

Monitoring wód podziemnych w świetle nowych zadań państwowej służby hydrogeologicznej

Bogusław Kazimierski*, Andrzej Sadurski*

Groundwater monitoring in the light of new tasks for the Polish State Hydrogeological Survey. *Prz. Geol.*, 50: 671–679.

Summary. State Hydrogeological Survey was established in Poland according to the Water Act in 2002. One of the most important tasks listed in the Water Act is the groundwater monitoring system to providing this Survey the basic data for forecasting and of evaluation water resources changes. There are different monitoring systems in Poland dealing with groundwater; state observation net carried by Polish Geological Institute for 25, regional monitoring systems organised within 16 voivodships (provinces) and monitoring system of the first aquifer (shallow groundwaters) implemented by Institute of Meteorology and Water Management. Local monitoring systems exist in the area of large water intakes, mines and landfills. New Water Act requires comprehensive approach to the groundwater observation system in Poland and demands creation of a new data bank in the hydrogeological survey. New standards of observation must also be implemented in the practice of monitoring.

Key words: groundwater, monitoring, water act, state hydrogeological survey

Nowa ustawa *Prawo wodne* zawiera zapis w art. 103 o powołaniu państwowej służby hydrogeologicznej — PSH (Dz. U. Nr 115), której pełnienie powierzono Państwowemu Instytutowi Geologicznemu. Ustawa ta reguluje gospodarowanie wodami, tj. zarządzanie, korzystanie i ochronę ich zasobów, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju. Służba hydrogeologiczna ma ściśle określone zadania, do których należą:

1) wykonywanie pomiarów i obserwacji hydrogeologicznych,

2) gromadzenie, przetwarzanie, archiwizowanie oraz udostępnianie zgromadzonych informacji, w szczególności dotyczących zasobów, stanów i jakości wód podziemnych,

3) wykonywanie bieżących analiz i ocen sytuacji hydrogeologicznej,

4) opracowywanie oraz przekazywanie prognoz zmian zasobów, jakości oraz zagrożeń wód podziemnych,

5) opracowywanie i przekazywanie organom administracji publicznej ostrzeżeń przed niebezpiecznymi zjawiskami zachodzącymi w strefach zasilania oraz poboru wód podziemnych.

W celu realizacji zadań PSH w Państwowym Instytucie Geologicznym organizuje się zespoły:

□ monitoringu wód podziemnych,

□ archiwizacji i przetwarzania danych hydrogeologicznych,

□ analiz i prognoz.

Zadania wymienione wyżej jako 1) i 2) są realizowane w pełni przez sieci monitoringu wód podziemnych zorganizowane i obsługiwane przez PIG:

□ sieć obserwacji wód podziemnych, funkcjonującą od 1974 r. pod nadzorem Departamentu Geologii Ministerstwa Środowiska, której działanie jest finansowane z budżetu państwa (Kazimierski, 2000),

□ monitoring (jakości) wód podziemnych, który jest podsystemem Państwowego Monitoringu Środowiska i nadzorowany przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (Hordejuk & Plochowski, 1995).

Pozostałe zadania, są nowymi i będą realizowane przy współpracy lub z wykorzystaniem wyników obserwacji z monitoringu wód podziemnych.

Wyżej wymienione sieci częściowo pełnią również funkcję kontrolną w zakresie oddziaływań transgranicznych, gdyż problem wynikający z konwencji helsińskiej (1992) pojawił się po zaprojektowaniu i wdrożeniu sieci państwowych w Polsce (Kazimierski & Pilichowska, 2001) oraz biorą udział w realizacji przedsięwzięć międzynarodowych — np. w systemie europejskiego monitoringu wód śródlądowych EUROWATERNET (Kazimierski, 2001)

Wyniki pomiarów, których właścicielem jest Skarb Państwa, a dystrybutorem Państwowa Służba Geologiczna są gromadzone w cyfrowych bazach danych i udostępniane w sieci internet (pod adresami <http://www.pgi.waw.pl/soh/> i <http://www.pios.gov.pl>) bezpośrednio przez PIG. W postaci przetworzonej są również publikowane w *Rocznikach Hydrogeologicznych* i w *Bibliotece Monitoringu Środowiska*.

Prowadzone przez Państwowy Instytut Geologiczny sieci monitoringu wód podziemnych (ryc. 1, 2) mają charakter strategiczny i w okresie ich projektowania miały być sprzężone z sieciami regionalnymi, a nawet lokalnymi w obszarach newralgicznych, np. w sąsiedztwie wielkich ujęć komunalnych lub odwadnianych wyrobisk górniczych. Do dzisiaj została w pełni wdrożona i funkcjonuje jedynie sieć państwowa i z tej racji musi spełniać zadania nakreślone w nowej ustawie *Prawo wodne*. Bieżące informacje dla podejmujących decyzje gospodarcze, ostrzeżenia o stanach alarmowych, komunikaty o zaistniałych lub zbliżających się zagrożeniach lub zmianach zasobów wód podziemnych mogą być opracowane na podstawie wyników prowadzonego monitoringu. Ich wiarygodność i dokładność będzie zależała od jakości danych i reprezentatywności punktów pomiarowych.

Organizacja systemów monitoringu wód podziemnych w Polsce

W Polsce wydzielono wiele systemów monitoringu wód podziemnych w oparciu o kryterium obszaru ich funkcjonowania (zasięg ogólnokrajowy, regionalny, lokalny) oraz zakres obserwacji (ilości bądź jakości wód podziemnych). Podstawowe znaczenie mają monitoringi systemu Państwowego Monitoringu Środowiska oraz gospodarki wodnej, których funkcjonowanie jest nadzorowane przez Ministerstwo Środowiska

Monitoringi wód podziemnych prowadzone przez PIG. Państwowy Instytut Geologiczny obsługuje obecnie dwie

*Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

ogólnokrajowe sieci monitoringu wód podziemnych, kilka sieci regionalnych i tzw. monitoringi w strefach przygranicznych oraz uczestniczył w projektowaniu, organizacji i eksploatacji kilkunastu sieci monitoringów lokalnych, głównie osłonowych — ujęć wód podziemnych. Z mocy ustawy państwowa służba hydrogeologiczna sprawuje nadzór nad monitoringami regionalnymi wód podziemnych.

Sieć stacjonarnych obserwacji wód podziemnych powstała w wyniku decyzji Centralnego Urzędu Geologii z 1969 r., a jej realizację powierzono ówczesnemu Instytutowi Geologicznemu. Projekt sieci opracowali Pich i Załuski (1972). Zakres obserwacji obejmował w szczególności: pomiar stanu zwierciadła wody, pomiary radiometryczne wody, badanie cech fizycznych i składu chemicznego wody. Za cel pomiarów przyjęto „rozszerzenie wiedzy o reżimie wód podziemnych, ochronę zasobów wód przed nadmierną eksploatacją i degradacją jakości”. Przedmiotem badań były wody głębszych użytkowych poziomów wodonośnych w strefach ich naturalnego krążenia.

Nowy *Projekt sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych na terenie Polski i jej funkcjonowanie* opracowali w Państwowym Instytucie Geologicznym Pich i Kazimierski (1994). Jest on realizowany od 1995 r. i pozwolił lepiej dostosować lokalizację punktów i organizację obserwacji do nowej sytuacji (zlewniowa gospodarka wodą realizowana przez Regionalne Zarządy Gospodarki Wodnej, wydzielanie głównych zbiorników wód podziemnych) i nowych zadań (obserwacje wód również w strefach ich zmian antropogenicznych). Jest to w zasadzie projekt ramowy, pozostawiający

realizatorom pewną swobodę działań, ale definiujący koncepcję i zasady funkcjonowania sieci. W nowym projekcie, duży nacisk położono na problemy związane z archiwizowaniem, weryfikacją, opracowywaniem i udostępnianiem wyników obserwacji.

Koncepcja organizacji sieci ogólnokrajowej o jednolitej organizacji, z wyróżnionymi obszarami i punktami obserwacyjnymi, obejmuje także obszary współwystępowania wód mineralnych i termalnych z wodami zwykłymi oraz tereny obciążone wyraźnie antropopresją.

W sieci wyróżniono dwa rodzaje punktów:

I rzędu — stacje hydrogeologiczne, podstawowe punkty sieci o konstrukcji i wyposażeniu zapewniającym pełny zakres obserwacji i badań hydrogeologicznych tj. obserwacje wszystkich poziomów wodonośnych, a na wybranych stacjach — wilgotności strefy aeracji, stanu atmosfery i opadu.

II rzędu — punkty badawcze (studnie i piezometry) oraz źródła o konstrukcji umożliwiającej pomiar stanu wody (lub wydajności źródła) i pobranie próbek wody do oznaczeń parametrów fizyczno-chemicznych.

Modernizacja sieci obserwacyjnej wymusiła wykonanie na stacjach hydrogeologicznych płytkich otworów małośrednicowych do wód gruntowych. Obecnie w całej sieci znajduje się 118 otworów ujmujących wody gruntowe.

Sieć ma ok. 600 punktów (1 punkt na ok. 500 km²). Liczba punktów (tab. 1) ujmująca poszczególne piętra wodonośne jest proporcjonalna do wysokości udokumentowanych w nich zasobów wód podziemnych. Lokalizację

punktów obserwacyjnych, na tle jednostek hydrogeologicznych Polski, przedstawiono na rycinie 1. Dla każdego punktu obserwacyjnego sporządzono dokumentację obejmującą profil geologiczny, parametry hydrogeologiczne i dane środowiskowe (położenie, sposób zagospodarowania i użytkowania terenu, itp.).

Zakres obserwacji obejmuje: pomiar stanu (głęb. do) zwierciadła wód podziemnych — raz w tygodniu (poniedziałek rano) lub wydatek — w przypadku źródła. Badanie składu chemicznego wód jest prowadzone raz w roku. Na stacjach hydrogeologicznych, wyposażonych w urządzenia automatycznego pomiaru, dodatkowo jest badany stan atmosfery, wysokość opadu atmosferycznego oraz wody strefy aeracji. Cały proces

Ryc. 1. Sieć stacjonarnych obserwacji wód podziemnych PIG na tle zasięgów Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej (RZGW)

Fig. 1. Stationary hydrogeological observation points of the Polish Geological Institute against the background of Regional Water Board Management areas (RWBM)



monitoringu od wykonania obserwacji terenowej po pobór i transport próbki, proces analityczny w laboratorium po archiwizację i analizę wyników — jest prowadzony z zastosowaniem systemu kontroli jakości. Zakres badań chemizmu wód podziemnych jest analogiczny, jak dla monitoringu wód podziemnych systemu Państwowego Monitoringu Środowiska, przedstawionego niżej. Zakres i częstotliwość pomiarów ilustruje tab. 2.

Monitoring (jakości) wód podziemnych jest następnym systemem monitoringu zorganizowanym i realizowanym przez PIG. Na przełomie 1989/1990 został powołany przez premiera RP zespół ds. monitoringu środowiska, w tym monitoringu wód podziemnych, a w 1990 r. opracowano koncepcję i program monitoringu jakości wód podziemnych na obszarze kraju, nazywając ją siecią reperową lub siecią podstawową. W 1991 r. podjęto w PIG weryfikację terenową wybranych 1100 potencjalnych punktów obserwacyjnych i pobrano próbki wody w 930 punktach (źródłach, studniach i piezometrach). Program ten został włączony do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) prowadzonego przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ). Pierwszy etap funkcjonowania monitoringu jakości wód podziemnych obejmował lata 1990–1993. Zrezygnowano z nazwy sieci reperowych, (podstawowych) i wprowadzono określenia „sieć krajowa”. Już w pierwszych latach istnienia sieci ograniczono ilości punktów obserwacyjnych, głównie wskutek eliminacji obserwacji ujęć brzegowych. W 1994 r. projekt monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych został zatwierdzony przez Komisję Dokumentacji Hydrogeologicznych przy Ministrze OŚZNiL i w następnym etapie obejmującym lata 1994–1998 był prowadzony zgodnie z zatwierdzonym projektem. Lokalizację punktów obserwacyjnych podano na ryc. 2. W 1998 r. został opracowany przez GIOŚ Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 1998–2002. Monitoring wód podziemnych, jako podsystem zostaje włączony do bloku „jakość środowiska”.

Obecnie badania monitoringowe są prowadzone w oparciu o *Projekt monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych* (Hordejuk i in., 1994), w dostosowaniu do obowiązującego programu Państwowego Monitoringu Środowiska. Zgodnie z założeniami PMS zwiększa się

udział punktów badawczych reprezentujących większe ujęcia stanowiące źródło zaopatrzenia w wodę pitną. Badania jakości zwykłych wód podziemnych są realizowane w sieci obserwacyjnej składającej się z ok. 700 punktów badawczych, którymi są studnie wiercone, piezometry, studnie kopane i źródła), ujmujących różne stratygraficznie poziomy wodonośne (Hordejuk, 1998). Punkty badawcze ujmujące wody płytkiego krążenia (wody gruntowe) stanowią ok. 54,6%. Natomiast punkty badawcze ujmujące wody głębokie, dobrze izolowane od wpływu czynników antropogenicznych, stanowią ok. 45,4%. Lokalizację punktów obserwacyjnych, przedstawiono na ryc. 2. W tab. 3 przedstawiono liczbę punktów obserwacyjnych, ujmujących poszczególne piętra wodonośne.

W 290 punktach monitoringowych prowadzone są cotygodniowe pomiary zwierciadła wody w ramach systemu Sieci Stacjonarnych Obserwacji Wód Podziemnych PIG. Opróbowanie sieci monitoringowej jest wykonywane przez PIG jeden raz w roku, w okresie lipiec–wrzesień. Głównym wykonawcą programu terenowego jest Zakład Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej PIG przy współpracy z oddziałami PIG w Gdańsku, Kielcach, Krakowie, Sosnowcu, Szczecinie i Wrocławiu.

Badania laboratoryjne próbek wód podziemnych wykonuje Centralne Laboratorium Chemiczne PIG w Warszawie, posiadające certyfikat jakości. Zakres oznaczeń obejmuje następujące wskaźniki fizyczno-chemiczne: arsen, amoniak, azotan, azotyny, bor, bar, brom, chlorki, chrom, cyjanki, cynk, fluorki, fosforany, glin, kadm, lit, magnez, mangan, miedź, molibden, nikiel, odczyn, ołów, potas, przewodność elektryczną właściwą, krzemionkę, siarczany, stront, sumę substancji rozpuszczonych, sól, twardość ogólną, twardość węglanową, tytan, wapń, wanad, wodorowęglany, węglany, rozpuszczony węgiel organiczny TOC, zasadowość mineralną, zasadowość ogólną, żelazo ogólne. W wybranych punktach są oznaczane dodatkowo wskaźniki organiczne np. detergenty, pestycydy itp.)

Coroczne sprawozdania z badań monitoringowych (tekst z komentarzem, statystyką, zestawieniami tabelarycznymi, wykresami, mapami w skali przeglądowej) są przedkładane do GIOŚ. Sprawozdanie zawiera:

□ ocenę jakości wód podziemnych w danym roku oraz jej zmiany w odniesieniu do roku ubiegłego,

Tab. 1. Liczba punktów obserwacyjnych, z uwzględnieniem pięter wodonośnych

Table 1. Number of observation points according to stratigraphy of the aquifer

Piętra wodonośne	Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne*	Liczba punktów obserwacyjnych				
		I rzędu	II rzędu, w tym:		Łącznie	
		otwory	otwory	źródła	liczba	[%]
Czwartorzędowe	27 656 (65,1)	68	222	3	293	48,9
Trzeciorzędowe	4538 (10,7)	34	69	14	117	19,5
Kredowe	5751 (13,5)	22	61	7	90	15,1
Starsze — łącznie W tym:	4545 (10,7)	25	67	7	99	16,5
Jurajskie		16	35	2	53	8,8
Triasowe		6	21	0	27	4,5
Paleozoiczne i starsze		3	11	5	19	3,2
Razem:	42 490 (100)	149	419	31	599	100

* stan na 2000 r.

- ocenę jakości wód w układzie wskaźników;
- ocenę jakości wód w układzie pięter wodonośnych;
- ocenę jakości wód na obszarach o różnym użytkowaniu ziemi;
- ocenę jakości wód w funkcji głębokości występowania warstwy wodonośnej.

Przy ocenie jakości wód jest stosowana *Klasyfikacja jakości zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu środowiska* (zweryfikowana w 1995 r.) zalecana przez GIOŚ.

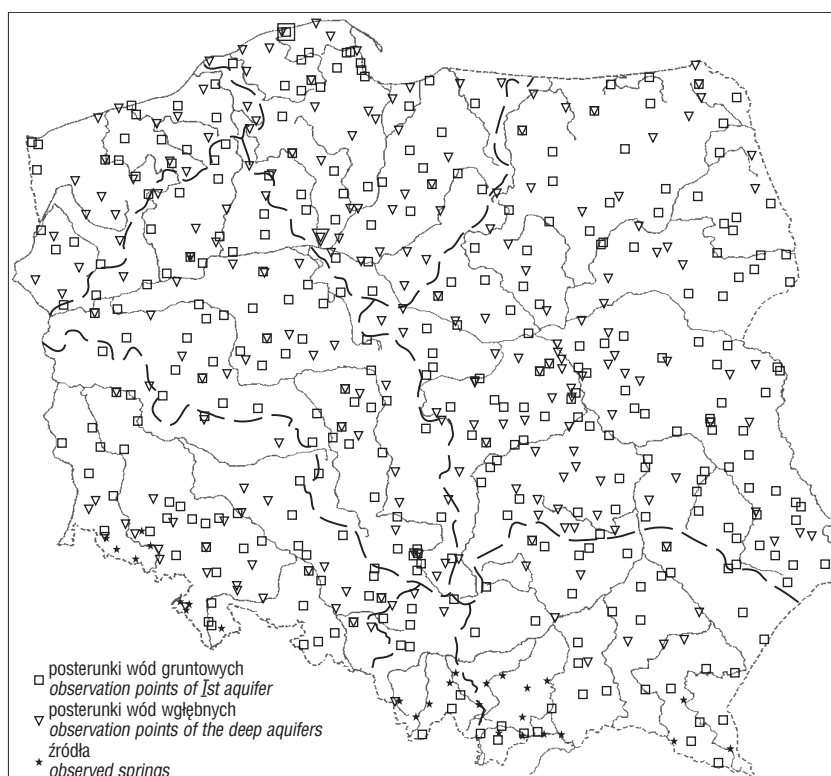
Inne ogólnokrajowe systemy monitoringu wód podziemnych. Konieczność koordynowania w skali kraju monitoringu wód podziemnych wymaga ściślejszej współpracy pomiędzy wszystkimi funkcjonującymi systemami obserwacji wód podziemnych, prowadzonymi również przez inne instytucje, przede wszystkim z siecią stanów wód gruntowych IMGW, Zintegrowanym Monitoringiem Środowiska Przyrodniczego i in. oraz konieczność podjęcia współpracy z sieciami krajów sąsiednich w ramach tzw. wód granicznych.

Sieć stanów wód gruntowych została zorganizowana i jest obsługiwana przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW). Organizację sieci rozpoczęto w latach czterdziestych ubiegłego wieku. W latach 1947–1964 do sieci włączono największą liczbę posterunków. Zadaniem sieci jest obserwacja stanu (głębokość do zwierciadła wody gruntowej — pierwszego, płytko występującego poziomu wodonośnego). Obserwacje są prowadzone w studniach kopanych, najczęściej zlokalizowanych w obrębie zabudowy gospodarskiej. Głębokość studni jest różna. Przeważają studnie płytke, od 2 m do 5 m, a najgłębsza studnia ma głęb. 45 m. Pomiar głębokości do zwierciadła wody prowadzony jest w większości punktów raz w tygodniu (poniedziałek rano), a w ok. 30% punktów — raz dziennie. W niewielkiej liczbie studni (ok. 3,9%) dodatkowo mierzona jest temperatura wód. Obecnie obserwacje prowadzone są w ok. 800 punktach, których liczba corocznie maleje (ryc. 3). Pod względem liczebności posterunków pomiarowych najbardziej jest uprzywilejowane dorzecze Wisły (1 posterunek przypada na ok. 330 km²), w

Tab. 2. Zakres i częstotliwość obserwacji prowadzonych w punktach sieci Państwowego Instytutu Geologicznego
Table 2. Range and frequency of observations collecting in observation points of the Polish Geological Institute

Zakres pomiarów	Stacje hydrogeologiczne	Częstotliwość obserwacji	
		Punkty II rzędu	
		otwory	źródła
Głębokość do zwierciadła wody	1 raz/tydzień pomiar ciągły*	1 raz/tydzień	
Wydatek źródła			1 raz/tydzień
Parametry fizyczno-chemiczne	1–2 razy/rok	1 raz/rok	1 raz/rok
Analiza chemiczna wody	1 raz/rok	1 raz/rok	1 raz/rok
Stan atmosfery i opad	pomiar ciągły*		
Wody strefy aeracji	pomiar ciągły*		

* na wybranych stacjach hydrogeologicznych, mających urządzenia automatyki



Ryc. 2. Monitoring jakości wód podziemnych — sieć krajowa (wg Hordejuka, 1998)

Fig. 2. Groundwater quality monitoring location points — state net (acc. to Hordejuk, 1998)

Tab. 3. Punkty badawcze sieci krajowej Monitoringu Wód Podziemnych (MWP), w układzie pięter wodonośnych
 Table 3. Observation points of the state groundwater monitoring network, according to the stratigraphy of aquifer

Stratygrafia		Liczba punktów badawczych		
System wodonośny	Opróbowane piętro wodonośne	Wody wgłębne	„Wody gruntowe”	Ogółem
Kenozoik	czwartorzęd	150	281	431
	czwartorzęd i trzeciorzęd	2	2	3
	trzeciorzęd	61	30	91
Mezozoik	kreda	38	3131	6969
	jura	24	17	41
	trias	17	6	23
Paleozoik i starsze	perm	2	0	2
	karbon	0	5	5
	dewon	2	1	3
	kambr	0	1	1
	prekambr	2	3	5
Łączna liczba punktów		297	377	674



Ryc. 3. Lokalizacja posterunków obserwacyjnych wód gruntowych sieci IMGW (wg danych OTKZ IMGW, 2001 r.)

Fig. 3. Groundwater monitoring network of the Institute of Meteorology and Water Management (acc. to IMGW OTKZ, 2001)

dorzeczu Odry jest ich mniej (1 posterunek na 510 km²). Na ryc. 3 przedstawiono lokalizację posterunków obserwacyjnych, a w tab. 4 charakterystykę położenia studzien w dorzeczu.

Do 1983 r. wyniki obserwacji publikowano w *Rocznikach Hydrologicznych Wód Podziemnych*. Od 1985 r. rozpoczęto prace nad tworzeniem *Bazy danych wód gruntowych*. Dane źródłowe i przetworzone są udostępniane odpłatnie zarówno w centrali, jak i oddziałach IMGW. W sieci internet pod adresem <http://www.otkz.pol.pl> są prezentowane dane z posterunków obserwacyjnych, a wyniki są przetwarzane w sposób standardowy. W bazie

danych stanów wód I poziomu wodonośnego — są zamieszczone średnie miesięczne, średnie, maksymalne i minimalne stany roczne oraz średnie wieloletnie dla 350 reprezentatywnych posterunków pomiarowych z okresu 1951–1990 oraz ze wszystkich obserwowanych studni z okresu 1991–1995. Okres obserwacji w poszczególnych posterunkach jest różny. Najdłuższe ciągi obejmują okres od 1951 r.

W bazie danych miesięcznej *Biuletynu Wód Gruntowych* jest przedstawiona metodyka obliczeń oraz ocena sytuacji hydrologicznej w Polsce i zmian stanów wód gruntowych względem tego samego okresu z roku poprzedniego. Biuletyn ten jest wydawany przez Ośrodek Technicznej Kontroli Zapór IMGW.

Sieć monitoringu wód gruntowych Instytutu Ochrony Roślin (IOR) — funkcjonuje na terenie trzech województw o tradycyjnie wysokim nawożeniu i historycznej tradycji rolnictwa. Prowadzone są w niej badania wód gruntowych pod kątem wpływu na nie środków ochrony roślin, głównie pestycydów. Oznacza się maksymalnie 60 substancji.

Sieć monitoringu wód gruntowych Instytutu Upraw Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG) — działa od 1997 r. Rejestruje wpływ rolnictwa na wody gruntowe. Oznaczane są azotany i inne biogeny przenikające do wód w wyniku nawożenia.

Wymogiem obecnej sytuacji powinno być również powiązanie i współdziałanie sieci ogólnokrajowych z sieciami niższych rzędów: regionalnymi, lokalnymi organizowanymi w obrębie jednostek administracyjnych w województwach czy Regionalnych Zarządach Gospodarki Wodnej (RZGW), w jednostkach czy strukturach hydrologicznych i hydrogeologicznych zlewniach, głównych zbiornikach wód podziemnych (GZWP), czy poszczególnych użytkowych poziomach wodonośnych uznanych za strategiczne z punktu widzenia zaopatrzenia w wodę. Obowiązujące obecnie prawo własności zmusza do prawnego unormowania własności gruntu na którym znajduje się stacja lub posterunek hydro-

Tab. 4. Sieć posterunków wód gruntowych Instytutu Meteorologii i (IMGW) w podziale na dorzecza

Table 4. Observation network of 1st aquifer of the Institute of Meteorology and Water Management according to river basins partitioning

Nazwa dorzecza	Stany wód		W tym temperatura wody	
	Liczba	Udział [%]	Liczba	Udział [%]
Dorzecze Odry	208	27	9	1,1
Dorzecze Wisły	508	65	20	2,6
Dorzecze rzek Przymorza	57	7	2	0,2
Dorzecze Niemna, Dniestru, Dunaju i Łaby	8	1	–	–
Łącznie:	781	100	31	3,9

geologiczny. Teren ten musi być własnością lub w dzierżawie wieczystej lub użytkowaniu PIG, dla zapewnienia ochrony oraz ciągłości obserwacji oraz prawa wstępu na teren. Zmiana przepisów prawnych oraz rosnący zakres stacjonarnych pomiarów wód podziemnych oraz wzrost koniecznych działań organizacyjnych koordynowanych centralnie od kilku już lat wskazywały na konieczność powołania Państwowej Służby Hydrogeologicznej.

Monitoring wód podziemnych a warunki hydrogeologiczne kraju

Specyfiką obszaru Polski jest fakt, że na blisko 80% powierzchni kraju występują użytkowe poziomy wodonośne z zasobami wód o wysokiej jakości, umożliwiające ich eksploatację w celu zaopatrzenia ludności w wodę pitną oraz przemysłu wymagającego wody o wysokiej jakości. Ponad 65% zasobów wód podziemnych należy do czwartorzędowych warstw wodonośnych, które są ośrodkami porowymi i znajdują się od powierzchni do głębokości zwykle kilkunastu-, kilkudziesięciu metrów a bardzo rzadko paruset metrów.

Techniczne rozwiązania, lokalizacja punktów monitoringu i częstotliwość prowadzenia pomiarów wód podziemnych zależą od charakteru ośrodka skalnego, warunków występowania wód i ich dynamiki. Występowanie wód podziemnych i tempo zmian ich stanów zależy od deniwelacji terenu, głębokości występowania warstw wodonośnych i ich przewodnictwa wodnego oraz izolacja od powierzchni terenu. Na obszarze Polski wyróżnia się pasmowy układ warunków hydrogeologicznych o rozciągłości równoleżnikowej (wschód–zachód). Pasma Sudetów i Karpat wzdłuż południowych granic kraju przechodzą w pasma pogórzy, obniżeń przedgórskich, następnie ku północy, rozciąga się pas wyżyn i dalej niziny środkowopolskie (Niż Polski). Oddzielnymi pasmami na północy jest strefa pojezierzy — mazurskie i pomorskie oraz strefa wybrzeża. Wymienione strefy różnią się występowaniem wód, zasobami, dostępnością do wód oraz wymaganymi rozwiązaniami technicznymi monitoringu.

W pasie wyżyn, pogórzy oraz w górach wody podziemne występują głównie w ośrodkach szczelinowych, szczelino-porowych i szczelinowo-krasowych. Systemy spękań, dyslokacji tektonicznych i nieciągłości tworzą skomplikowane i bardzo niejednorodne systemy wodonośne. Biorąc pod uwagę różną genezę spękań — szczeliny wietrzeniowe, tektoniczne, ciosowe, odprężeniowe i technogeniczne, stwierdza się różny zasięg pionowy wodonośnych ośrodków szczelinowych. Jedynie w dolinach rzek wody gruntowe są związane z piaszczysto-żwirowymi aluwiami, które pełnią rolę drenów poziomych dla wód gruntowych. Są to

jednocześnie warstwy o bardzo dużym przewodnictwie hydraulicznym, $T > 250 \text{ m}^2/\text{dobę}$. Znajdując się w największych obniżeniach morfologicznych — w obszarach drenażu — prowadzą duże ilości wód poza pas wzniesień i gór. Pełnią one jednocześnie funkcję buforu między wodami powierzchniowymi w korytach strumieni, potoków i rzek a wodonośnym ośrodkiem skalnym.

Wybór właściwego miejsca dla piezometru, z punktu widzenia reprezentatywnych dla poziomu wodonośnego obserwacji jest trudny i wymaga dokładnego rozpoznania systemów spękań w ośrodku skalnym, zwłaszcza w przypadku ośrodków szczelinowo-krasowych.

Strefa wyżyn środkowopolskich wyróżnia się małą miąższością warstw czwartorzędowych pochodzenia lodowcowego, rzeczno-lodowcowego, rzeczno-jeziornego. W obniżeniach terenu, warstwy piaszczyste są porowymi ośrodkami wodonośnymi, tworząc najczęściej pierwszy od powierzchni terenu poziom wodonośny. Na większej głębokości, poniżej poziomów czwartorzędowych, występują ośrodki szczelinowe i szczelinowo-porowe w warstwach mezozoiku, głównie kredy i jury, natomiast na obszarze gór Świętokrzyskich i na Górnym Śląsku również paleozoiku. Charakterystyczną cechą pasa wyżyn jest liczne występowanie tzw. poziomów wodonośnych zawieszonych, o lokalnym zasięgu i własnym reżimie wodnym. Istnieją one nad głównym poziomem wodonośnym o znaczeniu użytkowym i zasięgu regionalnym. Lokalizacja piezometrów sieci krajowej i regionalnej w strefie wyżyn powinna dotyczyć tylko użytkowych poziomów wodonośnych o regionalnym zasięgu.

Niziny środkowopolskie wyróżniają się rozległymi zbiornikami wód podziemnych w strukturach basenowych lub nieckowych, w których dominują ośrodki porowe należące pod względem stratygraficznym do osadów kenozoiku i górnego mezozoiku. Jednakże warstwy mezozoiku zawierają lokalnie wody słone i słone nie nadające się do zaopatrzenia ludności. Duże zasoby wód podziemnych w zbiornikach o regionalnym zasięgu występują również w warstwach trzeciorzędowych — w drobnoziarnistych piaskach z glaukonitem i pyłem lignitu. Otwory obserwacyjne wyróżniają się tu dużymi głębokościami.

W pasie pojezierzy użytkowe znaczenie mają warstwy wodonośne w warstwach czwartorzędu i trzeciorzędu. Jedynie lokalnie ujmowane są poziomy wodonośne kredy i jury w obszarze antyklinorium pomorskiego, lokalnie poziom jurajski. W seriach czwartorzędu warstwy wodonośne występują w formie poziomów międzymorenowych, soczew, pogrzebanych dolin lub serii zandrowych. Ostatnie z wymienionych są szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia z powierzchni terenu.

Punkty monitoringu wód muszą być lokalizowane po dokładnym rozpoznaniu warunków hydrogeologicznych w podłożu i systemów krążenia wód. Szczególnie zmienne warunki występowania wód znajdują się w strefach zaburzeń glacyjotektonicznych. Lokalizacja punktów monitoringu powinna być związana głównie z GZWP w przypadku sieci państwowej i regionalnych, natomiast sieci lokalne muszą uwzględniać zbiorniki aluwialne w pogrzebanych i współczesnych dolinach rzek.

Strefa wybrzeża jest pod względem budowy geologicznej kontynuacją strefy pojezierzy. Wyróżnia się jednak granicą dwóch środowisk hydrogeochemicznych, jaką jest rozmyta wskutek dyspersji powierzchnia rozdziału wód słodkich (zwykłych) podziemnych i słonych pochodzenia morskiego. Klin wód słonych zajmuje miejsce przy spągu warstw wodonośnych i pasie nizin nadmorskich oraz w uściwionych partiach rzek wkracza w głąb łąd powodując degradację zasobów wód podziemnych. Proces ten nazywany ingresją może być wywołany przez nadmierną eksploatację ujęć w strefie nadmorskiej — ośrodki miejskie, przemysłowe i wypoczynkowe, dysponujące dużymi ujęciami komunalnymi. Dodatkowym zagrożeniem, szczególnie ostro występującym na wybrzeżu, jest ascenzja słonych wód z głębszego, mezozoicznego podłoża. Zasolenie warstw wodonośnych może tu nastąpić zarówno wskutek mobilizacji solanek z podłoża, jak i wskutek ingresji wód morskich. Zmiany poziomu morza powodują też wahanie stanów wód podziemnych. Jedynie w tej strefie występują wahanie pływowe, które w przypadku Bałtyku są związane ze spiętrzeniami wiatrowymi. Według wskazań mareografu na Półwyspie Helskim (port w Helu) amplituda wahań poziomu morza dochodzi do 2 m. Tak zwany efekt pływowy, obliczony dla warstw wód wglębnych w poziomie kredy górnej, wynosi dla polskiego wybrzeża ok. 0,5 m. Jeżeli powiążemy spiętrzenia wiatrowe wód Bałtyku z towarzyszącymi im zmianami ciśnienia atmosferycznego rzędu 30–50 hPa, dla których obliczony efekt baryczny wynosi 0,4–0,5 m, to wielkość naturalnych wahań wglębnych wód w strefie wybrzeża wynosi ok. 1 m (Sadurski, 1989).

Monitoring wód podziemnych powinien w tej strefie pełnić funkcję informującą o zmianach zasobów i dynamiki wód podziemnych, ale także powinien być systemem ostrzegawczym o postępującej ingresji lub ascenzji wód słonych i słonawych. Szczególną rolę monitoringu ostrzegawczego musi mieć w tym obszarze monitoring lokalny, lokalizowany w miejscach o największej wrażliwości warstw wodonośnych. Przykładem mogą tu być mierzeje, wyspy lub niziny nadmorskie i delta Wisły (Żuławy).

Zadania i organizacja monitoringu w świetle nowych regulacji prawnych

Uwarunkowania prawne. Zmieniające się przepisy prawne, przede wszystkim związane z przystosowaniem prawa polskiego do prawa Unii Europejskiej, zmuszają nie tylko do śledzenia treści nowych aktów prawnych i uwzględniania ich w działalności monitoringu ale również przygotowania się do wprowadzania zmian w organizacji i funkcjonowaniu sieci. Organizacja i funkcjonowanie, a przede wszystkim zakres obserwacji muszą uwzględniać wytyczne wynikające z przepisów prawa „zewnętrznych”, jak i „wewnętrznych”. W odniesieniu do przepisów i wytycznych zewnętrznych, za które uznaje się dyrektywę Unii Europejskiej, umowy międzynarodowe, pakt i kon-

wencje podpisane przez Polskę, należy uwzględnić w pierwszej kolejności:

□ Tzw. Ramową Dyrektywę Wodną (Dyrektywa 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Wspólnoty Europejskiej z 23 października 2000 r)

□ dyrektywę dotyczącą wody pitnej (80/778 EEC) uzupełnioną dyrektywą (98/83/EC)

□ dyrektywą dotyczącą azotanów (91/676/EEC)

oraz wszystkie umowy dwustronne zawarte z państwami sąsiednimi, a dotyczące gospodarki wodnej lub ochrony środowiska.

Z zakresu polskich aktów prawnych należy uwzględnić w pierwszej kolejności przepisy ustaw:

□ Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. 2001 r. Nr 115 poz. 1229)

□ Ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. O zmianie ustawy — prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2001 r. Nr 110 poz. 1190)

□ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 r. Nr 62 poz. 627)

Oraz projekty rozporządzeń Ministra Środowiska:

□ w sprawie prowadzenia monitoringu stanu wód podziemnych,

□ w sprawie ustalania standardowych i niestandardowych procedur dla Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej i Państwowej Służby Hydrogeologicznej

□ w sprawie rozpowszechniania komunikatów, biuletynów oraz ostrzeżeń przed żywiołowym działaniem sił przyrody oraz przed suszą i świadczenia osłony hydrologiczno-meteorologicznej przez Państwową Służbę Hydrologiczno-Meteorologiczną i hydrologicznej przez Państwową Służbę Hydrologiczną.

Zasady organizacji monitoringu. Wyżej wymienione akty prawne (obowiązujące lub ich projekty, których prowadzenie przewiduje się w 2002 r.) spowodują zmiany organizacyjne, zarówno w liczbie i lokalizacji punktów monitoringu, zakresie i częstotliwości obserwacji oraz interpretacji i udostępniania wyników obserwacji.

Przedmiotem monitoringu (podobnie jak dotychczas) są — wszystkie użytkowe poziomy/piętra wodonośne wraz z poziomem wód gruntowych (występujące w środowisku porowym, szczelinowym i szczelinowo-kawernowym), ze szczególnym uwzględnieniem ważnych zbiorników wód podziemnych — proporcjonalnie do udokumentowanych w nich zasobów oraz stopnia narażenia na degradację.

Podstawowym **kryterium lokalizacji punktów obserwacyjnych** jest ich reprezentatywność dla struktur hydrogeologicznych w obrębie których się znajdują. Punkty monitoringu wód podziemnych rozmieszczane mają być w obrębie wskazanych do obserwacji struktur hydrogeologicznych oraz obszarów zarządzania zasobami wody w sposób zrównoważony, w miejscach dla nich reprezentatywnych.

Liczba punktów obserwacyjnych monitoringu przypadających na daną strukturę zależy od: jej wielkości (powierzchni), geologicznej i hydrogeologicznej komplikacji, intensywności oddziaływań zewnętrznych ze szczególnym uwzględnieniem rzeczywistego bądź potencjalnego narażenia na degradację i jest różna dla sieci krajowych, regionalnych i lokalnych.

Dla sieci krajowych przewiduje się następującą „gęstość” punktów:

□ wody systemów przypowierzchniowych — 1 punkt na 500 km²,

☐ wody wgłębne strefy intensywnej wymiany — 1 punkt na 1000 km²,

☐ wody wgłębne strefy utrudnionej wymiany — 1 punkt na 5000 km².

Wszystkie sieci monitoringów ogólnokrajowych i regionalnych oraz monitoringów lokalnych składających się z więcej jak 50 punktów obserwacyjnych lub mniejszych — gdy wyniki dotychczasowych badań sygnalizują zagrożenie dla zdrowia bądź stanowią podstawę do podejmowania decyzji o charakterze finansowym — mają mieć opracowany i wdrożony system zapewnienia i kontroli jakości.

System zapewnienia i kontroli jakości monitoringu wód podziemnych jest mechanizmem umożliwiającym:

☐ zapewnienie kontroli jakości monitoringu i jego realizacji monitoringu zgodnie z jego projektem,

☐ jakościowe i ilościowe oszacowanie dokładności wyników monitoringu.

System ten obejmuje zakres prac i pomiarów terenowych oraz laboratoryjnych.

Zakres i częstotliwość badań oraz zakres interpretacji.

Obserwacje i pomiary pozwolą na ocenę:

☐ poziomu (głębokości) zwierciadła wód podziemnych lub wydajność źródła,

☐ parametrów fizykochemicznych (i jakości),

☐ stanu ilościowego wód, będącego interpretacją stopnia szczypania zasobów.

Odrębnego komentarza wymaga wprowadzone do monitoringu pojęcie — **stan ilościowy wód**. Ocena stanu ilościowego wód podziemnych polega na stwierdzeniu istnienia lub braku rezerw zasobów wód podziemnych w monitorowanym jednostkowym obszarze zasobowym, przez porównanie wysokości ustalonej/zatwierdzonej wysokości zasobów dyspozycyjnych z wysokością średniego rocznego poboru. Za stan ilościowy „dobry” uznany będzie stan w którym wysokość poboru jest mniejsza od wysokości zasobów, za „słaby” gdy pobór jest równy lub większy od zasobów.

W okresie przejściowym (gdy brak będzie pełnej informacji o wysokości zasobów dyspozycyjnych oraz eksploatacji) stan ilościowy oceniany będzie na podstawie stanu retencji wód podziemnych.

Podstawową częstotliwością pomiaru poziomu wód w sieciach krajowych — jest 1 pomiar na tydzień. W wytypowanych punktach częstotliwość pomiarów wynosiła będzie 1 raz na dobę. W stacjach hydrogeologicznych wyposażonych w urządzenia automatyczne — 1 raz na godzinę. W sieciach regionalnych i monitoringu przygranicznego — 1 raz na miesiąc. Podstawową częstotliwością oceny parametrów fizykochemicznych wód — jest 1 pomiar na rok.

W zakresie interpretacji pomiarów zwierciadła wody lub wydajności źródła dla każdego punktu obserwacyjnego wyznaczane są odpowiednio:

☐ charakterystyczne stany/wydajności: najniższy (NW), średni (SW), zwyczajny (ZW), najwyższy (WW) z okresu: miesiąca, kwartału, półrocza, roku i wielolecia,

☐ wskaźnik odchylenia od stanu/wydajności średniej $k_s = 1 - W_m / SSW_m$, gdzie W_m — wybrany stan z badanego okresu, SSW_m — średni stan wieloletni dla okresu (miesiąca, kwartału, półrocza, roku),

☐ wskaźnik aktualnego poziomu wód $\lambda = (NNW - W_m / NNW - WWW) \cdot 100\%$, gdzie W_m — stan aktualny, NNW — ekstremalny stan minimalny z wielolecia, WWW — ekstremalny stan maksymalny z wielolecia,

☐ dla wód gruntowych — wskaźnik zagrożenia suszą gruntową $k_n = 1 - W_m / SNW$, gdzie: W_m — wybrany stan do analizy, SNW — stan średni niski z wielolecia.

Standardowe procedury monitoringu wód podziemnych. Prawo wodne (art. 110, ustęp 9) przewiduje wydzielanie w funkcjonowaniu monitoringu procedur standardowych, których realizacja jest finansowana z budżetu państwa. Pozostałe procedury są procedurami niestandardowymi, a koszt ich wykonania ponosi zamawiający ich wykonanie. Zakres procedur standardowych, również w odniesieniu do monitoringu wód podziemnych, określi w rozporządzeniu Minister Środowiska.

Przewiduje się procedury dotyczące:

☐ części pomiarów i obserwacji sieci obserwacyjnej wód podziemnych oraz ich opracowania,

☐ opracowania komunikatów, biuletynów i roczników.

W ramach standardowych procedur obejmujących wyniki pomiarów i obserwacji hydrogeologicznych w punktach sieci obserwacyjnej wód podziemnych, wyróżnia się procedury:

☐ pomiaru poziomu (głębokości do) zwierciadła wody podziemnej — z częstotliwością 1 raz na tydzień,

☐ wyliczenia średniego miesięcznego, półrocznego, rocznego oraz wieloletniego stanu (poziomu) wody podziemnej,

☐ wyboru minimalnego miesięcznego, półrocznego, rocznego oraz wieloletniego stanu (poziomu) wody podziemnej,

☐ wyboru maksymalnego miesięcznego, półrocznego, rocznego oraz wieloletniego stanu (poziomu) wody podziemnej,

☐ wyznaczenia odchylenia stanu średniego miesięcznego od stanu średniego miesięcznego miarodajnego dla okresu wielolecia,

☐ wyznaczenie zmian wartości średniej rocznej zwierciadła wody podziemnej względem średniej rocznej z roku poprzedniego,

☐ wyznaczenia wskaźnika miesięcznych zmian retencji,

☐ wyznaczenia wskaźnika zagrożenia suszą gruntową — dla wód gruntowych,

☐ pomiaru parametrów fizykochemicznych wód podziemnych: temperatury, przewodności elektrolitycznej, odczynu pH,

☐ oznaczeń składu chemicznego wód podziemnych w zakresie stężeń składników (w zakresie zbliżonym do prowadzonego w ramach monitoringu wód podziemnych systemu Państwowego Monitoringu Środowiska),

☐ wyliczenia sumy składników rozpuszczonych w wodach podziemnych oraz określenia typu hydrogeochemicznego wody, klasy monitoringowej wody podziemnej, przydatności wody podziemnej do zaopatrzenia w wodę pitną.

Do procedur standardowych należy rozpowszechnianie wyników obserwacji hydrogeologicznych, wyżej wymienionych, za pomocą kwartalnego *Biuletynu Informacyjnego Wód Podziemnych i Rocznika Hydrogeologicznego*.

Udostępnianie wyników obserwacji na indywidualne zamówienia, w formie źródłowej i przetworzonej, również z pomocą funkcjonujących w PIG komputerowych baz danych standardowych (np. SOH — system obserwacji hydrogeologicznych) — nie mieszczący się w zakresie procedur standardowych, będzie zaliczane do procedur niestandardowych.

Działania w zakresie osłony i informacji hydrogeologicznej. W celu świadczenia osłony hydrogeologicznej

Państwowy Instytut Geologiczny opracowuje i rozpowszechnia:

- ostrzeżenia o możliwości wystąpienia groźnych zjawisk hydrogeologicznych,
- prognozy hydrogeologiczne,
- komunikaty o bieżącej sytuacji hydrogeologicznej,
- biuletyny i roczniki.

W sytuacjach występowania zagrożenia przez groźne zjawiska hydrogeologiczne, informacje z Państwowego Instytutu Geologicznego są jedynymi, które mogą być wykorzystywane do podejmowania decyzji przeciwdziałających lub ograniczających skutki tych zjawisk, a także służącymi do szerokiego informowania społeczeństwa o możliwości wystąpienia zjawiska i o bieżącym stanie hydrosfery.

Częstotliwość ukazywania się komunikatów i prognoz hydrogeologicznych jest następująca:

- w sytuacji normalnej — raz na kwartał,
- w sytuacji zagrożenia — raz na miesiąc,
- w sytuacji alarmu — raz na tydzień; na wniosek

Ministra ds. gospodarki wodnej częstotliwość ta może być zwiększona do jednego razu dziennie — na wybranych obszarach.

Zakres niezbędnych działań przystosowawczych

Ponieważ przed systemami monitoringu wód podziemnych działającymi w Państwowym Instytucie Geologicznym postawiono wiele nowych działań, należy podjąć kroki przystosowawcze. Z uwagi na znaczny zakres prac i związane z tym koszty, przyjęto że prace te zostaną zakończone w ciągu 3 lat, to jest do końca 2004 r.

W zakresie organizacji obserwacji i pomiarów należy:

- wytypować punkty obserwacyjne, dla których będą wyznaczone i ustanowione strefy ochronne,
- zwiększyć liczebność punktów w obrębie transgranicznych zbiorników wód podziemnych,
- zwiększyć liczbę punktów ujmujących wody gruntowe — głównie w obrębie dolin dużych rzek i pradolin,
- wytypować punkty, głównie w stacjach hydrogeologicznych, które obserwowane będą z częstotliwością 1 raz dziennie,
- we współpracy z Regionalnymi Zarządami Gospodarki Wodnej — zapewnić dopływ informacji o wysokości zatwierdzonych zasobów dyspozycyjnych i rzeczywistym poborze wód podziemnych z poszczególnych pięter wodonośnych.

W zakresie interpretacji i udostępniania wyników obserwacji oraz zapewnienia osłony hydrogeologicznej należy:

- przygotować i wdrożyć odpowiednie systemy informatyczne archiwizacji i interpretacji wyników obserwacji,
- powołać i przeszkolić zespół analizy i prognoz oraz opracowywania komunikatów,
- rozbudować zespół redakcyjny *Rocznika i Biuletynu Hydrogeologicznego*.

Podsumowanie i wnioski

Projekty sieci monitoringu — zarówno sieci krajowych, regionalnych jak i lokalnych, które należy opracować i przedstawić do zatwierdzenia Komisji Dokumentacji Hydrogeologicznych lub właściwym terytorialnie urządzeniu administracji publicznej, powinny być poprzedzane dokładnym rozpoznaniem warunków hydrogeologicznych

i środowiskowych. Na podstawie ramowych projektów sieci obserwacyjnych należy opracowywać indywidualne lub zbiorcze projekty robót geologicznych w celu wykonania punktów obserwacyjnych, których konstrukcja umożliwi prawidłową rejestrację, zmian stanu wód konkretnych poziomów (warstw) wodonośnych w zakresie ilości i jakości wód podziemnych.

Szczególną uwagę przy projektowaniu sieci monitoringu należy zwracać na obszary, w których występują ośrodki szczelinowe i szczelinowo-krasowe o nie rozpoznanych w pełni systemach krążenia wód i bardzo szybkiej reakcji na infiltrację opadów i przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni terenu. Ośrodki te są szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia i umożliwiają bardzo szybką ich migrację i przenikanie do głębszych warstw wodonośnych.

Do obszarów wymagających szczególnej uwagi — oprócz stref głównych zbiorników wód podziemnych i stref zasilania użytkowych poziomów wodonośnych należy zaliczyć: transgraniczne zbiorniki wód podziemnych, obszary intensywnej upraw, gdzie stosuje się duże ilości nawozów i środków ochrony roślin, obszary nadmorskie zagrożone ascencją i ingresją wód zasolonych, strefy współwystępowania wód zwykłych i mineralnych, a w szczególności leczniczych.

Zamykanie kopalń, wyłączenie drenaży rolniczych i budowlanych, jak również budowa i konserwacja stopni piętrzących na rzekach i intensywna eksploatacja zasobów wód podziemnych wskazuje na konieczność rozwoju lokalnych sieci monitoringowych (Kazimierski & Sadurski, 1999).

Właściwe przygotowanie i konstrukcja punktów pomiarowych umożliwi wiarygodne wyniki pomiarów. Sieć państwowa prowadzona przez Państwowy Instytut Geologiczny pełni funkcję punktów odniesienia (referencyjnych) dla pozostałych sieci monitoringu w kraju oraz dostarcza danych dla europejskiego centrum informacji środowiskowej IONET.

Literatura

- HORDEJUK T. 1998 — Stan jakości wód podziemnych na podstawie badań monitoringowych w latach 1996–1997. Wyd. PIOŚ. Bibl. Monit. Środ. Warszawa
- HORDEJUK T. & PŁOCHNIEWSKI Z. 1995 — Stan organizacji, główne wyniki i problemy monitoringu jakości wód podziemnych w Polsce. Współcz. Probl. Hydrogeol., 7: 73–77.
- KAZIMIERSKI B. 2000 — Sieć stacjonarnych obserwacji wód podziemnych na terenie Polski — zasady organizacji i współpracy z innymi systemami monitoringu. Prz. Geol., 48: 508–515
- KAZIMIERSKI B. 2001 — Europejska sieć monitoringu wód śródłądowych systemu obserwacji wód podziemnych na obszarze Polski. Współcz. Probl. Hydrogeol., 10: 69–78.
- KAZIMIERSKI B. & PILICHOWSKA-KAZIMIERSKA E. 2001 — Monitoring wód podziemnych w strefach granicznych — główne problemy i konflikty. Współcz. Probl. Hydrogeol., 10: 79–86.
- KAZIMIERSKI B. & SADURSKI A. (red.) 1999 — Monitoring osłony wód podziemnych. Metody badań. Wyd. Państw. Inst. Geol. KLECZKOWSKI A. S. (red.) 1991 — Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony. Wyd. AGH, Kraków.
- PACZYŃSKI B. (red.) 1995 — Atlas hydrogeologiczny Polski. Państw. Inst. Geol.
- PICH J. & KAZIMIERSKI B. 1994 — Projekt sieci stacjonarnych obserwacji wód podziemnych na terenie Polski i jej funkcjonowanie. Arch. Zakł. Hydrogeol. Geol. Inż. Państw. Inst. Geol.
- PICH J. & ZAŁUSKI M. 1972 — Projekt podstawowej sieci obserwacyjnej wód podziemnych na obszarze kraju. CAG Państw. Inst. Geol.
- Prawo wodne** — Ustawa z dn. 18 lipca 2001 r. Dz. U. Nr 115.
- SADURSKI A. 1989 — Górnokredowy system wód podziemnych Pomorza Wschodniego. Zesz. Nauk. AGH, 1324, Geol., 46: 1–140.