

**METODYKA WYKONANIA PODSTAWOWEJ MAPY HYDROGEOLOGICZNEJ
 NA PRZYKŁADZIE MAPY HYDROGEOLOGICZNEJ W SKALI 1 : 25 000
 OKREŚLONEGO REJONU KARPAT**

NA PRZEŁOMIE 1962—63 r. w Katedrze Hydrogeologii Uniwersytetu Warszawskiego wykonano typowy dla regionu karpackiego arkusz mapy hydrogeologicznej w skali 1:25 000. Mapę tę, pod kierunkiem naukowym J. Gołąba, wykonał zespół w składzie: H. Bieniaszewska, I. Bobrowska, T. Dąbrowski, A. Macioszczyk, T. Macioszczyk, D. Małeczka, na podstawie materiałów własnych katedry oraz mapy geologicznej w skali 1:25 000 J. Gołąba. Oryginał opracowania wraz z mapami geologicznymi i załącznikami przekazano Instytutowi Geologicznemu w Warszawie.

W celu należytego odzwierciedlenia stosunków hydrogeologicznych danego obszaru, poza specjalnymi badaniami hydrogeologicznymi, należy poddać szczegółowej analizie wszelkie fakty geologiczne w jak najszerszym pojęciu. Mapy hydrogeologicznej nie można wykonywać, ani nie należy rozpatrywać w oderwaniu od map geologicznych. Mapa taka, poza ogólną syntezą, powinna przedstawiać możliwie wszystkie fakty hydrogeologiczne — wyjątek stanowić mogą mapy specjalne wykonane dla ściśle określonych celów.

Ze względu na możliwości techniczne oraz czytelność mapa hydrogeologiczna często musi się składać z kilku równorzędnych lub pomocniczych arkuszy, czy też dodatkowych załączników.

Na jednolitą całość wspomnianego opracowania składają się:

1. Mapa geologiczna zakryta,
2. Mapa geologiczna odkryta,
3. Mapa hydrogeologiczna, w skład której wchodzi:
 - 3.1. Podstawowa mapa hydrogeologiczna,
 - 3.2. Mapa współczynników wodoprzepuszczalności utworów powierzchniowych,
 - 3.3. Mapa dokumentacyjna źródeł,
 - 3.4. Mapa dokumentacyjna studzien,
 - 3.5. Zestawienia tabelaryczne:
 - 3.5.1. Pomiary źródeł i wycieków,
 - 3.5.2. Pomiary studzien,
4. Objaśnienia do mapy (tekst).

Terenowe prace kartograficzne dla wszystkich map wykonano metodą krokówkową lub metodą taśmowych ciągów busolowych na podkładach w skali

Tabela I
OGÓLNE ZESTAWIENIE POMIARÓW STUDZIEN

Liczba porządkowa	Numer studni	odcinka x	odcinka y	Wież i nr domu	Właściciel	Położenie morfologiczne	Sytuacja geologiczna	Rok budowy	Obudowa studni	System czerpania	Data pomiaru	Głęb. do zwierciadła	Głęb. do dna	Temp. powietrza	Temp. wody	pH	Twardość wody O_n	Oporność pozorna	Uwagi*)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

*) Pomiary i badania specjalne, np. analizy chemiczne, próbné pompowania, stacjonarne badania studzien kontrolnych itp., podaje się osobno, informując o tym w zestawieniu ogólnym. Powszechna uwaga dotyczy również zestawienia źródeł (tab. II).

1:5 000 lub 1:10 000. Przy ostatecznym wykonaniu mapy w skali 1:25 000 brano pod uwagę wszystkie rejestrowane fakty i zjawiska geologiczne oraz hydrogeologiczne znajdujące się na mapach wyjściowych, mimo iż ze względów technicznych niektóre z nich musiały być pominięte (np.: część pomiarów dotyczących biegów i upadów warstw) bądź zgeneralizowane (np. drobne wydzielenia litologiczne).

Ze względu na fakt występowania dużej ilości studzien i źródeł na omawianym terenie konieczne okazało się opracowanie oddzielnej mapy dokumentacyjnej studzien i oddzielnej mapy dokumentacyjnej źródeł. Obie te mapy zostały wykonane na podkładach z naniesioną hydrografią, morfologią, uproszczoną sytuacją oraz lokalnym układem współrzędnych, w analogicznej skali jak podstawowa mapa hydrogeologiczna — jakkolwiek w innych przypadkach może się okazać konieczne zastosowanie skali większej. Na mapie dokumentacyjnej studzien zlokalizowano wszystkie studnie występujące na omawianym obszarze oraz podano ich numerację zgodną z zestawieniem tabelarycznym pomiarów studzien (tab. I). Poszczególne studnie zaznaczono różnobarwnymi punktami zależnie od kategorii głębokości występowania zwierciadła wody poniżej powierzchni terenu, przy czym wyróżniono następujące kategorie:

- 1) 0,0 do 0,5 m, 2) 0,5 do 2,0 m, 3) 2,0 do 3,5 m, 4) 3,5 do 6,0 m, 5) 6,0 do 10,0 m, 6) powyżej 10 m.

Kategorie te mają charakter lokalny, zostały określone na podstawie statystycznej przez sporządzenie diagramu liczebności studzien ze względu na głębokość występowania zwierciadła wody. Podobną metodą wydzielono kategorie wydajności na mapie dokumentacyjnej źródeł, znacząc je również barwą. Kategorie te zamykają się w następujących granicach:

- 1) 0—1 l/min, 2) 1—3 l/min, 3) 3—5 l/min, 4) 5—7 l/min, 5) 7—15 l/min, 6) 15—30 l/min, 7) ponad 30.

Przy źródłach o wydajności przekraczającej 50 l/min, każdorazowo wpisano wartość wydajności. Ponadto za pomocą odpowiednich symboli źródła rozdzielono na poszczególne typy np.: (pkt 9, tab. III) źródło dyslokacyjne, (pkt 8, tab. III) szczelinowo-warstwowe, siarkowodorowe itp. Podział ten uwzględniony jest również w zestawieniu pomiarów źródeł (tab. II).

Tabela II
OGÓLNE ZESTAWIENIE POMIARÓW ŹRÓDEŁ

Liczba porządkowa	Numer źródła	x	y	Zlewnia	Położenie morfologiczne	Sytuacja geologiczna	Typ źródła	Data pomiaru	Temperatura powietrza	wody	pH	Twardość O_n	Oporność pozorna	Wydajność l/min	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Ze względu na czytelność mapy wyniki badań dotyczących infiltracji przedstawiono na oddzielnym arkuszu w postaci „Mapy współczynników wodoprzepuszczalności utworów powierzchniowych”. Wyróżniono tu siedem kategorii współczynników w granicach:

- 1) poniżej 1×10^{-7} m/sek.
- 2) 1×10^{-7} do 1×10^{-6} „
- 3) 1×10^{-6} do 1×10^{-5} „
- 4) 1×10^{-5} do 1×10^{-4} „
- 5) 1×10^{-4} do 1×10^{-3} „
- 6) 1×10^{-3} do 1×10^{-2} „
- 7) 1×10^{-2} do 1×10^{-1} „

oraz wyznaczono strefy infiltracji szczelinowej i obszary o możliwości jej występowania.

Obszary o określonej kategorii współczynnika wodoprzepuszczalności zostały wyznaczone na podstawie badań terenowych oraz na zasadzie ekstrapolacji otrzymanych wyników w oparciu o litologię utworów powierzchniowych (mapa geologiczna zakryta). Badania terenowe wykonano metodą Kamińskiego, zmodyfikowaną przez J. Gołąba, lub metodą zalewania szybików, przy czym miejsca wykonanych pomiarów uwidoczniło na mapie.

Mapy geologiczne oraz wspomniane mapy wraz z zestawieniami pomiarów stanowią materiał wyjściowy do sporządzenia podstawowej mapy hydrogeologicznej. Mapa lokalizacji studzien posłużyła do wyznaczenia obszarów o określonej kategorii głębokości do zwierciadła wody. Na tarasach, gdzie zagęszczenie studzien jest bardzo duże, wydzielenie wspomnianych obszarów jest względnie dokładne i nie następuje dodatkowych trudności. Natomiast poza tarasami w obszarach o silnie urozmaiconej rzeźbie, dużym zróżnicowaniu litologicznym i jednocześnie mniejszej ilości studzien, przy interpretacji należało brać pod uwagę wiele dodatkowych czynników. Obok więc mapy dokumentacyjnej studzien, opierano się na:

- 1) powierzchniowych przejawach wód podziemnych przedstawionych na mapie w postaci podmokłości, wycieków i źródeł;
- 2) morfologii terenu (aż do uwzględnienia wysokości i kąta pochylenia poszczególnych skarp);
- 3) budowie geologicznej i wykształceniu litologicznym terenu.

Przy wydzieleniu obszarów o określonych głębokościach do zwierciadła wody okazało się, iż niemożliwe będzie wyznaczenie kategorii o niezazębiających się granicach. Dane przedstawione na mapie dokumentacyjnej studzien zasugerowały wydzielenie następujących kategorii:

- 1) od 0,0 do 2,0 m, 2) od 2,0 do 3,5 m, 3) od 2,0 do 6,0 m, 4) od 3,5 do 6,0 m, 5) od 3,5 do 10,0 m, 6) od 6,0 do 10,0 m, 7) powyżej 10,0 m.

Na mapie obszary o określonych kategoriach zaznaczono odpowiednimi barwami. W przypadkach kiedy występowało kilka warstw wodonośnych barwą podstawową znaczone warstwę lepiej udokumentowaną, natomiast warstwę lub warstwy dodatkowe znaczone szrafurą odpowiedniej barwy. Za zasadę przyjęto, iż szrafura pochyłona w prawo oznacza warstwę nadległą w stosunku do warstwy podstawowej, a szrafura pochyłona w lewo — warstwę głębszą. Zależnie od stopnia rozpoznania granic między obszarami, zaznaczone są jako udokumentowane lub częściowo udokumentowane. Ponadto w celu zasugerowania ciągłego przejścia między obszarami o niezazębiających się głębokościach do zwierciadła wody wprowadzono odrębną sygnaturę granic.

Na mapie przedstawiono również lokalne oraz główne kierunki przepływu wód podziemnych. Dla pierwszych wyznaczonych na podstawie studzien nachylenie zwierciadła wody podano w procentach, natomiast zwierciadło prawie poziome znaczone specjalnym symbolem wskazującym jedynie tendencję kierunku przepływu. Główne kierunki przepływu wód podziemnych zostały wyznaczone na podstawie ogólnej analizy warunków hydrogeologicznych i geomorfologicznych terenu.

Wychodząc z założenia, iż źródła, wycieki i podmokłości (każdorazowo okonturowane na mapie) jako podstawowe przejawy wód podziemnych są jednym z najważniejszych faktów dla mapy hydrogeologicznej — na mapie ogólnej naniesiono wszystkie wspomniane wyżej fakty, z pominięciem jedynie numeracji zaznaczonej na mapie dokumentacyjnej. Zgeneralizowano również podział na kategorie wydajności, rozdzielając wszystkie źródła na źródła o wydajności poniżej i powyżej 7 l/min. Rozkład ich pozwolił na wydzielenie stref cechujących się wzmożonym drenażem. Strefy te na mapie oznaczono powierzchniowo za pomocą odpowiedniej szrafury bez okonturowania.

Źródła lub strefy źródeł, mające znaczenie dla lokalnego zaopatrzenia zostały oznaczone literą Q z podaniem sumarycznej wydajności. Podkreślić również należy, iż numeracja źródeł prowadzona była systematycznie zlewniami, począwszy od obszarów źródłiskowych w kierunku ujścia. Fakt ten w połączeniu z wyznaczonymi na mapie granicami poszczególnych zlewni stanowi udogodnienie przy bilansowaniu zarówno wód podziemnych, jak i powierzchniowych.

Dla celów bilansowania hydrogeologicznego w treści podstawowej mapy hydrogeologicznej powinna się znaleźć wielkość infiltracji. W danym przypadku fakt ten został uwzględniony przez naniesienie na mapę tzw. wskaźnika infiltracji, rozumianego jako stosunek części opadu infiltrującego w skalę do całości opadu. Wskaźnik ten powinien być przyporządkowany okonturowanym obszarom. Ponieważ jednak na całości opracowywanego terenu brak było systematycznych badań infiltracji, ograniczono się jedynie do szacunkowego określenia wskaźnika. Szacunek przeprowadzono przede wszystkim na podstawie wartości: współczynnika wodoprzepuszczalności odczytanych z mapy „Współczynników wodoprzepuszczalności utworów powierzchniowych”, morfologii (wartość spadków, wystawa zboczy itp.), pokrycia terenu szatą roślinną oraz litologii utworów powierzchniowych (mapa geologiczna zakryta). Przy określaniu wartości wskaźnika wykorzystano systematyczne, wieloletnie badania prowadzone na terenie Polski przez K. Schubacha i innych, które na teren Polski przetransponował J. Gołąb.

Ostatecznie na mapie podstawowej wartości wskaźnika zaznaczono jedynie w sposób punktowy (średnio 2—3 punkty na km²) według następującej klasyfikacji:

Infiltracja bardzo mała	0,0 — 0,05
„ mała	0,05 — 0,2
„ średnia	0,2 — 0,3
„ duża	0,3 — 0,6
„ bardzo duża powyżej	0,6

Poza tym zaznaczono również strefy infiltracji szczelinowej oraz obszary o możliwości jej występowania.

Analiza mapy geologicznej szczególnie w jej aspekcie tektonicznym, w powiązaniu z powierzchniowymi przejawami wód podziemnych, pozwoliła wyznaczyć przypuszczalne drogi dalekiego krążenia w układzie lokalnym. Istnienie ich potwierdziły również wydajności źródeł, układ stref wzmożonego drenażu oraz częściowo charakter fizyko-chemiczny wód.

Opracowana w ten sposób mapa, na podstawie wspomnianych już map geologicznych i hydrogeologicznych pomocniczych, daje podstawę do wyróżnienia jednostek hydrogeologicznych. W omawianym przypadku wydzielono pięć głównych jednostek (tab. III), z których dwie rozdzielono jeszcze na jednostki niższego rzędu.

Przedstawione w artykule metodyczne uwagi nie pretendują do wyczerpania obszernej problematyki sporządzenia szczegółowych map hydrogeologicznych, stanowią jedynie przykład metodyki opracowania konkretnego regionu o określonym etapie rozpoznania hydrogeologicznego. Należy zdawać sobie sprawę, iż oba te czynniki zarówno charakter terenu, jak i stopień jego rozpoznania każdorazowo indywidualizują metodykę sporządzenia oraz ostateczny obraz szczegółowej mapy hydrogeologicznej.

WNIOSKI

1. Terenowe prace kartograficzne dla sporządzenia szczegółowej mapy hydrogeologicznej powinny być wykonane w skali 1:10 000, a nawet 1:5 000.

2. Kartowanie hydrogeologiczne powinno obejmować rejestrację wszystkich faktów i zjawisk hydrogeologicznych, ponieważ dopiero tak zebrany materiał daje podstawę do właściwego zaprojektowania reprezentatywnych badań specjalnych (np.: próbné pompowania, analizy wody, wybór źródeł i studzien kontrolnych itp.).

3. Ze względu na możliwości techniczne oraz czytelność mapy, podstawowa szczegółowa mapa hydrogeologiczna powinna składać się z kilku równorzędnych lub pomocniczych arkuszy, przy czym arkusze te zależnie od zagęszczenia rejestrowanych faktów mogą być wykonane w innych podziałkach niż mapa podstawowa.

4. Ostatecznym wynikiem pełnego opracowania hydrogeologicznego powinien być atlas hydrogeologiczny, składający się z szeregu map specjalnych.

POWIERZCHNIOWE PRZEJAWY WÓD PODZIEMNYCH

1. - źródło ogólnie (numeracja na mapie dokumentacyjnej), 2. - źródło o wydajności poniżej 7 l/min, 3. - źródło o wydajności powyżej 7 l/min, 4. - źródło częściowo ujęte, 5. - źródło ujęte, 6. - źródło warstwowe, 7. - źródło szczelinowe, 8. - źródło szczelinowo-warstwowe, 9. - źródło dyslokacyjne, 10. - źródło siarkowodorowe, 11. - źródło żelaziste, 12. - źródło towarzyszące martwicom, 13. - wyciek, 14. - podmokłości, 15. - zwilżenia.

INFILTRACJA

16. - infiltracja bardzo mała, W 0,05, 17. - infiltracja mała, 0,05 W 0,2, 18. - infiltracja średnia, 0,2 W 0,3, 19. - infiltracja duża, 0,3 W 0,6, 20. - infiltracja bardzo duża, W 0,6. Wskaźnik infiltracji: $W = H_w : H_0$, gdzie: H_w - część opadu infiltrująca w skałę, H_0 - opad cały. 21. - infiltracja szczelinowa, 22. - możliwość infiltracji szczelinowej.

KATEGORIE GŁĘBOKOŚCI DO ZWIERCIADŁA WODY

23. - głębokość od 0,0 do 2,0 m, 24. - głębokość od 2,0 do 3,5 m, 25. - głębokość od 2,0 do 6,0 m, 26. - głębokość od 3,5 do 6,0 m, 27. - głębokość od 3,5 do 10,0 m, 28. - głębokość powyżej 10,0 m (poszczególne kryterium przyporządkowana jest odpowiednia barwa), 29. - szrafurą w kolorze odpowiadającym kategorii głębokości oznaczono dodatkowe udokumentowane warstwy wodonośne: a - nadległe, b - głębsze w stosunku do warstwy zasadniczej, 30. - granice obszarów o określonej głębokości do zwierciadła wody: a - udokumentowane, b - częściowo udokumentowane, 31. - granice sugerujące ciągłe przejście między obszarami o niezależających się głębokościach do zwierciadła wody.

JEDNOSTKI HYDROGEOLOGICZNE LOKALNE

32. I - jednostka Pienińskiego Pasa Skałkowego: Ia - obszar o wybitnie skomplikowanych warunkach hydrogeologicznych, w którym utwory skałkowe występują na powierzchni, Ib - obszar o wyraźnym wpływie pokrywy czwartorzędowej na warunki hydrogeologiczne, 33. II - jednostka fliszu Podhala: IIa - jednostka zakopiańsko-chochołowska, IIb - jednostka ostryska, 34. III - jednostka Domańskiego Wierchu, 35. IV - jednostka podtatrzńska, 36. V - jednostki dolinne, 37. - granice między głównymi jednostkami hydrogeologicznymi, 38. - granice między jednostkami niższego rzędu.

I F N E

39. - strefy wzmoczonego drenażu, 40. - przypuszczalne drogi dalekiego krążenia (w układzie lokalnym), 41. - strefy o skomplikowanych warunkach hydrogeologicznych, przeważnie silnie zaburzone tektonicznie, 42. - źródła, ewentualnie strefy źródeł mające znaczenie dla lokalnego zaopatrzenia w wodę z podaną sumaryczną wydajnością w l/min, 43. - główne kierunki przepływu wód podziemnych, 44. - lokalne kierunki przepływu wód podziemnych (nachylenie zwierciadła wody w procentach), 45. - zwierciadło wody prawie poziome z oznaczeniem kierunku spływu, 46. - granice między zlewniami rzek głównych (w układzie lokalnym), 47. - granice zlewni niższego rzędu.