

## MAPY HYDROGEOLOGICZNE

## I. Treść map hydrogeologicznych

## UWAGI WSTĘPNE

Zagadnienie wód podziemnych nabiera ostatnio szczególnego znaczenia, co znajduje wyraz w rozwoju kartografii hydrogeologicznej.

Trudno jest podać krótką i jednoznaczną definicję mapy hydrogeologicznej, określającą jej treść. Jeżeli jest ogólnie przyjęte, że ma ona charakteryzować występowanie wód podziemnych, to wyjście poza to ogólnikowe określenie może prowadzić do różnych alternatywnych sformułowań. Stwierdzenie, że „mapy są zasadniczym wyrazem opracowania hydrogeologicznego, rejestrując stwierdzone punkty występowania wody i podając pewną koncepcję dotyczącą rozmieszczenia wody w podłożu“ (5) — dotyczy raczej pewnego typu map (wnoszenie punktów, główny cel — rozmieszczenie wód). Do szerszych należy określić (25): „mapa hydrogeologiczna jest graficznym odwzorowaniem warunków występowania, rozprzestrzenienia, jakości i ilości wód podziemnych określonego odcinka skorupy ziemskiej“.

Poza rozmieszczeniem w ścisłym tego słowa znaczeniu zarysowują się jeszcze zagadnienia ruchu wód. Nie rozpatrując już innych definicji, stwierdzić należy, że ich sformułowania bywają niekiedy dostosowane do odrębności hydrogeologicznych danego kraju lub regionu.

Różne są poglądy na stosunek mapy hydrogeologicznej do geologicznej oraz hydrologicznej. Główną treścią pierwszej jest ukazanie związku budowy podłoża i wody. Elementy wodne mogą być „nakładane“ na mapy geologiczne (podstawowe, przeglądowe lub specjalne) z zachowaniem całego tła geologicznego lub potraktowane osobno (typ mapy hydro-

logicznej). W ostatnim przypadku mapa geologiczna jest załącznikiem lub, przeciwnie, hydrogeologiczna stanowi uzupełnienie tamtej.

Rozpiętość sposobów rozwiązań jest duża. Mapą hydrogeologiczną staje się „zwykła“ mapa geologiczna z wydzieleniami hydrogeologicznymi, w której jedynie legenda została uzupełniona oceną wodonośności wydzielanych grup skał i, przeciwnie, taka mapa, w której bezpośrednio nie wniesiono żadnych elementów geologicznych, lecz budowa podłoża posłużyła do opracowania treści, przede wszystkim klasyfikacji wód lub przeprowadzenia izolacji.

Podobnie jak od mapy geologicznej, trudno jest odgraniczyć mapy hydrogeologiczne od hydrologiczno-hydrograficznych. Te ostatnie obejmują bowiem zagadnienia ściśle związane z budową podłoża, jak np.: wody powierzchniowe w ogólności, gęstość sieci rzecznej, spływ jednostkowy itp. Do tego typu zaliczyć też trzeba tzw. rejestracyjne mapy wód gruntowych, bez żadnego powiązania z budową podłoża oraz wydzieleni grup.

Pojęcie zatem mapy hydrogeologicznej, obejmującej zarówno zagadnienia geologii, jak i hydrologii, jest mniej sprecyzowane niż właściwych map z zakresu tych dziedzin. Treść jej decyduje, czy będzie ona samodzielnym opracowaniem, czy tylko „załącznikiem“ do map innego typu.

## ELEMENTY MAP HYDROGEOLOGICZNYCH

Wynikiem każdego zdjęcia hydrogeologicznego powinna być mapa. Jednak zakres tego zdjęcia może być różny, a poza tym mapa może powstać i bez zasadniczego zdjęcia terenowego. Stąd też częściowo

wynika różnorodność elementów umieszczanych na mapach.

Do całkowitych opracowań hydrogeologicznych załącza się często mapy o innym charakterze. Są to mapy hipsometryczne (z izohips powierzchni terenu często rezygnuje się i nie nanosi na mapy hydrogeologiczne, a wówczas załącznik taki jest pożądany), klimatyczne (np. opadów, wilgotności, parowania), hydrograficzne (sieci wód powierzchniowych, wielkości odpływu powierzchniowego, zjawisk zamarzania i in.), morfologiczne (zwłaszcza dla obszarów czwartorzędowych lub krasowych), florystyczne (np. lasów czy roślinności wodolubnej). Tu też należałoby wymienić mapy o charakterze raczej gospodarczym, wskazujące na wielkość eksploatacji wody w określonych punktach, postęp prac melioracyjnych itp.

Specjalną pozycję mają mapy geotechniczne czy geologiczno-inżynierskie. Z reguły zawierają one elementy dotyczące wód podziemnych bądź bezpośrednio podane, bądź stanowiące podstawę wyodrębnionych regionów geotechnicznych. Mapy te przeważnie stanowią opis pierwszego poziomu wód podziemnych i w tym zakresie mogą mieć częściowo charakter hydrogeologiczny. To samo dotyczy kompleksowych map fizjograficznych sporządzonych dla planowania przestrzennego w rejonach miast i osiedli oraz map oceny gruntów z uwzględnieniem „pierwszej wody“.

Do map geotechnicznych lub geomorfologicznych należą przejawy działalności wód podziemnych na powierzchni, jak: osuwiska, sufozja, formy krasowe. Dla hydrogeologii mają one znaczenie pośrednie przy kartowaniu, a na mapy hydrogeologiczne mogą być wnoszone tylko jako uzupełniające szczegóły.

Właściwe mapy hydrogeologiczne mogą zawierać wybrane elementy z wyżej wymienionych dziedzin w celu ułatwienia interpretacji lub pokazania wysłyszonych już zależności.

Duże znaczenie ma podkład topograficzny z rysunkiem terenu (w podziałkach dużych) oraz miasta i drogi (w podziałkach małych), gdyż elementy te ułatwiają właściwą orientację na mapie.

Materiał geologiczny najczęściej stanowi na mapach hydrogeologicznych podkład w różnym stopniu zgeneralizowany. Uwypuklone natomiast mogą być wyodrębnienia litologiczne, linie dyslokacji i in. Jeżeli materiał geologiczny opracowywany jest pod względem przepuszczalności skał, to tego rodzaju wyodrębnienia mają charakter ściśle hydrogeologiczny, podobnie jak i linie tektoniczne z bezpośrednim powiązaniem ich z przejawami wody (źródła). Hydrogeologiczny charakter mają także mapy stropu lub spągu warstw odgrywających szczególną rolę w krążeniu wód, np. strop wodonośnych utworów z wodą pod ciśnieniem. Analogicznie dotyczyć to może i map geofizycznych zawierających pewne interpretacje warunków wodnych.

Niemal każda mapa hydrogeologiczna zawiera sieć wód powierzchniowych. Wyjątkiem są tu szkicowe ujęcia graficzne elementów wód głębszych, traktowane zresztą jako aneksy. Wody płynące, jeziora, stawy, a także tereny zabagnione często stanowią bezpośrednie przejawy pierwszego poziomu wód podziemnych, a niekiedy i głębszych, jak np. w spękanych skałach zwięzłych.

„Wodami powierzchniowymi“ są także morza, wywierające wpływ na przybrzeżne wody gruntowe (zasolenie). W morzach otwartych ważne jest uwzględnianie różnic poziomów wywołanych przez pływy. Osobnych map wymagają tereny depresyjne.

Podobnie jak wody powierzchniowe, odzwierciedleniem stanu rzeczywistego są na mapach hydrogeologicznych „punkty wodne“ — przejawy wód podziemnych w postaci studni, źródeł lub wycieków oraz miejsc badanych specjalnie. Mogą być również pokazane otwory dziś nie istniejące, w których określono kiedyś poziomy wodne. Punktowo

umieszczone sygnatyry niektóre wraz z liczbami wyodrębniają często otwory z wodą pod ciśnieniem o danej wydajności lub według innych cech. W sygnatyrych punktowych uwzględnia się również inne powiązanie z budową geologiczną, jak: stratygraficzne wydzielenia grup, skład chemiczny, temperatura itp.

Przedstawienie przestrzenne z zachowaniem ciągłości obrazu wód podziemnych, jest już na ogół przypuszczeniem, koncepcją, której zbliżenie do stanu rzeczywistego zależy przede wszystkim od stopnia znajomości terenu. Graficznym wyrazem przypuszczeń bywają najczęściej linie. Są one wynikiem interpretacji zaobserwowanych faktów.

Pośrednią pozycję między zlokalizowanym i przestrzennym ujęciem graficznym mają sygnatyry odnoszące się do pewnej strefy, nie ograniczonej jednak linią, np. znaki wskazujące obszar infiltracji wód, kierunki spływu wód podziemnych, zagęszczenia studni artezyjskich, wody mineralne pewnego typu itp. Takie oznaczenia punktowo-przestrzenne są mniej właściwe wtedy, gdy przedstawiają te same elementy co linie, gdyż wskazują możliwości odchylenia od obrazu przedstawionego przez linie (np. między liniami ograniczającymi zmineralizowanie od 0,5 do 1 g/l — znaki wskazujące na ilości poniżej 0,5). Lepiej wprowadzać wówczas linie o charakterze granic wątpliwych, z odpowiednią sygnatyrą.

Linie na mapach hydrogeologicznych mogą mieć ogólnie biorąc dwojaki charakter. Jedne z nich określają w przybliżony sposób granice różnych hydrogeologicznie terenów, wyodrębniając regiony lub strefy wód podziemnych, a więc pewne jednostki przestrzenne, na podstawie jednej lub wielu cech występowania wody (stratygraficznie, dynamicznie, hipsometrycznie, chemicznie i in.). Są to zatem linie graniczne, wydzielające. Do tego typu linii należy działy zlewni podziemnych, a także granice terenów ochrony górniczej lub sanitarnej źródeł, stanowiących w pewnym sensie jednostki hydrogeologiczne.

Nie mają charakteru hydrogeologicznego linie tworzące granice jednostek administracyjnych lub mechanicznie wyodrębnione większe okręgi badawcze. Niektóre wielkości, jak: wydobywanie wody, twardość itp. odnoszone są bowiem jako średnie do takich powierzchni (38). Właściwy efekt tych map polega na orientacyjnym obrazie uzyskanym z wypełnienia poszczególnych powierzchni (barwa, szrafura), przy czym pamiętać trzeba, że granice jednostek mogą zakryć właściwy układ zjawisk i ich współzależności.

Drugi typ linii oparty jest na interpretacji dokonywanej w różny sposób. Na podstawie sieci punktów wodnych oraz sytuacji geologicznej, geomorfologicznej i hipsometrycznej przeprowadza się izoliny (izarytmy), odtwarzające rozmieszczenie różnych elementów wód podziemnych. Zakłada się wtedy, co nie zawsze jest słuszne, pewną ciągłość zmian danych zjawisk.

Izoliny mogą odtwarzać przypuszczalną powierzchnię wody podziemnej w odniesieniu do poziomu morza lub lokalnej podstawy erozyjnej — będą to hydroizohipsy, albo do powierzchni terenu i wtedy są zwane hydroizobatami. Te ostatnie dają jednocześnie grubość „warstwy suchej“ (raczej bezwodnej) ponad powierzchnią pierwszej wody gruntowej. Inne znaczenie mają izopachyty określające grubość danego pokładu wodonośnego. Gdy znajomość wód podziemnych jest wystarczająca dla całkowitego opracowania można prowadzić izoliny o małych interwałach na mapach o dużej skali.

Hydroizohipsy pozwalają wyznaczać kierunki spływu wód, zasięg zamkniętych zbiorników wód podziemnych, związek pomiędzy różnymi poziomami wód i wodami powierzchniowymi. Odmianą hydroizohips są hydroizopiezy, wskazujące na formę powierzchni piezometrycznej przy wodach pod ciśnieniem

niem. Przy wodach tego typu hydroizobaty mogą również pokazywać nie tylko strop warstwy wodonośnej, ale i głębokość wody po ustaleniu zwierciadła wody w otworach lub studniach.

Ostatnio coraz bardziej nabierają znaczenia badania chemizmu wód. Na mapach pojawiają się w związku z tym izoliny zmineralizowania wody: ogólnego lub poszczególnych składników, np. twardość, żelazo, chlorki i inne. Podobnie i termika wyrażana bywa izoliniami z założeniem stopniowych jej zmian. Jednak interpretacja chemizmu wód jest niełatwa i wyjście poza punktowe oznaczanie na mapach musi być bardzo ostrożnie wykonywane (np. Keilhack odradzał kartograficznego ujmowania chemizmu wód, 37).

Mapy wód mineralnych i leczniczych stanowią odrębną pozycję map hydrogeologicznych, przy czym głównym sposobem przedstawiania są w nich linie wydzielające oraz sygnatury punktowe.

Podobnie jak wody mineralne rzadko w liniach izarytmicznych ujmowana jest wydajność pokładów wodonośnych (potencjalna) lub wielkość eksploatacji wody. Bardziej odpowiadają tu linie wydzielające wraz z liczbami.

Izoliny stanowią najczęstszy składnik map hydrogeologicznych w dużych skalach odtwarzających stosunki wodne np. w rejonie miast, budowli wodnych, wyrobisk górniczych lub zakładów przemysłowych.

Pozornie charakteru izarytm nabierać mogą niekiedy linie odgraniczające w zasadzie obszary o różnych cechach (głębokość wód, skład chemiczny, wydajność), lecz z tą samą w sąsiadujących grupach wartością graniczną, a więc swego rodzaju „ciąćcia”. Wymienić tu można jako przykład ograniczenie obszarów z zawartością chlorków od 0,1 do 0,5 i od 0,5 do 1,0 g/l, głębokość poziomu wody 0 do 2 oraz 2 do 10 m. Tego samego typu są również linie wydzielające np. obszary o danym spływie podziemnym. Sposób wykreślenia tego rodzaju linii jest odrębny od izarytm, gdyż nie ma tu żadnej interpolacji, lecz wydzielanie hydrogeologicznych jednostek przestrzennych. Wartości graniczne nie muszą być wspólne, np. głębokość poziomu wód 2—10 m i 5—20 lub 2—30 m, zmineralizowanie 0,1—1, i 0,5—30 g/l części stałych.

Odrębne znaczenie mają, stosowane czasem na mapach w dużych podziałkach, izochrony — izoliny wskazujące w danym przypadku na szybkość rozchodzenia się np. substancji barwiącej lub zasalającej w wodach podziemnych (badanie kierunków i szybkości odpływu podziemnego w skałach). W gruntach luźnych, mając gęstą sieć otworów, można by sporządzić w dużej skali mapę przewodnictwa wodnego gruntu na podstawie wyznaczonych współczynników przepuszczalności (16, 24) lub obserwowanego czasu wsiąkania wody (Nöhring, 37).

Wypełnienie powierzchni mapy hydrogeologicznej szrafurą może być jedynie graficznym podkreśleniem linii granicznych, rzadziej izarytmicznych, jednak mogą być wypełnione i pewne pola nie graniczące ze sobą i bez linii okalających zakreślone płaszczyzny. Oznaczają one istnienie danego zjawiska (np. wód pod ciśnieniem, zasolonych itp.), jednak bez ścisłego ograniczenia. Takie oznaczenia przypominają wspomniane już sygnatury punktowo-przestrzenne. Wypełniają one często całą powierzchnię mapy, nakładając się częściowo na siebie, co staje się wstępem do wydzielania nowych, kompleksowych jednostek hydrogeologicznych opartych na kilku cechach. Jest to sposób często stosowany na mapach o małej podziałce, choć używa się go i przy dużych skalach (23, 34).

Mapy hydrogeologiczne pokazujące materiał opracowany na podstawie ścisłych obserwacji (a nie np. wielkich jednostek wyprowadzanych z syntezy hydro-geo-morfologicznej i klimatycznej) wiążą się z pewną datą — okresem, z którego pochodzą obserwacje. Porównanie stanu z różnych okresów pozwa-

la nam na uchwycenie wielkości i kierunku zmian zachodzących w rozmieszczeniu i typie wód podziemnych. Izarytmy tych zmian z kolei stanowią jeden ze składników map hydrogeologicznych. Ujmować one mogą wahania okresowe związane z porą roku, zwiększonym wydobyciem itp. lub zmiany jednokierunkowe dla dłuższych okresów. Mapy takie wskazane są szczególnie dla terenów o intensywnej eksploatacji wód podziemnych. Ciekawym przykładem takiego opracowania może być zestawienie hydroizohips z lat 1863 (!) i 1953 dla okolic Wiednia (19).

Krótki przegląd elementów map hydrogeologicznych nie stanowi listy zamkniętej. Wraz z pogłębianiem wiedzy o wodach podziemnych w ogólności, a także szczegółowej znajomości poszczególnych terenów, ukazują się nieznanne lub niedoceniane dotychczas wzajemne zależności tych wód z innymi właściwościami środowiska geograficznego i gospodarką człowieka. Zależności te znajdują z kolei odpowiedni wyraz na mapach hydrogeologicznych.

## PODZIAŁKI MAP HYDROGEOLOGICZNYCH

Podziały, w jakich się sporządza mapy hydrogeologiczne, bywają najrozmaitsze. W skalach bardzo małych poniżej 1 : 1 000 000 ujmuje się najczęściej duże obszary hydrogeologiczne w bezpośrednim związku z wielkimi regionami geologicznymi, geomorfologicznymi lub klimatycznymi. W podziałkach większych niż 1 : 1 000 000, na ogół poniżej 1 : 200 000 pokazywane są mniejsze jednostki hydrogeologiczne. Często stosuje się pokrycie powierzchni szrafurą rozmaitego typu dla różnych zjawisk — bez lub z liniami granicznymi. Linie o typie granicznym mają charakter bardziej ścisłych niż na poprzednich mapach, gdyż uwzględniają miejscowe warunki rzeźby i budowy podłoża. Izoliny są spotykane, przeważnie jako hydroizopiezy większych zbiorników artezyjskich. Często są oznaczenia wskazujące pojedyncze punkty wodne lub ich zespoły.

Podstawowe mapy hydrogeologiczne, wydawane arkuszami seryjnie, są sporządzane na ogół w skalach powyżej 1 : 200 000, choć na dość jednostajnych geologicznie obszarach mogą przekraczać tę granicę w kierunku podziałek mniejszych.

Najczęściej zalecane są mapy podstawowe w podziałkach 1 : 100 000, 1 : 50 000 (16,21), a także 1 : 25 000 określane już jako szczegółowe (8, 16, 21, 37). Mapy szczegółowe oraz podstawowe w większej skali charakteryzują dokładnie warunki występowania wody jednego lub kilku poziomów, przy czym opracowanie może nie obejmować równomiernie całej powierzchni mapy. Nie zawsze są to wydawnictwa seryjne, lecz arkusze terenów ważnych gospodarczo i stanowią przejście do map specjalnych zestawianych bez zachowania przyjętej sieci arkuszy, a poświęcone różnym problemom i obiektom (zapora, zakład przemysłowy, wyrobisko górnicze, ujęcie wody dla osiedla, tereny nawadniania lub odwadniania i in.). W tym charakterze mogą one być w podziałce mniejszej niż 1 : 25 000. Górna granica nie jest również określona, gdyż są to czasem plany np. w skali 1 : 2000 lub 1 : 1000.

Innego typu są mapy specjalne w podziałkach małych. Wskazują one na wybrane, specjalne cechy wód, pokazując je punktowo lub regionami (np. zawartość jakiegoś składnika w wodach — dla całego kraju).

## OZNACZENIA GRAFICZNE NA MAPACH HYDROGEOLOGICZNYCH

Dążność do najwzajemniejszego ujęcia warunków hydrogeologicznych terenu na mapie, a jednocześnie zachowanie jej przejrzystości, zwiększa wymagania stawiane opracowaniu graficznemu. W pokryciu powierzchni coraz częściej korzysta się z rozmaicie stosowanych jednocześnie barw i szra-

fury, w ten sposób np. nakłada się na mapę budowę geologiczną i jednostki hydrogeologiczne. Te ostatnie wydzielane są często w różnym natężeniu jednej barwy. Niekiedy całość zjawisk wodnych umieszcza się w jednej np. niebieskiej barwie (punkty, linie, powierzchnie), odcinając w ten sposób wodę od tła.

Elementy liniowe o różnym charakterze można również wnosić wielobarwnie (głębokość zwierciadła wody, ciśnienie, skład).

Sygnatury punktowe utrzymane są jednobarwnie, rzadziej wielobarwnie, o różnym zróżnicowaniu kształtów i oznaczeń dodatkowych, stopniu wypełnienia figur itp. W przeciwieństwie do oznaczeń powierzchniowych i liniowych nie wymaga się tu w równym stopniu przejrzystości ujęcia, gdyż ta strona mapy ma charakter zapisu rejestracyjnego. Często ten charakter podkreśla wprowadzenie liczb na mapę. Liczby pojawiają się przy dużych podziałkach na mapach specjalnych, lub przy trudnościach wydzielenia grup według określonych wielkości (statystyka wydobycia wody, chemizm).

Na mapach jednostek hydrogeologicznych umieszcza się dodatkowo liczby charakteryzujące wydzielone rejony (głębokość do wody, wydajność, skład). Przy odpowiednim ujęciu graficznym ułatwia to czytanie mapy i zmniejsza rozmiar objaśnień (legendy).

Liczby wraz z sygnaturami prowadzą do pojawienia się na mapie diagramu i kartogramu (wykresy słupkowe lub inne odpowiednio rozmieszczone). Formy te należy jednak traktować jako niezbyt właściwe dla map hydrogeologicznych za wyjątkiem ilości wydobycia wody podawanych np. dla jednostek administracyjnych.

Ujęcie graficzne równoległych map hydrogeologicznych, na których poszczególne elementy zostały podzielone, zależy od tego, czy są one przystosowane do nakładania na siebie (materiał przezroczysty), czy też do czytania osobno. W drugim ujęciu jest większa swoboda w posługiwaniu się oznaczeniami i barwami.

#### LITERATURA (do części I i II)

- Alekin O. A. — Osnovy gidrochimii. Leningrad 1953.
- Anderle N. — Zur Kenntniss der Grundwasser-Verhältnisse der Umgebung von Lienz, Villach, Klagenfurt und Wolfsberg „Jahrb. d. Geol. Bundesanst.“ XCVII, 2, Wien 1954.
- Bliznjak E. W. — Wodnyje issledowanija. Moskwa 1952.
- Bogomołow G. W. — Podstawy hydrogeologii. Warszawa 1955. Wydawnictwa Geologiczne.
- Bolewski A. — Współdziałanie nauk geologicznych z gospodarką narodową. „Przegląd Geologiczny“ 1955, nr 5.
- Bujałow N. I. — Strukturalnaja i polewaja geologija. Moskwa 1953.
- Carlé W. — Die geologischen Grundlagen der Wasserversorgung des Triasgebietes und Albvorlandes von Nordost-Württemberg. „Zft. d. Deutsche Geol. Ges.“ 105, 2, 1953 (1954).
- Dahlgrün F. — Wasser und Wasserbau im Aufgabenkreis des Reichsamtes für Bodenforschung. „Jahrb. d. Reichsamtes f. Bodenf.“ f. d. Jahr 1942. B. 63, 1944.
- Gołąb J. — Jak zdobywamy wodę dla gospodarki narodowej. Warszawa 1954. Wydawnictwa Geologiczne.
- Grahmann K. R. — Die Aufnahme der Grundwasser im Lande Sachsen. „Jahrb. d. Reichsamtes f. Bodenf.“ f. d. Jahr 1942 B. 63.
- Hasemann W. — Geologie und Wasserversorgung in Baden und in Elsass „Jahrb. d. Reichsamtes f. Bodenf.“ f. d. Jahr 1942. 63, 1944.
- Hershey H. G. — Present Geological Research an Ground Water Resources in Iowa. Proc. of the Iowa Ac. of Sc. 61, 1954.
- Hübner H. — Die Grundwasseranreicherung in der Letzlinger Heide. „Wasser-Wirtschaft-Technik“ 1954, nr 11.
- Hydrogeologie du Maroc (praca zbiorowa). Rabat 1952.
- (Instrukcja) mapy hydrograficznej i geomorfologicznej. Biul. Inst. Geogr. PAN z. 7, 1954.
- Kamieński G. N. — Badania hydrogeologiczne i poszukiwania źródeł zaopatrzenia w wodę. Warszawa 1954.
- Keilhack K. — Lehrbuch der Grundwasser und Quellenkunde. Berlin 1935.
- Koehne W. — Grundwasserkunde. Stuttgart 1948.
- Küpper H. — Geologie und Grundwasservorkommen im südlichen Wiener Becken. „Jahrb. d. Geol. Bund.“ XCVII 2, Wien 1954.
- Makarenko F. A. — O gieniezisie sierowodorodnych wod Macesty. (Rec. „Przegląd Geologiczny“ 1953, nr 6).
- Malinowski J. — O sposobie wykonywania geologicznych map inżynierskich. „Przegląd Geologiczny“ 1954, nr 12.
- Meizner O. E. — Ground Water in the United States. Water Supply — Paper 1836 — D. Washington 1939.
- Ostendorff E. — Die Grundwasser im nordöstlichen Weichseldelta mit besonderer Berücksichtigung der Versalzung. Schriften der Landes kundlichen Forschungsstelle — Danzig Reihe III. Beitr. zur Bodenforschung des Reichsgaues Danzig-Westpreussen. B. III, 1944.
- Owczynnikow A. M. — Obszczaja gidrogeologia. Moskwa 1949.
- Pazdro Z. — Mapa hydrogeologiczna, jej treść i znaczenie „Przegląd Geologiczny“ 1955, nr 4.
- Pfalz R. — Grundwasserkunde. Halle 1951.
- Pomianowski W., Rybczyński M., Wóycicki K. — Hydrologia, cz. H. Wody gruntowe. Warszawa 1934.
- Popow J. W. — Metodyka sporządzania map geologiczno-inżynierskich. Warszawa 1955.
- Rosłoński R. — Stan opracowania mapy hydrogeologicznej arkusza Łódź — Piotrków w skali 1 : 300 000. PIG, Pos. Nauk. 45, r. 1936; 48, r. 1937.
- Rühle E. — Studium powiatu kowelskiego. „Rocznik Wołyński“ 1937.
- Samsonowicz J. — Badania hydrogeologiczne nad poziomami wód artezyjskich w Warszawie (maszynopis). Biblioteka Tech. Wod. i Kan. m: st: Warszawy.
- Siemichatow A. N. — Gidrogeologia. Moskwa 1954.
- Skibniewski L. — Zagadnienie wód gruntowych w hydrologii. „Gospodarka Wodna“ 1952, XII.
- Stremme H. — Über Wasserkarten. „Zft. d. d. Geol. Gesell.“ 1933, nr 85.
- Thiem — Hydrogeologische Übersichtskarte. (rec.) „Wasser-Wirtschaft-Technik“ 1954, nr 4, 7.
- Tolman C. F. — Ground Water. New York 1937.
- Vogt G. — Grundwasserkartierung. Berlin 1954.
- Water-Supply Papers. — Geological Survey, Washington (wydawane od 1896 r.).
- Werner - Więckowska H. — Zagadnienie metodyczne mapy płytkich wód gruntowych. „Gospodarka Wodna“ 1953, nr 6.
- Werner - Więckowska H. — Zadania i metody geograficznego badania wód gruntowych. „Przegląd Geograf.“ 1954 XXVI.
- Woldstedt P. — Bodenkundliche Kartierungsarbeiten des Reichsamtes für Bodenforschung. „Jahrb. d. Reichsamtes f. Bodenf. f. d. J. 1942, B. 63, 1944.