

PRZEGLĄD OSIĄGNIĘĆ METODYCZNYCH I AKTUALNYCH ZADAŃ ORAZ PROBLEMÓW HYDROGEOLOGII STOSOWANEJ W DOKUMENTOWANIU I OCHRONIE ZASOBÓW I UJĘĆ WÓD PODZIEMNYCH W POLSCE

A REVIEW OF METHODOLOGICAL ACHIEVEMENTS AND PRESENT TASKS AND APPLIED HYDROGEOLOGY PROBLEMS IN WELL FIELD SAFE YIELD DOCUMENTATION AND GROUNDWATER PROTECTION IN POLAND

JAN PRZYBYLEK¹

Abstrakt. Dokonania polskiej hydrogeologii we wszystkich jej wymiarach, a także perspektywy rozwoju na kolejne lata były przedmiotem kilku obszernych opisów w ubiegłych dziesięcioleciach, licząc od lat 60. XX w. (m.in. Pazdro, 1968, 1975; Kleczkowski, Sadurski, 1999; Paczyński, Sadurski, 2007; Sadurski, 2007). Intencją Autora niniejszego artykułu jest przedstawienie tego segmentu z całości dokonań polskiej hydrogeologii, który określamy mianem hydrogeologii stosowanej, a który w omawianym przypadku odnosi się do problematyki dokumentowania oraz ochrony zasobów i ujęć wód podziemnych w Polsce oraz metod badań z tym związanych. W II połowie XX w., w związku z dynamicznie wzrastającym zapotrzebowaniem na wodę do picia dla mieszkańców rozwijających się miast i wsi oraz na wodę dla przemysłu i rolnictwa, w sposób bardzo dynamiczny nakreślono programy gospodarki wodnej, w których dokumentowanie zasobów wód podziemnych i budowa ujęć stały się priorytetem. Wymagało to odpowiedniego zabezpieczenia prawno-formalnego procesów inwestycyjnych, przygotowania fachowej kadry i przedsięwzięć hydrogeologicznych do zarysowanego ogromu działań w Polsce oraz wdrożenia nowoczesnych metod badań i dokumentowania zasobów wód podziemnych w skali lokalnej i regionalnej.

Słowa kluczowe: hydrogeologia stosowana w Polsce, metody badań hydrogeologicznych, hydrogeologiczne badania terenowe, dokumentowanie zasobów wód podziemnych.

Abstract. Achievements and the future of Polish hydrogeology have been presented by many authors, among others by Pazdro (1968, 1975), Kleczkowski, Sadurski (1999), Paczyński, Sadurski (2007) and Sadurski (2007). The aim of the paper is to present the Polish applied hydrogeology that refers to groundwater resources protection and documentation of well fields (safe yield), and, in the consequence, hydrogeological field investigation methods. Rising demands in water supply of growing cities, small towns and villages, and the development in agriculture and industry were the very important problems in the second half of the 20th century. The priority in national water management plans was the recognition of groundwater resources and the construction of new water intakes have at that time. As a task of these plans, legal acts were established by the authorities. In the early 1960s, hydrogeological education of separate specialization in high school have been called into being. The education provided staff for companies, research institutes and universities, which enables introducing new methods of investigation and documentation in Poland on local and regional scales.

Key words: applied hydrogeology in Poland, methods of hydrogeological investigation, field hydrogeological investigation, groundwater resources documentation.

WSTĘP

Przepisy prawne i procedury obowiązujące w dokumentowaniu i ochronie zasobów eksploatacyjnych ujęć wód podziemnych w Polsce w latach 1960–2019 podlegały wielo-

krotnym zmianom legislacyjnym. W aspekcie formalno-prawnym momentem zwrotnym o niezmiernie doniosłym znaczeniu dla hydrogeologii stosowanej stała się Uchwała Nr 29 Rady Ministrów z dnia 26 stycznia 1960 r. w sprawie ustalania i zatwierdzania zasobów wód podziemnych.

¹ Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, ul. Krygowskiego 12, 61-680 Poznań; e-mail: janex@amu.edu.pl.

Uchwała ta oraz pochodne akty prawne otworzyły nieistniejące do tej pory nowe ogromne pole do działalności przedsiębiorstw hydrogeologicznych w zakresie prac poszukiwawczych i dokumentowania zasobów eksploatacyjnych ujęć wód podziemnych oraz ich budowy.

Przepisy te w rozporządzeniach wykonawczych w bardzo rygorystyczny sposób powiązały projektowanie i realizację inwestycji, które miały być zaopatrywane w wodę w całości lub części z zasobów wód podziemnych od udokumentowania tych zasobów oraz wprowadzały w związku z powyższym trzy kategorie dokładności ich rozpoznania: C, B i A. Zatwierdzenie zasobów w kat. C było warunkiem przyjęcia założeń projektowych inwestycji, w kat. B – warunkiem przyjęcia projektu wstępnego inwestycji, a w kat. A – warunkiem realizacji inwestycji. W tym dokumencie i w przepisach wykonawczych pojawiły się pierwsze zdefiniowane prawnie pojęcia z zakresu dokumentowania zasobów, wskazania co do sposobu prowadzenia badań hydrogeologicznych i form ich opracowywania, a także precyzujące zakres i metody ustalania zasobów statycznych i dynamicznych w zbiornikach wód podziemnych oraz zasobów eksploatacyjnych ujęć. Ponadto zarządzeniem Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 4 grudnia 1962 r. wprowadzono obowiązek rejestracji ujęć wód podziemnych i prowadzenia w nich obserwacji. Rozporządzenie nakazywało rejestrację wszystkich studni wierconych, będących w posiadaniu jednostek gospodarki społecznej przez wypełnienie karty rejestracyjnej studni oraz książki eksploatacji studni z obowiązkiem prowadzenia na bieżąco wpisów pomiarów wydajności i zwierciadła wody oraz wyników badania jakości wody.

Ponieważ w kolejnych latach w trakcie dokumentowania ujęć wód podziemnych dla miast i dużych wodochłonnych zakładów przemysłowych pojawił się problem bilansu ich zasilania z udziałem składnika z infiltracji wód powierzchniowych w kolejnej Uchwale Nr 64 Rady Ministrów z dnia 1 kwietnia 1969 r. wprowadzono obowiązek dokumentowania zasobów wód podziemnych pochodzących z infiltracji brzegowej jako składnika zasobów eksploatacyjnych ujęć wód podziemnych w dolinach rzecznych w celu zaopatrzenia w wodę dużych miast i przemysłu. W uchwale zdefiniowano też prawne pojęcie zasobów eksploatacyjnych jako „ilości wody podziemnej, którą można pobierać w określonej jednostce czasu w zaprojektowanych lub istniejących warunkach technicznych i hydrogeologicznych, bez ujemnego wpływu na ilość i jakość ogólnych zasobów tej wody”. Powyższe przepisy obowiązywały w Polsce przez kolejnych 25 lat, aż do 1 września 1994 r., tj. do daty wejścia w życie nowej ustawy „Prawo geologiczne i górnicze”. Ustawa zniosła dotychczas obowiązujące kategorie ustalania i dokumentowania zasobów eksploatacyjnych wód podziemnych, a tym samym ich powiązania z procesem inwestowania w nowej sytuacji ustrojowej i gospodarczej Polski. W kolejnych latach ciężar gatunkowy zadań zasobowej dokumentacji hydrogeologicznej został poszerzony o zagadnienia ochrony środowiska przy eksploatacji ujęć wodnych oraz o rygory prawa wodnego, które usta-

nawia obowiązek ochrony jakości wód. Aktualnie obowiązujące przepisy zostały wyrażone w treści Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Ponadto obowiązujące prawo wodne – ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – zgodnie z zapisami podanymi w rozdziale 6. o strefach ochronnych ujęć wody wskazuje, że oprócz obligatoryjnego z urzędu ustanowienia terenu ochrony bezpośredniej ujęcia, to w odniesieniu do wód podziemnych, ujmowanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia, prawo wodne wprowadza możliwość ustanawiania terenu ochrony pośredniej obejmującego obszar zasilania ujęcia (art. 122) na podstawie ustaleń zawartych w dokumentacji hydrogeologicznej tego ujęcia (art. 123). Prawo wodne wskazuje również (art. 133), że ww. teren ochrony pośredniej ustanawia się na podstawie analizy ryzyka, obejmującej ocenę zagrożeń zdrowotnych z uwzględnieniem czynników negatywnie wpływających na jakość ujmowanej wody, przeprowadzoną na podstawie analiz hydrogeologicznych oraz dokumentacji hydrogeologicznej, analizy identyfikacji źródeł zagrożenia wynikających ze sposobu zagospodarowania terenu, a także wyników badań jakości ujmowanej wody. Wszystkie podane elementy oceny wskazują na zasadniczą rolę hydrogeologów w tym postępowaniu i ta ich kompetencja, a przede wszystkim wiedza powinna być respektowana przez operatorów ujęć, którzy powyższe oceny ochrony ryzyka zamawiają i będą w najbliższym okresie zamawiać.

HISTORYCZNY ROZWÓJ PROBLEMATYKI DOKUMENTOWANIA, METOD OBLICZEŃ I PROGNOZOWANIA EKSPLOATACJI ZASOBÓW WÓD PODZIEMNYCH – SPOJRZENIE SUBIEKTYWNE

Przez dokumentowanie wód podziemnych rozumie się proces ich rozpoznawania dla określonego celu praktycznego, przeważnie dla ochrony możliwości poboru, który wiąże się ściśle z pojęciem gospodarowania jako całokształtu działalności w zakresie prawidłowego wykorzystania i ochrony zasobów wodnych (Turek, 1985). Nad prawidłowością sporządzania dokumentacji zasobowych w Polsce kontrolę merytoryczną sprawuje Komisja Dokumentacji Hydrogeologicznych (KDH) – organ państwowy powołany w 1956 r. i działający do czasów obecnych, w którego skład są powoływani hydrogeolodzy zarówno z grupy naukowców, jak i praktyków o wysokich kompetencjach. Kolejne lata ze wzrastającym zapotrzebowaniem na pobór wód podziemnych dla rozwijających się miast, rolnictwa i wsi oraz zakładów przemysłowych niosły ze sobą pilną potrzebę doskonalenia metod badań terenowych i warsztatu obliczeniowego. Pojawiły się problemy dokumentowania ujęć, wymagające uwzględniania zróżnicowanych zjawisk filtracji przy dopływie wody do studni wierconych w różnych środowiskach

hydrogeologicznych, metod określających współdziałanie studni na ujęciach wielootworowych, potrzeby określania i bilansowania składników zasilania ujęć oraz opracowywania prognoz ilościowych i jakościowych w odniesieniu do zasobów wodnych, o czym jest mowa w dalszej części artykułu.

METODY BADAŃ I DOKUMENTOWANIA HYDROGEOLOGICZNEGO

W latach 70. XX w. doskonalenie metod dokumentowania ujęć wód podziemnych i ich zasobów eksploatacyjnych wiązało się z poszukiwaniem metod matematycznych, które w bardziej dokładny sposób pozwalałyby na przeprowadzenie analizy przepływu wód podziemnych w warstwach wodonośnych w warunkach eksploatacji ujęć wodnych. W tym zakresie bardzo pomocne okazały się polowe metody badań filtracji nieustalanej dla określania parametrów warstw wodonośnych i identyfikacji systemu wodonośnego oraz metody modelowania matematycznego do oceny przepływu wód podziemnych i ich bilansowania. Początek zastosowań praktycznych tych metod w latach 60. XX w. był związany przede wszystkim z zapotrzebowaniem na prognozy dla górnictwa, w szczególności w odniesieniu do odwadniania kopalń odkrywkowych. Sygnałem literaturowym możliwości wykorzystania metod badania filtracji nieustalanej w celu obliczania zasobów i prognozowania eksploatacji ujęć wód podziemnych stała się publikacja Wilka w *Przeglądzie Geologicznym* (1962), opisująca przydatność metody Theisa (1935) do tych obliczeń. Również zagadnienie praktycznego zastosowania tej metody w hydrogeologii górniczej rozważali Kozłowski i Safader (1966) z Przedsiębiorstwa Hydrogeologicznego we Wrocławiu. Jednak pierwszą publikację z opisem zastosowania tej metody w badaniach zasobowych na ujęciach w polskiej praktyce hydrogeologicznej zaprezentowano na II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej w Gdańsku (Kłyza, Przybyłek, 1968) po badaniach terenowych przeprowadzonych przez Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne w Poznaniu. Wkrótce też do rąk hydrogeologów trafił pierwszy poradnik uwzględniający stosowanie nowych metod w przedsiębiorstwach zaopatrzenia rolnictwa i wsi w wodę pt.: „Obliczenia hydrogeologiczne ujęć wód podziemnych” (Macioszczyk, 1969). Ukazała się też szczegółowa instrukcja prowadzenia próbnych pompowań według nowej metodologii, zalecona do stosowania w przedsiębiorstwach branżowych przy dokumentowaniu zasobów wód podziemnych pt.: „Zasady obliczeń filtracji nieustalanej według wzorów Theisa i Hantusha” (Przybyłek i in., 1971). Szybkemu wdrożeniu nowych metod do praktyki sprzyjały organizowane w latach 1971–1972 przez Zjednoczenie Przedsiębiorstw Hydrogeologicznych (ZPH) ogólnopolskie seminaria w Poznaniu dla hydrogeologów przedsiębiorstw branżowych, administracji geologicznej z bardzo licznym udziałem naukowców z uczelni oraz instytutów naukowo-badawczych.

Kompendium metod badań hydrogeologicznych, w tym dotyczących ujęć wód podziemnych, zostało również przedstawione w „Poradniku hydrogeologa” (Turek, 1971). Poradnik w kolejnych latach stanowił jeden z podstawowych podręczników hydrogeologii stosowanej, w którym poszczególne rozdziały opracowali znamienicy polscy hydrogeolodzy: J. Dowgiałło, B. Kozerski, S. Krajewski, J. Macher, T. Macioszczyk, J. Malinowski, B. Paczyński, Z. Płochniewski, P. Stenzel, J. Szymanko, S. Turek. W następnych latach opublikowano kolejne artykuły w czasopismach branżowych z zastosowań w praktyce polowych metod badań parametrów filtracji nieustalanej (Niedzielski, 1972; Szczepański, 1973). Ukazało się również, staraniem Przedsiębiorstwa Hydrogeologicznego w Poznaniu, tłumaczenie z języka francuskiego Biuletynu BRGM w Orleanie, sec. III z 1970 r. pt.: „Programmation des pompages d'essai appliqués à l'évaluation des paramètres des couches aquifères” z tytułem: „Interpretacja wyników próbnego pompowania dla oceny parametrów warstw wodonośnych” (Forkasiewicz, 1973) z opisem metody i licznymi przykładami badań z terenu Francji. Dużym uzupełnieniem wiedzy dla hydrogeologów polskich, prowadzących praktyczne badania w zakresie budowy ujęć wodnych, stał się wydany w języku polskim podręcznik światowej klasy francuskiego hydrogeologa Gilberta Castany'ego pt.: „Prospection et exploitation des eaux souterraines” (Castany, 1968, wydaw. Dunod Paris) w tłumaczeniu Cyryla Kolago pt.: „Poszukiwanie i eksploatacja wód podziemnych” (Castany, 1972). Oczywiście najważniejszą pozycją literatury przez wszystkie lata rozwoju polskiej hydrogeologii był podręcznik „Hydrogeologia ogólna” prof. Zdzisława Pazdro, wydawany trzykrotnie przez Państwowe Wydawnictwa Geologiczne w latach 1964–1983 (Pazdro 1964, 1977, 1983). Ostatni raz został wznowiony w wydaniu z 1990 r., w trzy lata po śmierci Profesora Pazdro (1903–1987). Podręcznik przygotował do druku profesor Bohdan Kozerski, który jako współautor ubogacił jego treść o pozycje nowych badań hydrogeologicznych (Pazdro, Kozerski 1990). W kolejnych wydaniach „Hydrogeologii ogólnej” można odnaleźć przywołania autorów kolejnych publikacji, rozwijającej się dynamicznie w drugiej połowie XX w. hydrogeologii polskiej. Znalezienie się w spisie literatury źródłowej tego bardzo cenionego podręcznika „Twórcy szkoły polskiej hydrogeologii” (Miecznik, 2014) było nobilitacją dla cytowanego autora/autorów.

W latach 70. Wydawnictwa Geologiczne opublikowały 6 zeszytów dotyczących zasad obliczeń hydrogeologicznych przy projektowaniu ujęć wód podziemnych pod wspólnym tytułem: „Zasady obliczeń hydrogeologicznych ujęć wód podziemnych” (Jarodzki, 1971–1977). W 1977 r. ukazał się podręcznik „Dynamika wód podziemnych” (Szczepański, 1977). W 1983 r. opublikowano podręcznik pod zbliżonym tytułem „Dynamika wód podziemnych – metody obliczeń” z licznymi przykładami tych obliczeń (Macioszczyk, Szestakow, 1983). Publikacją wieńczącą okres zastosowań metod filtracji nieustalanej w praktyce obliczeń zasobowych w Polsce była „Metodyka próbnych pompowań w dokumentowa-

niu zasobów wód podziemnych” (Dąbrowski, Przybyłek, 1980), która w 2005 r. doczekała się ponownego wydania przy znacznym poszerzeniu treści (Dąbrowski, Przybyłek, 2005). Ważną publikacją był podręcznik „Odnawialność zasobów wód podziemnych” (Pleczyński, 1981). Podręcznik jest do dzisiaj cytowany w publikacjach oraz przez wiele lat był zalecany w programach nauczania studentów hydrogeologii na wyższych uczelniach.

MODELOWANIE MATEMATYCZNE

Modelowanie matematyczne w hydrogeologii zaczęto stosować w dokumentowaniu zasobów eksploatacyjnych dla ujęć wód podziemnych równoległe do polowych badań filtracji nieustalonej (Śmietański, Szczepański, 1967, 1968; Bieniewski, 1968). W pierwszej fazie rozwoju metod modelowania matematycznego w hydrogeologii podstawową rolę odegrały urządzenia analogowe (modele dyskretne – siatkowe, modele ciągłe – AEHD – analogii elektrohydrodynamicznej), ale już pojawiały się sygnały o teoretycznych możliwościach modelowania numerycznego (Piwecki, 1965; Kordas, 1971). W 1972 r. w Poznaniu odbyło się krajowe sympozjum poświęcone zastosowaniom modeli analogowych do modelowania filtracji w rejonach ujęć wodnych, na którym przedstawiono m.in. publikację zawierającą wyniki badań dla siedmiu dużych ujęć wód podziemnych w latach 1966–1970 (Brylska i in., 1972). Lata 70. przyniosły dalszy rozwój technik modelowania analogowego (Makowski, 1975; Auer, 1976), a także znaczną liczbę dokumentacji, w których z powodzeniem stosowano te techniki i procedury w schematyzacji i obliczeniach warunków pracy ujęć wód podziemnych (Szczepański, 1974, 1979). Równoległe i narastająco pojawiła się tendencja rozwijania modelowania numerycznego. Istotną rolę inspirującą odegrały w tym względzie publikacje: Kordasa (1971), Szymanko (1972), Macioszczyka (1973), Piweckiego (1975). W tym czasie Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne w Poznaniu uzyskało zgodę na przetłumaczenie francuskiego podręcznika Emsellema (1971 – *Construction de modeles mathematiques en hydrogeologie*). Publikacja w języku polskim ukazała się w 1975 r. Ważnym etapem na drodze zastosowań modelowania numerycznego w nauce i praktyce w Polsce było podjęcie w Centralnym Urzędzie Geologii resortowego problemu badawczego pt. „Opracowanie systemu informatycznego analizy zjawisk hydrogeologicznych ze szczególnym uwzględnieniem prognozowania wielkości zasobów wód podziemnych”. W ramach realizacji tego problemu powstała biblioteka programów numerycznych HYDRYLIB (Szymanko i in., 1977; Szymanko, 1980), której pierwsze zeszyty ukazały się drukiem w 1977 r. Monografia „Koncepcje systemu wodonośnego i metod jego modelowania” (Szymanko, 1980) stała się w następnych latach swoistą „biblią” dla hydrogeologów w Polsce, zajmujących się modelowaniem matematycznym. W miarę dostępności komputerów klasy PC programy biblioteki HYDRYLIB zostały szybko wdrożone do nowoczesnych zastosowań technologicznych

(Szymanko, 1982). Biblioteka ta była wielkim osiągnięciem hydrogeologii polskiej na skalę europejską i można przyjąć, że wyprzedziła w czasie i jakości oprogramowanie oferowane przez wielkie korporacje informatyczne, bowiem pierwszą dokumentację z użyciem do badań modelowych pakietu MODFLOW, stworzonego przez Służbę Geologiczną Stanów Zjednoczonych (U.S. Geological Survey), opublikowano dopiero w 1988 r. (McDonald, Harbaugh, 1988). W podręczniku akademickim z połowy lat 90. XX w. (Kulma, 1995) programy symulacyjne z biblioteki HYDRYLIB zostały szczegółowo przedstawione w ujęciu dydaktycznym wraz z odpowiednimi zadaniami hydrogeologicznymi do ich zastosowania.

Godnym podkreślenia jest fakt mozolnego wdrażania modelowania matematycznego w polskiej praktyce dokumentowania zasobów eksploatacyjnych, bowiem dopiero w 1984 r. KDH przyjęła postanowienie o możliwości zastępowania kosztochłonnych pompowań zespołowych studni w dokumentowaniu dużych ujęć wód podziemnych przez określanie ich zasobów eksploatacyjnych w prognostycznych badaniach modelowych. Dopiero po 10 latach, począwszy od 1994 r., pojawiły się w literaturze krajowej pierwsze publikacje oparte na zastosowaniach oprogramowania zagranicznego w postaci pakietu MODFLOW do badania przepływów i bilansów zasobów wód podziemnych (Gurwin i in., 1994). Po 2000 r. zdecydowanie wzrosła liczba publikacji z wynikami badań modelowych według programów oferowanych przez Waterloo Hydrogeologic Inc., Environmental Modeling Systems Inc., Danish Hydraulic Institute – Water & Environment, łącznie z opracowaniem przyjaznych interfejsów użytkownika. Modele numeryczne stały się wówczas podstawowym narzędziem w obliczeniach ujęć wód podziemnych, badaniach i obliczeniach interakcji wód powierzchniowych i podziemnych, w bilansach wodno-gospodarczych, wyznaczaniu wpływu poboru wód podziemnych przez gospodarkę komunalną i górnictwo na wielkość i dynamikę tych zasobów, przy ocenach oddziaływania obiektów i wszelkich form działalności cywilizacyjnej człowieka na i pod powierzchnią ziemi na środowisko wód podziemnych (Nawalany i in., 2010).

PROBLEMATYKA INFILTRACYJNYCH UJĘĆ WODY

W początkach lat 70. XX w. bardzo wzrosło zapotrzebowanie na wymianę doświadczeń w związku z projektowaniem i eksploatacją, często doświadczalną, nowych infiltracyjnych ujęć w dolinach rzecznych. Znalazło to m.in. swój wyraz w zorganizowanej przez Instytut Inżynierii Sanitarnej Politechniki Krakowskiej dwudniowej międzynarodowej sesji naukowej w Krakowie w dniach 27 i 28 marca 1973 r. przez zespół naukowy prof. Artura Wieczystego, autora podręcznika „Hydrogeologia inżynierska” (Wieczysty, 1970). Obszerną i złożoną tematykę tej konferencji pod nazwą „Infiltracyjne ujęcia wody” podzielono, a następnie opublikowano w formie referatów w trzech oddzielnych częściach,

z których część I: „Badania hydrogeologiczne dla infiltracyjnych ujęć wody” (Budownictwo Wodne i Inżynieria Sanitarna. Politechnika Krakowska, z. 20 Kraków, 1973) zawierała pięć referatów m.in.: Kleczkowskiego „O właściwe i pełne rozeznanie warunków hydrogeologicznych dla ujęć infiltracyjnych”, Kozerskiego i Pazdro „Zakres i metodyka badań hydrogeologicznych dla potrzeb projektowania i eksploatacji ujęć infiltracyjnych”.

Ponadto problematykę ujęć infiltracyjnych obszernie przedstawiono w studium „Metodyka dokumentowania zasobów wód podziemnych w dolinach rzecznych” (Pleczyński, Przybyłek, 1974). W tej obszernej publikacji, cytowanej w podręcznikach hydrogeologii, przedstawiono doświadczenia autorów z dokumentowania czterech dużych ujęć infiltracyjnych w Wielkopolsce i na Pomorzu Zachodnim w latach 1969–1973 wraz z opisami metod badań.

Ważne prace badawcze w latach 70. XX w. w zakresie badań hydrogeochemicznych w środowiskowych warunkach naturalnych i przy poborze wód podziemnych w dolinach rzecznych i pradolinach prowadził Instytut Kształtowania Środowiska, Oddział w Poznaniu. Prace naukowe w tym zakresie były odpowiedzią na niepokojące sygnały od hydrogeologów i operatorów uruchamianych nowych ujęć infiltracyjnych o pogarszaniu się jakości wód podziemnych i trudnościach w procesach technologicznych ich uzdatniania. Owocem kilkuletnich prac i badań były dwie publikacje. Pierwsza „Zmiany jakości wód podziemnych w warunkach intensywnej eksploatacji” (Błaszyk, Górski, 1978) wskazywała na konieczność opracowywania prognoz w dokumentacjach zasobowych oraz na możliwości racjonalnej eksploatacji ujęć wód podziemnych w warunkach przemian środowisk hydrogeochemicznych. Druga „Dokumentowanie i prognozowanie zmian jakości wody na ujęciach zagrożonych przeobrażeniami środowisk hydrogeochemicznych (Błaszyk, Górski, 1979) zawierała omówienie zjawisk i warunków ich rozwoju oraz zalecenia badawcze w zakresie dokumentowania zagrożonych ujęć, sposobów identyfikacji zagrożeń i prognozowania ich skutków.

BADANIA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH I OCHRONA UJĘĆ

Sfera wymienionych kompleksowych badań została od początku lat 80. XX w. znacznie poszerzona, co było podyktowane wzrastającymi wymogami przepisów zdrowotnych dla wód do picia i na potrzeby gospodarcze oraz w związku z systematycznym pogarszaniem się stanu środowiska gruntowo-wodnego (nieoczyszczone ścieki komunalne i przemysłowe, intensywne i często nadmierne nawożenie i preparaty chemiczne używane w ochronie roślin itp.). Już w 1984 r. ukazała się monografia „Ochrona wód podziemnych” (Kleczkowski, 1984) oraz w niedługim odstępie czasu bardzo ważny dla opracowywania prognoz hydrochemicznych podręcznik „Hydrogeochemia” (Macioszczyk, 1987). W latach 1994–1995 ukazały się kolejno dwa tomy „Katalogu wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń

i metod ich oznaczania” (Witeczak, Adamczyk, 1994–1995). Autorzy przedstawili w ich treści kompendium wiedzy (wiadomości hydrogeochemiczne i analityczne, metody opróbowania) niezbędnej do prawidłowego prowadzenia badań monitoringowych jakości wód podziemnych, w tym prawidłowego poboru próbek wody.

Począwszy od dekady lat 90. wzrosło zapotrzebowanie na metody związane z poszerzaniem się zakresu opracowań hydrogeologicznych ukierunkowanych na ochronę ujęć wód podziemnych. W 1993 r. ukazał się poradnik metodyczny „Projektowanie stref ochronnych źródeł i ujęć wód podziemnych” (Macioszczyk i in., 1993), który w sposób przystępny, z wykorzystaniem bogatego materiału doświadczalnego i metodycznego, przedstawiał metody i sposoby postępowania przy wymiarowaniu stref ochronnych. Problemy, które pojawiały się w związku z ustanawianiem stref ochronnych ujęć wód podziemnych stanowiły wyraźny sygnał o potrzebie ustanawiania monitoringu osłonowego ujęć wód podziemnych przy projektowaniu monitoringu lokalnego. W 1999 r. przygotowano w Państwowym Instytucie Geologicznym poradnik opracowany przez zespół autorów z różnych ośrodków naukowych kraju pod kierunkiem B. Kazimierskiego i A. Sadurskiego (Kazimierski, Sadurski, 1999). Ważną pracą w zakresie doskonalenia metod badań terenowych również w aspekcie ochronnym była opublikowana w 1999 r. rozprawa Marciniaka (1999) pt. „Identyfikacja parametrów hydrogeologicznych na podstawie skokowej zmiany potencjału hydraulicznego. Metoda Paramex”.

Przedstawiony przegląd rozwoju metod badań w hydrogeologii stosowanej w odniesieniu do rozpoznawania, dokumentowania i ochrony zasobów wód podziemnych i ich ujęć wskazuje, że w ubiegłych dziesięcioleciach działalności praktycznej i naukowej osiągnięto bardzo dobre wyniki w tym zakresie. Jednak aktualna rzeczywistość ujawnia równocześnie pewne cofnięcie się w posługiwaniu się szeregiem metod w bieżącej praktyce hydrogeologicznej, szczególnie w zakresie badań terenowych, co wynika z ograniczeń spowodowanych realizacją zadań inwestycyjnych (małych i dużych) przy okrojonych przez formuły przetargowe środkach na te badania. W efekcie cierpią na tym przeprowadzane w sposób ekspresowy próbne pompowania oraz oczywiście dane wejściowe do badań modelowych. Ma miejsce rozdrobnienie firm wykonawstwa hydrogeologicznego, co przy konkurencji przetargowej nie sprzyja, ze względu na preferencje niskich cen, podejmowaniu optymalnych rozwiązań badawczych w procesie dokumentowania hydrogeologicznego w różnych rodzajach działalności inwestycyjnej.

POLSKIE PUBLIKACJE HYDROGEOLOGICZNE WYDANE W XXI W. WSPOMAGAJĄCE DOKUMENTOWANIE ZASOBÓW WÓD PODZIEMNYCH

W środowisku hydrogeologów z zadowoleniem przyjęto wydanie z inicjatywy Ministerstwa Środowiska w latach 2004–2013 szeregu zazębiających się ze sobą poradników

i opracowań metodycznych z zakresu dokumentowania zasobów wód podziemnych oraz modelowania matematycznego w badaniach i obliczeniach, a mianowicie:

- 2004 – „Metodyka określania zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych” (Dąbrowski i in.);
- 2005 – „Metodyka próbnych pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych. Poradnik metodyczny” (Dąbrowski, Przybyłek);
- 2011 – „Metodyka modelowania matematycznego w badaniach i obliczeniach hydrogeologicznych” (Dąbrowski i in.);
- 2012 – „Ocena prognoz zasobów eksploatacyjnych poprzez porównanie szacunków zasobowych z wynikami długotrwałej eksploatacji ujęć wód podziemnych (Dąbrowski, Przybyłek);
- 2013 – „Metodyka określania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w obszarach bilansowych z uwzględnieniem potrzeb jednolitych bilansów wodnospodarczych (Herbich i in.).

Ponadto w latach 2006–2013 ukazały się kolejne poradniki metodyczne, związane ze specyfiką prowadzenia badań w związku z zagrożeniem środowiska gruntowo-wodnego, pośrednio wiążące się z ujęciami wód podziemnych przez pojawianie się obszarów nowych zagrożeń przestrzennych, a mianowicie:

- 2006 – „Zasady sporządzania dokumentacji określających warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem dróg krajowych i autostrad” (Rodzoch);
- 2006 – „Wyznaczanie parametrów migracji zanieczyszczeń w ośrodku porowatym dla potrzeb hydrogeologicznych i ochrony środowiska” (Małecki i in.);
- 2007 – „Metody znacznikowe w badaniach hydrogeologicznych”. Poradnik metodyczny (Zuber i in.);
- 2011 – „Instrukcja obsługi wierceń hydrogeologicznych” (Gonet i in.);
- 2013 – „Metodyka wyboru optymalnej metody wyznaczania zasięgu stref ochronnych ujęć zwykłych wód podziemnych z uwzględnieniem warunków hydrogeologicznych obszaru RZGW w Krakowie” (Duda i in.).

Ważną rolę w udostępnianiu metod badań hydrogeologicznych spełniają nowsze podręczniki akademickie jak:

- 2002 – „Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych” (Macioszczyk, Dobrzyński);
- 2006 – „Podstawy hydrogeologii stosowanej” (Macioszczyk);
- 2009 – „Modelowanie procesów filtracji” (Kulma, Zdechlik);
- 2016 – „Metody obliczeniowe w hydrogeologii” (Rogoż).

Zwieńczeniem osiągnięć wydawniczych w dostępie do opublikowanej informacji geologicznej jest wydanie w XXI wieku „Hydrogeologii regionalnej Polski. Tom I. Wody słodkie”; Tom II. „Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane” (Paczyński, Sadurski, 2007). Rangę polskiej hydrogeologii podniosło również wydanie dwóch nie-

zwykle cennych pozycji słownikowych: „Słownika hydrogeologicznego” pod redakcją naukową Dowgiałły i in., 2002 oraz dwujęzycznego „Słownika hydrogeologicznego” autorstwa Marka Rogoża (2013).

FORUM WYMIANY INFORMACJI HYDROGEOLOGICZNEJ

Wielką rolę w wymianie informacji odegrały ogólnopolskie konferencje naukowo-techniczne i seminaria specjalistyczne. Pierwsza odbyła się w 1965 r. w Augustowie (Ciżyński, 1966), a druga w 1968 r. w Gdańsku (Ciżyński, Kotowski, 1968). Wśród kolejnych bardzo owocnych spotkań należy wymienić cyklicznie odbywające się od wielu lat ogólnopolskie konferencje naukowo-techniczne: Współczesne problemy hydrogeologii (WPH od 1978 r. i nadal, 19 konferencji), Konferencje naukowo-techniczne PZITS w Częstochowie (od 1977 r. i nadal, 22 konferencje), poświęcone aktualnym problemom wykorzystania wód podziemnych w gospodarce komunalnej, Modelowanie Przepływu Wód Podziemnych (MPWP od 1994 r. i nadal, 8 konferencji). W latach 1986–1996 środowisko hydrogeologów wrocławskich zorganizowało 5 konferencji w cyklu: „Problemy hydrogeologiczne południowo-zachodniej Polski”, a Uniwersytet Śląski – dwie konferencje w 1998 i 2003 r., w tym jedną jubileuszową poświęconą profesorowi Andrzejowi Rózkowskiemu nt.: „Hydrogeologia obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych”. Bardzo owocne w artykuły naukowe były również Konferencje Naukowe z okazji jubileuszy profesorów: Zdzisława Pazdro (1973, 1983), Antoniego Stanisława Kleczkowskiego (1992), Stefana Krajewskiego (2002) oraz Bronisława Paczyńskiego (2002). Każdej konferencji towarzyszyły wydane tomy recenzowanych publikacji naukowych, które ukazywały się jako Zeszyty Uczelniane, w Wydawnictwach Stowarzyszeń Technicznych, a w XXI w. najczęściej w indeksowanych czasopismach: *Przegląd Geologiczny*, *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, *GEOLOGOS*.

XXI wiek przyniósł zupełnie nowe formy komunikowania się w zakresie wymiany doświadczeń naukowych i praktycznych w różnych dziedzinach wiedzy i życia ludzi, w tym oczywiście w szeroko pojętej grupie zagadnień hydrogeologicznych i z nimi pokrewnych. Rozwój komunikatorów elektronicznych niezwykle uprościł wymianę doświadczeń między poszczególnymi badaczami oraz ich zespołami, ale nie do końca zniwelował potrzebę spotkań bezpośrednich już nie w sieci, ale na seminariach i konferencjach naukowych. Zarysowana w tym artykule subiektywnie przedstawiona historia hydrogeologii polskiej wskazuje jednak, że wymiana doświadczeń znalazła w tych spotkaniach należyta realizację. Ponieważ publikacje hydrogeologiczne zostały w ostatnich kilkudziesięciu latach bardzo rozproszone, w 2012 r. wykorzystano możliwość cyfryzacji poszczególnych artykułów, w tym wielu z zakresu hydrogeologii stosowanej z przeniesieniem ich do jednolitej bazy danych Oracle „Polskie Publikacje Hydrogeologiczne – PPH” i to nie tylko

publikacji związanych z cyklami ww. konferencji, ale również wielu innych, które ukazały się w piśmiennictwie polskim od 1953 r., tj. od roku wydania pierwszego numeru *Przeglądu Geologicznego* (kwiecień 1953). Baza została zapoczątkowana w 2011 r. (Przybyłek i in., 2013). W latach 2012–2016 umieszczono w niej blisko 4 tysiące pozycji, w tym: recenzowane artykuły z czasopism, sympozjów ogólnopolskich i międzynarodowych, seminariów tematycznych, sesji naukowych, z wydawnictw uczelnianych oraz liczne prace monograficzne (habilitacje, doktoraty), a także podręczniki o wyczerpanym nakładzie. Lista autorów jest imponująca, bo zawiera blisko dwa tysiące nazwisk. Aplikacja *Polskie Publikacje Hydrogeologiczne (PPH)* jest dostępna na portalu PIG-PIB i umożliwia przeszukiwanie zawartości bazy według autora publikacji, tytułu publikacji, roku, temu oraz wyszukiwanie słów kluczowych oraz nazwisk autorów bezpośrednio w samej treści artykułu. Funkcja ta połączona z wyświetleniem fragmentu tekstu zawierającego słowa kluczowe pozwala na wstępną ocenę zawartości merytorycznej publikacji. Ta ostatnia funkcja umożliwia również przeszukiwanie według liczby cytowań oraz tworzenie zestawień statystycznych, np. liczby publikacji w poszczególnych grupach tematycznych z dziedziny hydrogeologii. Po wykonanej kwerendzie użytkownik może pobrać interesujące go artykuły w formie plików PDF. Opisana forma ocalenia wielu cennych publikacji z II połowy XX w. pozwoliła na udokumentowanie ogromu dokonań hydrogeologów, w tym wielu związanych z tematyką poszukiwania, udostępniania i eksploatacji wód podziemnych.

W związku z powyższym powinien być przywrócony dalszy rozwój bazy danych „Polskie Publikacje Hydrogeologiczne” na portalu PIG-PIB, wstrzymany w 2016 r. z powodu braku środków w PIG-PIB. Do odzyskania pozostały jeszcze wielkie zbiory często unikatowych archiwalnych publikacji zastrzeżonych w Państwowym Instytucie Geologicznym uprzednio jako „tajne” i „poufne” oraz innych rozproszonych po różnych wydawnictwach uczelnianych i specjalistycznych.

AKTUALNE ZADANIA HYDROGEOLOGII STOSOWANEJ

Na zakończenie przedstawionego artykułu przedstawiam kilka przemyśleń odnośnie do zadań, które powinni podjąć hydrogeolodzy, aby nie utracić kontroli nad szeregiem zagadnień, które wymagają ich udziału jako specjalistów hydrogeologii stosowanej w sensownym gospodarowaniu i ochronie zasobów wód podziemnych.

W problematyce bezpieczeństwa zaopatrzenia w wodę z zasobów wód podziemnych na pierwszy plan wysuwają się dwa zagadnienia:

1. aktywnego uczestnictwa hydrogeologów w planowaniu przestrzennym i gospodarce wodnej na obszarach zasobowych i w strefach ochronnych ujęć wód podziemnych oraz w opracowaniach oceny ryzyka zagrożeń dla jakości ujmowanej wody na tych ujęciach (art. 133 ustawy

Prawo wodne), a także zachowania dostępności do zasobów wód podziemnych w kolejnych dziesięcioleciach przez wyznaczenie terenów rezerwowych do ich poboru, chronionych w miejscowych planach zagospodarowania w miastach i gminach przed zabudową szkodliwą dla środowiska gruntowo-wodnego;

2. podejmowania starań w zakresie podnoszenia jakości wykonywanych terenowych badań hydrogeologicznych w tym monitoringu osłonowego na terenach ochrony pośredniej eksploatowanych ujęć wód podziemnych z wykorzystaniem nowoczesnych technik pomiarowych kontrolowanych parametrów.

W problematyce gospodarki wodnej na obszarach działalności górniczej, związanej z odwodnieniami odkrywek w świetle rysujących się wieloprzestrzennych deficytów w zasobach wodnych należy podejmować:

1. działania w zakresie obiektywnej oceny skutków odwodnień górniczych na obszarach odkrywkowej eksploatacji złóż węgla brunatnego i surowców skalnych dla środowiska gruntowo-wodnego;
2. działania w zakresie współdziałania w tworzeniu zasad racjonalnej gospodarki wodnej z jej odniesieniem się do zagrożeń kompleksów glebowych, środowiska przyrodniczego w zasięgu kopalnianych lejów depresji, sporządzania analiz wodnogospodarczych, związanych ze zużyciem zasobów wód podziemnych na obszarach objętych zasięgiem lejów depresji z odwodnień odkrywek górniczych;
3. działania w zakresie aktywnego uczestnictwa w planowaniu i prowadzeniu rekultywacji wodnej na wyrobiskach po odkrywkowej eksploatacji węgla brunatnego i surowców skalnych.

W problematyce gospodarki wodnej na obszarach gospodarki rolnej i leśnej należy wskazywać:

1. rejonów występowania kompleksów wodonośnych z wodami wgłębnymi zagrożonych intensywnym sezonowym poborem wód podziemnych dla prowadzonych wielkoobszarowo nawodnień rolniczych i ogrodniczych wraz z odniesieniem się do racjonalizacji tego poboru;
2. rejonów o sprzyjających warunkach hydrogeologicznych do budowy lokalnych zbiorników małej retencji wód powierzchniowych i podziemnych na obszarach leśnych i wiejskich w odniesieniu do istniejących systemów melioracyjnych.

LITERATURA

- AUER A., 1976 – Modelowanie analogowe procesów o stałych rozłożonych. PWN, Warszawa.
- BIENIEWSKI J., 1968 – Opracowanie prognoz hydrogeologicznych procesów poboru wód podziemnych za pomocą analogów elektrycznych. *Węgiel Brunatny*, 4.
- BŁASZYK T., GÓRSKI J., 1978 – Zmiany jakości wód podziemnych w warunkach intensywnej eksploatacji. Inst. Kształt. Środ. Wydaw. Akcydensowe, Warszawa.
- BŁASZYK T., GÓRSKI J., 1979 – Dokumentowanie i prognozowanie zmian jakości wody na ujęciach zagrożonych prze-

- obrażeniem środowisk hydrogeochemicznych. Wydaw. Geol., Warszawa.
- BRYLSKA E., DĄBROWSKI S., PLECYŃSKI J., PRZYBYŁEK J., SZCZEPAŃSKI A., ŚMIETAŃSKI Z., (red. nauk.) 1972 – Modelowanie filtracji wód podziemnych w rejonach ujęć wodnych. Wydaw. Geol., Warszawa.
- CASTANY G., 1972 – Poszukiwanie i eksploatacja wód podziemnych [tłum. z franc.]. Wydaw. Geol., Warszawa.
- CIŻYŃSKI J., 1966 – Techniczno-gospodarcze problemy ujęć wód podziemnych. *Prz. Geol.*, **2**: 23–26.
- CIŻYŃSKI J., KOTOWSKI B., 1968 – II Konferencja Naukowo-Techniczna: Hydrogeologia i geologia inżynierska, Gdańsk. *Prz. Geol.*, **10**: 468–470.
- DĄBROWSKI S., PRZYBYŁEK J., 2005 – Metodyka próbnych pompowań. Poradnik metodyczny. Bogucki Wydaw. Nauk., Poznań.
- DĄBROWSKI S., PRZYBYŁEK J., 2012 – Ocena prognoz zasobów eksploatacyjnych poprzez porównanie szacunków zasobowych z wynikami długotrwałej eksploatacji ujęć wód podziemnych (studium metodyczne). Bogucki Wydaw. Nauk., Poznań.
- DĄBROWSKI S., GÓRSKI J., KAPUŚCIŃSKI J., PRZYBYŁEK J., SZCZEPAŃSKI A. (red. nauk.), 2004 – Metodyka określania zasobów eksploatacyjnych ujęć zwykłych wód podziemnych. Poradnik metodyczny. Borgis Wydaw. Medyczne, Warszawa.
- DĄBROWSKI S., KAPUŚCIŃSKI J., NOWICKI K., PRZYBYŁEK J., SZCZEPAŃSKI A., 2011 – Metodyka modelowania matematycznego w badaniach i obliczeniach hydrogeologicznych. Poradnik metodyczny. Bogucki Wydaw. Naukowe, Poznań.
- DOWGIAŁŁO J., KLECZKOWSKI A.S., MACIOSZCZYK T., RÓŻKOWSKI A. (red. nauk.), 2002 – Słownik hydrogeologiczny. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DUDA R., WINID B., ZDECHLIK R., STĘPIEŃ M., 2013 – Metodyka wyboru optymalnej metody wyznaczania zasięgu stref ochronnych ujęć zwykłych wód podziemnych z uwzględnieniem warunków hydrogeologicznych obszaru RZGW w Krakowie. Wydaw. AGH, Kraków.
- EMSELLEM Y., 1975 – Budowa modeli matematycznych w hydrogeologii [tłum. z franc. M. Rogoż, red. H. Dąbrowska i in.]. Zjedn. Przeds. Hydrogeol. w Poznaniu.
- FORKASIEWICZ J., 1973 – Interpretacja wyników próbnego pompowania dla oceny parametrów warstw wodonośnych [tłum. z franc.]. Przeds. Hydrogeol. w Poznaniu.
- GONET A., MACUDA J., ZAWISZA L., DUDA R., PORWISZ J., 2011 – Instrukcja obsługi wierceń hydrogeologicznych. Wydaw. AGH, Kraków.
- GURWIN J., SZCZEPIŃSKI J., WĄSIK M., 1994 – Opis programu MODFLOW wykorzystywanego w regionalnych badaniach hydrogeologicznych. *W: Bilansowanie zasobów w dorzeczu Odry. Zesz. Nauk. Akad. Roln. Wroc.*, **248**: 125–134.
- HERBICH P., KAPUŚCIŃSKI J., NOWICKI K., RODZIOCH A., 2013 – Metodyka określania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w obszarach bilansowych z uwzględnieniem potrzeb jednolitych bilansów wodnogospodarczych. Min. Środ.
- JARODZKI L. (red.), 1971–1977 – Zasady obliczeń hydrogeologicznych ujęć wód podziemnych. Wydaw. Geologiczne. Warszawa.
- KAZIMIERSKI B., SADURSKI A. (red.), 1999 – Monitoring osłonowy ujęć wód podziemnych – metody badań. Wydaw. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A.S. (red.), 1984 – Ochrona wód podziemnych. Wydaw. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A.S., SADURSKI A., 1999 – Historia polskiej hydrogeologii. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **388**: 7–34.
- KŁYZA T., PRZYBYŁEK J., 1968 – Przykłady zastosowania wzorów równowagi nieustalanej do prognozowania eksploatacji ujęć wód podziemnych. II Konf. Nauk.-Techn.: Hydrogeologia i geologia inżynierska, Gdańsk. Wydaw. Geol. Warszawa.
- KORDAS B., 1971 – Matematyczne modelowanie ruchu wód gruntowych. *Prz. Geofiz.*, **1/2**.
- KOZŁOWSKI J., SAFADER L., 1966 – Zagadnienie stosowania wzorów dla określania parametrów hydrogeologicznych w warunkach nieustalanej filtracji. *Techn. Poszuk.*, **19**: 51–53.
- KULMA R., 1995 – Podstawy obliczeń filtracji wód podziemnych. Wydaw. AGH, Kraków.
- KULMA R., ZDECHLIK R., 2009 – Modelowanie procesów filtracji. Wydaw. AGH, Kraków.
- MACIOSZCZYK A., 1987 – Hydrogeochemia. Wydaw. Geol., Warszawa.
- MACIOSZCZYK A. (red. nauk.), 2006 – Podstawy hydrogeologii stosowanej. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa.
- MACIOSZCZYK A., DOBRZYŃSKI D., 2002 – Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa.
- MACOSZCZYK T., 1969 – Obliczenia hydrogeologiczne ujęć wód podziemnych. Wydaw. „Prasa ZSL”, Warszawa.
- MACIOSZCZYK T., 1973 – Metody modelowe w badaniach bilansów wód podziemnych i dokumentowaniu ich zasobów. *Prz. Geol.*, **10**: 55–58.
- MACIOSZCZYK T., SZESTAKOW W.M., 1983 – Dynamika wód podziemnych – metody obliczeń. Wydaw. Geol., Warszawa.
- MACIOSZCZYK T., RODZIOCH A., FRĄCZEK E., 1993 – Projektowanie stref ochronnych źródeł i ujęć wód podziemnych. Min. Ochr. Środ. Zas. Nat. i Leśn., Warszawa.
- MAKOWSKI Z., 1975 – O rozwiązywaniu zagadnień filtracji na integratorze pola AP-600. *Zesz. Nauk. Polit. Krak.*, ser. *Bud. Wod. i Inż. Sanit.*, **22**.
- MAŁECKI J., NAWALANY M., WITCZAK S., GRUSZCZYŃSKI T., 2006 – Wyznaczanie parametrów migracji zanieczyszczeń w ośrodku porowatym dla potrzeb badań hydrogeologicznych i ochrony środowiska. Poradnik metodyczny. Wydaw. Uniw. Wars., Wydz. Geol. Min. Środ., Warszawa.
- MARCINIAK M., 1999 – Identyfikacja parametrów hydrogeologicznych na podstawie skokowej zmiany potencjału hydraulicznego. Metoda Paramex. Wydaw. Nauk. UAM, Poznań.
- McDONALD M.G., HARBAUGH A.W., 1988 – MODFLOW, a modular three-dimensional finite difference groundwater flow model. *US Geol. Surv. Open-File Rep.*, 83–875.
- MIECZNIK J.B., 2014 – Profesor Zdzisław Pazdro – twórca polskiej szkoły hydrogeologii. *Prz. Geol.*, **62**, 8: 391–396.
- NAWALANY M., PRZYBYŁEK J., STAŠKO S., 2010 – Groundwater and mass transport modelling for documentation and protection of groundwater resources. *Prz. Geol.*, **58**, 9/1: 816–824.
- NIEDZIELSKI H., 1972 – Z doświadczeń nad określaniem parametrów hydrogeologicznych metodą ruchu nieustalonego. *Techn. Poszuk.*, **40**: 43–48.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski, t. 1. Wody słodkie. Wydaw. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PAZDRO Z., 1964, 1977, 1983, – Hydrogeologia ogólna. Wydaw. Geol. Warszawa.
- PAZDRO Z., 1968 – Aktualny stan badań hydrogeologicznych w Polsce i kierunki ich dalszego rozwoju. *W: Mat. II Konf.*

- Nauk.-Techn., Hydrogeologia i geologia inżynierska, Gdańsk: 5–24.
- PAZDRO Z., 1975 – Wkład hydrogeologii w rozwój gospodarczy Polski Ludowej w minionym XXX-leciu. *Prz. Geol.*, **24**, 10: 478–483.
- PAZDRO Z., KOZERSKI B., 1990 – Hydrogeologia ogólna. Wydaw. Geol., Warszawa.
- PIWECKI T., 1965 – Numeryczne rozwiązywanie zagadnień filtracji ustalonej. *W: II Sympozjum Filtracji. Polit. Gdańska, Inst. Bud. Wod. PAN, Gdańsk: 103–107.*
- PIWECKI T., 1975 – Numeryczne modelowanie ruchu wód gruntowych. *W: Mat. III Konf. Współcz. Probl. Hydrol., Jabłonna.*
- PLECZYŃSKI J., 1981 – Odnawialność zasobów wód podziemnych. Wydaw. Geol., Warszawa
- PLECZYŃSKI J., PRZYBYŁEK J., 1974 – Problematyka dokumentowania zasobów wód podziemnych w dolinach rzecznych. Wydaw. Geol., Warszawa.
- PRZYBYŁEK J., BRYLSKA E., DĄBROWSKI S., 1971 – Zasady obliczeń filtracji nieustalonej według wzorów Theisa i Hantusha. Wydaw. Geol. Warszawa.
- PRZYBYŁEK J., LISZKOWSKA E., KASZTELAN D., PRZYBYŁEK M., 2013 – Koncepcja interaktywnej bazy polskich publikacji hydrogeologicznych – zakres projektu oraz perspektywy rozwoju. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **456**: 479–486.
- RODZOCH A. (red.), 2006 – Zasady sporządzania dokumentacji określających warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem dróg krajowych i autostrad. Poradnik metodyczny. Min. Środ., Warszawa.
- ROGOŹ M., 2013 – Słownik hydrogeologiczny angielsko-polski i polsko-angielski. Wydaw. Nauk. SCHOLAR, Warszawa.
- ROGOŹ M., 2016 – Metody obliczeniowe w hydrogeologii. Wydaw. „Śląsk”, Katowice.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (DzU RP z dnia 15 grudnia 2016 r., poz. 2033).
- SADURSKI A., 2007 – Stan i perspektywy rozwoju polskiej hydrogeologii. *Współ. Probl. Hydrogeol.*, **13**: 13–26.
- SZCZEPAŃSKI A., 1973 – O interpretacji wyników próbnych pompowań. *Tech. Poszuk.*, **47/48**, 1: 36–39.
- SZCZEPAŃSKI A., 1974 – Prognozowanie wydajności i warunków eksploatacji wód podziemnych metoda analogii hydraulicznych. *Pr. Geol., PAN*, **81**.
- SZCZEPAŃSKI A., 1977 – Dynamika wód podziemnych. Wydaw. Geol., Warszawa.
- SZCZEPAŃSKI A., 1979 – Eksploatacyjne zasoby złóż wód podziemnych na tle schematyzacji warunków obliczeń. *Zesz. Nauk. AGH*, **5**, 1.
- SZYMANKO J., 1972 – W sprawie metod projektowania i realizacji badań hydrogeologicznych przy ustalaniu zasobów wód podziemnych. *Prz. Geol.*, **20**, 11: 517–521.
- SZYMANKO J., 1980 – Koncepcje systemu wodonośnego i metod jego modelowania. Wydaw. Geol., Warszawa.
- SZYMANKO J. (red.), 1982 – Biblioteka programów obliczeniowych HYDRYLIB Centralnego Urzędu Geologii. Wydaw. Geol., z. 1–7.
- SZYMANKO J., KRECZMAR A., POLISZOT W., NOWICKI K., DĄBROWSKI S., SACHA B., 1977 – Zastosowanie modelowania matematycznego do badania bilansu wód podziemnych i obliczania ich zasobów. Biblioteka programów obliczeniowych. Blok programowy SP i EPD. Wydaw. KG Zachód, Poznań.
- ŚMIETAŃSKI Z., SZCZEPAŃSKI A., 1967 – Ocena wydajności ujęcia wód podziemnych metodą analogii hydraulicznych. Sprawozdanie z posiedzeń Komisji Naukowych Oddziału PAN w Krakowie, 01–06.1967: 400–405.
- ŚMIETAŃSKI Z., SZCZEPAŃSKI A., 1968 – Określanie niektórych parametrów horyzontu wodonośnego przy zastosowaniu maszyn liczących ciągłego działania. *Tech. Poszuk.*, **26**: 20–23.
- THEIS C.V., 1935 – The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage. *Am. Geophys. Un. Trans.*, **16**: 519–524.
- TUREK S. (red.), 1971 – Poradnik hydrogeologa. Wydaw. Geol., Warszawa.
- TUREK S., 1985 – Problemy dokumentowania i gospodarowania wodami podziemnymi w Polsce. Krajowa Konferencja Geologiczna. Wydaw. AGH, Kraków: 225–232.
- UCHWAŁA Nr 29 Rady Ministrów z dnia 26 stycznia 1960 r. w sprawie ustalania i zatwierdzania zasobów wód podziemnych (Monitor Polski Nr 13, poz. 62).
- UCHWAŁA nr 64 Rady Ministrów z dnia 1 kwietnia 1969 r. w sprawie ustalania zasobów wód podziemnych przy podejmowaniu działalności inwestycyjnej związanej z eksploatacją tych wód (Monitor Polski Nr 15, poz. 112).
- USTAWA z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze. (DzU Nr 27, poz. 96).
- USTAWA z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (DzU 2017 poz. 1566).
- WIECZYSTY A., 1970 – Hydrogeologia inżynierska. PWN, Warszawa.
- WILK Z., 1962 – O określaniu parametrów hydrogeologicznych złoża wody podziemnej w warunkach nieustalonego przepływu. *Prz. Geol.*, **9**: 484–487.
- WITCZAK S., ADAMCZYK A., 1994–1995 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania, t. 1–2. PIOŚ Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- ZARZĄDZENIE Prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 4 grudnia 1962 r. w sprawie rejestracji ujęć wód podziemnych i przeprowadzania w nich obserwacji (Monitor Polski Nr 87, poz. 411).
- ZUBER A., RÓŻAŃSKI K., CIĘŻKOWSKI W., 2007 – Metody znacznikowe w badaniach hydrogeologicznych. Poradnik metodyczny. Oficyna Wydaw. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.

