

**POTRZEBA SPORZĄDZANIA ORAZ ZARYS METODYKI OPRACOWANIA
MAP JAKOŚCI, ZAGROŻEŃ I OCHRONY WÓD PODZIEMNYCH**

UKD 556.314+556.388](084.3):528.94

Wody podziemne należą do tych elementów środowiska, od których zależy rozwój gospodarczy kraju, a które jednocześnie stosunkowo łatwo podlegają degradacji w wyniku niewłaściwie prowadzonej gospodarki. O ile prace badawcze związane z rozpoznaniem hydrogeologicznym kraju oraz udokumentowaniem ilościowym zasobów wód podziemnych mają już w Polsce pewną rangę merytoryczną i prawną, o tyle problem zagrożenia jakości wód, ich degradacji i prawnych podstaw ochrony nie doczekał się jeszcze pełnego zrozumienia i szczegółowych opracowań metodyczno-prawnych.

Bogaty materiał dotyczący zmian zachodzących w jakości wód podziemnych, zgromadzony w archiwach Instytutu Geologicznego, Przedsiębiorstw Geologicznych i Stacji Sanitarno-Epidemiologicznych wymaga syntetycznego opracowania dokonującego oceny jakości wód podziemnych naszego kraju oraz wskazującego trendy i intensywności antropogenicznych zmian chemizmu wód, a także dającego ocenę stopnia zagrożenia zanieczyszczenia. Jako najbardziej kompleksowy, a jednocześnie komunikatywny, sposób przedstawienia istniejących w tym zakresie wyników badań, należy uznać sporządzanie map jakości, zagrożenia i ochrony wód podziemnych. Informacje z tego zakresu dotychczas były przedstawione na mapach w różnej formie, najczęściej jednak stanowiły one element drugorzędny opracowywanych zagadnień. Gwałtownie postępujący proces degradacji środowiska w Polsce stwarza konieczność wyodrębnienia zagadnień związanych z jakością i ochroną wód podziemnych jako sprawy pierwszoplanowej, wymagającej pilnego opracowania w skali całego kraju. Mapy tego typu są niezbędne dla potrzeb prawidłowego planowania przestrzennego zagospodarowania kraju i poszczególnych jego rejonów, oceny i weryfikacji gospodarki wodnej, a także właściwej utylizacji oraz odprowadzania ścieków i odpadów gospodarczych i przemysłowych w zależności od lokalnych warunków naturalnych terenu.

Złożoność problematyki związanej z zagrożeniem i ochroną wód, jak również potrzeba wprowadzenia pewnej unifikacji stwarza konieczność wypracowania metodyki sporządzania takich map. Pozwoli to na racjonalne wykorzystanie nakładów finansowych oraz jednolite i kompleksowe przedstawienie problemu jakości wód, ich zagrożenia i ochrony dla całego kraju.

W ramach prac Zespołu ds. Ochrony i Wykorzystania Wód Podziemnych Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych NOT w Częstochowie, zostały opracowane i przesłane do Ministerstwa Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych „Wytyczne sporządzania map jakości, zagrożenia i ochrony wód podziemnych”. Z uwagi na dużą wagę problemu oraz ogólne zainteresowanie sprawami ochrony środowiska, autorzy wytycznych przedstawiają poniżej najważniejsze zagadnienia z tego zakresu.

Informacje z zakresu zagrożenia i ochrony wód podziemnych przedstawiane są na mapach hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich, sporządzanych w różnych krajach. Najczęściej są one drugorzędnym elementem map,

natomiast dość rzadko opracowuje się mapy, których główną treścią jest ocena zagrożenia wód podziemnych przez zanieczyszczenie. Szczegółowe omawianie takich map jest tu zbyt liczne, a ponadto były one już prezentowane w polskiej literaturze (m.in. 5). Nadmienimy więc jedynie, że w kilku krajach opracowano i opublikowano specjalne mapy, ilustrujące zagrożenie wód podziemnych przez istniejące ogniska zanieczyszczenia oraz podatność tych wód na zanieczyszczenie.

Jedną z najlepiej znanych w Polsce jest mapa Francji w skali 1:1 000 000 (1). Wydzielono na niej 6 klas stopnia zagrożenia wód podziemnych. Klasyfikacja ta uzależniona została od środowiska występowania wód (utwory skrasowiałe, szczelinowate, piaski) oraz od istnienia lub braku izolacji w stropie utworów wodonośnych. Podobne mapy w skalach przeglądowych opracowano dla obszarów północnej Nadrenii-Westfalii, Hiszpanii, Czechosłowacji (skala 1:200 000) i niektórych innych krajów.

W Polsce również podejmowano próby kartograficznego odwzorowania zagrożeń i ochrony wód podziemnych (m.in. 4, 3, 9, 12). Od 1986 r. prowadzone są szeroko zakrojone prace nad waloryzacją wód podziemnych w aspekcie ich ochrony. Wykonują je niemal wszystkie ośrodki zajmujące się badaniami hydrogeologicznymi, a koordynację sprawuje Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie. Opracowywane zagadnienia dotyczą również wielu elementów z zakresu kartograficznego odwzorowywania zagadnień jakości, zagrożenia i ochrony wód podziemnych.

Literatura dotycząca omawianego zagadnienia jest bogata, choć większość prac poświęcona jest tylko niektórym wątkom podejmowanej problematyki. W spisie literatury podano tylko najważniejsze pozycje dotyczące omawianych zagadnień. Oprócz wyżej wymienionych prac można zaliczyć do nich: 2, 6–8, 10, 11, 13.

Należy jeszcze podkreślić, że niniejszy artykuł nie pretenduje do formułowania wytycznych w zakresie metodyki sporządzania map jakości, zagrożenia i ochrony wód podziemnych, lecz stanowi jedynie jej zarys, a opracowanie każdej z omawianych map, zwłaszcza w ujęciu arkuszowym, musi być poprzedzone przygotowaniem odpowiednich instrukcji w tym zakresie.

Opracowanie proponowanych map najlepiej byłoby oprzeć na wynikach monitoringu jakości i zagrożeń wód podziemnych oraz na odpowiednim rozpoznaniu migracji zanieczyszczeń w różnych warunkach hydrogeologicznych. Oba te zagadnienia są w Polsce podejmowane ale stan prac pozostaje wysoce niezadowolający. Natomiast potrzeba dysponowania mapami zagrożenia i ochrony wód podziemnych jest tak pilna, iż nie ma uzasadnienia przynajmniej kilkuletnie oczekiwanie na rozstrzygnięcie wyżej wymienionych problemów. Pogląd ten staje się oczywisty przy uwzględnieniu żywiołowego powstawania tego typu map dla różnych obszarów w oparciu o silnie zróżnicowaną metodykę, co nie zapewnia niezbędnego stopnia porównywalności i nie pozwala na sporządzenie opracowania syntetyzującego te mapy.

Zadaniem omawianych map jest kompleksowe odwzorowanie jakości, zagrożenia i ochrony wód podziemnych. W związku z tym, niezależnie od skali powinny zawierać informacje należące do 3 głównych bloków tematycznych:

- jakości wód podziemnych,
- zagrożenia i zanieczyszczenia wód podziemnych,
- ochrony wód podziemnych.

Zagadnienia te mogą być przedstawione na oddzielnych mapach dla jednego lub kilku poziomów wodonośnych (mapa jakości, mapa zagrożenia, mapa ochrony) lub też podane być mogą w postaci jednej mapy, przedstawiającej wszystkie te zagadnienia dla danego poziomu wodonośnego (np. mapa jakości, zagrożenia i ochrony poziomu czwartorzędowego itd.). Stosowanie drugiego z wymienionych rozwiązań uznać należy za bardziej korzystne, gdyż sporządzane w ten sposób mapy są czytelniejsze i łatwiejsze do wykorzystania.

Na omawianych mapach muszą znaleźć się również dane nie mieszczące się w wymienionych wyżej blokach, ale związane z nimi lub konieczne dla zapewnienia komunikatywności mapy. Zarówno jakość wód podziemnych, jak i ich zagrożenie i ochrona zależą od konkretnych przyrodniczych warunków terenu i jego zagospodarowania. Zagadnienia szczegółowe przedstawione na omawianych mapach mogą więc być bardzo różne w określonych warunkach hydrogeologicznych i gospodarczych. Zależą one również w znacznym stopniu, zwłaszcza w zakresie wyboru określonych elementów i ich generalizacji, od skali mapy i jej przeznaczenia. Wszystkie zagadnienia dotyczące jakości, zagrożenia i ochrony wód podziemnych można rozpatrywać zarówno w aspekcie istniejących warunków hydrogeochemicznych i gospodarczych, jak i przedstawiać ich stany prognozowane.

Skala mapy musi być uzależniona od stopnia rozpoznania przedstawionego zagadnienia oraz od przeznaczenia mapy. W obecnym stanie rozpoznania jakości i zagrożenia wód podziemnych w Polsce możliwe jest opracowanie map w następujących skalach:

- 1:500 000 dla całego kraju – sporządzenie mapy możliwe jest na podstawie materiałów istniejących bez wykonywania badań specjalnych,
- 1:200 000 dla całego kraju lub wybranych jednostek hydrogeologicznych, względnie administracyjnych – sporządzenie możliwe jest głównie na podstawie materiałów istniejących, ale konieczne będzie uzupełnienie informacji, o zanieczyszczeniu i zagrożeniu wód, w archiwach i w terenie.
- 1:100 000 dla wybranych obszarów kraju, głównie dla jednostek administracyjnych (województw) – sporządzenie mapy może objąć obszary, dla których stosunkowo niedawno wykonano szczegółowe opracowania hydrogeologiczne; materiały będą wymagać uzupełnienia w terenie,
- 1:50 000 dla wybranych rejonów kraju – sporządzenie mapy będzie możliwe na podstawie zdjęcia hydrogeologicznego i sozologicznego; znaczne ułatwienie mogą stanowić wyniki szczegółowych regionalnych opracowań hydrogeologicznych,
- 1:25 000 dla wybranych rejonów kraju wymagających szczególnej ochrony wód podziemnych, np. wokół obiektów stanowiących zagrożenie dla wód podziemnych – sporządzenie mapy jest możliwe wyłącznie na podstawie zdjęcia hydrogeologicznego i sozologicznego.

W celu rozwiązania lokalnych zagadnień gospodarczych lub naukowych może zaistnieć uzasadniona potrzeba opracowania omawianych map w skalach większych niż podano wyżej, a nawet w postaci planów.

Dla określonego obszaru celowe jest sporządzenie nie więcej niż dwóch map jednocześnie: jednej w skali przeglądowej (1:100 000 – 1:200 000) i jednej szczegółowej (1:25 000 lub 1:50 000). Ze względu na obecny stan rozpoznania najłatwiej byłoby opracować mapę przeglądową 1:200 000, analogiczną do istniejących już opracowań kartograficznych. Przy opracowaniach szczegółowych wskazane jest posługiwanie się skalą 1:50 000 nawiązującą do większości istniejących hydrogeologicznych opracowań regionalnych, a także aktualnie wydawanej mapy hydrograficznej Polski.

TRĘŚĆ MAPY

Trześć każdej mapy musi być dostosowana do jej skali, środowiska występowania wód podziemnych oraz charakteru gospodarczego rejonu i przeznaczenia mapy.

Jakość wód podziemnych może być przedstawiona w różny sposób. Dość często opracowuje się mapy przedstawiające ogólną ocenę jakości wód podziemnych, opartą na porównaniu głównych wskaźników jakości z normami dla wód pitnych lub w formie oceny potrzeby i skali uzdatniania wody (woda nie wymaga uzdatniania, wymaga nieskomplikowanego uzdatniania). Stroną dodatnią takiego podejścia jest podanie kompleksowej oceny jakości, która może mieć istotne znaczenie przy wyborze źródeł zaopatrzenia w wodę. Rozwiązania te mają jednak swoje strony ujemne. Oparcie oceny na porównaniu z normami powinno być stosowane tylko w opracowaniach specjalnie zamówionych i służących do rozwiązywania konkretnych, praktycznych zadań, gdyż ze względu na zmiany wymagań w odniesieniu do jakości wód, oceny takie przestają być wiążące, a dla prac naukowych oraz prognostycznych, informacje takie są niewystarczające.

Ocena jakości według możliwości uzdatniania wody jest niejednoznaczna zarówno ze względu na subiektywną ocenę poszczególnych autorów mapy, jak i możliwość odmiennej jej interpretacji przez osoby i instytucje wykorzystujące mapę. Pojęcie nieskomplikowanego uzdatniania jest mało precyzyjne. Z tych też względów zaleca się przedstawiać jakość wód w postaci konkretnych wielkości (liczby lub przedziały wartości) poszczególnych wskaźników.

Jakość wód podziemnych ulega istotnym zmianom antropogenicznym, które są tym większe, im płycej występuje poziom wodonośny i większa jest ingerencja człowieka w środowisko hydrogeologiczne. Dlatego też mapy powinny być zestawiane według stanu na określony rok, a w odniesieniu do najbardziej wrażliwych wskaźników (np. związków azotu) – nawet na określoną porę roku. Z teoretycznych i praktycznych względów ważne jest rozpoznanie zmian jakości wód w czasie pod wpływem poszczególnych czynników. Dlatego też na mapie należy przedstawiać takie zmiany (ilościowe lub trend), choć dane w tym zakresie będą wystarczające tylko dla niektórych obszarów kraju (np. rejonów dużych miast).

Wskaźniki jakości wód przedstawiane na mapie mogą zmieniać się w zależności od typu wody. I tak, dla poziomów płytkich bardzo ważne będą dane o zawartości związków azotu, a dla wód na znacznych głębokościach można je pominąć. Za najważniejsze wskaźniki jakości należy uznać: suchą pozostałość, stężenie chlorków, siarczanów, związków azotu, żelaza i manganu, twardość, utlenialność, barwę, odczyn oraz stężenie składników specyficznych dla danego rejonu (np. metali ciężkich, pestycydów).

Zagrożenie wód podziemnych musi zawierać ocenę przynajmniej dwóch najważniejszych czynników: warunków naturalnych występowania wód oraz istniejących ognisk zanieczyszczenia. Aby ocena taka była pełna, po-

trzebne są informacje z zakresu budowy geologicznej, warunków hydrogeologicznych, chemizmu wód, itd. W szczególności metodyka kartograficznego odwzorowania zagrożeń może być zróżnicowana ale na typowej mapie zagrożenia wód podziemnych muszą znaleźć się w postaci uogólnionej następujące elementy:

- a) budowa geologiczna:
 - elementy tektoniczno-strukturalne,
 - elementy litologiczne, petrograficzne, mineralogiczne, zwłaszcza w odniesieniu do utworów przypowierzchniowych i na mapach szczegółowych;
- b) warunki hydrogeologiczne:
 - sposób występowania wody w skałach (typy i rodzaje wód),
 - izolacja poszczególnych poziomów wodonośnych,
 - właściwości filtracyjne utworów wodonośnych i układu,
 - kierunek i prędkość przepływu wód podziemnych;
- c) antropogeniczne zmiany jakości wód podziemnych:
 - ogniska zanieczyszczenia (w tym również zanieczyszczone wody powierzchniowe),
 - obszary występowania zanieczyszczonych wód podziemnych;
- d) migracja zanieczyszczeń:
 - parametry migracji zanieczyszczeń,
 - prognoza przemieszczania się zanieczyszczeń.

Dokładność przedstawiania wymienionych elementów, a głównie ognisk zanieczyszczenia, parametrów migracji zanieczyszczeń i stref zakłóconego reżimu hydrochemicznego należy uzależnić od skali mapy, posiadanych informacji i potrzeb dotyczących ochrony w danym terenie.

Ochrona wód podziemnych to element wyników, wymagający podsumowania informacji omówionych wyżej. Zalecenia w sprawie ochrony wód podziemnych można sformułować tylko na podstawie rozpoznania jakości wód, ich zagrożenia i zanieczyszczenia. Najważniejsze wymagania, jakim powinna odpowiadać mapa ochrony wód podziemnych, można ująć następująco:

Główną treść mapy powinna stanowić regionalizacja obszaru według potrzeb ochrony wód podziemnych przy istniejącym lub prognozowanym poziomie zagospodarowania. Podstawą regionalizacji powinien być stopień naturalnej ochrony poziomów wodonośnych od wpływu zanieczyszczeń (stopień naturalnego zagrożenia), zasobność zbiornika (np. moduł zasobów na 1 km² powierzchni) i cenna (deficytowość i jakość) wód w danym regionie.

Regionalizacja powinna doprowadzić do wydzielenia przynajmniej następujących typów obszarów:

- I – poziomy wymagające zwykłej ochrony,
- II – poziomy wymagające zaostrożonej ochrony,
- III – poziomy wymagające szczególnej ochrony.

Do grupy I można np. zaliczyć poziomy występujące pod grubym przykryciem utworów o słabej przepuszczalności (np. poziomy podmorenowe, międzymorenowe oraz głębsze). Poziomy pod niewielkim przykryciem utworów izolujących należy zaliczyć do grupy II, a bez takiego przykrycia – III. Zróżnicowanie innych czynników niż stopień odizolowania (np. obliczona prędkość migracji zanieczyszczeń, uwzględnienie drenującej roli lejów depresyjnych) może wpłynąć na zmianę tego schematu klasyfikacji lub jego rozszerzenie, zwłaszcza w odniesieniu do grupy II.

Na mapie przedstawia się obszary występowania wód należących do wymienionych grup i dla każdej grupy formułuje się nakazy i zakazy, dotyczące wyznaczenia stref ochronnych, likwidacji ognisk zanieczyszczenia, ograni-

czeń użytkowania gruntów, lokalizacji niektórych inwestycji, wysypisk, itp. Mogą być również sformułowane zalecenia w sprawie ograniczeń w użytkowaniu wód podziemnych. Mapa powinna również uwzględniać lokalizację komunalnych ujęć wód podziemnych wraz ze strefami ich ochrony.

Wszystkie informacje dotyczące treści mapy przedstawione być mogą w odpowiednio rozbudowanej legendzie umieszczonej na marginesie mapy lub w specjalnym objaśnieniu tekstowym. Powinno ono zawierać opis kryteriów przy stosowanych wydzieleniach, komentarz dotyczący generalizacji zagadnień podanych na mapie, omówienie zagadnień specjalnych związanych z przedstawionymi na mapie problemami, itd. Wskazane jest również, zwłaszcza przy skałach szczegółowych, opracowanie przekrojów lub nawet blok-diagramów, na których przedstawione są przestrzenne zmienności zanieczyszczenia wód podziemnych oraz warunki ich ochrony. Do objaśnień należy dołączyć zestawienia tabelaryczne charakteryzujące wybrane parametry przedstawione na mapach, a także inventaryzujące intensywność poboru wód, ogniska zanieczyszczeń, punkty próbowania wód itp.

PRACE KAMERALNE I TERENOWE

Całokształt prac związanych z opracowaniem mapy jakości, zagrożenia i ochrony można podzielić na następujące etapy:

- I – prace wstępne
- II – zbieranie materiałów i ich analiza
- III – badania terenowe i opróbowanie
- IV – obróbka zebranych materiałów
- V – odwzorowanie kartograficzne

Zakres tych prac można przedstawić następująco:

Ad. I. Przed przystąpieniem do prac związanych z wykonaniem mapy niezbędne jest opracowanie programu prac i przedstawienie go do akceptacji zlecającej. Powinien on uwzględniać specyfikę zagospodarowania rejonu i jego warunków naturalnych, a zakres prac należy dostosować do skali opracowania, stopnia rozpoznania i zagrożenia poziomów wodonośnych. Program powinien zawierać instrukcję szczegółową opracowania mapy.

Ad. II. Zbieranie materiałów jest czynnością czasochłonną ale konieczną. Od prawidłowego zgromadzenia materiałów w dużym stopniu uzależnione jest poprawne odwzorowanie głównych elementów mapy. Należy zebrać i przeanalizować wszystkie materiały dotyczące warunków hydrogeologicznych, jakości wód, zagospodarowania terenu (aktualnego i planowanego), stwierdzonych zanieczyszczeń itd. Analiza zmian jakości wód podziemnych w czasie wymaga zebrania wyników analiz wody z różnych okresów, w tym również najbardziej aktualnych.

Ad. III. Opracowanie wszystkich map szczegółowych oraz mapy w skali 1:100 000 powinno być poprzedzone kartowaniem hydrogeologicznym i sozologicznym terenu, które powinno obejmować m.in.:

- morfologię terenu i kierunki odpływu wód powierzchniowych,
- warunki hydrogeologiczne,
- charakterystykę zagospodarowania terenu,
- miejsce i rodzaj składowanych odpadów i ścieków,
- badania i ocenę wpływu ognisk zanieczyszczenia na wody podziemne,
- wielkość i zasięg oraz skład emisji pyłowej i gazowej,
- wszelkie inne dane o obiektach, które mogą wpłynąć na zanieczyszczenia wód.

Dla każdego obiektu uciążliwego (stanowiącego rzeczywiste lub potencjalne ognisko zanieczyszczenia) powinna być założona karta inwentaryzacyjna a obiekt powinien być oznaczony na mapie roboczej kolejnym numerem.

Rozpoznanie zasięgu zanieczyszczeń wód podziemnych może wymagać wykonywania w terenie następujących badań:

- konduktometrycznych (badania przewodności wody),
- sond penetracyjnych (w celu określenia głębokości występowania pierwszego zwierciadła wody oraz rodzaju i miąższości utworów przypowierzchniowych),
- znacznikowych (w celu określenia dróg krążenia oraz prędkości przepływu),
- wiertniczych lub geofizycznych przy braku wystarczającego rozpoznania dla skali szczegółowej.

Rozpoznanie rodzaju zanieczyszczeń i zagrożeń wymaga opróbowania wód podziemnych. Powinno ono pozwolić na określenie aktualnego tła i anomalii hydrogeochemicznych oraz ustalenie zmian jakości wód i ewentualnych zasięgów zanieczyszczenia.

Liczba próbek wody musi być uzależniona od aktualnego rozpoznania terenu, a obiekty do opróbowania należy wytypować po analizie zebranych materiałów archiwalnych i ewentualnych wstępnych badaniach terenowych (np. konduktometrycznych). Doświadczenie wskazuje na konieczność pobierania próbek z otworów reprezentatywnych dla danej warstwy i posiadających możliwie pełne opróbowanie z lat ubiegłych. Opróbowaniu należy poddać zwłaszcza ujęcia na terenach pozbawionych dostatecznej izolacji od powierzchni terenu.

W celu rozpoznania zmian jakości wody w czasie, należy powtórzyć analizy wody z ujęć narażonych na zmiany sezonowe niektórych składników (np. różnych form występowania azotu) lub z terenów, dla których stwierdzono okresowe zmienne zagrożenia substancjami o charakterze toksycznym.

Oprócz opróbowania wód może zaistnieć konieczność pobrania próbek gruntu z powierzchni terenu, względnie z szurfów lub wierceń wokół niektórych ognisk zanieczyszczeń (składowiska odpadów, obiekty o dużej emisji pyłowej, itp.). Z próbek tych w laboratorium ługowane są wodą zanieczyszczenia (w warunkach statycznych bądź dynamicznych). W niektórych przypadkach należy również poddać badaniom próbki pobrane z odpadów, ścieków i innych magazynowanych substancji.

Ad. IV. Zebrane materiały archiwalne, jak również wyniki badań terenowych i laboratoryjnych, powinny być poddane interpretacji jakościowej i ilościowej.

Pierwszy etap to analiza zebranych materiałów pod kątem ich reprezentatywności oraz wzajemnej zależności zarejestrowanych zjawisk. Powinien on w końcowej fazie pozwolić na:

- przeprowadzenie przestrzennej rejonizacji obszaru, opartej na analizie kompleksowej zarejestrowanych zjawisk hydrogeologicznych, hydrochemicznych i gospodarczych,
- wytypowanie zbiorów parametrów do obróbki matematycznej danych.

Drugi etap to wykonanie obliczeń parametrycznych oraz analiza statystyczna danych hydrochemicznych, a trzeci etap to analiza otrzymanych wyników obliczeń.

Ad. V. Dane archiwalne i wyniki prac terenowych i laboratoryjnych stanowią podstawowy materiał do odwzorowania na mapach jakości, zagrożenia i ochrony wód podziemnych.

Problematyka, jaką należy przedstawiać na mapach jakości, zagrożenia i ochrony wód podziemnych jest bardzo bogata. Właściwa jej prezentacja wymaga więc stosowania metod selekcji i generalizacji materiałów.

Przyjęcie określonej metody kartograficznej prezentacji materiałów uzależnione jest m.in. od:

- celu wykonywanej mapy i jej skali,
- zakresu i dokładności posiadanych materiałów,
- możliwości technicznych druku mapy.

Do odwzorowania na mapach informacji o jakości, zagrożeniu i ochronie wód podziemnych stosuje się różnego rodzaju znaki, do których należą:

– znaki punktowe – służące do lokalizacji i charakterystyki chemizmu wód lub innych parametrów hydrogeochemicznych warstwy. Mogą one mieć różny kształt i wielkość (punkty, kółka, trójkąty, kwadraty, krzyżyki, itp.). Często towarzyszą im informacje cyfrowe podające wartość określonego parametru;

– znaki kierunkowe – to zwykle różnego rodzaju strzałki wskazujące kierunki przepływu wód, rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń itp. Im również często towarzyszą informacje cyfrowe, ilościowo charakteryzujące przedstawione zjawisko;

– znaki przestrzenne – odwzorowują obszarowo zmienności warunków hydrogeochemicznych. Mogą być podawane w postaci określonych szrafur, kolorów lub nawet izolacji zmienności stężeń. Niekiedy przestrzenną rejonizację terenu przedstawia się tylko w formie linii o ograniczających różne, zwykle lepiej rozpoznane regiony, obszary czy rejonu. Muszą one być zróżnicowane graficznie (formą i grubością linii) i odpowiednio opisane.

Wszystkie znaki graficzne mogą być czarne lub barwne, co znacznie ułatwia przedstawienie wielu zagadnień. Kolor czerwony rezerwuje się dla przedstawienia zagadnień związanych bezpośrednio z największym zagrożeniem wód podziemnych.

Podstawowym zagadnieniem przy konstrukcji map jest zakres interpretacji prezentowanych materiałów. Na mapach dotyczących ochrony wód podziemnych mogą być stosowane różne zakresy interpretacji, przy czym na tej samej mapie poszczególne zagadnienia są zwykle interpretowane w różnym zakresie.

Na mapach mogą znaleźć się jednocześnie następujące elementy informacyjne:

a) elementy typu dokumentacyjnego, np. punktowe informacje dotyczące ognisk zanieczyszczeń, miejsc przeprowadzonych badań lub konkretne wyniki tych badań, itp.,

b) punktowe elementy interpretacyjne, np. wartości gradientów hydrogeochemicznych, ocena głębokości przenikania zanieczyszczeń, itp.,

c) rejonizacja obszaru przeprowadzona w oparciu o konkretne wartości podane w formie liczbowej, np. obszar o zasoleniu wód przekraczającym $150 \text{ mg Cl}^-/\text{dm}^3$, obszar o miąższości utworów nieprzepuszczalnych (w nadkładzie warstwy wodonośnej) przekraczającej 10 m, itd.

d) względna rejonizacja obszaru oparta o „ramowy” jego podział uwzględniający zwykle kilka elementów, np. wydzielone obszary „dobrze” izolowane od wpływu zanieczyszczeń oraz „słabo” izolowane i „pozbawione” izolacji,

e) rejonizacja obszaru uwzględniająca w różnym zakresie elementy prognostyczne, np. obszary narażone na zanie-

czyszczenia przy obecnym lub założonym poziomie gospodarowania.

Złożoność problematyki przedstawionej na mapach ochrony wód podziemnych sprawia, że w wielu przypadkach mapy te przestają być czytelne. W sytuacjach takich, jeśli nie można zrezygnować z części przedstawianych materiałów lub zastosowania odpowiedniej interpretacji syntetyzującej zagadnienia, sięgnąć musimy do rozwiązań planszowych. Dobór problematyki na poszczególnych planszach zależy zawsze od tematyki mapy i specyfiki terenu. Najwygodniejszą wieloplanową formą jest druk poszczególnych plansz na przezroczystym materiale.

L I T E R A T U R A

1. Albinet M. — Carte de vulnérabilité à la pollution des mappes d'eau souterraine de la France 1:1 000 000. Edition BRGM 1970.
2. Kleczkowski A. — Mapy zagrożenia i ochrony wód podziemnych. Mat. symp.: Problemy wykorzystania wód podziemnych w gospodarce komunalnej. Częstochowa 1978.
3. Kleczkowski A., Józeko J., Pyrich J. — Mapa stanu zagrożeń i ochrony wód (na przykładzie miejskiego woj. krakowskiego). Sym. nt.: Metody badań wód podziemnych, ich użytkowania i ochrony. Tuczno 1984.
4. Kleczkowski A., Myszką J., Pyrich J. — Projekt mapy stanu zagrożeń i ochrony wód. Tech. Poszuk. 1973 z. 45/46.
5. Kolago C. — Mapy zagrożenia wód podziemnych przez zanieczyszczenia. Prz. Geol. 1975 nr 1.
6. Landreau A., Lemoine B. — Carte de la qualité chimique des eaux souterraines de la France 1:1 000 000, 1977.
7. Łodziński S., Paczyński B., Płochniewski Z. — Główne zadania w zakresie ochrony wód podziemnych w Polsce. Prz. Geol. 1973 nr 11.
8. Macioszczyk A., Pitiewa K. — Rejonizacja hydrochemiczna na mapach dotyczących ochrony środowiska geologicznego. Prz. Geol. 1981 nr 2.
9. Macioszczyk A., Płochniewski Z. — Kartograficzna ocena zagrożenia wód podziemnych zanieczyszczeniami rolniczymi. Mat. VI symp.: Problemy wykorzystania wód podziemnych w gospodarce komunalnej. PZ ITS Częstochowa 1985.
10. Ochrona wód podziemnych (pr. zbior. pod red. A.S. Kleczkowskiego). Warszawa 1984.
11. Olmer M., Řežač B. — Methodical principles of maps for protection of ground water in Bohemia and Moravia, scale 1:200 000 Mem. AIH (IAH) Congres Montpellier (France) 1974.
12. Paczyński B., Płochniewski Z. — Zasady oceny i kartograficznego odwzorowania zagrożeń i zanieczyszczeń wód. Mat. symp.: Współczesne problemy hydrogeologii regionalnej. Jachranka 1980.
13. Pelikan V. — Ochrona podziemnych vod. Praha 1983.

S U M M A R Y

Need to take up studies oriented on preparation of groundwater quality, vulnerability and conservation maps, covering the whole country area, arises from progressive deterioration of natural environment, including groundwaters. Problem complexity as well as necessity of essential unification require to elaborate guide-line to the country-wide uniform methodology.

The paper presents proposed guide-lines to such maps construction without, however, final determination of their detailed content. Such maps should be prepared at small or large scale regarding to the purpose, respectively. At the background of present-day existing hydrogeological studies, authors present an opinion that maps construction of 1:200 000 and 1:50 000 scale is the most required at the first step. Content of a map should be fitted to the scale, groundwater environment and economic features of the region. Principal information on groundwaters and their aquifers, which should be presented on every map, may be classified according to the following topics: 1) quality, 2. vulnerability and pollution, 3) protection and conservation (i.e. delineation of aquifers or their fragments as well as formulation of rules and restrictions addressed to land and groundwater use). Construction of large-scale maps should be preceded by hydrogeological and environmental mapping.

Translated by authors

Р Е З Ю М Е

Необходимость проведения работ связанных с разработкой карт качества, опасностей и охраны подземных вод для всей страны вытекает из прогрессирующей деградации природной среды, в том числе и подземных вод. Сложность этого вопроса, а также необходимость введения унификации требует разработки методических заданий однородных для всей страны.

В статье представлены предложения концепции разработки карт такого типа без точного определения их содержания. В зависимости от потребностей карты должны быть составлены в обзорном масштабе или крупномасштабные. Авторы обращают внимание на необходимость составления в первом этапе разработки обсуждаемых карт в масштабах 1:200 000 и 1:50 000. Содержание карты должно быть приспособлено к масштабу, среды распространения вод, а также экономического характера данного района.

Основные элементы, которые должны быть учтены на всех картах, можно разделить на следующие тематические группы:

- качество подземных вод
- опасности и загрязнения подземных вод
- охрана подземных вод.

Составление крупномасштабных карт возможно только после проведения гидрогеологического и созологического картирования местности.