

## MAPY ZAGROŻENIA WÓD PODZIEMNYCH PRZEZ ZANIECZYSZCZENIE

UKD 550.8:556.388:628.515:502.7(439)

W powodzi opracowań i informacji z dziedziny ochrony środowiska nawet obiektywny, lecz niezorientowany dostatecznie w konkretnej problematyce, czytelnik wiązać może zainteresowanie specjalistów tą ochroną z momentem wyłonienia się postulatów międzynarodowych, wysuniętych w sposób kategoryczny w ONZ. W niektórych przypadkach rzeczywistość pokazano wtedy, poza zdumiewającymi i przerażającymi rozmiarami degradacji środowiska, pewne nowe aspekty współdziaływania procesów, pociągające za sobą konieczność podejmowania specjalnych badań. W większości jednak dyscyplin naukowych i technicznych tematyka środowiskowa była znana od dawna. W ten sposób, przynajmniej w fazie początkowej, apele idące z ONZ i organizacji afiliowanych adresowane były głównie do władz politycznych i administracyjnych. Te z kolei skierowały do kół naukowych dezyderaty i zalecenia czy wprost zamówienia na rozszerzone badania, co ożywiło aktywność fachowców, których głos nie był dotąd słyszany czy doceniany.

Do takich dyscyplin, w których od dawna zwracano uwagę na skutki gospodarczej działalności człowieka, należy hydrogeologia wraz z całością nauk geologicznych i hydrologicznych, dla których jest ogniwem wiążącym. Zarówno w sposób dedukcyjny, jak i na podstawie konkretnych obserwacji i prognoz hydrogeolodzy przestrzegali przed szkodliwymi następstwami ignorowania lub pomniejszania niebezpieczeństw zagrażających cennym pod względem jakościowym wodom podziemnym. Wraz z przestrogam, dotyczącymi ilościowej strony zasobów tych wód, kierowano do czynników kompetentnych wołania o ochronę ich właściwości fizyczno-chemicznych, których pogorszenie może być praktycznie nieodwracalne.

W ostatnich latach nie zabrakło wśród śmielszych głosów w sprawie ochrony i regeneracji środowiska człowieka i kategorycznych postulatów hydrogeologów. Jedną z form prezentowania niebezpieczeństwa, jakie zagraża użytkowym zasobom wód podziemnych, są mapy.

Mapy zagrożenia wód podziemnych przez zanieczyszczenie należą do specjalnych map hydrogeologicznych, gdyż podstawą ich treści jest analiza warunków występowania wód, ich krążenia, skutków eksploatacji itd. Odnotowując w tym miejscu jedy-

nie fakt licznych opracowań szczegółowych o charakterze hydrogeologicznym i wodnogospodarczym, w których znalazły się elementy niekorzystnych zmian jakości wód podziemnych i wskazania środków zaradczych w tym zakresie, zwrócić uwagę wypada na syntetyczne prace kartograficzne. Mapy sporządzane dla całych krajów stanowią cenny materiał dla planowania przestrzennego oraz podejmowania kroków zmierzających do redukcji szkodliwych wpływów istniejących obiektów i prowadzonych zabiegów gospodarczych.

Rozpoczynając w 1967 r. opracowywanie nowej **Mapy hydrogeologicznej Polski**, w skali 1:200 000 włączono do jej treści element zagrożenia użytkowych poziomów wód podziemnych przez zanieczyszczenie z powierzchni. Wyodrębniono zatem poziomy odkryte i zakryte (C. Kolago: Projekt ujęcia hydrogeologicznej mapy Polski 1:200 000, Kwart. geol., 1969, nr 4). Na kolejnych arkuszach tej mapy, obok innych podstawowych elementów hydrogeologicznych, zarysowują się obszary, na których pierwsza użytkowa warstwa (poziom) wodonosna jest izolowana od powierzchni serią utworów nieprzepuszczalnych lub pozbawiona takiej ochrony. Dysponując jednocześnie obrazem głębokości występowania stropu tej warstwy (poziomu), jej charakteru (utwory sypkie lub lite szczelinowate), można zdać sobie sprawę ze stopnia zagrożenia jakości wód głównego w danym rejonie poziomu. Warstwy głębsze — o ile istnieją — są zakryte, co wynika z faktu ich odrębności.

W 1967 r. zakończono kilkuletnią pracę nad **Mapą hydrogeologiczną województwa olsztyńskiego**, w skali 1:100 000, wykonywaną przez zespół specjalistów miejscowych pod kierunkiem piszącego te słowa (C. Kolago: Hydrogeologia województwa olsztyńskiego. Prz. geol., 1967, nr 12). Wśród zasadniczych składników treści tej nie publikowanej mapy znalazł się stopień zagrożenia jakości wód użytkowych czerpanych z zasobów podziemnych.

W mniejszej podziale, bo 1:1 000 000, w 1971 r. autor tych słów sporządził **mapę Polski** dla Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju (C. Kolago: Zagrożenie zasobów wód podziemnych w Polsce na tle warunków hydrogeologicznych; praca nie publik.). Mapa ta posłużyła jako jeden z elementów do kompleksowego ujęcia kartograficznego problematyki szologicznej w naszym kraju. Poza charakterystyką

strony ilościowej w zagrożeniu wód, wyodrębnione zostały na mapie 4 typy obszarów, na których występuje zagrożenie jakości poziomów użytkowych w stopniu przeważnie silnym, ograniczonym (miejscami silnym), przeważnie słabym, bardzo słabym lub praktycznie wcale.

Jako kryteria przy wydzieleniu tych obszarów brano pod uwagę przede wszystkim charakter zbiorników skalnych gromadzących wody użytkowe oraz ich nadkładu, a także głębokość występowania serii wodonośnych, poza tym zaś: obecność wód powierzchniowych, rejonów górniczych, stref intensywnej eksploatacji wód podziemnych, sąsiedztwo wód mineralnych, rozmieszczenie aglomeracji urbanistycznych itp. W skali całego kraju w klasyfikacji tak ujętej, przeważają obszary zaliczone do dwóch bezpieczniejszych klas, jednak trzeba wziąć pod uwagę, że groźba degradacji jakościowej zasobów wód dotyka rejonu najbardziej eksploatowane, a często i najbogatsze w dobre wody podziemne.

Nad ujęciem przestrzennego obrazu rzeczywistego i potencjalnego zanieczyszczenia wód podziemnych w Polsce prowadzone są prace w różnych ośrodkach naukowych, jak np. w AGH (A. Kleczkowski); w IG ukazał się szkic zawierający ocenę możliwości zanieczyszczenia wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego w Polsce, z wydzieleniem 3 zasadniczych typów obszarów w tym zakresie (S. Łodziński, B. Paczyński, Z. Płochniewski: Główne zadania w zakresie ochrony wód podziemnych w Polsce. Pr. geol., 1973, nr 11).

Również przedmiotem specjalnych map w innych krajach jest potencjalne niebezpieczeństwo dla jakości wód podziemnych: Tu ograniczę się do przykładów opracowań z paru krajów, omawiając je — jako mniej dostępne — nieco szerzej. W krajowym Urzędzie Geologicznym **Północnej Nadrenii-Westfalii** w Krefeld opracowano w 1970 r. mapę zagrożenia wód podziemnych przez zanieczyszczenie w skali 1:500 000 (H. Bolsenkötter, H. D. Hilden: Karte der Verschmutzungsgefährdung der Grundwasservorkommen in Nordrhein-Westfalen).

Mapa zawiera 5 zasadniczych typów obszarów pod względem możliwości oczyszczania się infiltrujących i krążących w środowisku skalnym wód. Barwami czerwonymi zaakcentowano brak warunków oczyszczania się („filtrowania”) lub tylko słabe jego możliwości. W pierwszym przypadku są to strefy odkrytego krasu, w drugim zaś skał szczelinowatych, jak piaskowce, wapienie, bazalty, dla których pewną izolację tworzą warstwy zwietrzelinowe. Kolorem zielonym i żółtym oznaczono również odkryte serie wodonośne, lecz złożone z utworów sypkich (żwiry, piaski, także słabo spójne piaskowce). Zanieczyszczenia bez przeszkód wprawdzie przedostają się do warstwy wodonośnej, lecz rozszerzanie się ich hamowane jest przez filtrowanie i idące z tym w parze samooczyszczanie wody. Osobno zaznaczono możliwość zakażenia z wód powierzchniowych.

Można tu dodać, że wymienione obszary należy zaliczyć do silnie zagrożonych, wobec rozmaitej podatności tego środowiska geologicznego na absorbowanie lub przepuszczanie wielu składników odprowadzanych ze ściekami lub odpadkami, nie mówiąc o rosnącej intensywności zakażenia podłoża przez nowoczesny przemysł i odpadki z gospodarstw domowych.

Dalszym typem podłoża są utwory nieprzepuszczalne, przykrywające warstwy wodonośne; są to np.: iły, ilowce, łupki. Zaburzenia tektoniczne powodują jednak lokalnie wzrost zagrożenia wód podziemnych, w związku z czym i powierzchnie pokryte na mapie barwą szarą nie mogą być traktowane jako strefy całkowitego bezpieczeństwa. Do strefy takiej nie można włączyć i zaznaczonej specjalną szrafurą przestrzeni, na której sypkie — na ogół — warstwy wodonośne przykryte są co najmniej dwumetrową serią nieprzepuszczalną (iły, gliny, także leśsy). Izolację taką nie sposób bowiem uznać za wystarczającą, nawet poza obrębem zurbanizowanych rejonów, z budownictwem podziemnym przebijającym pokrywą izolującą. Kolor pomarańczowy zachowany jest na mapie dla obszarów o zmiennych warun-

kach filtrowania wody, o bardzo mozaikowej litologii.

Mapę uzupełniają oznaczenia kierunków odpływu wód podziemnych, rejonów górniczych, rejonów odwadnianych, większych składowisk odpadków itp. Ogólnie mapę tę można określić jako „pesymistyczną”, pokazującą powszechność zagrożenia, przynajmniej lokalnego, użytkowanych poziomów wód podziemnych. W warunkach zagospodarowania Reńsko-Westfalskiego „Landu” jest to zrozumiałe.

**Mapa francuska** zestawiona dla całego państwa w skali 1:1 000 000, wydana drukiem w 1970 r., zamówiona została przez najwyższą kompetencję we Francji instytucję planowania — Komisję Zagospodarowania Kraju i Działalności Regionalnej — DARTAR, a ściślej podległy jej Stały Sekretariat do spraw Badań Problemów Wodnych. Opracowano ją w Bureau de Recherches Géologiques et Minières — Państwowej Służbie Geologicznej (M. Albinet: Carte de vulnérabilité à la pollution des nappes d'eau souterraine de la France).

Opracowanie jest przejrzyste, treść prosta, ograniczona do elementów zasadniczych. Wydzielono 6 podstawowych klas według stopnia zagrożenia wód podziemnych. Barwa czerwona i tu oznacza strefy najbardziej niebezpieczne, z wodami w aluwkach rzecznych oraz w wapieniach skrasowiałych. W pierwszych zanieczyszczenie może być skierowane z powierzchni terenu jak i z rzek. Możliwość zakażenia wód wzmocniona jest dużą na ogół eksploatacją wód w dolinach. Szrafurą czerwoną pokryto rejony z pewną izolacją na powierzchni, zmniejszającą nieco zagrożenie (np. Camargue u ujścia Rodanu, dolna Lcara). Bezpośredni kontakt z wodami powierzchniowymi — przeciwnie — wzmacnia możliwość zakażenia. Rozwinięty kras nie daje żadnej ochrony naturalnej obfitych wód podziemnych, np. w Alpach, Wogezach, Masywie Centralnym, Pirenejach (w Polsce dotyczyłoby to tylko niewielkich skrawków na południu kraju).

Niewiele mniejsze zagrożenie panuje w zasięgu spękanych skał litych, piaskowców, wapieni (bez krasu), bazaltów. Reprezentujące je dwa odcienie barwy pomarańczowej wyodrębniają obszary z głębokością większą i większą niż 50 m do zwierciadła wody. Głębokość ta odgrywa tu już rolę czynnika ochronnego. Warunki tego typu występują we Francji w granicach Basenu Paryskiego, północnej części Basenu Akwitańskiego i in. (w Polsce są one typowe dla wyżyn). Barwą żółtą zaznaczono bezpieczniejsze strefy poziomów wodonośnych w piaskach i piaskowcach, pod ograniczoną izolacją.

Jako zupełnie bezpieczne uważa się rejony „niebieskie”, z wodami występującymi pod pokrywą iłów, margli itp. Zajmują one niewiele miejsca i występują m. in.: w Basenie Akwitańskim, na północnym wschodzie kraju i kilku innych regionach (u nas włącza się do analogicznej klasy znaczne strefy na niżu). Podobne, jednak nieco gorsze, warunki ochrony wód panują w zasięgu skał magmowych i metamorficznych oraz sfałdowanych skał osadowych, gdzie zagrożenie wzrasta wraz z większą szczelinowatością podłoża. Przyjęta w tym przypadku barwa zielona dominuje w centrum Francji i na północnym zachodzie, w Pirenejach, na Korsyce.

Pasy pomarańczowo-zielone wskazują na silną zmienność przestrzenną przepuszczalności skał, głównie w Basenie Paryskim (w Polsce doszukiwać się można zbliżonych warunków w Sudetach i Karpatach). Strzałki czerwone, wskazujące kierunki odpływu wód podziemnych, umieszczono na obszarach zagrożonych. Inne oznaczenia lokalne odgrywają drugorzędą rolę.

Wydana w żywych barwach mapa francuska spełnia funkcję wstępnego zasygnalizowania groźby degradacji środowiska w zakresie wód podziemnych. Korzystanie z takich map jest pełniejsze, gdy czyta się je na tle rozmieszczenia zasobów wód; wtedy bowiem stopień zagrożenia jakości nabiera pełniejszego znaczenia gospodarczego.

O podobnej tematyce, lecz nieco inaczej ujęta jest **mapa Hiszpanii**, wydana w 1972 r. w skali

1:1 000 000 (Mapa de vulnerabilidad a la contaminación de la España Peninsular, Baleares y Canarias). Na mapie tej, opracowanej przez Instytut Geologiczny w Madrycie, wydzielono 4 grupy rejonów: 1) z możliwością łatwego zanieczyszczenia, głównie w zasięgu odkrytych aluwów piaszczystych i skał skrasowiaków; 2) zabezpieczonych w dużej mierze przed bezpośrednim zanieczyszczeniem, dzięki ograniczonej prędkości rozchodzenia się szkodliwych składników (piaskowce, piaski z przykryciem ilastym 3) o zmiennych przestrzennie warunkach; 4) zbudowanych z utworów nieprzepuszczalnych, pozbawionych zasobniejszych poziomów wodonosnych, przy czym zanieczyszczenie pochodzić tu może głównie z wód powierzchniowych. Obszary 1 grupy oznaczone zostały barwami: czerwonymi, pomarańczowymi i fioletowymi, 2 — żółtymi, 3 — szrafurą, ostatniej zaś — niebiesko-zielonymi. Jako wstępną próbę zróżnicowania stopnia zagrożenia wód i gruntów, mapę hiszpańską uznać należy za bardzo przejrzyste, choć ogólne opracowanie.

W Czechosłowacji przystępuje się ostatnio do opracowania specjalnych map w skali 1:200 000, pokazujących stopień zagrożenia wód podziemnych i charakter koniecznej ich ochrony. Uwzględnia się głównie zagrożenie potencjalne, niezależnie od istniejących już źródeł zanieczyszczenia. Jako podstawę wydzieleń tego zagrożenia przyjmuje się kryteria wynikające z następstwa utworów o różnej przepuszczalności. Od najbardziej do najmniej zagrożonych obszarów stosują się kolejno barwy: czerwona, pomarańczowa, żółta, zielona, niebieska, purpurowa. Szrafura w 4 rodzajach wskazuje na zasięg ochrony (od punktowej do wielkoprzestrzennej).

Niezależnie od opracowań w skali krajowej i regionalnej, służących dla planowania przestrzennego, coraz pilniejsze staje się szersze wprowadzanie ele-

mentu ochrony wód podziemnych na mapy hydrogeologiczne seryjne w większych podziałkach, co znajduje już u nas swój wyraz. Jako przykład map obcych wymienić można opracowanie regionu Crau u ujścia Rodanu we Francji, w skali 1:50 000. Głównym elementem kartograficznym jest tu rozmieszczenie istniejących i potencjalnych źródeł zanieczyszczenia, jak: wysypiska, rzuty ścieków, cmentarze, żwirownie itp. Obiekty tego rodzaju przedstawione są tu na tle barwnych płaszczyzn ilustrujących utwory przypowierzchniowe; mapa zawiera również hydrogeologiczne parametry graniczne oraz ujęcia wód podziemnych. Podobne mapy zestawia się dla rejonu dolnej Durance.

W Krefeld, w Urzędzie Geologicznym Nadrenii-Westfalii (RFN) autor oglądał przed paru laty rękopiśmienny arkusz mapy w skali 1:25 000 poświęcony zagadnieniu stref ochronnych na obszarach wysypisk komunalnych i przemysłowych. Tego rodzaju opracowania zbliżają się do map specjalnych (nie arkuszowych czy seryjnych), a więc obejmujących rejon wybrane z punktu widzenia większego zagrożenia czy istniejącego już zakażenia wód podziemnych, lub jednostki miejsko-aglomeracyjnej, dla których szczególnie pilne staje się właściwe zaplanowanie gospodarki ściekami i odpadkami stałymi.

Mapy takie mogą, a najczęściej powinny mieć bogatszą treść od map syntetycznych i ogólnych lub seryjnych, a przede wszystkim zawierać one muszą szczegółową klasyfikację obszarów pod względem wpływu działalności gospodarczej na jakość wód podziemnych i powierzchniowych. O mapach tego typu dyskutowano niedawno w Techniczno-Ekonomicznej Radzie Naukowej M. St. Warszawy (C. Kologo: Geologiczne kryteria lokalizacji wysypiska na przykładzie Warszawy. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 1974, nr 10).