalne i krótkotrwałe badania wód podziemnych, głównie w obszarach aglomeracji miejskich, wyrobisk górniczych oraz w rejonach prac hydrotechnicznych i terenów meliorowanych (Kolago, 1959).

W odpowiedzi na zwiększającą się potrzebę rozpoznania i ochrony wodnych zasobów kraju w 1969 r. formowanie sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych i monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych powierzono Państwowemu Instytutowi Geologicznemu. Od tamtej pory, niezależnie od zmian nazwy i struktury funkcjonowania instytutu², sieć obserwacyjno-badawcza wód podziemnych funkcjonuje w zespole ds. hydrogeologii.

LATA 70. XX W. – ORGANIZACJA SIECI STACJONARNYCH OBSERWACJI WÓD PODZIEMNYCH

W 1969 r. Centralny Urząd Geologii (CUG) zlecił Instytutowi Geologicznemu opracowanie koncepcji organizacji i zasad funkcjonowania sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych. Po uzyskaniu pozytywnej opinii Komisji Dokumentacji Hydrogeologicznych (KDH) projekt sieci został zatwierdzony w czerwcu 1972 r. (Pich, Załuski, 1972), a 7 lipca tego samego roku prezes CUG wydał zarządzenie nr 27 w sprawie organizacji podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych, w którym zobowiązał IG do zorganizowania na obszarze kraju podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych. W myśl wymienionego zarządzenia obserwacjami należało objąć wody podziemne nadające się do wykorzystania komunalnego, przemysłowego i rolniczego. Zakres niezbędnych obserwacji miał obejmować w szczególności: pomiary stanu zwierciadła wody, radiometryczne badania wody, a także badanie jej cech fizycznych i składu chemicznego. Celem funkcjonowania sieci było rozszerzenie wiedzy o naturalnej zmienności stanów wód podziemnych oraz ochrona zasobów wód przed ich nadmierną eksploatacją i degradacją jakości. Miało to bezpośredni związek z coraz większym zapotrzebowaniem na wodę.

Organizując sieć punktów badawczych przyjęto koncepcję, w której założono funkcjonowanie trzech systemów obserwacji:

- sieci podstawowej, tj. stałego systemu obserwacji regionalnych z punktami rozmieszczonymi równomiernie na terenie całego kraju (ok. 2 punktów na 1000 km²), obejmującej użytkowe poziomy wodonośne wód zwykłych w warunkach naturalnych lub w niewielkim stopniu zakłóconych antropopresją;
- sieci specjalnej, której zadaniem było uszczegółowienie obserwacji w wybranych rejonach, umożliwiające prowadzenie obserwacji ukierunkowanych na rozwiązywanie problemów lokalnych (odwodnienia kopalń, intensywnej eksploatacji ujęć); sieć ta miała być systemem stałym lub wieloletnim;

- sieci okresowej, przewidzianej do rozwiązywania określonych, lokalnych problemów w ściśle oznaczonym czasie.

W sieci podstawowej wyróżniono trzy rodzaje punktów:

- I rzędu – tzw. stacje hydrogeologiczne, stanowiące główne reperowe punkty sieci podstawowej o konstrukcji i wyposażeniu zapewniającym pełen zakres obserwacji i badań hydrogeologicznych we wszystkich występujących w danym rejonie poziomach wodonośnych zwykłych wód podziemnych;
- II rzędu – studnie i źródła, będące uzupełnieniem dla stacji hydrogeologicznych; zakładano zagęszczenie tych punktów w rejonach szczególnie ważnych z punktu widzenia badawczego lub gospodarczego;
- III rzędu – piezometry zagęszczające obserwacje stanów wód (bez badań w nich chemizmu wód).

Punkty sieci podstawowej miały służyć do obserwacji wód zwykłych wszystkich użytkowych pięter i poziomów wodonośnych. Lokalizowano je z dala od obszarów, w których wody podziemne intensywnie eksploatowano bądź objętych antropopresją oraz poza strefami występowania wód mineralnych i termalnych. Zakładano, iż w obszarach objętych antropopresją powinny być organizowane specjalne sieci obserwacji.

Wyniki monitoringu miały służyć, w skali regionalnej, ocenie zmian położenia zwierciadła i składu chemicznego wód podziemnych, ustaleniu wielkości zasilania i drenażu poziomów wodonośnych, określeniu związków hydraulicznych między piętrami lub też poziomami wodonośnymi oraz wodami powierzchniowymi, określeniu wpływu na wody podziemne różnych czynników oraz uściśleniu hydrogeologicznego podziału regionalnego kraju.

Warunki finansowe oraz organizacyjne zwerifikowały bardzo ambitne plany (Pich, 1979). W rzeczywistości pomiary i badania nigdy nie osiągnęły projektowanej częstotliwości, np. codziennych pomiarów przewodności elektrolitycznej właściwej (PEW), odczynu pH i twardości wody oraz pełnej analizy fizyczno-chemicznej 4 razy w roku w punktach I rzędu. Mimo wielu logistycznych i ekonomicznych trudności podstawowa sieć stacjonarnych obserwacji wód podziemnych na terenie Polski powstała i była systematycznie rozbudowywana.

Pomiary głębokości do zwierciadła wody podziemnej bądź wydajności źródeł rozpoczęto w 1974 r. W pierwszym roku funkcjonowania sieci podstawowej rozpoczęto obserwacje w ok. 150 punktach, dochodząc na koniec dekady do blisko 400 punktów. W sieci tej obserwacjom poddano między innymi punkty wcześniej już działających monitoringów, takich jak:

- źródła i studnie kopane w Tatrach i na Podhalu – kontynuacja badań prowadzonych na Wydziale Geologii Uniwersytetu Warszawskiego przez zespół profesor Danuty Małeckiej (Małecka, 1985; Małecka, Lipniacka, 1989);
- punkty w rejonie kłobucko-częstochowskim – monitorowanie leja depresji wypełniającego się w związku z likwidacją kopalń rud żelaza (Pacholewski i in., 1995);

² Od 1919 r. do 1951 r. funkcjonował Państwowy Instytut Geologiczny (PIG), w latach 1951–1987 – Instytut Geologiczny (IG), od 19.06.1987 r. – ponownie Państwowy Instytut Geologiczny, a od 24.02.2009 r. – Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB)

- punkty w zlewni Wiercicy – badania reżimu i bilansu wód w eksperymentalnej zlewni (Pacholewski, Rózkowski, 1982);
- punkty w rejonie Warszawy wykorzystywane do obserwacji tworzenia się i wypełniania lejki depresji w utworach oligocenu niecki mazowieckiej (Bażyński, 1997);
- punkty w rejonie Puław i Janowca – obserwacje hydrogeologiczne pod planowany stopień wodny na Wiśle.

LATA 80. XX WIEKU – ROZWÓJ SIECI PODSTAWOWEJ

Lata 80. XX w. to realizacja założeń projektu z roku 1972 (Pich, Załuski, 1972). Po 10 latach organizacji sieci zauważono konieczność jej modyfikacji i w zespole Duchnowskiego oraz Miecznickiego opracowano odpowiedni aneks do projektu. Był to okres dalszego rozwoju infrastruktury sieci oraz czas pierwszych analiz i wstępnych interpretacji wyników (Pacholewski, Rózkowski, 1982; Małecka, 1985; Małecka, Lipniacka, 1989). Zakończono wiercenie większości otworów stacji hydrogeologicznych i punktów II rzędu, przez co liczbę otworów badawczych zwiększono stopniowo z ok. 400 do 600 i rozpoczęto w nich obserwacje. Wiercenia realizowano w ramach badań regionalnych. Sieć nieznacznie przekraczająca 600 otworów obserwacyjnych funkcjonowała aż do 2003 r.

LATA 90. XX WIEKU – MONITORING JAKOŚCI I ZMIANY W SIECI STACJONARNYCH OBSERWACJI WÓD PODZIEMNYCH

Monitoring jakości wód podziemnych został powołany przez premiera RP w 1990 r. jako podsystem monitoringu środowiska. W tym czasie opracowano koncepcję monitoringu wód podziemnych (Błaszyk i in., 1991) oraz program badań monitoringowych w sieciach reperowej i podstawowej. W ramach programu tych badań opracowano 4 odrębne projekty sieci reperowej i podstawowej, obejmujące monitoringiem jakości wody w głębie i gruntowej.

W 1991 r. pracownicy PIG przeprowadzili weryfikację terenową ok. 1100 potencjalnych punktów badawczych wód podziemnych na obszarze całego kraju, a następnie w 930 z nich wykonali pierwsze badania monitoringowe jakości wód – zgodnie z zakresem oznaczeń fizyczno-chemicznych wód podziemnych ustalonym przez głównego inspektora ochrony środowiska (Błaszyk, Macioszczyk, 1993).

W 1992 r. w Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska (PIOŚ) opracowano pierwszy Program Państwowego Monitoringu Środowiska, wdrożony na mocy ustawy z dn. 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz.U. 1991 nr 77 poz. 355 z późn. zm.). Do 1993 r. PIOŚ i GIOŚ wprowadziły korekty do założeń programowych, w tym dotyczące wód podziemnych – np. zrezygnowano z koncepcji sieci reperowej i podstawowej monitoringu wód podziemnych, wprowadzając w ich miejsce Krajową Sieć Monitoringu Jakości Zwykłych Wód Podziemnych PIOŚ (Hordejuk, Płochniewski, 1995). Ograniczono również liczbę punktów obserwacyjnych oraz wyeliminowano z sieci krajowej ujęcia brzegowe.

W 1998 r. na zlecenie GIOŚ opracowano Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 1998–2002.

Jakość wód monitorowano zarówno w płytkich poziomach zwykłych wód podziemnych, jak i w systemach krążenia w głębszego. Około 80% punktów obserwacyjnych należało do sieci pomiarów zwierciadła wód podziemnych prowadzonych przez PIG i IMGW, a pozostałe 20% punktów stanowiły studnie ujęć komunalnych i przemysłowych. Opróbowania w sieci krajowej przeprowadzono raz w roku (najczęściej w sierpniu i wrześniu). Analizy chemiczne wody były wykonywane w PIG i obejmowały ponad 40 wskaźników (Jakimowicz-Hnatyszak, Paślawski, 1996). Wyniki opróbowania sieci krajowej przedstawiano m.in. w formie zestawień tabelarycznych, wykresów, diagramów i map w skali przeglądowej oraz gromadzono w bazie danych MONBADA, prowadzonej przez PIG. Po przeanalizowaniu i interpretacji wyniki obserwacji przekazywano w postaci sprawozdań rocznych lub raportów do GIOŚ (Hordejuk, 1993, 1999; Hordejuk, Płochniewski, 1995; Hordejuk, Gawin, 1996). Oceny stanu jakości wód podziemnych, wykonane na podstawie badań monitoringowych, były publikowane przez PIOŚ w raportach z serii *Biblioteka Monitoringu Środowiska* (Hordejuk, Gawin, 1994; Prażak i in., 1996; Stan środowiska..., 1998; Stan środowiska..., 2003). Zamieszczano je również w raportach o stanie środowiska, opracowywanych od lat 90. XX w. do dziś dla poszczególnych województw (m.in. Raport o stanie środowiska..., 2000; Stan środowiska..., 2018).

Zmiany ustrojowe, które nastąpiły w Polsce pod koniec lat 80. XX w., wywołały potrzebę modyfikacji sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych. Biorąc pod uwagę istotne zmiany formalno-prawne i organizacyjne, tj. działalność Państwowego Monitoringu Środowiska oraz utworzenie nowych jednostek administracji gospodarki wodnej (regionalnych zarządów gospodarki wodnej – RZGW), podjęto decyzję o opracowaniu nowego projektu sieci (Pich, Kazimierski, 1994). Zaproponowane zmiany organizacji i funkcjonowania sieci obserwacyjnej wód podziemnych zostały pozytywnie zaopiniowane przez KDH i zatwierdzone przez ministra środowiska. Lata 90. XX w. to również dalszy rozwój sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych (Pich, Przytuła, 1993) i pierwsze podsumowania 20-letnich pomiarów (Malinowski, Przytuła, 1991; Malinowski i in., 1991).

W 1994 r. do zakresu funkcjonowania sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych wprowadzono badania (Pich, Kazimierski, 1994):

- rejonów występowania wód mineralnych i termalnych;
- rejonów zdepresjonowanych lub z wodami o zdegradowanej jakości (w obszarach górnictwa odkrywkowego i podziemnego oraz w dużych aglomeracjach miejskich);
- wód gruntowych;
- pomiarów wilgotności strefy aeracji.

Wytypowano wówczas 13 rejonów występowania wód mineralnych i termalnych. W każdym z obszarów włączono do obserwacji 2–3 otwory. Celem obserwacji było objęcie kontrolą stref współwystępowania wód słodkich, które mogą być ujmowane do celów zaopatrzenia w wodę pitną, oraz mineralnych i termalnych, wykorzystywanych w celach leczniczych i gospodarczych. Wyniki obserwacji miały posłużyć do oceny wahań głębokości zwierciadła i chemizmu tych wód (Pich, Kazimierski, 1994).

W latach 90. XX w. uproszczono klasyfikację punktów obserwacyjnych, wydzielając dwa ich rodzaje (I i II rzędu), w tym stacje hydrogeologiczne jako punkty I rzędu, a pozostałe punkty obserwacyjne jako II rzędu, przy czym oba typy punktów mogły być piezometrami.

W nowej organizacji funkcjonowania sieci znacznie wzrosła rola stacji hydrogeologicznych, w których prowadzono obserwacje wielu poziomów wodonośnych. Zwiększono w nich zakres obserwacji i badań, a w wybranych stacjach wprowadzono i testowano ciągłą, automatyczną rejestrację pomiarów. Część stacji wyposażono dodatkowo w automatyczne stacje meteorologiczno-hydrologiczne, umożliwiające pomiary takich parametrów, jak: rzędna zwierciadła wody, temperatura gruntu, wilgotność gleby, konduktywność roztworów glebowych, kierunek i prędkość wiatru, opad atmosferyczny (w tym poziomy), ciśnienie i temperatura powietrza, nasłonecznienie (promieniowanie padające) oraz wilgotność powietrza. W celu badania wilgotności strefy aeracji założono urządzenia wykorzystujące metodę pomiarową reflektometrii czasowej (TDR – *Time Domain Reflectometry*). W stacjach hydrogeologicznych wykonano płytkie otwory małośrednicowe, umożliwiające pomiary i badania wód pierwszego poziomu wodonośnego.

Stacje hydrogeologiczne stały się również obiektami dydaktycznymi dla studentów współpracujących uniwersytetów, m.in. w Warszawie i Poznaniu. Kilkanaście prac magisterskich poświęcono ocenie reprezentatywności wyników obserwacji i lokalizacji stacji względem struktur wodonośnych. Wyposażenie części stacji w bazę noclegową umożliwiło prowadzenie badań na miejscu.

Reorganizacja sieci w 1994 r. (Pich, Kazimierski, 1994) wiązała się z wyłączeniem z niej wielu punktów obserwacyjnych, gdyż na niektórych obszarach kraju stwierdzono zbyt duże ich zagęszczenie, dotyczyło to przede wszystkim źródeł w Karpatach i Sudetach oraz obszarów, w których sieć podstawowa w ograniczonym stopniu pełniła funkcję sieci specjalnej czy okresowej. Nie wszystkie zamierzenia tego projektu zostały w pełni zrealizowane, np. automatyka pomiarów, wprowadzona na wybranych stacjach, pozostała w fazie testowej, jednak lata 90. XX w. można uznać za istotne w rozwoju sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych.

LATA 2000–2010 – POWOŁANIE PSH I WDROŻENIE DYREKTYW UNIJNYCH

Na mocy ustawy *Prawo wodne* z 18 lipca 2001 r. (Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229 z późn. zm.) powołano państwową służbę hydrogeologiczną (PSH). W ustawie tej znalazły się również zapisy o wykonywaniu pomiarów i obserwacji hydrogeologicznych przez PSH (art. 105) oraz o sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych (art. 106).

Powołanie PSH miało na celu wzmocnienie roli wód podziemnych w gospodarce wodnej kraju oraz uporządkowanie zadań hydrogeologicznych, niezbędnych do realizacji w związku ze spodziewanym obowiązkiem wdrożenia w Polsce polityki wodnej UE, zdefiniowanej w Ramowej Dyrektywie Wodnej (RDW) i innych powiązanych dyrektywach unijnych (Sadurski i in., 2019). Wiązało się to z koniecznością podjęcia działań w zakresie organizacji zarządzania zasobami wodnymi w systemie zlewniowym, w tym także implementacji wytycznych do utworzenia kompletnej sieci wód podziemnych. Było to przyczynkiem do integracji funkcjonujących sieci monitoringu

jakości wód podziemnych oraz sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych. W wyniku nowelizacji ustawy w 2005 r. obie sieci zostały połączone w sieć obserwacyjno-badawczą wód podziemnych i w tej formie funkcjonuje ona od 2006 r. do dziś, na podstawie programu badań aktualizowanego w każdym cyklu planistycznym.

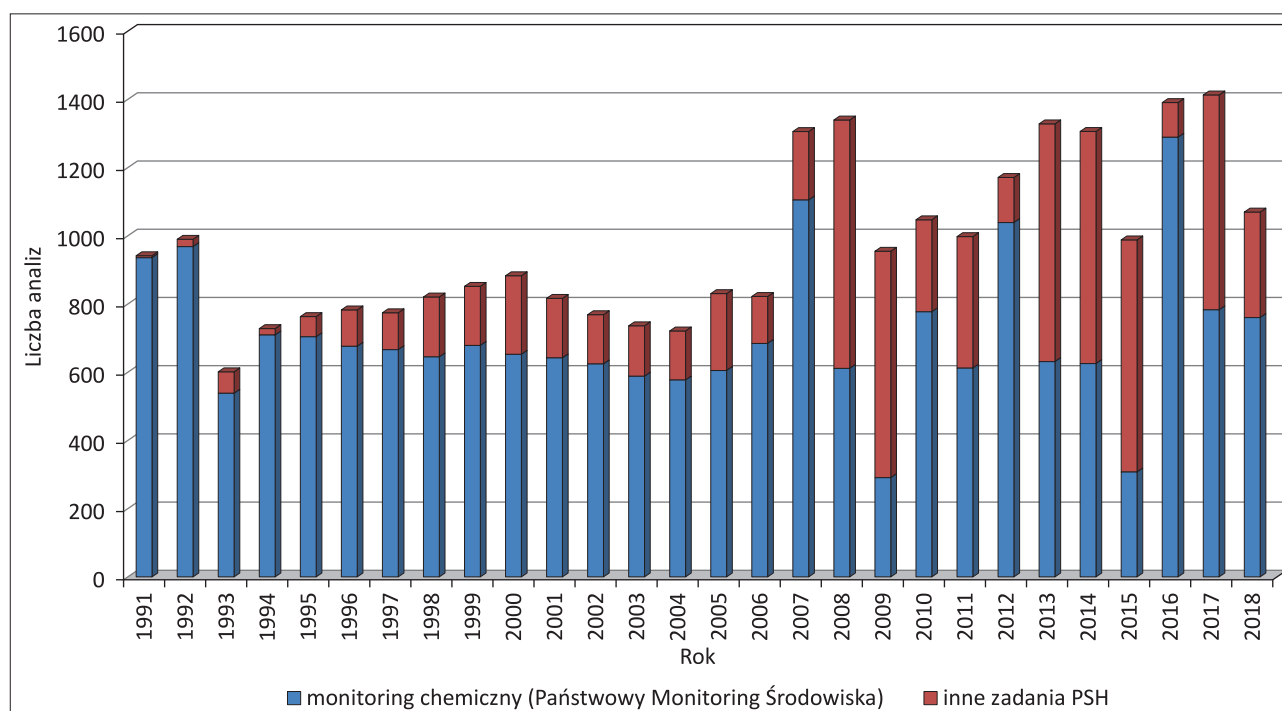
Po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej w 2004 r. został zapoczątkowany długotrwały proces wdrażania zapisów dyrektywy 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej z 23.10.2000 r., ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (RDW). Zmieniło się podejście do monitoringu wód podziemnych. Wydzielono jednolite części wód podziemnych (JCWPd). Większego znaczenia nabrały badania związków przyczynowo-skutkowych oddziaływania presji antropogenicznej, jak również oddziaływań pomiędzy wodami podziemnymi i powierzchniowymi oraz ekosystemami zależnymi od wód podziemnych.

Pierwszy *Program monitoringu jednolitych części wód podziemnych na terenie Polski* został opracowany w 2005 r. (Kazimierski i in., 2005), a jego weryfikacja nastąpiła w 2014 r. – *Opracowanie zweryfikowanego programu monitoringu wód podziemnych w układzie dorzeczy na lata 2016–2021* (Kazimierski in., 2014).

W filozofii RDW wody podziemne są traktowane nie tylko jako receptor, ale również jako medium przenoszące zanieczyszczenia i inne oddziaływania na ekosystemy pozostające w związku hydraulicznym z wodami podziemnymi. Z tego względu większą wagę zaczęto przywiązywać do badań pierwszego poziomu wodonośnego. Pojawiły się terminy *monitoring stanu ilościowego* oraz *monitoring stanu chemicznego* i ta nomenklatura obowiązuje do dziś.

Monitoring stanu chemicznego jest kontynuacją pomiarów i badań realizowanych w sieci krajowej monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych. W ramach monitoringu stanu chemicznego co najmniej raz na sześć lat należy przeprowadzić monitoring diagnostyczny, który swoim zasięgiem obejmuje cały kraj. W praktyce jest on realizowany częściej – dotychczasowe badania przeprowadzono w latach 2007, 2010, 2012, 2016 i 2019. Celem monitoringu diagnostycznego jest stwierdzenie aktualnego stanu wód podziemnych oraz wczesne wykrycie zmian ich jakości. W pozostałych latach wykonuje się monitoring operacyjny, który z definicji jest prowadzony w jednolitych częściach wód podziemnych uznanych za zagrożone nieosiągnięciem ustalonych dla nich celów środowiskowych. Monitoring operacyjny powinien być prowadzony dwa razy do roku, a jego celem jest obserwacja stanu jakości wód na obszarach o stwierdzonym oddziaływaniu presji antropogenicznej. W praktyce, do 2015 r. monitoring operacyjny prowadzono w znacznie większej liczbie JCWPd, niż uzasadniały to cele środowiskowe. Przyczyną tego stanu była konieczność prowadzenia monitoringu również w obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu pochodzenia rolniczego (91/676/EWG), dla których nie wydzielono specjalnego rodzaju monitoringu. Od 2016 r., zgodnie z aktualnie obowiązującym Planem Gospodarowania Wodami na lata 2016–2021 (PGW, 2016), badania są prowadzone jedynie w 39 JCWPd uznanych za zagrożone nieosiągnięciem celów środowiskowych (Dz.U. 2016 r. Nr 0, poz. 1818, 1911, 1914, 1915, 1917, 1918, 1919, 1929, 1959, 1967).

Na podstawie wyników monitoringu diagnostycznego w 2007 r. opracowano pierwszą ocenę stanu chemicznego



Ryc. 1. Liczba analiz chemicznych wód podziemnych w latach 1991–2018 wg bazy danych Monitoring Wód Podziemnych

i ilościowego jednolitych części wód podziemnych (Mitrega i in., 2010).

Monitoring stanu ilościowego jest kontynuacją pomiarów i badań realizowanych w sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych. W ramach monitoringu stanu ilościowego prowadzi się pomiary głębokości zwierciadła wód podziemnych oraz wydajności źródeł. Początkowo pomiary wykonywano tylko manualnie, a od 2013 r. – po wieloletnich testach, sięgających 1996 r. – w wybranych punktach obserwacyjnych zastosowano pomiary automatyczne (Brzezińska i in., 2016), a ich liczba sukcesywnie wzrasta i obecnie są wykonywane w 366 punktach (Działalność..., 2003–2018).

W wybranych punktach monitoringu ilościowego jest prowadzony pobór próbek wód podziemnych na potrzeby innych zadań PSH, tj. oceny stanu technicznego i sprawności hydraulicznej otworów. Ponadto analizy chemiczne są wykonywane w ramach monitoringów badawczych (ryc. 1).

Zadania pierwotnie przypisane do realizacji w ramach sieci specjalnej przejął monitoring badawczy (monitoring w strefach przygranicznych oraz w rejonach obciążonych silną antropopresją), a zadania sieci okresowej przekształcono w pomiary oraz badania wykonywane w ramach zadań zespołu do spraw badań zasięgów zanieczyszczeń zaistniałych w wyniku zdarzeń incydentalnych, awarii lub katastrof (Janica i in., 2013; Działalność..., 2003–2018).

OD 2010 R. DO DZIŚ – REORGANIZACJA SIĘCI I OCENA STANU JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD PODZIEMNYCH

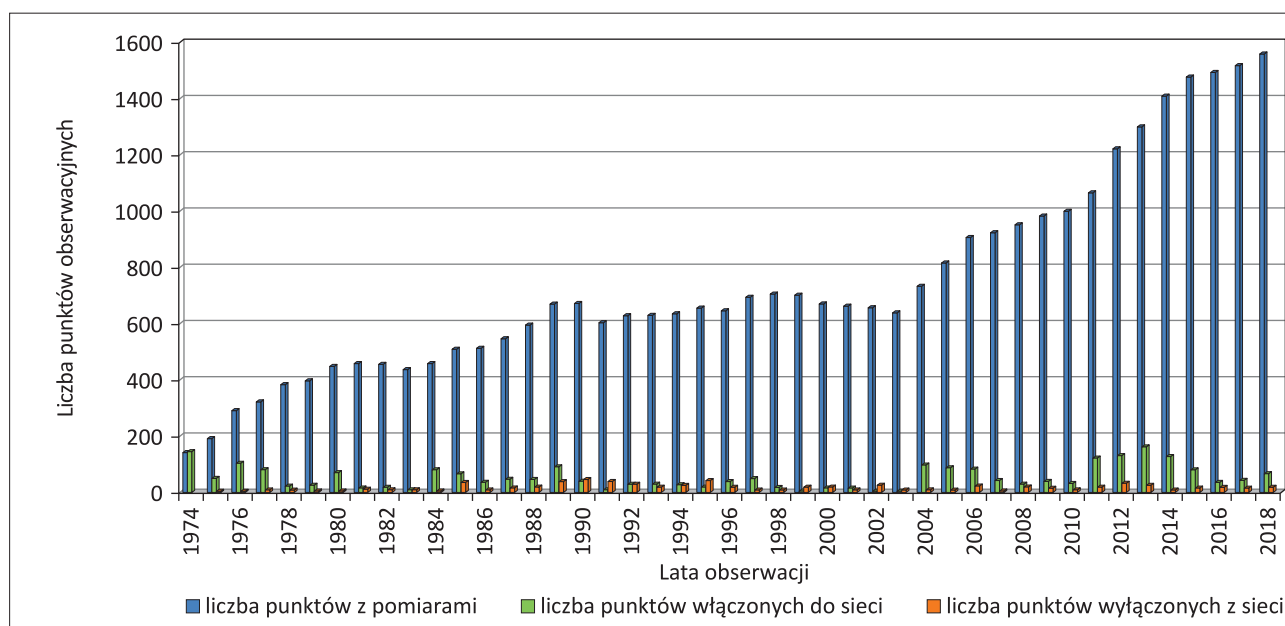
Ocena stanu wód w obszarach jednolitych części wód podziemnych wymagała modernizacji sieci obserwacyjnej. Początkowo w Polsce wydzielano 161 JCWPd, a od 2016 r. – 172. Priorytetem w prowadzeniu monitoringu było

znaczne zwiększenie liczby punktów obserwacyjnych w poszczególnych JCWPd (łącznie o ok. 1/3 ówczesnej liczby punktów sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych). W latach 2009–2017 na potrzeby monitoringu zaadaptowano 133 otwory i wywiercono 286 nowych (ryc. 2 i 3). Efekt tych działań był najlepiej widoczny w latach 2011–2015. Jednocześnie część budżetu przeznaczono na poprawę stanu technicznego infrastruktury w stacjach hydrogeologicznych oraz uzupełnienie i rozbudowę bazy sprzętowej na potrzeby realizacji zadań PSH, w tym zautomatyzowanie pomiarów poziomu zwierciadła oraz temperatury wody podziemnej wraz z transmisją danych pomiarowych na serwer.

Wyniki badań monitoringowych są wszechstronnie wykorzystywane, ale kluczowym celem ich prowadzenia jest obowiązek wykonania raportu o stanie wód podziemnych w dorzeczach, czyli tzw. ocena stanu wód podziemnych w JCWPd (Mitrega i in., 2010; Palak i in., 2011; Kuczyńska i in., 2013, 2015, 2016, 2017). Według zapisów Ramowej Dyrektywy Wodnej dokument ten jest jednym



Ryc. 2. Wiercenie otworu II/1779/1 w Jankowicach w woj. śląskim – kwiecień 2015 r. Fot. A. Mikołajczyk



Ryc. 3. Dynamika zmian liczby punktów obserwacyjnych w sieci monitoringu stanu ilościowego i badawczego

z najważniejszych elementów zarządzania zasobami wodnymi. Pełni on dwie funkcje: z jednej strony podsumowuje cykl wodny i działania podjęte na rzecz poprawy stanu wód, a z drugiej – otwiera kolejny cykl, podsumowując stan aktualny i wskazując obszary, w których konieczne jest podjęcie działań naprawczych w kolejnych latach. W celu kompleksowej oceny stanu JCWPd, zgodnie z przesłaniem RDW, od 2010 r. stosuje się rozbudowaną metodykę oceny stanu wód podziemnych, składającą się z 9 testów klasyfikacyjnych, w których stan wód podziemnych ocenia się nie tylko na podstawie wybranych jakościowych i ilościowych wskaźników i charakterystyk wód podziemnych, ale również rozpatruje się potrzeby receptorów wód podziemnych (Kuczyńska i in., 2013, 2016).

Monitoring badawczy obszarów przygranicznych

Badania monitoringowe w strefach przygranicznych kraju stanowią ważny element współpracy międzynarodowej. Podstawą organizacji pierwszych, wspólnych pomiarów i analiz chemicznych wód podziemnych w obszarze przygranicznym była bilateralna umowa między rządem PRL a rządem Republiki Czechosłowackiej o gospodarce wodnej na obszarze wód granicznych, podpisana w Pradze 21.03.1958 r. (https://www.mzv.cz/warsaw/pl/wzajemne_stosunki/umowy_dwustronne/pozycja_14). Na granicy z Czechami obserwacje stacjonarne wód są prowadzone od 1976 r. Początkowo badania realizowano w rejonie Kudowy, później rozszerzono je także na rejon Krzeszów–Ardšpach oraz zlewnię górnej Ścinawki. W pierwszym etapie wykonawcą prac było Przedsiębiorstwo Geologiczne *Proxima* S.A. z Wrocławia. W listopadzie 1995 r. obserwacje stacjonarne wód granicznych włączono do sieci PIG. Zadaniem tych obserwacji było i jest określenie wpływu eksploatacji wód podziemnych po obu stronach granicy na ich zasoby oraz skład chemiczny (Bażyński i in., 1997; Mikołajczyk, Gidziński, 2000; Korwin-Piotrowska i in., 2014). Z biegiem lat monitoringiem wód podziemnych sukcesywnie obejmowano inne obszary przygraniczne: rejon polskiej części wyspy Uznam, rejon na zachód od Szczecina, rejon Gubina

(od Polanowic do Strzegowa), rejon Łęknicy (od Przewoźnik do Sobolic), rejon wzdłuż granicy kraju na obszarze województw: śląskiego i opolskiego, strefy przygraniczne ze Słowacją, Ukrainą, Białorusią, Litwą oraz z obwodem kaliningradzkim Federacji Rosyjskiej (Bażyński i in., 1998; Gidziński, 2003; Kazimierski i in., 2003, 2005; Gidziński, Janica, 2007; Kazimierski, Gidziński, 2009; Nałęcz i in., 2011; Szelewicka i in., 2013).

Organizacja monitoringu wód podziemnych w strefach przygranicznych wynika z realizacji zapisów umów międzynarodowych oraz uzgodnień z narad grup roboczych międzynarodowych komisji do spraw współpracy na wodach granicznych. Dotychczas nie nawiązano współpracy jedynie z przedstawicielami rosyjskich jednostek badawczych. Komisje do spraw wód granicznych koncentrują działania na rozwiązywaniu doraźnych problemów związanych z ochroną zasobów wód podziemnych oraz zachowaniem ich dobrej jakości. Bardzo istotnym elementem współpracy międzynarodowej jest wymiana informacji na temat warunków hydrogeologicznych, ognisk zanieczyszczeń oraz wielkości i struktury eksploatacji wód w poszczególnych obszarach przygranicznych.

Działania ukierunkowane na utworzenie spójnego i efektywnego systemu monitoringu wód podziemnych obszarów przygranicznych mają na celu uzyskanie wiarygodnej i kompleksowej oceny stanu ilościowego i chemicznego transgranicznych poziomów wodonośnych oraz przygranicznych JCWPd (Działalność..., 2003–2018).

Monitoring badawczy na obszarach obciążonych silną antropopresją

Monitoring badawczy wód podziemnych na obszarach obciążonych silną antropopresją jest prowadzony od 2009 r., w ramach krajowego monitoringu wód podziemnych. Jest on konieczny do właściwej oceny stanu ilościowego i chemicznego jednolitych części wód podziemnych oraz aktualizacji planów gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy, które wymagają bardziej szczegółowego rozpoznania i monitorowania ze względu na większą niż

gdzie indziej dynamikę zmian warunków hydrogeologicznych lub też jakości wód podziemnych.

Obecnie monitoringiem badawczym jest objętych 9 rejonów znajdujących się w zasięgu oddziaływania górnictwa i powiązanego z nim przemysłu (kopalnie węgla brunatnego: Konin, Adamów, Bełchatów i Turów; węgla kamiennego: Górnośląskie Zagłębie Węglowe i Bogdanka k. Lublina; siarki: w rejonie Tarnobrzega i Baszni; miedzi: Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy) oraz 9 aglomeracji miejsko-przemysłowych – szczecińska, trójmiejska, bydgosko-toruńska, warszawska, wrocławska, górnośląska, lubelska, kielecka i tarnowska (Działalność PSH, 2009–2018). Obszary te zostały wytypowane jako zagrożone niespełnieniem wymagań dyrektywy 2000/60/WE. Na zły stan wód podziemnych na tych obszarach wskazywały również wyniki monitoringu z lat 2008–2010.

Jednym z podstawowych zadań monitoringu wód podziemnych na obszarach obciążonych silną antropopresją jest stała kontrola wód wokół obiektów wpływających na pogorszenie lub zagrażających pogorszeniem stanu ilościowego bądź chemicznego wód podziemnych – z wykorzystaniem, obok rezultatów badań własnych, także wyników monitoringu regionalnego i lokalnego. Wyniki tych badań są zamieszczane w bazie MWP, należącej do PIG-PIB, natomiast wyniki pozyskane z monitoringów regionalnych i lokalnych są przechowywane w specjalnych katalogach u liderów zespołów badających poszczególne rejony kraju, a okresowo są poddawane ocenie i weryfikacji. Na podstawie wyników tych badań wyznacza się zasięgi ilościowego i jakościowego oddziaływania obiektów na stan wód podziemnych. Są one wykorzystywane do interpretacji mających na celu ocenę stanu JCWPd oraz ewentualne wydzielenie w nich subczęści obciążonych znaczącą presją na stan ilościowy lub jakościowy.

Baza danych Monitoring Wód Podziemnych (MWP)

Już w 1959 r. padły słowa o konieczności gromadzenia wyników pomiarów i badań wód podziemnych. Profesor Cyryl Kolago użył wówczas określenia *centralne archiwum obserwacji wód podziemnych* (Kolago, 1959). Pierwotnie wyniki obserwacji były gromadzone w archiwum papierowym, lecz z biegiem czasu zostały scyfrowane, przy czym archiwum w wersji papierowej nadal istnieje.

Wraz z pojawieniem się pierwszych komputerów PC opracowano grupę programów służących do archiwizowania i przetwarzania wyników stacjonarnych obserwacji wód podziemnych. Programy dedykowane archiwizacji wyników obserwacji zwierciadła wód podziemnych i wydajności źródeł napisano w języku *Turbo Pascal 3.0* (komputerowy system archiwizacji stacjonarnych obserwacji hydrogeologicznych – w skrócie SOH), a w celu zarchiwizowania informacji o punktach obserwacyjnych opracowano aplikację z wykorzystaniem arkusza *Lotus 1-2-3*. Proste w obsłudze programy umożliwiały zakodowanie wyników, sprawdzenie ich poprawności, sporządzenie charakterystyk statycznych i wykresów wahań zwierciadła wody. Struktura plikowa sprawiała jednak, że niemożliwe było przeszukiwanie i selekcja zgromadzonych danych.

Postępujący rozwój narzędzi informatycznych pociągał za sobą modernizację aplikacji obsługujących bazę danych System Obserwacji Hydrogeologicznych – SOH (często nazywaną wówczas Bankiem SOH). W 1996 r. dane z bazy

SOH, w postaci wykresów oraz bilansu jonowego wraz z podstawowymi informacjami o punktach, były już dostępne w sieci internetowej (Prażak i in., 1996; Przytuła i in., 1997; Kazimierski, Przytuła, 1997). Moduł SOH – graficzna prezentacja wyników, opracowany w Oddziale Świętokrzyskim PIG, był dostępny w niezmienionej formie przez wiele lat.

W 1991 r. utworzono bazę danych MONBADA (MONitoringowa BAza DAnych), w której gromadzono wyniki chemicznych analiz wód, wykonywanych w ramach monitoringu wód podziemnych jako podsystem Państwowego Monitoringu Środowiska (Gawin, Pachla, 1993).

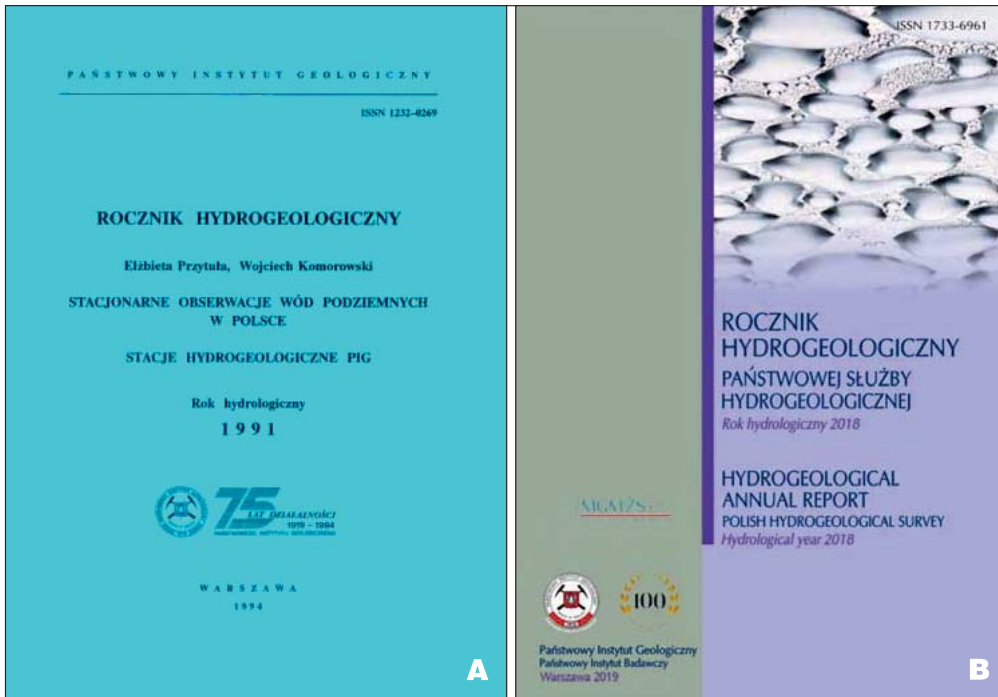
W 2004 r. z połączenia baz MONBADA i SOH powstała baza danych Monitoring Wód Podziemnych (MPW), która wraz z innymi bazami hydrogeologicznymi była elementem Platformy Integracyjnej PSH (Cabalska i in., 2005a, b). W konkursie ministra środowiska Nagroda GEOLOGIA 2007 twórcy bazy MPW otrzymali wyróżnienie. Obecnie jest ona elementem systemu przetwarzania danych państwowej służby hydrogeologicznej SPD-PSH (Felter i in., 2012). Dla szerokiego grona odbiorców jest dostępna w wersji internetowej (<http://spd.pgi.gov.pl/PSHv8/>), oprócz tego zasila aplikację mobilną GeoLOG (<https://geolog.pgi.gov.pl/>), geoportal e-PSH (<http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>) oraz dostarcza informacje na potrzeby systemu ISOK (od 2015 r. generowane z bazy automatycznie). Dane z bazy MWP są wykorzystywane przez system analityczno-raportujący BA_PSH, w którym wspierają analizy i procesy decyzyjne związane z wieloma zadaniami PSH oraz zadaniami PIG-PIB realizowanymi dla GIOŚ. Baza MPW jest także źródłem danych do raportowania do Komisji Europejskiej o punktach obserwacyjnych, wahań zwierciadła i jakości wód podziemnych (Działalność..., 2003–2018).

Udostępnianie danych, które są wykorzystywane przez administrację centralną i lokalną, uczelnie wyższe, firmy i osoby prywatne, a także w licznych publikacjach, pracach naukowych i raportach (Hordejuk, Nowicki, 2000; Cabalska i in., 2015; Prażak, Woźnicka, 2015), odbywa się zgodnie z przepisami ustawy *Prawo wodne* oraz ustawy o ponownym wykorzystaniu informacji sektora publicznego (procedura jest opisana na stronie internetowej PIG-PIB <https://www.pgi.gov.pl/oferta-inst/gromadzenie-i-udostepnianie-informacji/hydrogeologicznej.html>).

Publikowanie wyników badań monitoringowych

Od 1994 r. PIG wydaje *Rocznik Hydrogeologiczny*. Początkowo publikowano w nim tylko wyniki monitoringu wód podziemnych w stacjach hydrogeologicznych I rzędu (dane z lat hydrologicznych 1991–1993), ale później również wyniki stacjonarnych obserwacji wód podziemnych w pozostałych punktach obserwacyjnych (roczniki z lat hydrologicznych 1994–1999). Po dwuletniej przerwie w edycji serii w 2003 r. wznowiono publikację roczników w zmienionej formule, z bogatszą treścią i w nowej szacie graficznej (ryc. 4), i w tej formie są publikowane do dziś.

W 2003 r. rozpoczęto publikację serii *Kwartalny Biuletyn Informacyjny Wód Podziemnych*. Zeszyty biuletynu wydawano drukiem, a obecnie są udostępniane poprzez stronę internetową PSH (<https://www.pgi.gov.pl/psh/materialy-informacyjne-psh/kwartalny-biuletyn-informacyjny-wod-podziemnych.html>).



Ryc. 4. Rocznik Hydrogeologiczny – po lewej stronie obejmujący dane z roku hydrologicznego 1991, a po prawej, już w nowej szacie graficznej, prezentujący dane z roku hydrologicznego 2018

Inną formą popularyzacji informacji o funkcjonowaniu sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych były w latach 90. XX w. raporty i foldery, w których prezentowano wybrane stacje hydrogeologiczne (Przytuła i in., 1997; Komorowski, 1999; Modliński, Przytuła, 1999). Poza tym na ogrodzeniach stacji hydrogeologicznych I rzędu umieszczono tablice informacyjne, opracowane w latach 2015–2016. Zawierają one podstawowe informacje o otworach obserwacyjnych i ich profilach oraz wykresy wahań zwierciadła wód podziemnych (ryc. 5).

Wyniki monitoringu jakości wód podziemnych od lat 90. XX w. są publikowane w serii *Biblioteka Monitoringu Środowiska*, a od 2003 r. są wykorzystywane w komunikatach PSH o bieżącej sytuacji hydrogeologicznej, prognozach i ostrzeżeniach przed niebezpiecznymi zjawiskami zachodzącymi w strefach zasilania lub poboru wód podziemnych – publikacje te są dostępne na stronie internetowej PSH.

Na wyniki obserwacji wód podziemnych powołują się autorzy licznych prac naukowych (m.in. Małecka, 1985; Prażak, 1993; Kazimierski, 1995; Pacholewski i in., 1995; Przytuła, 1997; Guzik i in., 1999; Hordejuk, 1999; Pawlicka, 2000; Gurwin i in., 2001; Kazimierski, Macioszczyk, 2003b; Buczyński i in., 2005; Przytuła, 2005a, b; Chowaniec i in., 2007; Gidziński, Janica, 2007; Herbich i in., 2009; Porowska, Małecki, 2009; Chowaniec i in., 2010; Kazimierski, Gidziński, 2011; Cabalska i in., 2012; Szelewicka i in., 2013; Cabalska i in., 2016; Kuczyńska,



Ryc. 5. Tablica informacyjna na stacji hydrogeologicznej I/495 Mołodiatycze

2017; Leśniak, Wilamowski, 2017) i zostały one wykorzystane do opracowania informatorów PSH (Korwin-Piotrowska i in., 2014; Pacholewski, 2016; Kowalczyk i in., 2017, 2018).

Seminaria i warsztaty

W celu ustalenia kierunków rozwoju sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych oraz popularyzacji działań PIG we wrześniu 1996 r. w Szelmencie zorganizowano seminarium *Sieć stacjonarnych obserwacji wód podziemnych w Polsce – stan obecny i przyszłość*, w którym wzięli udział przedstawiciele administracji rządowej i liczni przedstawiciele hydrogeologicznych jednostek naukowych z całego kraju (Raport 1/96, 1996; ryc. 6).

Od 2009 r. są organizowane cykliczne warsztaty monitoringu wód podziemnych oraz monitoringów badawczych, na których są omawiane bieżące zadania i problemy związane z organizacją prac. W ramach tych spotkań są wykonywane porównania międzylaboratoryjne w zakresie poboru próbek wód podziemnych i pomiarów terenowych głębokości zwierciadła wód podziemnych.

Potwierdzenie kompetencji przez Polskie Centrum Akredytacji

Wykonywane w Centralnym Laboratorium Chemicznym fizykochemiczne oznaczenia próbek wód podziemnych objęto systemem zarządzania jakością i w 2000 r. laboratorium to uzyskało akredytację Polskiego Centrum Akredytacji.

Mając na celu podniesienie standardów prac i badań monitoringowych wód podziemnych, w latach 2014–2015 państwowa służba hydrogeologiczna podjęła działania zmierzające do wdrożenia międzynarodowego systemu zarządzania, określonego w normie PN-EN ISO/IEC-17025. W ramach realizacji tego zadania utworzono terenowe laboratorium monitoringu wód podziemnych. W lutym 2016 r. Polskie Centrum Akredytacji (PCA) potwierdziło wysokie standardy prowadzonych badań i posiadane kompetencje, przyznając, w wyniku niezależnej oceny certyfi-

kującej, akredytację na badania i pomiary terenowe wód podziemnych i tym samym rozszerzając zakres akredytacji dla Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB (akredytacja laboratoriów badawczych AB283). Uzyskanie akredytacji PCA na terenowe badania wód podziemnych umożliwiło dołączenie do grupy laboratoriów uznawanych za granicą i wykonujących analizy według najwyższych światowych standardów.

W 2017 r. zakres akredytacji został rozszerzony o badania środowiskowe, tj. pobieranie próbek gleb z terenów zanieczyszczonych. Systemem zarządzania i kontroli jakości zostały objęte prace realizowane w ramach monitoringu stanu chemicznego (należące do Państwowego Monitoringu Środowiska) i monitoringu stanu ilościowego, realizowanego przez PSH. W ramach tych prac są prowadzone badania biegłości i porównania międzylaboratoryjne (PT/ILC) oraz szkolenia z zakresu pobierania próbek wód podziemnych, ścieków i realizacji monitoringu środowiskowego. Pracownicy zespołu laboratorium pełnią funkcje konsultacyjno-doradcze w ramach Polskiego Klubu Laboratoriów Badawczych POLLAB, współpracują ze służbami geologicznymi innych krajów (Litwa, Chiny i Turcja), a także biorą udział w międzynarodowych programach środowiskowych, m.in. Horizon 2020.

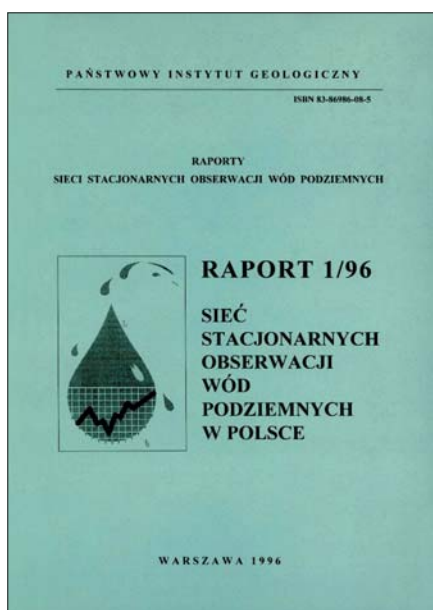
Obecny stan krajowego monitoringu wód podziemnych

Monitoring wód podziemnych umożliwia przeprowadzenie oceny stanu tych wód w każdej ze 172 JCWPd. Według danych z sierpnia 2019 r. sieć obserwacyjno-badawcza wód podziemnych obejmuje:

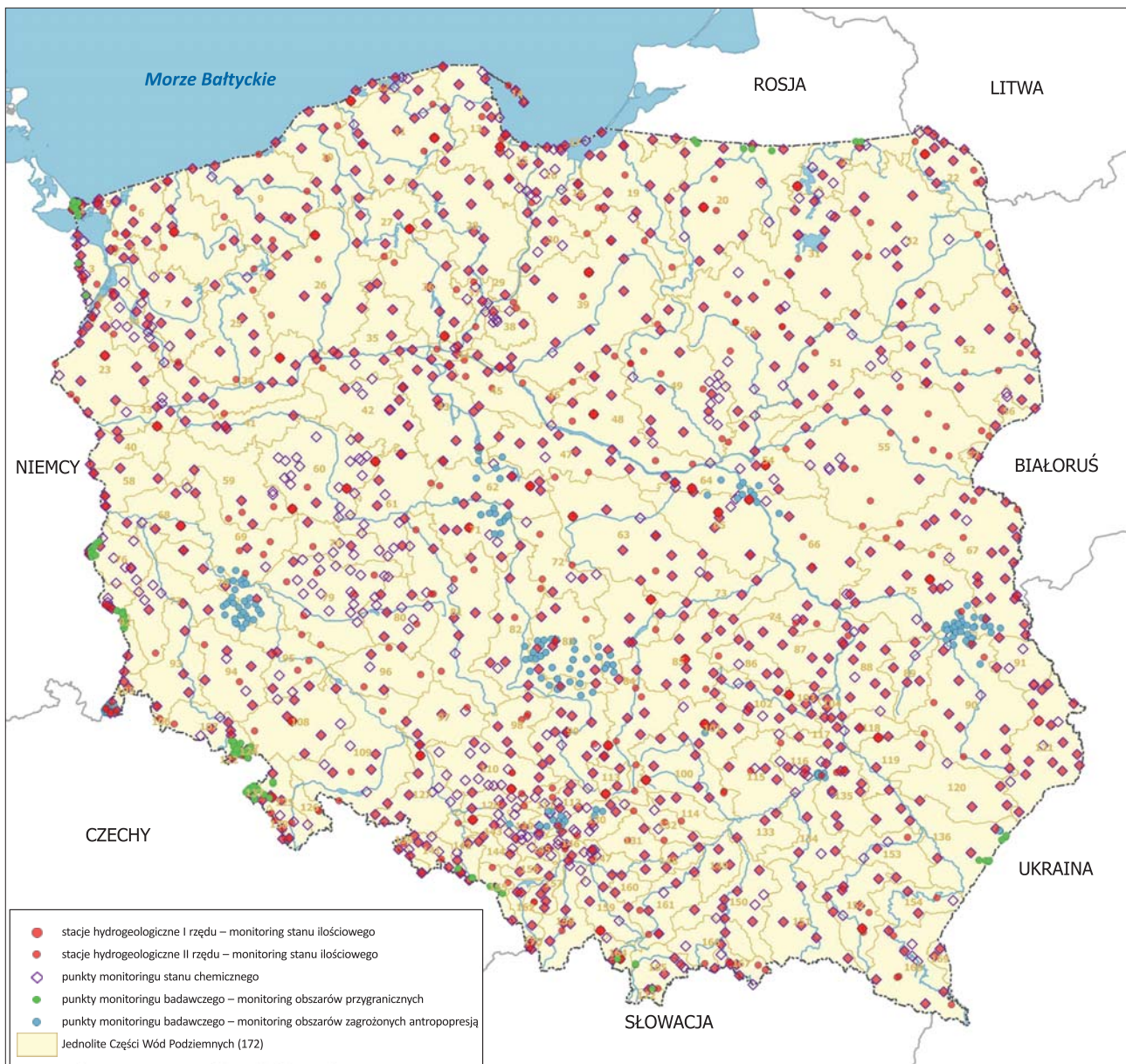
- 1243 punkty monitoringu stanu ilościowego;
- 1289 punktów monitoringu stanu chemicznego (monitoring diagnostyczny 2019);
- 513 punktów monitoringu badawczego.

Suma wszystkich punktów sieci wynosi 1893 (ryc. 7), ponieważ jeden punkt badawczy może pełnić wiele funkcji.

Obecnie w sieci funkcjonuje jedynie 145 punktów, w których obserwacje poziomu wahań zwierciadła wód podziemnych bądź wydajności źródeł rozpoczęto jeszcze w latach 70. XX w. (stan z sierpnia 2019 r.) – stanowią one



Ryc. 6. Uczestnicy seminarium *Sieć stacjonarnych obserwacji wód podziemnych w Polsce – stan obecny i przyszłość*, 16–18 września 1996 r., Szelmencie i okładka *Raportu 1/96 Sieci Stacjonarnych Obserwacji Wód Podziemnych w Polsce*. Fot. Arch. PSH



Ryc. 7. Lokalizacja punktów monitoringu stanu ilościowego i chemicznego na tle jednolitych części wód podziemnych (JCWPd172)

niespełna 12% wszystkich punktów. Różne bywają powody zakończenia obserwacji – od awarii technicznych i „starzenia się” otworów po brak zgody właściciela terenu na dalsze pomiary i badania, a także fizyczną likwidację punktu.

W latach 1991–2018 wykonano ok. 27 tysięcy analiz w 2700 punktach, w tym 20 tysięcy w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Od 2009 r. są oznaczane wybrane substancje organiczne, z czego część wskaźnikowo. Od 2012 r. w wybranych punktach są badane trwałe izotopy tlenu i wodoru wraz ze stężeniami trytu w wodzie (Nowicki i in., 2015), a od 2015 r. w punktach o podwyższonych stężeniach azotanów sukcesywnie jest oznaczany skład izotopowy azotu i tlenu w azotanach (Leśniak, Wilamowski, 2017). W wybranych punktach wykonano także pilotażowe badania zawartości czynnych substancji pochodzących z farmaceutyków (Kuczyńska, 2017).

Wyniki prowadzonych badań i pomiarów monitoringowych umożliwiają:

- dokumentowanie i ocenę dynamiki zmian zasobów oraz chemizmu wód podziemnych;

- ocenę sytuacji hydrogeologicznej w kraju i jego regionach oraz prognozowanie jej zmian wraz z publikacją roczników, biuletynów, komunikatów, prognoz i ostrzeżeń;
- ocenę zagrożeń hydrogeologicznych wywołanych wodami podziemnymi;
- udostępnianie i rozpowszechnianie informacji o dynamice i stanie wód podziemnych;
- ocenę wpływu antropopresji na ekosystemy zależne od wód podziemnych;
- dostarczenie danych do sporządzenia raportów zgodnych z Ramową Dyrektywą Wodną na potrzeby Komisji Europejskiej i grup roboczych przy KE (Cabalska i in., 2012), Europejskiej Agencji Środowiska pierwotnie w sieci EUROWATERNET (Kazimierski, 2001a, b; Kazimierski, Macioszczyk, 2003), a następnie w systemie WISE (Cabalska i in., 2016);
- przygotowanie dokumentów i opracowań do planów gospodarowania i ochrony wód oraz innych dokumentów planistycznych, opracowań studialnych i metodycznych.

PODSUMOWANIE

Wody podziemne, ze względu na duże zasoby, jak i znacząco lepszą jakość od wód powierzchniowych, są bardzo ważnym surowcem. Są one źródłem zaopatrzenia w wodę do spożycia dla ponad 70% ludności Polski. Prowadzony przez PIG-PIB monitoring wód podziemnych, opierający się na doświadczeniach i dorobku naukowym całego środowiska hydrogeologicznego, jest od wielu lat podstawowym narzędziem służącym ich ochronie. Stulecie Państwowego Instytutu Geologicznego jest dobrą okazją do podsumowania dokonań i określenia nowych wyzwań w dziedzinie monitoringu wód podziemnych.

W koncepcji funkcjonowania monitoringu wód podziemnych uwzględniono doświadczenia zespołów naukowych z wyższych uczelni, zdobyte w trakcie monitoringów lokalnych i regionalnych (Różkowski i in., 1990; Staniewicz-Dubois, 1991, 1995; Błaszczak, Macioszczyk, 1993; Kleczkowski i in., 1993, 1995; Osmęda-Ernst i in., 1995; Kazimierski, Sadurski, 1999; Kmiecik, 2011; Witeczak i in., 2013), a także w teledetekcji (Graniczny i in., 1995). W ostatnich latach wykorzystuje się również wskazówki wypracowane w międzynarodowych grupach roboczych przy Komisji Europejskiej.

Realizowany w PIG-PIB monitoring wód podziemnych był finansowany ze środków budżetowych, środków Komitetu Badań Naukowych oraz środków wypłacanych przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, a obecnie – ze środków Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie i Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska.

Z perspektywy blisko 50-lat monitoringu wód podziemnych w Polsce widać, że do utworzenia, funkcjonowania i największych osiągnięć sieci monitoringu przyczyniły się systematyczność i duży nakład pracy zespołu hydrogeologów z PIG-PIB oraz rzeszy obserwatorów terenowych. Sieć monitoringu musi sprostać aktualnym i przyszłym wyzwaniom, które, jak pokazuje historia badań monitoringowych w Polsce, niejednokrotnie ulegają zmianom na skutek czynników gospodarczych, ekonomicznych czy wreszcie naukowych. Dalszy rozwój tej sieci będzie wymagać zastosowania nowych metod badawczych, w tym automatyki pomiarów i transmisji danych, ale także sprzyjających warunków inwestycyjnych.

Pragniemy podziękować wszystkim osobom, które miały wkład w budowę i rozwój monitoringu wód podziemnych w Państwowym Instytucie Geologicznym.

LITERATURA

BAŻYŃSKI J. 1997 – Eksploatacja wód poziomu oligoceńskiego w Warszawie na tle zmian depresji regionalnej. Mat. konf. *Oligoceński zbiornik wód podziemnych regionu mazowieckiego*. Arch. PAN, Warszawa.
 BAŻYŃSKI J., PEREK M., ZAWADZKI R. 1997 – Syntetyczna ekspertyza o stanie badań – Rejon Kudowa Zdrój–Police (Czechy). Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa (nr inw. 671/97).
 BAŻYŃSKI J., STAWIARSKA M., ZAWADZKI R., WIŚNIEWSKI Z. 1998 – Wody graniczne. Syntetyczna ekspertyza o stanie badań hydrogeologicznych, rejon Świnoujścia. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa (nr inw. 604/98).
 BŁASZCZYK T., MACIOSZCZYK A. 1993 – Klasyfikacja jakości zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu środowiska. PIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
 BŁASZCZYK T., GÓRSKI J., HORDEJUK T., PŁOCHNIEWSKI Z. 1991 – Koncepcja monitoringu wód podziemnych. Prz. Geol., 39 (1): 7–11.

BRZEZIŃSKA A., JANICA R., OTWINOWSKI J. 2016 – Automatyka pomiarowa w służbie hydrogeologii. PZiTS, 21 (1): 123–127.
 BUCZYŃSKI S., STAŠKO S., TARKA R. 2005 – Dynamika stanów wód podziemnych na przedpolu Sudetów na przykładzie stacji w Zebrzydowie. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 12: 71–75.
 CABALSKA J., FELTER A., HORDEJUK M., MIKOŁAJCZYK A. 2005a – Integracja systemów (hydrogeologicznych) baz danych dla potrzeb państwowej służby hydrogeologicznej. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 12: 765–770.
 CABALSKA J., FELTER A., HORDEJUK M., MIKOŁAJCZYK A. 2005b – The Polish Hydrogeological Survey Database Integrator – A New GIS Tool For The Hydrogeological Database Management Useful In Mapping Process. Prz. Geol., 53 (10/2): 917–920.
 CABALSKA J., KOWALCZYK A., MIKOŁAJCZYK A. 2012 – Wskaźnik położenia zwierciadła wód podziemnych w ocenie aktualnego zagrożenia niedoborem wody i suszy w skali europejskiej. Wyniki polskich testów pilotażowych. PZiTS, 19 (1): 79–84.
 CABALSKA J., MIKOŁAJCZYK A., PALAK-MAZUR D., WOŁKOWICZ W. 2015 – Wyniki oznaczeń pestycydów w punktach pomiarowych monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych. Prz. Geol., 63 (10/1): 635–638.
 CABALSKA J., GAŁKOWSKI P., KOWALCZYK A., MIKOŁAJCZYK A., WOŹNICKA M. 2016 – Plany Komisji Europejskiej dotyczące szacowania i monitorowania niedoborów wód podziemnych. PZiTS, 21 (1): 55–62.
 CHOWANIEC J., FREIWALD P., WITEK K. 2007 – Wahania zwierciadła wód podziemnych i wydajności źródeł na obszarze zachodniej części fliszowych Karpat zewnętrznych. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 13: 501–508.
 CHOWANIEC J., FREIWALD P., OPERACZ T., WITEK K. 2010 – Atlas hydrogeoróżnorodności województwa małopolskiego. Departament Rolnictwa i Geologii Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego, Kraków.
 DZIAŁALNOŚĆ państwowej służby hydrogeologicznej. Synteza, 2003–2018. Arch. Państw. Inst. Geol., Warszawa; <https://www.pgi.gov.pl/dokumenty-przegladarka/psh/zadania-psh/synteza-psh.html>
 FELTER A., FORST S., GAŁKOWSKI P., HERBICH P., MIKOŁAJCZYK J., MORDZONEK G., MIKOŁAJCZYK A., PRZYTUŁA E., WĘGLARZ D. 2012 – Zadania Systemu Przetwarzania Danych Państwowej Służby Hydrogeologicznej – rozpoznawanie, bilansowanie i ochrona wód podziemnych. PZiTS, 19 (1): 37–59.
 GAWIN A.M., PACHLA J.P. 1993 – MONitoringowa BAza Danych stan obecny i perspektywy. PZiTS, 10 (1): 85–87.
 GIDZIŃSKI T. 2003 – Potencjalne ogniska zanieczyszczeń o charakterze transgranicznym oraz stan obserwacji w sieciach monitoringowych wód podziemnych w strefie przygranicznej województwa podkarpackiego. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 11: 363–366.
 GIDZIŃSKI T., JANICA R. 2007 – Badania monitoringowe wód podziemnych w strefie przygranicznej Polski z Litwą. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 13: 521–528.
 GRANICZNY M., KOWALSKI Z., PIĄTKOWSKA A., ROBAKIEWICZ M., ZACHOWICZ J. 1995 – Monitoring Zatoki Gdańskiej za pomocą metod teledetekcyjnych oraz modelowania hydrodynamicznego. Prz. Geol., 43 (6): 465–472.
 GURWIN J., KAZIMIERSKI B., LUBCZYŃSKI M. 2001 – Automatyka systemów monitoringu hydrogeologicznego na przykładzie projektu rozwoju stacji hydrogeologicznej w Zebrzydowie koło Świdnicy. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 10 (2): 35–46.
 GUZIK M., LISZKA P., PACHOLEWSKI A. 1999 – Interpretacja wieloletnich wyników pomiarów zwierciadła wód podziemnych wybranych poziomów wodonośnych regionu śląsko-krakowskiego. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 9: 89–96.
 HERBICH P., PRAŻAK J., PRZYTUŁA E. 2009 – Dynamika stanu retencji płytkich wód podziemnych w hydrogeologicznych jednostkach bilansowych. Biul. Państw. Inst. Geol., 436: 159–164.
 HORDEJUK T. 1993 – Krajowy monitoring wód podziemnych, organizacja, główne wyniki prac i badań. PZiTS, 10 (1): 69–75.
 HORDEJUK T. 1999 – Wyniki monitoringu jakości wód podziemnych – sieć krajowa 1998. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 9: 411–415.
 HORDEJUK T., GAWIN A. 1994 – Wyniki monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych la latach 1991–1993 (sieć krajowa). Bibl. Monit. Środ., PIOŚ Warszawa.
 HORDEJUK T., GAWIN A. 1996 – Monitoring jakości zwykłych wód podziemnych – sieć krajowa 1996. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa (nr inw. 6768/2008).
 HORDEJUK T., NOWICKI Z. 2000 – Monitoring jakości wód podziemnych – stan obecny i zamierzenia na przyszłość. Prz. Geol., 48, (6): 501–504.

- HORDEJUK T., PŁOCHNIEWSKI Z. 1995 – Stan organizacji, główne wyniki i problemy monitoringu jakości wód podziemnych w Polsce. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 7: 173–177.
- HORDEJUK T., MIECZNIKI J., PICH J. 1992 – Monitoring wód podziemnych – metodyka i wstępne wyniki. Ogólnopolskie Seminarium Zintegrowany Monitoring Środowiska – metodologia, metody realizacji. Szczecinek–Storków, 12–13.10.1992 r. Arch. UAM, Poznań.
- JAKIMOWICZ-HNATYSZAK K., PASŁAWSKI P. 1996 – Metody analizy wód naturalnych stosowane przez Centralne Laboratorium Chemiczne w badaniach monitoringowych. *Prz. Geol.*, 44, (3): 242–248.
- JANICA R., OTWINOWSKI J., BRZEZIŃSKA A. 2013 – Rozpoznanie zasięgu zanieczyszczeń wód podziemnych związkami chlorowcopochodnymi na przykładzie ujęć w Bornem Suliniowie i Nowej Dębce. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 16: 219–224.
- KAZIMIERSKI B. 1995 – Zasady udostępniania i rozpowszechniania wyników stacjonarnych obserwacji hydrogeologicznych. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 7: 313–317.
- KAZIMIERSKI B. 2001a – Europejska sieć monitoringu wód śródlądowych, system obserwacji wód podziemnych na obszarze Polski. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 10: 69–78.
- KAZIMIERSKI B. 2001b – Monitoring wód podziemnych w sieci EUROWATERNET w Polsce. [W:] Karczewski A., Zwoliński Z. (red.), *Funkcjonowanie geosystemów w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych – monitoring, ochrona, edukacja*. Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich, Poznań.
- KAZIMIERSKI B., GIDZIŃSKI T. 2009 – Współpraca międzynarodowa w zakresie podziemnych wód granicznych. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 14: 223–230.
- KAZIMIERSKI B., GIDZIŃSKI T. 2011 – Koncepcja reorganizacji sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 15. Biul. Państw. Inst. Geol., 445 (12/1): 255–265.
- KAZIMIERSKI B., GIDZIŃSKI T., CABALSKA J., MIKOŁAJCZYK A. 2003 – Transgraniczny monitoring wód podziemnych wschodnich granic państwa. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 11: 395–398.
- KAZIMIERSKI B., MACIOSZCZYK A. 2003a – Monitoring wód podziemnych w świetle nowych przepisów prawa. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 11 (2): 411–415.
- KAZIMIERSKI B., MACIOSZCZYK A. 2003b – Propozycja interpretacji i prezentacji wyników monitoringu wód podziemnych. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 11: 399–410.
- KAZIMIERSKI B., PRZYTUŁA E. 1997 – System obserwacji hydrogeologicznych, SOH – graficzna prezentacja wyników – program komputerowy i baza danych w wersji udostępnionej w sieci INTERNET. Mat. konf. Infobazy'97 – bazy danych dla nauki. Centr. Inform. TASK, Polit. Gdańska.
- KAZIMIERSKI B., SADURSKI A. (red.) 1999 – Monitoring ostonowy ujęć wód podziemnych. Państw. Inst. Geol.
- KAZIMIERSKI B., SADURSKI A. 2002 – Monitoring wód podziemnych w świetle nowych zadań państwowej służby hydrogeologicznej. *Prz. Geol.*, 50, (10/2): 671–679.
- KAZIMIERSKI B., CABALSKA J., GIDZIŃSKI T., KOCHANOWSKI J., KOMOROWSKI W., MIKOŁAJCZYK A., NAŁĘCZ T., RUDZIŃSKI-ZAPAŚNIK T., ŚWIESZCZAKOWSKI W. 2005 – Program monitoringu jednolitych części wód podziemnych na terenie Polski. Arch. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KAZIMIERSKI B., RUDZIŃSKA-ZAPAŚNIK T., GIDZIŃSKI T. 2005 – Ocena wpływu odwadniania niemieckiej kopalni węgla brunatnego Jänschwalde na warunki hydrogeologiczne rejonu Gubina. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 12: 231–236.
- KAZIMIERSKI B., KUCZYŃSKA A., SADURSKI A., SKRZYPCZYK L. 2011 – Założenia do modernizacji monitoringu wód podziemnych. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 15. Biul. Państw. Inst. Geol., 445 (12/1): 279–289.
- KAZIMIERSKI B., KUCZYŃSKA A., HERBICH P., LEŚNIAK P.M., SADURSKI A., SKRZYPCZYK L. (red.) 2014 – Zweryfikowany program monitoringu wód podziemnych w układzie dorzeczy na lata 2016–2021. Arch. Zakł. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A.S., SZCZEPAŃSKA J., SZCZEPAŃSKI A., WITCZAK S., RÓŻKOWSKI A. 1993 – Zagadnienia metodyczne regionalnego monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych. II Konf. Nauk. Biochemia, Geochemia, Hydrochemia Środowiska, AGH, Kraków.
- KLECZKOWSKI A.S., SZCZEPAŃSKA J., WITCZAK S., RÓŻKOWSKI A., WITKOWSKI A. 1995 – Regionalny monitoring jakości wód podziemnych w zlewni górnej Wisły – zagadnienia metodyczne. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 7: 203–218.
- KMIECIK E. 2011 – Metodyczne aspekty oceny stanu chemicznego wód podziemnych. AGH, Kraków.
- KOLAGO C. 1959 – Zagadnienie sieci punktów obserwacji wód podziemnych. *Prz. Geol.*, 7 (12): 538–539.
- KOLAGO C. 1970 – Mapa hydrogeologiczna Polski 1:1 000 000. Wyd. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOLAGO C. 1972 – Hydrogeologiczna interpretacja wyników obserwacji wahań zwierciadła wód podziemnych. *Prz. Geol.*, 20 (8–9): 538–539.
- KOMOROWSKI W. 1999 – Stacja hydrogeologiczna Państwowego Instytutu Geologicznego w Białowieży. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 9: 449–452.
- KOMUNIKATY, prognozy i ostrzeżenia PSH 2003–2019 – <https://www.pgi.gov.pl/psh/materiały-informacyjne-psh/aktualna-sytuacja-hydrogeologiczna.html>
- KORWIN-PIOTROWSKA A., SERAFIN R., WOJTKOWIAK A., KRAWCZYK J., SKRZYPCZYK L., ZAWISTOWSKI K., CHUDZIK L., BIEL A., KOROŚ I., UHLÍK J., ECKHARDT P. 2014 – Monitoring wód podziemnych w strefie przygranicznej Sudetów w latach 2005–2012. Informator PSH. Państw. Inst. Geol.; <https://www.pgi.gov.pl/psh/materiały-informacyjne-psh/informatory-psh.html>
- KOWALCZYK A., SZYDŁO M., STĘPIŃSKA-DRYGAŁA I., WESOŁOWSKI P., BEJGER M., GOŁĘBIEWSKI M. 2017 – Niżówki hydrogeologiczne w Polsce w latach 1981–2015. Informator PSH. Państw. Inst. Geol.; <https://www.pgi.gov.pl/psh/materiały-informacyjne-psh/informatory-psh.html>
- KOWALCZYK A., WESOŁOWSKI P., STĘPIŃSKA-DRYGAŁA I., MIKOŁAJCZYK A., SZYDŁO M., GOŁĘBIEWSKI M. 2018 – Ekstremalnie wysokie stany wód podziemnych w Polsce w latach 1981–2015. Informator PSH. Państw. Inst. Geol.; <https://www.pgi.gov.pl/psh/materiały-informacyjne-psh/informatory-psh.html>
- KUCZYŃSKA A. 2017 – Wyniki pilotażowego badania zawartości substancji czynnych farmaceutyków w wodach podziemnych w próbkach wody pobranych z krajowej sieci monitoringu wód podziemnych. *Prz. Geol.*, 65 (11/1): 1096–1103.
- KUCZYŃSKA A., CABALSKA J., CHADA M., GALCZAK M., GAŁKOWSKI P., HERBICH P., HORDEJUK T., KAZIMIERSKI B., KUCHARCZYK K., KOSTKA A., KOWALCZYK A., LEWANDOWSKA A., MADEJ M., MIKOŁAJCZYK A., PALAK-MAZUR D., ROJEK A., SOLOVEY T., STAŃCZAK E., WOJEWÓDKA M. 2013 – Raport o stanie chemicznym oraz ilościowym jednolitych części wód podziemnych w dorzeczu w podziale na 161 i 172 JCWPd, stan na rok 2012; <http://mjwp.gios.gov.pl/raporty-art/2012.html>
- KUCZYŃSKA A., CABALSKA J., CZYŻKOWSKI B., GALCZAK M., GAŁKOWSKI P., HERBICH P., KAZIMIERSKI B., KUCHARCZYK K., KOSTKA A., KOWALCZYK A., MIKOŁAJCZYK A., MIKOŁAJCZYK J., PALAK-MAZUR D., ROJEK A., SOLOVEY T., WOŹNICKA M. 2015 – Adaptacja metodyk przedstawianych w poradnikach UE dotyczących oceny stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych, opracowanie procedur i „makr” dla przeprowadzenia analiz, obliczeń i ocen – wersja trzecia, poprawiona. Arch. Zakł. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKA A., PALAK-MAZUR D., KOSTKA A. 2016 – Ocena stanu wód podziemnych w kontekście wymogów raportowania do Komisji Europejskiej. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 466: 179–192.
- KUCZYŃSKA A., PALAK-MAZUR D., ROJEK A., KOSTKA A., GALCZAK M., GIDZIŃSKI T., JÓŹWIĄK K., KOWALCZYK A., OLEŹDZKA D., PISKOREK K., GAŁKOWSKI P., POŁUJAN-KOWALCZYK M., STAŃCZAK E., RAZOWSKA-JAWOREK L., MIKOŁAJCZYK A. 2017 – Raport o stanie jednolitych części wód podziemnych w dorzeczu – stan na rok 2016; <http://mjwp.gios.gov.pl/raporty-art/2016.html>
- LEŚNIAK P.M., WILAMOWSKI A. 2017 – Skład izotopowy azotanów w wodach podziemnych Polski. *Prz. Geol.*, 65 (11/1): 1104–1108.
- MALINOWSKI J., PRZYTUŁA E. 1991 – Metodyczne zasady interpretacji wahań zwierciadła wód podziemnych niecki lubelsko-radomskiej. *Kwart. Geol.*, 25 (2): 235–250.
- MALINOWSKI J., PRZYTUŁA E., KOMOROWSKI W. 1991 – Ocena wyników wahań zwierciadła wód podziemnych w regionie mazurskim i mazursko-podlaskim w latach 1977–1988. *Mat. niepubl. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- MAŁECKA D. 1985 – Znaczenie badań stacjonarnych w rozpoznaniu reżimu hydrogeologicznego źródeł i wywierzyisk krasowych w Tatrach. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, 3: 119–131.
- MAŁECKA D., LIPNIAK T. 1989 – Sieć hydrogeologicznych obserwacji stacjonarnych na Podhalu – założenia i wstępna interpretacja wyników. *Prz. Geol.*, 37 (2): 484–491.
- MIKOŁAJCZYK A., GIDZIŃSKI T. 2000 – Ekspertyza hydrogeologiczna o stanie badań i obserwacji wykonanych w rejonach przygranicznych Krzeszów – Adrśpach, zlewnia górnej Ścinawki i Kudowa–Police, Sprawozdanie z wykonania w latach 1999–2000 prac z tematu Wody graniczne – etap II. Arch. Zakł. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MITREGA J., HORDEJUK T., CZARNIECKA-JANUSZCZYK U., FRANKOWSKI Z., GAŁKOWSKI P., HERBICH P., HORDEJUK M., JANECKA-STYRCZAK K., KOWALCZYK A., KUBLIK J., KUCZYŃ-

- SKA A., MAJER K., MYCIUK K., NOWICKI Z., PALAK D., ROJEK A., SADURSKI A., SKRZYPCZYK L., STĘPIŃSKA-DRYGAŁA I., WESOŁOWSKI P. 2010 – Ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych w 2007 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, IOŚ, Warszawa.
- MODLIŃSKI P., PRZYTUŁA E. 1999 – Stacja PIG w Granicy k. Kampinosu – jej zadania wynikające z położenia na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego i w sąsiedztwie Warszawy. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 9: 475–478.
- NAŁĘCZ T., GIDZIŃSKI T., KAZIMIERSKI B., SADURSKI A. 2011 – Transgraniczny monitoring wód podziemnych wzdłuż wschodniej granicy Unii Europejskiej – dotychczasowe doświadczenia i plany na przyszłość. Biul. Państw. Inst. Geol., 445: 437–446.
- NOWICKI Z., LEŚNIAK P.M., WILAMOWSKI A. 2015 – Zawartość trytu i skład izotopowy tlenu w płytkich wodach podziemnych w punktach badawczych krajowej sieci monitoringu. Prz. Geol., 63 (10/2): 976–980.
- OSMĘDA-ERNST E., SZCZEPAŃSKA J., WITCZAK S., POSTAWA A., DOLIK M., BEDNARCZYK S. 1995 – Analiza precyzji badań hydrogeochemicznych w monitoringu jakości wód podziemnych. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 7: 359–365.
- PACHOLEWSKI A. (red.) 2016 – Wody podziemne rejonu częstochowsko-zawierciańskiego, ich występowanie, zagrożenia, degradacja i ochrona. Informator PSH. Państw. Inst. Geol. – <https://www.pgi.gov.pl/psh/materialy-informacyjne-psh/informatory-psh.html>
- PACHOLEWSKI A., RÓŻKOWSKI A. 1982 – Metody badań zlewni podziemnej Wiercicy i jej bilansu hydrogeologicznego. Tech. Poszuk., 57 (3): 24–29.
- PACHOLEWSKI A., RAZOWSKA L., HERMAŃSKI S. 1995 – Zmiany w środowisku hydrogeochemicznym w obrębie wypełniającego się leja depresji zlikwidowanych kopalń rud żelaza rejonu kłobucko-częstochowskiego. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 7: 143–149.
- PALAK D., KAZIMIERSKI B., CABALSKA J., GALCZAK M., GAŁKOWSKI P., KOSTKA A., KOWALCZYK A., KUCHARCZYK K., KUCZYŃSKA A., MIKOŁAJCZYK A., MROWIEC M., SOLOVEY T. 2011 – Ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych w 2010 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Insp. Ochr. Środ., Warszawa.
- PAWLICKA D. 2000 – Zawartość wybranych gazów (tlenu i dwutlenku węgla) w wodach opadowych oraz podziemnych strefy aeracji i saturacji na przykładzie stacji hydrogeologicznej w Granicy (Kampinoski Park Narodowy). Prz. Geol., 48 (11): 1000–1004.
- PICH J. 1979 – Sieć podstawowych stacjonarnych obserwacji wód podziemnych w Polsce. Prz. Geol., 27 (4): 229–232.
- PICH J. 1993 – Podstawowa sieć stacjonarnych obserwacji hydrogeologicznych – stan aktualny i nowe zadania. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 6: 277–284.
- PICH J., KAZIMIERSKI B. 1994 – Projekt sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych na terenie Polski i jej funkcjonowanie. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa (nr inw. 6767/2008).
- PICH J., ZAŁUSKI M. 1972 – Projekt podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych na obszarze kraju. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa (nr inw. 11189, Kat. Ob./1378).
- PN-EN ISO/IEC-17025, 2018 – Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorujących.
- POROWSKA D., MAŁECKI J.J. 2009 – Analiza czynników formujących skład chemiczny wód podziemnych na stacjach badawczych w Warszawie i Radostowie. Biul. Państw. Inst. Geol., 436: 379–386.
- PRAŻAK J. 1993 – Organizacja regionalnego monitoringu wód podziemnych w województwie kieleckim. PZiTS, 10 (1): 76–79.
- PRAŻAK J., WOŹNICKA M. 2015 – Organizacja monitoringu badawczego i jego znaczenie dla oceny stanu jednolitych części wód podziemnych i programów służących osiągnięciu celów środowiskowych. Prz. Geol., 63 (10/2): 1021–1026.
- PRAŻAK J., JANECKA-STYRCZ K., KOWALCZEWSKA G., PACIURA W. 1996 – Raport o jakości zwykłych wód podziemnych województwa kieleckiego na podstawie badań monitoringowych wykonanych w latach 1991–1995. PIOŚ-PIG. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Kielce.
- PROGRAM Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 1998–2002 – Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ-GIOŚ, Warszawa, 1998.
- PRZYTUŁA E. 1997 – Problem wiarygodności wyników obserwacji stacjonarnych na przykładzie Sieci Stacjonarnych Obserwacji Wód Podziemnych Państwowego Instytutu Geologicznego. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 8: 479–482.
- PRZYTUŁA E. 2005a – Monitoring wód gruntowych – modyfikacja istniejącej sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych PIG. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 12: 843–847.
- PRZYTUŁA E. 2005b – Wybrane aspekty prognozowania stanów wód gruntowych. Współczesne Problemy Hydrogeologii, 12: 569–575.
- PRZYTUŁA E., JANECKA-STYRCZ K., KAZIMIERSKI B. 1997 – Komputerowa baza System Obserwacji Hydrogeologicznych: SOH – baza danych, SOH – graficzna prezentacja wyników. Prz. Geol., 45 (10): 974–977.
- PRZYTUŁA E., WARAKOMSKA A., MODLIŃSKI P. 1997 – Stacja hydrogeologiczna Państwowego Instytutu Geologicznego w Sidorówce. Prz. Geol., 45 (9): 868–871.
- RAPORT 1/96 – Sieć stacjonarnych obserwacji wód podziemnych w Polsce, 1996 – Raporty Sieci Stacjonarnych Obserwacji Wód Podziemnych. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RAPORT o stanie środowiska województwa lubelskiego, 2000 – Biblioteka Monitoringu Środowiska, Lublin.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Ücker. Dz.U. z 2016 r. Nr 0 poz. 1818.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Świeżej. Dz.U. z 2016 r. Nr 0 poz. 1914.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Niemna. Dz.U. z 2016 r. Nr 0 poz. 1915.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Dniestru. Dz.U. z 2016 r. Nr 0 poz. 1917.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Dunaju. Dz.U. z 2016 r. Nr 0 poz. 1918.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Jarft. Dz.U. z 2016 r. Nr 0 poz. 1919.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Łaby. Dz.U. z 2016 r. Nr 0 poz. 1929.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Pregoi. Dz.U. z 2016 r. Nr 0 poz. 1959.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Odry. Dz.U. z 2016 r. Nr 0 poz. 1967.
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 28 listopada 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły. Dz.U. z 2016 r. Nr 0 poz. 1911.
- RÓŻKOWSKI A., KROPKA J., SIWEK P., WITKOWSKI A. 1990 – Koncepcja regionalnego monitoringu jakości wód podziemnych. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.
- SADURSKI A., SKRZYPCZYK L., WOŹNICKA M. 2019 – Powstanie i rozwój państwowej służby hydrogeologicznej w Państwowym Instytucie Geologicznym. Prz. Geol., 67 (7): 535–546.
- STAN jakości wód podziemnych na podstawie badań monitoringowych w latach 1996–1997 – Biblioteka Monitoringu Środowiska. Państw. Insp. Ochr. Środ., Warszawa, 1998.
- STAN środowiska w Polsce. Raport – Państw. Insp. Ochr. Środ., Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 1998.
- STAN środowiska w Polsce w latach 1996–2001. Raport – Państw. Insp. Ochr. Środ., Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2003.
- STAN środowiska w województwie lubuskim w latach 2016–2017. Raport – Państw. Insp. Ochr. Środ., Biblioteka Monitoringu Środowiska, Zielona Góra, 2018.
- STANIEWICZ-DUBOIS H. 1991 – Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Państw. Insp. Ochr. Środ.
- STANIEWICZ-DUBOIS H. 1995 – Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych, wydanie II zmienione. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Państw. Insp. Ochr. Środ.
- SZELEWICKA A., GIDZIŃSKI T., LIDZBARSKI M., JANICA R., KAZIMIERSKI B. 2013 – Oszacowanie wielkości przepływów transgranicznych oraz charakterystyka chemizmu wód podziemnych w strefie przygranicznej z Federacją Rosyjską (obwód kaliningradzki). Współczesne Problemy Hydrogeologii, 16: 589–594.
- USTAWA z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska. Dz.U. 1991 Nr 77, poz. 355 z późn. zm.
- USTAWA z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne. Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229 z późn. zm.
- USTAWA z dnia 20 lipca 2001 r. Prawo wodne. Dz.U. 2017 poz. 1566 z późn. zm.
- WITCZAK S., KANIA J., KMIECIK E. 2013 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Insp. Ochr. Środ.