

HYDROGEOLOGICZNY

ZESZYT 4

KWIECIEŃ

ROK 1955

„Umiejętności dopotąd są jeszcze próżnym wynalazkiem, może czcym tylko rozumowi wywodem albo próżniactwa zabawą, dopokąd nie są zastosowane do użytku narodów. I uczeni potąd nie odpowiadają swemu powołaniu, swemu w towarzystwach ludzkich przeznaczeniu... dopokąd ich umiejętność nie nadaje fabrykom i rękodzielnom oświecenia, ułatwienia kierunku postępu”.

STANISŁAW STASZIC

ZDZISŁAW PAZDRO

MAPA HYDROGEOLOGICZNA, JEJ TREŚĆ I ZNACZENIE

I

HYDROGEOLOGIA, podobnie jak inne działy geologii, szeroko stosuje rozmaite graficzne sposoby przedstawiania wyników badań. Należą tu przekroje hydrogeologiczne, profile wiertniczo-geologiczne, mapy hydrogeologiczne, różnego rodzaju wykresy w skalach normalnych i półlogarytmicznych, diagramy itp. W artykule tym pragniemy omówić pokrótce zagadnienie mapy hydrogeologicznej, wyjaśnić, co należy rozumieć pod tym pojęciem, co wchodzi w jej treść i jakie ma ona znaczenie. Wydaje się, że zagadnienie to jest aktualne i ważne z kilku powodów. Przede wszystkim nie mamy do tej pory żadnych map hydrogeologicznych i dopiero obecnie wchodzimy w okres przygotowania do druku pierwszych ich arkuszy. Brak nam jeszcze instrukcji sporządzania zdjęcia hydrogeologicznego, nie ma ustalonych jednolitych symbolów i znaków, nie ma map wzorcowych, nie ma unormowanych metod wykonywania pomiarów, obserwacji i obliczeń hydrogeologicznych. Możemy się jednak spodziewać, że już w niedługim czasie ukażą się odpowiednie instrukcje i normy, które staną się podstawą systematycznej pracy hydrogeologów. Wypada wreszcie wspomnieć i o tym, że geologowie wykonujący w terenie podstawowe zdjęcia geologiczne nie zawsze przykładają dostateczną wagę do zbierania i rejestrowania danych hydrogeologicznych.

II

ZANIM USTALIMY TREŚĆ MAPY hydrogeologicznej, dokonamy przeglądu tych zagadnień, którymi zajmuje się hydrogeologia.

Jak wiadomo, hydrogeologia jest nauką o wodach podziemnych. Jest ona jedną z gałęzi geologii przede wszystkim dlatego, że badając wody podziemne nie możemy rozpatrywać ich w oderwaniu od środowiska, w którym one występują. Środowiskiem tym są zawsze utwory skalne różnego wieku, pochodzenia, składu mineralnego, struktury, tekstury, budowy tektonicznej itd. Bezwątpienia środowisko geologiczne, tak bardzo różnorodne, musi wywierać dominujący wpływ na wody podziemne, na ich skład chemiczny, własności fizyczne, na ich dynamikę, rozprzestrzenienie itp.

Z drugiej strony również i wody podziemne wpływają na środowisko geologiczne. Działają one rozpuszczająco na wiele minerałów, powodują różne procesy geochemiczne, jak hydratacja i hydroliza, przyczyniają się do powstawania hydrokolidów mineralnych, często zmieniają wiązania strukturalne pomiędzy cząstkami mineralnymi w skałach, wpływają na własności mechaniczne skał, wywierają ciśnienie dynamiczne, powodują powstawanie różnych zjawisk fizyczno-geologicznych itd.

Można zatem twierdzić, że istnieje ścisła współzależność i współdziałanie pomiędzy wodą podziemną a środowiskiem geologicznym, w którym ona przebywa, współzależność określona prawami fizyki, fizyko-chemii, chemii i geologii. Wynika z tego konieczność rozpatrywania stosunków hydrogeologicznych zawsze na tle całokształtu stosunków geologicznych.

Należy zwrócić dalej uwagę na jeszcze jedną ważną okoliczność. Z wód podziemnych ludzkość korzysta od najdawniejszych czasów. Ujmuje je, eksploatuje i używa do zaopatrywania

na coraz szerszą skalę. Pierwotnie korzystano tylko z wód wypływających na powierzchnię w źródłach. Później nauczano się ujmować wody podziemne za pomocą studni kopanych, galerii, wreszcie głębokich otworów wierconych. Znamy dziś ujęcia, które dostarczają dla miast wody w ilości kilkudziesięciu lub kilkuset m³ na dobę. Musimy więc uznać wodę podziemną także jako swego rodzaju surowiec mineralny, podobnie jak do surowców mineralnych zaliczamy np. ropę naftową. Istotną różnicą jest tu fakt, że złoża wodne — w przeciwstawieniu do innych surowców mineralnych — są w większości przypadków odnawialne. We wskazanym sensie naukę o wodach podziemnych traktować możemy także jako jeden z działów geologii surowcowej.

Są przypadki, że woda podziemna staje się w pewnych okolicznościach wrogiem człowieka. W kopalnictwie podziemnym, często także odkrywkowym, w kopalnictwie naftowym, w budownictwie tunelowym, drogowym, hydrotechnicznym, przemysłowym, urbanistycznym — jakże często hydrogeolog, górnik i inżynier stają przed ciężkim i trudnym zadaniem walki z żywiołem wody podziemnej. I w tych również przypadkach bez dokładnej znajomości środowiska geologicznego nie moglibyśmy walki tej zakończyć zwycięsko.

Widzimy więc, jak różnorodną rolę odgrywa woda podziemna: jest zawsze aktywnym składnikiem środowiska geologicznego, może być złożem surowcowym, może być elementem niepożądanym lub cenionym i poszukiwanym.

III

ZAKRES HYDROGEOLOGII OBEJMUJE bardzo szeroki wachlarz zagadnień, które dałyby się uporządkować mniej więcej następująco.

Geneza wód podziemnych obejmuje zagadnienia ich pochodzenia. Można pod tym względem rozróżnić wody infiltracyjne, kondensacyjne, magmatyczne, metamorficzne i reliktove. Największe znaczenie mają — przynajmniej w przypowierzchniowej strefie skorupy ziemskiej — wody pochodzące z infiltracji opadów atmosferycznych, wód rzecznych, jeziornych i morskich. Spotykając najczęściej wody infiltracyjne, hydrogeologia w badaniu ich genezy musi szeroko uwzględniać również zjawiska meteorologiczne, reżim klimatyczny oraz hydrografię i hydrologię wód powierzchniowych.

Każda woda podziemna ma pewne określone własności fizyczne takie, jak: temperatura, barwa, smak, zapach, przezroczystość, przewodnictwo elektryczne, a niekiedy radioaktywność. Własności te zależą od środowiska geologicznego, w którym badana woda występuje, od głębokości jej zalegania i od pochodzenia.

Na szereg własności fizycznych przemożny wpływ ma także skład chemiczny wody podziemnej. Nie ma w przyrodzie wody ciekłej, która by była chemicznie czysta. Spotykamy w niej

rozpuszczone w różnym stopniu gazy, jak: dwutlenek węgla, tlen, siarkowodór i inne. Mamy w niej duży poczet różnych soli mineralnych, jak przede wszystkim węglany wapnia i magnezu, które nadają jej cechę mniejszej lub większej twardości, dalej siarczany, azotany, chlorki, związki żelaza, manganu i inne. Występują również w wodach podziemnych zawiesiny koloidalne, zarówno pochodzenia mineralnego, np. fosforowe, glinowe, żelazowe, krzemionkowe, jak też pochodzenia organicznego — różne związki huminowe, białkowe itp. Wody znajdujące się blisko powierzchni ziemi często zanieczyszczone są mikroorganizmami, wśród których mogą być bakterie chorobotwórcze.

Własności fizyczne, a przede wszystkim skład chemiczny wody decyduje o jej jakości, co ma istotne znaczenie w tym przypadku, gdy chcemy wykorzystać ją do zaopatrzenia miast, zakładów przemysłowych, kotłów parowych, parowozów itp. Skład chemiczny wody często może mieć szkodliwy wpływ na fundamenty budowli inżynierskich, nie może więc być pominięty w geologiczno - inżynierskiej ocenie środowiska geologicznego. Jakość wody używanej do różnych celów określały rygorystycznie odpowiednie normy. Z tego powodu skład chemiczny wód podziemnych jest bardzo ważnym elementem charakterystyki stosunków hydrogeologicznych.

Każde zbiorowisko wody podziemnej zalega w jakimś ciele skalnym, które w danym przypadku nazywamy wodonoścem. Nie każda jednak skała może być wodonoścem. Miarodajnymi czynnikami wodonośności są porowatość, szczelinowatość, skrasowienie i przepuszczalność skał, co moglibyśmy określić ogólnie pojęciem facji hydrogeologicznej. Ona warunkuje ilości wód podziemnych w wodonoścu bez względu na jego wiek. Poszczególne wodonośce pozostają z kolei zawsze w jakimś stosunku tektonicznym do otaczających warstw i utworów skalnych. Nie jest rzeczą obojętną, czy określony wodonośiec występuje w warunkach antyklinalnych czy synklinalnych, czy leży on poziomo lub zapada, czy znajduje się w strefie spokojnej czy tektonicznie zdyslokowanej, czy jest on wobec warstw nieprzepuszczalnych ułożony zgodnie lub niezgodnie itp.

Rozkład wód podziemnych oraz ich ilość zależą zatem od facji utworów skalnych i ich tektoniki. Możemy pod tym względem mówić o piętrowości wód, co oznacza, że w danym przekroju pionowym w większości przypadków spodziewać się możemy kilku wodonośców, czyli pięter wodonośnych leżących jedno pod drugim i których ilość i kształt zależą od wymienionych powyżej czynników.

Facja warstw wodonośnych i tektonika wpływają również na rozkład ciśnień hydrostatycznych panujących w środowisku wodonośnym. Niektóre wody pozostają pod potężnymi ciśnieniami, nazywamy je wówczas artezyjskimi lub subartezyjskimi. Ich napięte zwierciadło po zwolnieniu ciśnienia — np. w otworze wiertni-

czym — gwałtownie podnosi się do góry, przy czym często wylewają się samoczynnie na powierzchnię ziemi olbrzymie masy wody.

Wiadomo, że wody podziemne, zwłaszcza płytszych pięter, z którymi najczęściej mamy do czynienia, znajdują się przeważnie w ciągłym ruchu, przemieszczając się z miejsca na miejsce, nieraz na odległość setek kilometrów. Wody bardzo głębokie, nie mające powiązania z powierzchnią ziemi pozostają często w całkowitym bezruchu. Należą do nich prawie wszystkie wody reliktowe. Możemy więc rozróżnić wody płynące — strumienie podziemne i wody stojące — baseny podziemne. Całokształt bardzo skomplikowanych zjawisk ruchu wód podziemnych możemy nazwać ich dynamiką. Hydrogeologia bada i określa prawa rządzące ruchem wód podziemnych w różnych środowiskach skalnych i w różnych warunkach. Z podstawowych praw filtracji i fluacji wyprowadzamy równania pozwalające nam na obliczenie stosunków ilościowych i objętościowych, jak: prędkość ruchu, jednostkowe przepływy, wydajność, pojemność wodonośca itp. Prawa te pozwalają nam także na przewidywanie, jak będzie się kształtować zwierciadło wód przy określonych założeniach, co ma szczególne znaczenie w projektowaniu inwestycji hydrotechnicznych, dla rolnictwa, leśnictwa i innych gałęzi gospodarki narodowej. Można bez przesady powiedzieć, że dynamika wód podziemnych jest jakby jądrem badań hydrogeologicznych, gdyż daje ona, jak zaraz zobaczymy, podstawę do rozwiązania jeszcze innych ważnych zagadnień.

Wiele wód pochodzenia infiltracyjnego w swej wędrówce podziemnej trafia w końcu z powrotem na powierzchnię ziemi, wpływając tu pod postacią źródeł. Hydrogeologia bada bardzo starannie źródła, gdyż dają one cenne wskazówki o wodonośności terenu i warunkach jego drenowania. Wyróżnia się przy tym szereg typów źródeł zależnych od fizycznych i geologicznych warunków wypływu wody oraz od jej temperatury i składu chemicznego.

W warunkach naturalnych ustala się w przyrodzie pewien bilans wód podziemnych, który określony jest przez stosunek zachodzący pomiędzy ilością wód drenujących się z danego wodonośca a ilością, która go zasila. Bilans ten zależy od łącznego wpływu takich czynników, jak np.: ilość opadów atmosferycznych, warunków infiltracji, temperatury powietrza, jego wilgotności, dalej od parowania na powierzchni ziemi i w gruncie, szaty roślinnej, stosunków geomorfologicznych, hydrograficznych, geologicznych i innych. Zagadnienie bilansu wiąże się nierozdzielnie z dynamiką wód podziemnych. Ma ono nie tylko znaczenie teoretyczne, ale również i praktyczne. Gdy człowiek w jakikolwiek sposób włączy się w dany odcinek powszechnego krążenia wody w przyrodzie — np. budując eksploatacyjne ujęcie wodne — z tą chwilą staje się nowym czynnikiem wpływającym na kształtowanie się bilansu. Łatwo przy tym można zachwiać równowagę naturalną w sposób

przynoszący szkody, jak np.: niepożądane obniżenie zwierciadła wód gruntowych, przesuszenie łąk lub lasów, utratę wody w studniach lub obniżenie ich wydajności. Konkretnym przykładem takiego zaburzenia może być oligoceńskie piętro wód podziemnych w niecce warszawskiej. Jak podaje prof. Rosłoński, w ciągu ostatnich 20 lat poziom hydrostatycznego zwierciadła wód oligoceńskich w Warszawie obniżył się o 5 m*. Stwierdzono też, że w głębokim otworze studziennym odwierconym w Żyrardowie pojawiła się w jego dnie woda zasolona, czego dawniej nie było. Jest to dowodem, że w nieckę wdarły się od północnego zachodu solanki kujawskie wskutek obniżenia ciśnienia hydrostatycznego w oligoceńskim wodonoścu. Wniosek stąd taki, że nieuregulowana eksploatacja wód oligoceńskich nie tylko zachwiała bilans, obniżając ciśnienie i wydajność wodonośca, ale — co gorsza — zmieniła kierunki ruchu wód na zachodnich peryferiach niecki warszawskiej w sposób wysoce niepożądany i szkodliwy.

Wody w swej długiej wędrówce podziemnej mogą niejednokrotnie przemieszczać się z jednego środowiska geologicznego do innego. Ponieważ zaś każde środowisko ma swoje indywidualne cechy, przeto wywiera ono swoisty wpływ na znajdujące się w nich wody, odmienny niż środowisko sąsiednie. Tym sposobem wody wędrujące w podziemiu mogą zmieniać swój reżim, na który składają się własności fizyczne, temperatura, skład chemiczny, stosunki dynamiczne, objętościowe, ilościowe itp. Na reżim wód podziemnych i jego zmiany wpływają nie tylko określone warunki naturalne, ale również i działalność człowieka, jak: eksploatacja wód, budowle wodne, w szczególności piętrzące, melioracje, irygacje i inne. Rzeczą hydrogeologii jest ustalić każdorazowo reżim wód, a w przypadku projektowania odpowiednich budowli inżynierskich przewidywać ich wpływ na reżim.

Jeżeli wody podziemne zawierają w swym składzie rozpuszczone substancje mineralne w ilości większej niż odpowiadającej 1 g suchej pozostałości na 1 l wody, wówczas nazywamy je wodami zmineralizowanymi i mineralnymi. Wody mineralne stanowią osobny i dość specjalny dział hydrogeologii. Jak wiadomo, wody te znajdują coraz szersze zastosowanie w lecznictwie wielu schorzeń, w tym również szeregu chorób zawodowych. Wynika stąd duże znaczenie społeczne hydrogeologicznych badań wód mineralnych. W niektórych przypadkach dokładne rozpoznanie wód mineralnych posłużyć może za podstawę do wysnucia ważnych wniosków dotyczących wglębnej budowy geologicznej, zasięgu charakterystycznych utworów skalnych w podziemiu lub struktur tektonicznych itp. Tak np. prof. Samsonowicz z rozmieszczenia solanek w Łęczyckim i na Kujawach przewidywał już dawno przedłużanie się

* „Gospodarka Wodna“ rocznik 1953.

siodła inowłodzkiego ku północnemu zachodowi*. Przewidywanie to zostało w pełni potwierdzone i dziś znamy już główne zarysy wielkiego wglębnego elementu strukturalnego zwanego wałem kujawsko - pomorskim, ciągnącym się aż po wybrzeża Bałtyku.

Wiadomo, że budowa geologiczna cechuje się wielką różnorodnością i zmiennością. Należy więc oczekiwać, że i stosunki hydrogeologiczne w jakimś kraju będą bardzo różnorodne i zmienne przestrzenie, tym bardziej że zależą one także od warunków geomorfologicznych, hydrograficznych i meteorologiczno-klimatycznych. Napewno inaczej będą kształtować się stosunki hydrogeologiczne np. w rejonie jury krakowsko-częstochowskiej, inaczej w Karpatach fliszowych, jeszcze inaczej w strefie bałtyckich moren czołowych itd. Każdy bowiem z tych regionów ma zupełnie swoiste cechy geologiczne i geomorfologiczne, a także hydrograficzne i klimatyczne. Ale nawet i w obrębie jednego regionu geologicznego możemy oczekiwać znacznego zróżnicowania stosunków hydrogeologicznych. Znając choćby pobieżnie Karpaty fliszowe, możemy się spodziewać różnych stosunków w dolinach rzek, na grzbietach lub zboczach pasm górskich, w strefach antyklin i synklin itd. Sprawami tymi zajmuje się hydrogeologia regionalna. Zbiera ona wszystkie dane o stosunkach wodnych danego regionu lub mniejszej jednostki terytorialnej i poprzez ich szczegółową analizę dochodzi do pewnej syntezy hydrogeologicznej, w której skład powinny wejść wszystkie elementy poprzednio omówione. W miarę jak pogłębia się nasza znajomość budowy geologicznej i w miarę, jak rośnie mnogość i ścisłość danych hydrogeologicznych — synteza nasza stawać się będzie coraz lepsza i dokładniejsza.

IV

JEDNĄ Z FORM PRZEDSTAWIENIA stosunków hydrogeologicznych jakiegoś terenu jest mapa hydrogeologiczna. Jest to niewątpliwie forma najważniejsza, gdyż pozwala ona na przedstawienie możliwego maksimum wiadomości o wodach podziemnych za pomocą minimum środków. Jednocześnie mapa pozwala czytelnikowi na zorientowanie się w całości stosunków hydrogeologicznych terenu, ma więc cechy obrazu syntetycznego.

Zanim mapa hydrogeologiczna zostanie sporządzona, narysowana i wydrukowana, musi być do niej zebrany i naukowo opracowany odpowiedni materiał. Tę czynność nazywamy z zdjęciem hydrogeologicznym. W nowoczesnej kartografii geologicznej stosuje się coraz szerzej tak zwane zdjęcie kompleksowe, to znaczy, że jednocześnie zbiera się materiały, wykonuje obserwacje i pomiary do geologicznej mapy podstawowej, mapy hydrogeologicznej, geologiczno-inżynierskiej, geomorfologicznej i ewentualnie innych. Przy tym systemie zdjęcia pracuje zespół lub grupa złożona z geologa-kar-

tografa i odpowiednich fachowców, wśród których powinien znaleźć się hydrogeolog. Zaletami zdjęcia kompleksowego są — zespołowość pracy, która daje lepsze samopoczucie pracowników i stwarza możliwości współzawodnictwa, możliwość wymiany poglądów i dyskusowania kwestii wątpliwych lub spornych, wzajemna kontrola uzyskiwanych wyników, oszczędność czasu i środków finansowych. W naszych warunkach nie rozwinęły się jeszcze dostatecznie formy i metody zdjęcia kompleksowego. Mamy już bardzo wiele arkuszy zdjętych pod względem geologicznym, ale brak nam wystarczających materiałów do sporządzenia map hydrogeologicznych. Z tego powodu w celu nadrobienia tych braków musimy wykonywać zdjęcie hydrogeologiczne osobno.

Normalny tok zdjęcia hydrogeologicznego rozpada się na 3 etapy: przygotowawczy, polowy i laboratoryjno-kameralny.

Etap przygotowawczy albo wstępny polega na zebraniu i dokładnym przestudiowaniu wszelkich dostępnych materiałów dotyczących budowy geologicznej terenu, który ma być przedmiotem zdjęcia, jego topografii, rzeźby, klimatu, hydrografii, hydrogeologii i sposobu użytkowania wód podziemnych. Materiały te mogą być publikowane lub archiwalne.

Do materiałów publikowanych zaliczamy wszelkiego rodzaju mapy, przekroje i profile, rozprawy naukowe, artykuły, monografie, statystyki produkcji wody, słowem wszystko, co w zakresie potrzebnym hydrogeologowi do wstępnego zapoznania się z terenem ukazało się drukiem.

Podobne materiały, lecz nie opublikowane, ale w formie rękopisów lub maszynopisów zaliczamy do materiałów archiwalnych. W tej grupie ważne znaczenie mają rejestry i kartoteki źródeł i studni, wyniki analiz chemicznych i bakteriologicznych wód podziemnych, dzienniki wiertnicze, dalej dokumentacje hydrogeologiczne i hydrotechniczne znajdujące się w biurach kierownictwa poszczególnych ujęć wodnych w miastach, zakładach przemysłowych lub innych obiektach. Do materiałów archiwalnych zaliczyć też możemy próbki z ważniejszych lub typowych wierceń badawczych lub eksploatacyjnych.

Zebranie takich materiałów może nastęrczać pewne trudności, ale przeważnie można zdobyć ich dużo i to się opłaca. Ich staranne przestudiowanie okaże się ogromną pomocą w dalszym, mianowicie polowym etapie zdjęcia.

Etap przygotowawczy kończy się opracowaniem planu organizacyjnego i harmonogramu prac polowych, wyborem odpowiednich baz i przygotowaniem potrzebnego ekwipunku.

W etapie polowym geolog wykonujący zdjęcie hydrogeologiczne przede wszystkim zapoznaje się ogólnie z terenem, jego rzeźbą, budową geologiczną i stosunkami wodnymi, sprawdzając przy tym i porównując wiadomości zebrane poprzednio ze stanem faktycznym. Następnie przystępuje do właściwej i najważniejszej pra-

* „Wszczęświat“, rocznik 1928.

cy — do wyszukania, zlokalizowania, zbadania i opisanie wszelkich odsłoneń wód podziemnych występujących w postaci wysięków, źródeł, krynicy, zdrojów, studni, galerii, otworów wiertniczych eksploatujących wodę itp. Naniesione na mapę miejsca wypływu lub odsłoneń wód podziemnych, zarówno naturalne, jak sztuczne, mają pierwszorzędne znaczenie, gdyż stanowią one faktyczny materiał do oceny wodonośności terenu, jakości wód podziemnych, w wielu przypadkach ich wydajności, a także ich związku z budową geologiczną i innymi czynnikami, o których już mówiliśmy.

Rejestrowane punkty oznacza się na mapie za pomocą umownych znaków i symbolów oraz kolejnymi numerami, które powtarzają się w tekście dziennika polowego w odpowiednich miejscach opisu. Niezależnie od oznaczenia na mapie i opisu w notatniku polowym, sporządza się dla każdego zarejestrowanego punktu arkusz ewidencyjny (metrykę), który wejdzie później w skład ogólnego rejestru źródeł i studni w kraju. Przy opisie punktów obserwacyjnych konieczne trzeba uwzględnić datę i godzinę obserwacji lub pomiarów, gdyż jak już wiemy, wody podziemne cechują się swoistym dynamizmem i reżimem, które mogą w czasie ulegać zmianom. Instrukcja sporządzenia zdjęcia hydrogeologicznego poda urzędowe i obowiązujące wzory arkuszy ewidencyjnych. W opisie źródeł podane mają być między innymi: współrzędne topograficzne, położenie, charakter otoczenia i jego warunki sanitarne, wysokość nad poziomem morza, charakter litologiczny i wiek warstwy drenującej, oraz warstw leżących w stropie i spągu, typ źródła, temperatura wody, jej własności fizyczne, ważniejsze cechy chemiczne (np. twardość), wydajność źródła, jego obudowa, wykorzystanie przez ludność itp. W przypadku małej wydajności źródła pomiar jej odbywa się za pomocą naczynia o znanej objętości i stopera, natomiast przy większych wydajnościach wypadnie zastosować bardziej skomplikowaną metodę przelewu Thompsona o wykroju trójkątnym lub Ponceta o wykroju prostokątnym.

Tego samego rodzaju wiadomości zbiera się odnośnie do studzien kopanych i wierconych. Tu nastrożać się będą różne trudności, szczególnie przy opisie studni wierconych. Olbrzymia bowiem ich większość nie ma dokumentacji technicznej ani hydrogeologicznej nawet w poważnych i dużych zakładach przemysłowych. Wobec szczelnego zazwyczaj obudowania studni wierconych i braku przy nich osobnych otworów obserwacyjnych, pomiar ich głębokości i stanu statycznego lub dynamicznego zwierciadła wody będzie niemożliwy. W tych przypadkach musimy oprzeć się na ustnych informacjach użytkownika lub właściciela studni, przy czym jednak informacje te przyjmować należy z pewnym krytycyzmem i rezerwą. Podobnie ma się rzecz i z wydajnością studni wierconych, choć pod tym względem udzielane informacje są zazwyczaj bardziej ścisłe.

W celu uzyskania dokładnych danych o jakości wód podziemnych wypadnie pobierać do specjalnych bardzo szczelnych naczyń próbki wody do analizy chemicznej ewentualnie też i do bakteriologicznej. Próbkę takie nie mogą czekać w terenie do końca pracy polowej, lecz muszą być odsyłane bieżąco do pracowni chemicznej. Do badań laboratoryjnych pobiera się również próbki skał wodonośnych.

Zdarza się niekiedy, że na kartowanym terenie odsłonecia wód podziemnych rozmieszczone są bardzo nierównomiernie, skupiając się w jednych miejscach przy braku w innych. W tych przypadkach konieczne będzie wykonanie sztucznych odsłoneń za pomocą ręcznych sond lub płytkich wierceń. W przeciwnym razie zdjęcie i mapa nie miałyby stopnia dokładności określonego ilością podstawowych punktów obserwacyjnych przypadających na 1 km², zależnej zresztą od skał i przeznaczenia zdjęcia.

W toku zdjęcia hydrogeologicznego nie można pominąć wód powierzchniowych. Muszą one być również charakteryzowane, szczególnie pod kątem widzenia ich związku z wodami podziemnymi. Ważną rzeczą jest oznaczenie na mapie wszelkich objawów i zjawisk krasowych, takich jak np.: wywierzyska, zanikanie potoków, leje krasowe itp., gdyż zjawiska te pozostają w ścisłym związku genetycznym z aktywnością wód podziemnych. Do innych zjawisk, na które hydrogeolog zwraca uwagę w czasie swej pracy polowej, należą osuwiska. Również i one w wielu przypadkach powstają wskutek działania wód gruntowych.

Po ukończeniu pracy polowej przychodzi etap prac laboratoryjnych i kameralnych. Polega on na wykonaniu oznaczeń hydrogeologicznych własności skał wodonośnych, jak np. składu granulometrycznego i mineralnego, współczynnika przepuszczalności oraz fizycznych własności i składu chemicznego wody. Cały materiał zebrany w polu podlega uporządkowaniu, usystematyzowaniu, skorelacionowaniu i krytycznej, naukowej ocenie.

Następnie z olbrzymiego zazwyczaj materiału wybieramy te dane, które wejdą do ostatecznej redakcji mapy hydrogeologicznej. W ich wyborze kierujemy się podziałką mapy oraz zasadą, że powinny wejść na nią te dane, które w sposób najlepszy i jednoznaczny zobrazują całości kształt stosunków hydrogeologicznych. Zanim spod ręki hydrogeologa wyjdzie ostateczna redakcja mapy, sporządza on szereg wersji roboczych, zbliżając się w ten sposób do najlepszego rozwiązania.

V

MAPA HYDROGEOLOGICZNA jest graficznym odwzorowaniem warunków występowania, rozprzestrzenienia, jakości i ilości wód podziemnych określonego odcinka skorupy ziemskiej. Warunki te muszą być przedstawione na tle rzeźby, hydrografii i budowy geologicznej

terenu. Mapa hydrogeologiczna w treści swej jest więc bogatsza od zwykłej mapy geologicznej, na której wychodnie wody podziemnej zredukowane są do minimum.

Aby mapa hydrogeologiczna była bardziej przejrzysta i czytelna, osnovę geologiczną zazwyczaj nieco się upraszcza i generalizuje, kładąc przy tym nacisk na uwypuklenie utworów nieprzepuszczalnych i przepuszczalnych.

W rozdziale III omówiliśmy pokrótce zadania i problematykę nauki o wodach podziemnych. Widzieliśmy, że wachlarz elementów hydrogeologicznych koniecznych do scharakteryzowania wód podziemnych jest bardzo szeroki i rozległy. Już ten fakt stwarza poważne trudności w autorskim redagowaniu mapy. Trudności te natychmiast spiętrzą się niesłychanie, gdy uprzytomnimy sobie, że wody podziemne występują bardzo często w kilku piętrach, przy czym niektóre piętra mogą jeszcze dzielić się na poziomy. Gdybyśmy w tych warunkach chcieli na jednej mapie przedstawić graficznie pełną charakterystykę wszystkich pięter i poziomów wodonośnych, musielibyśmy wprowadzić na mapę setki znaków i symbolów, co uczyniłoby ją absolutnie nieczytelną. Jeszcze gorzej sprawa będzie się przedstawiać, gdybyśmy chcieli na tej samej mapie pokazać cykliczne lub periodyczne zmiany reżimu wód podziemnych zachodzące w czasie — choćby np. tylko wahania poziomu zwierciadła wód.

Problem metodyki kreślenia map hydrogeologicznych nie jest z powodu wymienionych trudności do tej pory w pełni rozwiązany. Obecnie stosuje się w kartografii hydrogeologicznej doświadczone służb geologicznych, np. radzieckiej lub amerykańskiej, zróżnicowanie treści zależnie od skali mapy i sporządzanie w tej samej podziałce i wymiarach map równoległych, z których każda wyobraża odrębne elementy lub grupy elementów hydrogeologicznych.

Ze względu na skalę możemy mapy podzielić na 4 zasadnicze kategorie: przeglądowe (lub ogólne) w skali 1:200 000, podstawowe — 1:50 000, szczegółowe — 1:25 000 i 1:10 000 dla obszarów o skomplikowanej budowie lub szczególnie ważnych pod względem gospodarczym i plany w skali większej niż 1:10 000.

Mapa hydrogeologiczna przeglądowa powinna w swej treści dać ogólny pogląd na wodonośność obszaru z uwzględnieniem wszystkich pięter wód podziemnych. Na mapie takiej mogą być pokazane granice pięter wodonośnych, głębokość ich występowania, wiek i charakter litologiczny środowiska wodonośnego, generalne kierunki ruchu wód, przeciętne wydajności, charakterystyczne objawy mineralizacji i jej zasięgu, obszary infiltracji powierzchniowej, ważniejsze i typowe punkty drenażu naturalnego i sztucznego itp. Wszystko to da się przedstawić za pomocą odpowiednio dobranych czarnych lub barwnych znaków: szrafurkowych (kreski, kropki, kółka, krzyżyki itp.) i innych symbolów.

Na mapach podstawowych i szczegółowych powinien być przedstawiony całkowity obraz stosunków hydrogeologicznych. Rozwiązać to można za pomocą głównego arkusza i kilku równoległych do niego arkuszy pomocniczych. Na arkuszu głównym wykreśla się zasadniczo pierwsze piętro wody podziemnej ze wszystkimi jego szczegółami. Głębsze piętra znajdują swe odzwierciedlenia na arkuszach pomocniczych. Te ostatnie mogą być drukowane na przezroczystych kalkach. Umożliwia to nakładanie ich na arkusz główny i odczytywanie tym sposobem wzajemnych stosunków przestrzennych pomiędzy piętrami wodonośnymi.

W podstawowych i szczegółowych mapach hydrogeologicznych stosuje się szeroko metodę izolinių do pokazania np. głębokości występowania określonego piętra wodonośnego, kształtu swobodnego zwierciadła wody (hydroizohipsy), rozkładu ciśnień artezyjskich (hydroizopiezy), rozkładu temperatur wody (hydroizotermny) itp.

Plany hydrogeologiczne opracowuje się dla ściśle określonych celów, np. w geologicznej dokumentacji złóż surowców mineralnych dla przedstawienia stosunków wodnych w złożu i w jego otoczeniu, dla celów projektowania różnorodnych obiektów inżynierskich, dla projektowania ujęć wodociagowych, dla dokumentacji i ochrony źródeł mineralnych itp. Z tego powodu ich treść musi być każdorazowo uzależniona od celu, dla jakiego mapa jest wykonywana. Zasadniczo w treść planów tych wchodzi te same elementy, które poznaliśmy poprzednio, lecz w odpowiednio zwiększonym stopniu dokładności. Uwzględnia się tu również okresowe, cykliczne lub trwałe zmiany reżimu hydrogeologicznego stwierdzone lub przewidywane.

Jest rzeczą oczywistą, że wszelkie mapy hydrogeologiczne powinny być tak kreślone i objaśnione, aby mogły być czytelne i zrozumiałe nie tylko dla specjalistów, ale również dla osób, które z tych czy innych względów muszą się młpami takimi posługiwać (wojskowi, inżynierowie-projektanci, górnicy i inni).

Mapa hydrogeologiczna jest swego rodzaju syntezą opartą na materiałach zebranych w toku zdjęcia. Stanowią one w istocie rzeczy dokumentację mapy. Do map, w szczególności podstawowych, szczegółowych i planów powinny być więc opracowane teksty objaśniające i zawierające uporządkowany materiał obserwacyjny. Tekst taki składa się zazwyczaj z kilku rozdziałów, np.: topografia terenu, jego użytkowanie, geomorfologia, klimat, sieć hydrograficzna, budowa geologiczna, całkowita charakterystyka hydrogeologiczna. Dochodzą do tego załączniki w postaci katalogu źródeł, studni, ujęć, otworów badawczych, tablice wskaźników hydrogeologicznych, tablice analiz chemicznych i bakteriologicznych, dane statystyczne dotyczące wydajności i eksploatacji wód, przekroje hydrogeologiczne, diagramy itp.

VI

WODY PODZIEMNE mają ogromne znaczenie w geologicznym życiu i rozwoju skorupy ziemskiej. Równie doniosłą rolę odgrywają one w gospodarce narodowej w różnych jej gałęziach. Wypływa stąd wielkie znaczenie badań i zdjęć hydrogeologicznych. Mapy hydrogeologiczne dające obraz wodonośności kraju są nieodzownie potrzebne w zagadnieniu ustalania zasad racjonalnej i ekonomicznej gospodarki wodami podziemnymi, co ma u nas szczególne znaczenie zwłaszcza wobec przeciążenia niektórych wodonośców. Stanowią one podstawę do planowa-

nia gospodarczego, planowania rozbudowy miast, lokalizacji nowych osiedli, obiektów przemysłowych, wielkich budowli hydrotechnicznych i innych inwestycji. Mają one dalej wielkie znaczenie dla poznania warunków występowania złóż surowców mineralnych i oceny możliwości ich wydobywania. Oddają ważne usługi rolnictwu i leśnictwu. Osobną dziedziną, która szeroko korzysta z tych map, są sprawy związane z obronnością kraju.

Wobec braku u nas map hydrogeologicznych sprawa ich wykonania znalazła się w pierwszym szeregu najpilniejszych zadań, jakie stanęły i nadal stoją przed polską geologią.