

BADANIA HYDROGEOLOGICZNE W PROGRAMOWANIU MELIORACJI

Regina Poźniak

Wydział Melioracji Wodnych

SGGW-AR

Rozwój w ostatnim trzydziestoleciu metod badawczych stosowanych w hydrogeologii umożliwił poznanie wielu procesów związanych z genezą, warunkami występowania i przemianami jakim podlegają wody podziemne. Ustalono też wiele praw rządzących tymi procesami. Jedno z nich głosi, że wody podziemne strefy aktywnej wymiany, a więc wody podlegające drenażowi przez sieć rzeczną i odpływające do mórz i oceanów oraz wody powierzchniowe, stanowią jeden spójny system wodny, w którym następuje wzajemne oddziaływanie na siebie dwóch podsystemów orohydrograficznego i hydrogeologicznego. Strefę aktywnej wymiany tworzy kompleks skał, przez który odbywa się przepływ wód podziemnych od obszarów zasilania (wododziały, okna hydrogeologiczne) do obszarów ich drenażu (doliny rzeczne, zagłębienia bezodpływowe, źródła). Za podsystem orohydrograficzny uważa się przestrzenny układ badanej rzeki wraz z jej dopływami, płynącymi na różnych wysokościach bezwzględnych, a za podsystem orohydrogeologiczny - przestrzenny układ kompleksów skał, przewodzących wody podziemne i występujących analogicznie do rzek na różnych wysokościach bezwzględnych.

Najmniejszą jednostką systemu wodnego jest zlewnia. Ponadto pochodzenie wód powierzchniowych i wód podziemnych jest takie same - źródłem ich powstawania są opady atmosferyczne. Z uwagi jednak na różne miejsca i środowisko występowania tych wód oraz inne prawa nimi rządzące, metody badawcze stosowane do ich poznania muszą być różne.

Wszelkie przedsięwzięcia melioracyjne mają na celu zmianę i poprawę z rolniczego punktu widzenia warunków wodno-glebowych i dlatego też powinny opierać się nie tylko na rozpoznaniu warunków glebowych i hydrologicznych lecz również na rozpoznaniu i ustaleniu warunków hydrogeologicznych.

Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych i określenie ilościowego udziału wód podziemnych w bilansie wodnym jest niezbędne do ustalenia prawidłowych przedsięwzięć technicznych i gospodarczych na obszarach rolniczych i wiejskich.

Warunki hydrogeologiczne powinny być uwzględnione przede wszystkim przy ustalaniu zakresu i sposobu: melioracji odwadniających obszary położone w dolinach rzecznych, nawodnień opartych na ujęciach wód podziemnych, zaopatrzenia rolnictwa i wsi w wodę oraz ochrony wód podziemnych (poprzez prognozowanie wpływu melioracji na ich zasoby), a także wpływu chemizacji rolnictwa na jakość wód podziemnych.

JEDNOSTKI HYDROLOGICZNO-HYDROGEOLOGICZNE

Kilka zlewni cząstkowych, bądź całkowitych rzek różnego rzędu, występujących na zwartym obszarze o zbliżonej budowie geologicznej i zbliżonych warunkach hydrogeologicznych stanowi określoną jednostkę hydrologiczno-hydrogeologiczną, tj. taką jednostkę regionalną, która posiada wspólną dla kilku zlewni warstwę wodonośną. Jest to warstwa o zasięgu regionalnym i drenowana przez poszczególne rzeki występujące na tym obszarze, a także przez dolinę recipienta, do którego uchodzą poszczególne rzeki. Jednostkę taką stanowi najczęściej kilka rzek II lub III rzędu wraz z ich zlewniami powierzchniowymi i podziemnymi. Powiązanie programowania melioracji z takimi jednostkami regionalnymi pozwoli zaprogramować optymalny wariant zagospodarowania wody dla potrzeb rolnictwa danego regionu.

Przykładem regionu wymagającego kompleksowego i specjalnego podejścia metodycznego do problemu regulowania stosunków wodnych w glebie oraz zaopatrzenia rolnictwa i wsi w wodę są Góry Świętokrzyskie. Są one obszarem źródłiskowym wielu rzek II rzędu, tj.: Nidy, Iłżanki, Kamiennej, Radomki i częściowo Pilicy, której zlewnia wyznacza zachodnią granicę kraju. Obszar ten ma bardzo skomplikowaną budowę geologiczną, charakteryzującą się licznymi dyslokacjami tektonicznymi. Jak wykazały przeprowadzone na tym obszarze badania, wody szczelinowe strefy przypowierzchniowej są drenowane przez rzeki przepływające przez masę świętokrzyski oraz lewobrzeżną część doliny Wisły i jej koryto, na odcinku od ujścia Nidy do ujścia Pilicy.

Innym przykładem jest obszar zlewni Wkra-Drwęca wraz ze Skrwą. Region ten ma powierzchnię około 12 000 km², o przeciętnej miąższości wynoszącej 150 m. Wspólnym obszarem źródłowym jest tu region Garbu Lubawskiego po Nidzicę, przy czym wszystkie trzy zlewnie zbudowane są z utworów plejstocenijskich i holocenijskich, a rzeki płyną z północy na południe. Taki kierunek ma również główny strumień wód podziemnych, dla którego obszarem drenażu są ujściowe odcinki Wkry, Skrwy i Drwęcy oraz Wisły, na odcinku od ujścia Narwi do ujścia Drwęcy.

Wspólny obszar źródłiskowy rzek: Pisy, Szkwy, Rozogi i Omulwi stanowi wododział dorzecza Wisły i Pregoty, który przebiega przez najwyższe wzniesienie Pojezierza Mazurskiego. Generalnie zlewnie podziemne tych rzek są prawie jednorodne,

gdyż formują je sandrowe utwory piaszczyste o przeciętnej miąższości 20-30 m, miejscami rozdzielone gliną zwałową. Obszar ten jest równiną o bardzo małych deniwelacjach powierzchni terenu.

Przytoczone wyżej regiony w sposób zasadniczy różnią się między sobą (np. Góry Świętokrzyskie i Kotlina Kurpiowska) i wymagają różnego opracowania programu melioracji i zaopatrzenia rolnictwa i wsi w wodę, głównie ze względu na różne warunki hydrogeologiczne i hydrologiczne, klimatyczne i glebowe, różne agrocenozy i protocenozy [3]. Natomiast wewnątrz każdego z tych regionów przy rozwiązywaniu zadań cząstkowych może być stosowany taki sam program i zbliżone metody rozwiązań projektowych.

W wyniku dotychczasowej działalności badawczej instytutów naukowych, przedsiębiorstw i innych instytucji nagromadzona została dostateczna ilość poznawczego materiału dokumentacyjnego, dotyczącego środowiska przyrodniczego poszczególnych regionów Polski. Wydaje się więc, że obecnie w krótkim (2-3 letnim) okresie możliwe jest sporządzenie naukowej syntezy (choćby orientacyjnej), w wyniku której dokonany zostałby podział kraju na regiony hydrogeologiczno-hydrologiczne dla potrzeb programowania melioracji oraz zaopatrzenia rolnictwa i wsi w wodę. Jako podstawowe kryteria wydzielenia takich regionów proponuje się przyjąć m.in.:

- genezę regionu, np. deltowe obszary depresyjne, równiny sandrowe,
- budowę geologiczną,
- warunki hydrogeologiczno-hydrologiczne,
- czynniki przyrodnicze dominujące w regionie, np. rodzaje gleby, warunki klimatyczne,
- sposób użytkowania ziemi,
- potrzeby w zakresie melioracji;
- potrzeby w zakresie zaopatrzenia rolnictwa i wsi w wodę,
- możliwości ochrony i zachowanie w dobrym stanie środowiska przyrodniczego.

Na tak ustalonych podstawach możliwe będzie kompleksowe programowanie przedsięwzięć melioracyjnych. Próbą takiego właśnie kompleksowego podejścia do opracowania programu melioracyjnego jest praca nt. „Pilotowy system wodno-gospodarczy dla zlewni Górnej Noteci w ramach programu rządowego PR-7” [1], do opracowania której zebrano ogromną ilość danych (choć nie zawsze okazały się one wystarczające) o środowisku przyrodniczo-rolniczym. W celu umożliwienia wykorzystania tych danych opracowano zbiór programów „Promel” oraz drugi zbiór programów „Dmel”, umożliwiające dokonanie oceny i analizy zjawisk hydrologicznych, gospodarki wodą i ekonomicznej optymalizacji rozwiązań technicznych w systemie wodno-gospodarczym. Jest to niewątpliwie cenne doświadczenie, choć ograniczone do zlewni cząstkowej i powinno być wykorzystane przy opracowaniu regionalnym.

ZLEWNIE PODZIEMNE

Obszarem działania służb melioracyjnych są zazwyczaj zlewnie rzeczne, szczególnie doliny i zagłębienia bezodpływowe, zagospodarowane najczęściej jako użytki zielone oraz wysoczyzny z polami uprawnymi. Doliny rzeczne i zagłębienia bezodpływowe to przede wszystkim obszary drenażu wód podziemnych, ponadto obszary zasilane spływem powierzchniowym i infiltracją wód opadowych. Są to najczęściej tereny stale bądź okresowo podmokłe. Obszary wysoczyznowe to dla wód podziemnych obszary przepływu od stref wododziałowych, tj. zasilania, do dolin rzecznych, tj. stref drenażu. Tak więc zlewnię podziemną określa powierzchniowo dział wód podziemnych ustalony na podstawie mapy ukształtowania powierzchni zwierciadła wód podziemnych. W warunkach Nizy Polskiego wododział podziemny pokrywa się z wododziałem powierzchniowym; podziemną zlewnię stanowi kompleks skał rozciętych doliną rzeczna, która drenuje wody podziemne ze skał zawodnionych występujących po obu jej stronach. Miąższość tego kompleksu skał, czyli zlewni podziemnej, oblicza się z różnicy rzędnych obszarów źródliskowych rzeki i rzędnych dna doliny recipienta. Dla naszych rzek nizinnych II i III rzędu miąższość zlewni podziemnej wynosi 100-150 m. Tak więc wody podziemne na obszarach wododziałowych, bądź w górnych częściach zlewni, występują na głębokościach np. 80-100 m. W dolinie rzecznej warstwa wodonośna może stanowić powierzchnię terenu, a woda występować może na głębokości 1-2 m poniżej powierzchni terenu. Należy również podkreślić, że wzdłuż biegu rzeki dolina nadcina warstwy wodonośne o zróżnicowanym rozprzestrzenieniu i stąd niektóre fragmenty dolin są bardzo intensywnie zasilane przez wody podziemne.

Wszelkie prace melioracyjne w sposób bezpośredni bądź pośredni ingerują również w układy hydrogeologiczne. Melioracje odwadniające zubożają zasoby wód podziemnych poprzez przyśpieszenie odpływu podziemnego i spływu powierzchniowego, a szybkie odprowadzanie wód opadowych lub roztopowych uniemożliwia lub znacznie ogranicza ich infiltrację w głąb i zasilanie niżej leżących warstw wodonośnych. Te głębiej występujące warstwy wodonośne ujmowane są w studniach, które w ponad 85% pokrywają zapotrzebowanie rolnictwa i wsi w wodę. Nie było więc przypadku przeniesienia w roku 1963 całości spraw związanych z zaopatrzeniem rolnictwa i wsi w wodę z resortu gospodarki komunalnej do resortu rolnictwa i połączenie ich z problematyką melioracji wodnych. Połączenie takie jest ze wszech miar słuszne, gdyż sfera działania jest wspólna, wspólny jest też obszar działania - zlewnie rzeczne, ten sam przedmiot zainteresowania - woda, zbliżony jest również sposób działania, polegający na technicznej ingerencji człowieka w obieg wody w przyrodzie.

BADANIA HYDROGEOLOGICZNE DLA POTRZEB PROJEKTOWANIA MELIORACJI

Dla prawidłowego zaprojektowania, realizacji i eksploatacji urządzeń wodno-melioracyjnych [2] niezbędne jest ustalenie wielkości i zróżnicowania (wzdłuż obu brzegów i całej doliny) zasilania podziemnego. Jest to zadanie trudne, wymaga znajomości ogólnej budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych całej zlewni oraz szczegółowej charakterystyki stosunków hydrodynamicznych i wahań stanów wód gruntowych na obszarze projektowanego obiektu melioracyjnego.

Ilość wody podziemnej dopływającej do doliny rzecznej nie jest jednakowa na całej jej długości i na obu brzegach lecz wykazuje znaczne zróżnicowanie. Wielkości zasilania podziemnego dla obu brzegów na różnych odcinkach rzeki mogą różnić się nawet stokrotnie, jak wykazały np. badania rzeki Drwęcy. Zasadnicze znaczenie ma w takich wypadkach budowa geologiczna zlewni podziemnej, w której sposób ułożenia, tektonika oraz geneza i wiek warstw decydują o morfologii wysoczyzny i doliny oraz o warunkach hydrogeologicznych, szczególnie hydrodynamicznych, w całej zlewni podziemnej i dolinie. Strumień wód podziemnych dopływających z wysoczyzny do doliny ulega rozdzieleniu, w wyniku czego część wód dopływa do rzeki, część zaś zasila utwory wypełniające dolinę, formując w nich strumień wód podziemnych przepływających równoległe do rzeki zgodnie z pochyleniem doliny. W zależności od: kształtu doliny, jej szerokości i głębokości, wcięcia erozyjnego, spadku podłużnego rzeki, spadków zwierciadła wody podziemnej, charakteru warstw wodonośnych (czy przewodzą wody o zwierciadle swobodnym, czy pod ciśnieniem), a także od rodzaju skał budujących dolinę, (szczególnie w jej partiach stropowych) następuje zróżnicowanie głębokości położenia zwierciadła wody podziemnej. Tak więc różne może być położenie zwierciadła wody w profilu glebowym w poszczególnych fragmentach doliny i odmienne w związku z tym prace melioracyjne, zapewniające optymalne położenie zwierciadła wody podziemnej dla prowadzonych tam upraw roślinnych.

Przedstawione wyżej problemy powinny znaleźć odzwierciedlenie na mapach hydrogeologicznych całej zlewni oraz doliny rzecznej. Mapy całej zlewni winny być sporządzone w skali 1:100 000; 1:50 000 lub 1:25 000, zależnie od wielkości powierzchni zlewni, budowy geologicznej oraz ilości istniejących punktów rozpoznania, tj. dokumentowania warunków hydrogeologicznych.

W I etapie badań powinny być ustalone ogólne warunki hydrogeologiczne zlewni na podstawie analizy i wykorzystania materiałów istniejących, takich jak:

- zestaw tematycznych map, np. geologicznej, geomorfologicznej, orohydrograficznej i innych,
- opis istniejących wierceń, opracowań, literatury,
- jednorazowy pomiar zwierciadła wody podziemnej w istniejących studniach (kopanych i wierconych).

Badaniami prowadzonymi na tym etapie należy objąć cały obszar zlewni powierzchniowej, powiększony o strefę szerokości 3 do 5 km rozciągającą się wzdłuż wododziału zlewni, w celu ustalenia przebiegu działania wód podziemnych. W wyniku tych badań i analizy materiałów można ustalić:

- zarys budowy geologicznej i geomorfologicznej obszaru zlewni,
- granice zlewni podziemnej, tj. wododziały,
- pionowy zasięg zlewni, a więc grubość kompleksu skał drenowanych przez dolinę i rzekę,
- obszary zasilania i intensywnego drenażu wód podziemnych,
- charakter kontaktów hydraulicznych między poszczególnymi warstwami wodonośnymi.

Powyższe ustalenia pozwalają opracować wstępny model przestrzenny warunków hydrogeologicznych, a szczególnie model hydrodynamiczny zlewni podziemnej. Umożliwia to opracowanie koncepcji optymalnego gospodarowania łącznego (wodami podziemnymi i powierzchniowymi) w zlewni rzecznej, głównie dla potrzeb rolnictwa. Wyniki badań prowadzonych na tym etapie mogą być również przydatne przy podejmowaniu decyzji ostatecznej o lokalizacji budowli hydrotechnicznych i urządzeń wodnomelioracyjnych.

Drugi etap powinien dotyczyć projektowania badań dla poszczególnych obiektów (głównie w dolinie rzecznej) w celu ustalenia kontaktu hydraulicznego między warstwami, lokalizacji pomiarowych przekrojów hydrometrycznych itp.

Na tym etapie należy już uściślić parametry hydrogeologiczne warstw wodonośnych i słabo przepuszczalnych, takie jak: miąższość warstwy zawodnionej, zmienność współczynnika filtracji, wielkość infiltracji, odsączalność, porowatość efektywna każdej warstwy wodonośnej. Ponadto na tym etapie należy prowadzić badania uzupełniające dla potrzeb prognozowania wpływu melioracji na wody podziemne terenów przyległych. Powinny więc być wykonane badania oporności filtracyjnych koryta rzeki i brzegów obszarów zabagnionych. Na tym etapie należy również dokonać kilkakrotnych pomiarów hydrometrycznych natężenia przepływu w rzece i dopływach w długotrwałych okresach bezdeszczowych, a więc przy stanach niżówkowych w rzece, kiedy cały przepływ uznać można za przepływ pochodzenia podziemnego. Ponadto należy wykonać metodą modelowania matematycznego, hydrogeologiczną prognozę wpływu projektowanych urządzeń wodnomelioracyjnych na stany wód gruntowych terenów przyległych. Wskazane jest również dokonanie fotointerpretacji zdjęć lotniczych wykonanych przy najwyższych stanach wód gruntowych.

Etap III to okres obejmujący realizację i eksploatację obiektów melioracyjnych. W okresie tym szczególną uwagę należy skupić na pomiarach i obserwacji stanów wód podziemnych na obszarach meliorowanych i bezpośrednio do nich przyległych. Dokonywane powinny być również pomiary natężenia przepływu w ciekach i rowach me-

lioracyjnych u ujścia drenów. W etapie tym powinny być również wykonane serie zdjęć lotniczych stanu uwilgotnienia profilu glebowego, po wykonaniu zabiegów melioracyjnych.

Jak już wspomniano doniosłą rolę w określaniu rygoru oszczędnościowego wód gruntowych dla celów projektowania systemów melioracyjnych oraz ustalania wpływu melioracji na wody gruntowe meliorowanych obszarów i terenów do nich przyległych, spełniają obserwacje, tj. pomiary stanów zwierciadła wód gruntowych, dokonane w okresie poprzedzającym melioracje oraz po ich wykonaniu. Pomiarów tych dokonuje się w specjalnie do tego celu odwierconych studniach nazwanych również piezometrami.

BADANIA HYDROGEOLOGICZNE DLA POTRZEB MELIORACJI TERENÓW PRYZBIORNIKOWYCH

Z dotychczasowych doświadczeń wiemy, że projektowanie odwodnień terenów przyzbiornikowych odbywa się głównie na podstawie obliczeń analitycznych ilości wód infiltracyjnych ze zbiornika i wód powierzchniowych dopływających ze zlewni. Nie uwzględnione są natomiast w dostatecznym stopniu wody podziemne dopływające z wysoczyzny (tj. cząstkowej zlewni podziemnej) oraz zmiany kierunku przepływu tych wód i jego natężenia, wynikającego ze zmiany warunków hydrogeologicznych na skutek spiętrzenia wód rzecznych.

Dla prawidłowego zaprojektowania i wykonania odpowiednich urządzeń wodnomelioracyjnych na terenach przyzbiornikowych niezbędne jest wykonanie hydrogeologicznego przewidywania wpływu zbiornika wodnego na wody podziemne terenów przyległych. Dopiero na podstawie takiej prognozy można projektować melioracje terenów przyzbiornikowych. Prace hydrogeologiczne w rejonie zbiorników wodnych również powinny być prowadzone w kilku etapach (najlepiej w 4), gdyż, jak wiadomo, budowa geologiczna obszaru nie zmienia się, a warunki hydrogeologiczne zmieniają się tylko częściowo, zależnie od charakteru budowli hydrotechnicznych i urządzeń wodnomelioracyjnych.

W etapie I powinno nastąpić ustalenie zlewni podziemnej rzeki w rejonie zbiornika wodnego. Ustalenia te pozwalają opracować wstępny model przestrzenny warunków hydrogeologicznych, a szczególnie model hydrodynamiczny cząstkowej zlewni, umożliwiające opracowanie wstępnego przewidywania oddziaływania zbiornika na wody podziemne terenów przyległych. Wyniki badań przeprowadzonych w tym etapie powinny być również przydatne przy podejmowaniu decyzji ostatecznej o umiejscowieniu zbiornika.

Etap II to etap odpowiadający w projektowaniu założeniom techniczno-ekonomicznym. Na tym etapie projektowania inwestycji hydrotechnicznych wykonana jest do-

kumentacja geologiczno-inżynierska, a w jej ramach dokonywane jest rozpoznanie warunków hydrogeologicznych. Badania te ograniczone są zazwyczaj do obszarów posadowienia budowli, czaszy zbiornika i terenów bezpośrednio przylegających, co dla ustalenia warunków hydrogeologicznych i przywydywanie ich zmian jest stanowczo niewystarczające, stąd powinny być uzupełnione badaniami zaproponowanymi dla etapu I.

Hydrogeologiczne przewidywanie wpływu zbiornika na wody podziemne wykonanie na tym etapie badań dotyczy również rozpoznania dynamiki wód podziemnych, które może być prognozą szczegółową pod warunkiem, że będzie uwzględniała rozwój zjawiska w czasie. I właśnie ta prognoza szczegółowa powinna być, między innymi, podstawą projektowania urządzeń wodnomelioracyjnych na terenach przyległych.

W III etapie badań hydrogeologicznych główną rolę odgrywają stacjonarne obserwacje stanów wód podziemnych oraz jednoczesne pomiary wybranych studni, dokonywane dwa razy do roku (przy wysokich i niskich stanach wód podziemnych) oraz pomiary natężenia przepływu w ciekach - dopływach głównej rzeki. W tym okresie powinny być wykonane również zdjęcia lotnicze.

Etap IV, odpowiadający początkowemu okresowi eksploatacji zbiornika (przynajmniej 7-10 lat), powinien dostarczyć materiału obserwacyjnego dotyczącego wpływu i skutków oddziaływania zbiornika wodnego na tereny przyległe. Badania te powinny być wielokierunkowe i kompleksowe. W nawiązaniu do zarejestrowanych zmian warunków hydrogeologicznych powinny być prowadzone badania zmian siedliskowych na użytkach zielonych, gruntach ornych oraz w lasach.

Ponadto przez cały okres projektowania, realizacji i eksploatacji zbiornika, powinny być prowadzone w kilku przekrojach prostopadłych do rzeki cotygodniowe pomiary zwierciadła wody w studniach i piezometrach oraz dwa razy w roku we wszystkich studniach rejonu zbiornika.

Tak więc najistotniejsze są etapy I i II, gdyż wtedy prowadzone są badania poznawcze, na podstawie których przewiduje się wpływ zbiornika na tereny przyległe. Etap III to obserwacje stanu istniejącego, a etap IV (równie istotny jak etap I i II) - badanie wpływu zbiornika i działania urządzeń wodnomelioracyjnych, regulujących stosunki wodne terenów przyzbiornikowych.

BADANIA HYDROGEOLOGICZNE DLA POTRZEB ROLNICTWA I UTYLIZACJI ŚCIEKÓW ROLNICZYCH

Badania hydrogeologiczne prowadzi na terenie naszego kraju wyspecjalizowany w tej dziedzinie Zakład Hydrogeologii CBSiP „BIPROMEL” w Warszawie.

Jeśli chodzi o potrzeby wodne rolnictwa, to będą się one zwiększały z każdym rokiem w obrębie poszczególnych ujęć. Dotyczy to zarówno potrzeb ludności, jak i

dużych ferm hodowlanych oraz systemów deszczownianych. Zaspokojenie wszystkich potrzeb wymagać będzie racjonalnego gospodarowania zasobami wód podziemnych i wód powierzchniowych w zlewniach rzecznych, polegającego na uwzględnianiu zarówno systemu wód podziemnych, wód glebowych (strefy aeracji), wód powierzchniowych, a nawet wód pochodzących z opadów atmosferycznych. Wielkość zasobów eksploatacyjnych wód podziemnych musi być rozpatrywana jako ilość użytkowych wód podziemnych, która w określonym czasie możliwa jest do pobrania w sposób ekonomicznie uzasadniony, z uwzględnieniem ograniczeń technicznych i przyrodniczych, takich jak: dopuszczalne depresje, głębokości studzien, wielkości filtrów, układ przestrzenny studzien w obrębie ujęć oraz ujęć w obrębie zlewni, jak i zabezpieczenie przed szkodliwym naruszaniem równowagi bilansowej danej jednostki hydrogeologicznej i danej zlewni oraz jednostek i zlewni otaczających, w tym również cieków i zbiorników powierzchniowych, a także działających i projektowanych systemów melioracyjnych. Uwzględnione muszą być również ograniczenia zabezpieczające przed szkodliwą degradacją wód, zarówno w wyniku zanieczyszczeń spowodowanych gospodarką rolną, a więc zanieczyszczeń powierzchniowych (nawozy, środki ochrony roślin), jak też zanieczyszczeń lokalnych związanych ze zrzutem ścieków (fermy - zwłaszcza przemysłowe, magazyny).

Uwzględnienie chociażby części z wymienionych wyżej spraw wymaga stosowania metod badawczych pozwalających na kompleksowe ujęcie problemu - warunek ten spełnia systemowa analiza modelowa. Dla jej wykorzystania należy w miarę szczegółowo zająć się warunkami hydrogeologicznymi, hydrologiczno-hydrogeologicznymi i ich związkami z wodami powierzchniowymi zlewni.

Do podstawowych badań jednostek hydrogeologicznych dla kompleksowej oceny zasobów i bilansu wód podziemnych, jako podstawy racjonalnej gospodarki zasobami wody należą:

a) ogólne badania geologiczne i hydrogeologiczne - mające na celu rozpoznanie cech strukturalno-litologicznych i sedymentologicznych jednostek, głównie na podstawie otworów rozpoznawczych. Wyniki muszą być zestawione w postaci map, przekrojów i wykresów,

b) kartowanie hydrogeologiczne w skali zabezpieczającej ocenę stopnia zasilania infiltracyjnego i drenażu. Szczególny nacisk należy położyć na rozpoznanie stref alimentacyjnych, dolin rzecznych, źródłiskowych i innych, określających związki wód podziemnych i powierzchniowych. Wskazuje się tu na konieczność wykorzystania zdjęć lotniczych i satelitarnych,

c) badania hydrologiczne obejmujące przestrzenną i czasową zmienność stanów wód, odpływów, opadów, parowania, nasłonecznienia. Obok oceny składników bilansu muszą one umożliwić określenie charakteru związków wód powierzchniowych i podziemnych,

d) badania jakości wód powierzchniowych i podziemnych mające na celu wykrywanie charakteru zmienności czasowo-przestrzennych dla prognoz zmienności jakości i rozprzestrzeniania zanieczyszczeń,

e) badania geofizyczne z metodycznym przystosowaniem dla poszukiwań wód podziemnych, określania formy i granic jednostek oraz charakteru ich niejednorodności oraz na określenie kierunków i prędkości filtracji i rozprzestrzeniania zanieczyszczeń,

f) hydrogeologiczne badania specjalne, polegające na pomiarach lub rozpoznaniu głównych parametrów analizowanych procesów hydrogeologicznych (filtracji, zmian jakościowych i innych),

g) cząstkowe i pomocnicze badania modelowe, jako pomoc w poprawnym i dokładnym formowaniu schematu warunków hydrogeologicznych i samego modelu, na którym wykonana będzie systemowa analiza modelowa zlewni podziemnych i powierzchniowych oraz stymulacja i optymalizacja zagospodarowania zasobów wód podziemnych.

Przynajmniej część badań podjętych we wczesnym etapie rozpoznania powinna trwać nieprzerwanie i objąć etap badań eksploatacyjnych ujęć systemów melioracyjnych, systemów odwadniających itp. Podkreślić też należy, że długotrwałość terenowych eksperymentów badawczych (np. pompowań) i badań stacjonarnych wynika stąd, że badania te są pomocne nie tylko w ocenie parametrów hydrogeologicznych, lecz w dużym stopniu w poprawnym określaniu schematu warunków hydrogeologicznych, a więc poprawnym ustawieniu modelu matematycznego.

Szczególnej modyfikacji wymagają badania związane z kanalizacją i utylizacją ścieków pochodzących głównie z zakładów przemysłu rolniczego (cukrownie, mleczarnie, browary itp.), gospodarstw specjalizujących się w hodowli oraz przemysłowych ferm hodowlanych. Jest to w zasadzie problem u nas niedostatecznie jeszcze opracowany pod względem poznawczym, naukowym, a także technicznym i technologicznym. Dlatego też wydaje się, że na obecnym etapie wiedzy, przed podjęciem decyzji o rodzaju, wielkości i lokalizacji zakładów, powinno się dokonać rozpoznania warunków hydrogeologicznych, hydrologicznych i glebowych. Przed sporządzeniem przewidywanego oddziaływania zakładu na środowisko przyrodnicze terenów otaczających (ze szczególnym uwzględnieniem zmian składu fizyko-chemicznego wód podziemnych i powierzchniowych), należy też opracować uzupełniający program badań specjalnych, uwzględniających rozpoznanie dynamiki procesów hydrochemicznych.

LITERATURA

1. Mazgajski J., Szczygielski L.: Określenie potrzeb melioracji dla celów programowania inwestycyjnego. *Wiad. Melior.*, 1983, 3.
2. Poźniak R.: O ukierunkowanie rozpoznania warunków hydrogeologicznych dla potrzeb rolnictwa. *Gosp. Wod.*, 1978, 3.
3. Prończuk J.: Zakres analizy środowiska dla potrzeb programowania melioracji, *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 1989, 375.