

JACEK PAWLIK-DOBROWOLSKI

Institut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

PROBLEMATYKA ZANIECZYSZCZEŃ OBSZAROWYCH — OCENA DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ICH W PRAKTYCE

Wstęp

Problematyka zanieczyszczeń obszarowych, w tym także zanieczyszczeń rolniczych, wyodrębniła się w latach 70-tych jako osobny kierunek badań. Wielodyscyplinarny charakter tej problematyki spowodował, że interesowała ona od początku profesjonalistów wielu dziedzin nauki, zwłaszcza nauk przyrodniczych i rolniczych, ale również nauk technicznych i medycznych. W okresie 20 lat przeprowadzono wiele badań, które w zależności od kierunku reprezentowanego przez poszczególnych wykonawców różniły się znacznie zakresem i metodą oraz podejściem do opracowywanych zagadnień, a w konsekwencji formułowania niejednoznacznych wniosków i opinii. Zasadniczą przyczyną tego zróżnicowania był brak koordynacji badań.

W minionym okresie odbyło się wiele seminariów i sympozjów naukowych, których IMUZ był organizatorem, współorganizatorem, lub przynajmniej aktywnym uczestnikiem. Prezentowano na nich i podsumowywano wyniki wielu badań. Z uwagi na to, że prezentowane wyniki obejmowały każdorazowo tylko pewien wycinek badań, nie mogły one stanowić podstawy do oceny całokształtu krajowego dorobku w problematyce zanieczyszczeń obszarowych.

Dopiero w latach 1986—87, w związku z pracami nad sformułowaniem „Narodowego Programu Ochrony Środowiska Przyrodniczego do roku 2010”, powstała możliwość, a także konieczność podsumowania i analizy całości dotychczasowego dorobku badawczego. Program ten obejmował również zagadnienia dotyczące wpływu zanieczyszczeń obszarowych na jakość wód. Badania koordynowane były przez IMUZ. Należy stwierdzić, że prace nad sformułowaniem narodowego programu stały się niezwykle wymagającym sprawdzianem dotychczasowego dorobku badań w zakresie zanieczyszczeń obszarowych. Program ten postawił bowiem trudny i szeroki zakres zadań dla jego realizatorów. Obejmował on m.in. ocenę aktualnego stanu zanieczyszczenia wód w odpływach melioracji odwad-

niających i ze zlewni rolniczych oraz ustalenie przyczyn (źródła, czynniki) i skutków (ekologiczne, społeczne i ekonomiczne) tego zanieczyszczenia, a także ustalenie działań zmierzających do ochrony czystości wód w zakresie prac naukowo-badawczych, monitoringu zanieczyszczeń obszarowych, działań proekologicznych i inwestycyjnych łącznie z wyceną tych działań i określeniem uwarunkowań koniecznych do ich realizacji. Taki zakres zadań, a zwłaszcza mocne zaakcentowanie w nim strony utylitarnej, wymagał dobrego rozpoznania badanych zagadnień, stanowił więc doskonały punkt odniesienia dla oceny aktualnego stanu wiedzy.

Metoda pracy

Niniejsze opracowanie oparto na najnowszych, nie opublikowanych, wykonanych specjalnie dla NPOŚP, lub nadesłanych na prośbę autora wynikach badań i opracowaniach zagadnień cząstkowych. Autorami tych prac byli: Magdalena Balcerska, Teresa Bogacka, Saturnin Borowiec, Roman Domagała, Elżbieta Erndt, Mieczysława Giercuskiewicz-Bajtlik, Stanisław Kopeć, Stanisław Kurek, Andrzej Kurzbauer, Teofil Mazur, Elżbieta Niemirycz, Jacek Pawlik-Dobrowolski, Henryk Pondel, Jerzy Rybiński, Jowita Solarska, Henryk Solarski, Halina Szymańska, Regina Taylor, Henryk Terelak, Daniel Witkowski, Stanisław Wróbel, Zdzisław Zabłocki, Aleksandra Żelechowska.

Tematy cząstkowe opracowane przez poszczególnych autorów podzielić można na dwie grupy:

— tematy problemowe, zawierające opracowanie wybranych zagadnień w ujęciu ogólnym,

— tematy oparte o wyniki własnych badań terenowych, a tym samym odzwierciedlające regionalne zróżnicowanie badanych zjawisk.

Wynika stąd, że szczególny nacisk położono na zebranie możliwie wszechstronnych i najnowszych materiałów badawczych. Oparto się o poglądy, opinie i wnioski wielu autorów, w związku z czym formułowanie poszczególnych kwestii mogło być wyważone. Wszystkie opracowania nadesłane przez wymienionych wyżej autorów stanowiły podstawowy materiał źródłowy. Jednakże z różnych względów nie wszyscy badający te zagadnienia mogli uczestniczyć w realizacji NPOŚP, toteż w wielu przypadkach korzystano także z prac już opublikowanych.

Materiały źródłowe obejmowały wyniki i wnioski z badań ponad 150 małych na ogół zlewni i ponad 50 obiektów drenarskich, a także z doświadczeń lizymetrycznych. Wyniki badań pochodziły z obiektów położonych we wszystkich znaczących podprovincjach i w 20 makroregionach [8], co sprawiło, że obiekty te dostatecznie dobrze reprezentują prze-

strzenne zróżnicowanie środowiska przyrodniczego w Polsce. Materiały źródłowe uwzględniały także pełne zróżnicowanie użytkowania ziemi, rodzaju i poziomu nawożenia oraz struktury własności ziemi. Przy opracowywaniu wyników badań zwracano również uwagę na strukturę zasiewów, stosowanie środków ochrony roślin, gęstość zaludnienia, liczbę zwierząt gospodarskich, stan gospodarki ściekowej oraz stan zaopatrzenia wsi w wodę. W sumie, zebrany i przestudiowany materiał badawczy, analityczny i wnioskowy stanowił obszernie i wszechstronne podsumowanie dotychczasowych badań w problematyce zanieczyszczeń obszarowych, a uzyskane wyniki można uznać za reprezentatywne dla obszaru Polski.

Kryteria i elementy oceny dotychczasowych badań

Zaliczając problematykę zanieczyszczeń obszarowych do gałęzi wiedzy mających ścisły związek z praktyką, za podstawowe kryterium oceny dotychczasowego dorobku badań przyjęto możliwość wykorzystania aktualnego stanu wiedzy do ustalania, projektowania i realizacji działań zmierzających do ochrony wód i gleb. Utylitarny charakter wymienionych wcześniej zadań nałożonych na wykonawców NPOŚP sam zresztą narzucał taką właśnie podstawę oceny. Przydatność wyników badań w omawianej problematyce do celów praktycznych rozpatrywać można w dwóch kategoriach działań, a mianowicie:

- działań polegających na eliminowaniu lub ograniczaniu przyczyn zanieczyszczenia,
- działań prowadzących do eliminacji lub ograniczania negatywnych skutków zanieczyszczenia.

Do pierwszych należą przede wszystkim działania proekologiczne mające na celu niedopuszczanie do zanieczyszczenia środowiska lub spowodowanie poprawy jego stanu przez odpowiednie ukierunkowanie działalności ludzkiej, właściwe zagospodarowanie terenu, uświadomienie społeczeństwa itp. Są to więc działania wielokierunkowe powodujące też różnorodne pozytywne efekty (ekologiczne, gospodarcze, moralne). Do drugich należą głównie działania inwestycyjne, polegające na redukcji istniejących już negatywnych skutków zanieczyszczeń obszarowych przez stosowanie różnych środków biologiczno-technicznych (biomanipulacja, oczyszczalnie, zbiorniki śródpolne).

Ocenę stanu dotychczasowych badań oparto w niniejszym opracowaniu przede wszystkim na możliwości ich wykorzystania w działaniach ograniczających przyczyny zanieczyszczenia. Wynikało to stąd, że w problematyce zanieczyszczeń obszarowych, zwłaszcza rolniczych, ograniczanie przyczyn zanieczyszczenia gleb i wód jest zagadnieniem pierwszopla-

nowym, ponieważ prowadzi do poprawy czystości środowiska na danym obszarze, nie dopuszczając do powstania negatywnych skutków zanieczyszczenia, a tym samym zmniejszając potrzeby inwestycyjne na przeciwdziałanie tym skutkom. Jednakże warunkiem eliminowania lub ograniczania przyczyn zanieczyszczenia jest precyzyjne poznanie tych przyczyn. Poznanie to powinno prowadzić poprzez określenie udziału rolniczych zanieczyszczeń obszarowych w ogólnym ładunku substancji chemicznych odpływających z danego obszaru (zlewni lub działu drenarskiego), a następnie poprzez bardziej precyzyjne określenie źródeł pochodzenia składników oraz ustalenie na skutek jakich czynników i procesów docierają one do wód, a także w jakiej ilości, rozumianej jako suma oddzielnych ładunków pochodzących z poszczególnych źródeł. Jest to podstawowy cel badań, ponieważ warunkuje poprawne określenie koniecznych działań praktycznych w ochronie wód. W powyższym kontekście należy stwierdzić, że pomimo dużej liczby przeprowadzonych badań i wszechstronnego (ale niepełnego) ich zakresu, cel ten nie został spełniony. Jeśli dotąd nie udało się dokonać podziału całkowitego ładunku zawartych w wodzie składników na ładunki cząstkowe, czyli na ładunki pochodzące z poszczególnych źródeł, to możliwość wydania wiarygodnej opinii o sposobie ochrony wód w tej czy innej zlewni jest niewielka. Tylko wszechstronne rozpoznanie zjawisk i procesów przynieść może pozytywny wynik dla praktyki.

Na podstawie wszystkich zebranych materiałów, a także seminariów i dyskusji oraz wynikających z nich wniosków można stwierdzić, że postęp w omawianej dziedzinie wiedzy jest od pewnego czasu niewspółmierne mały w stosunku do coraz większej liczby badań. Przyczyny jak zwykle są zróżnicowane, a podzielić je można na przyczyny w większym i mniejszym stopniu zależne od możliwości, predyspozycji i woli wykonawców badań (instytucji i osób), czyli bardziej i mniej obiektywne.

Pierwsza grupa przyczyn obejmuje następujące elementy:

1. Brak monitoringu zanieczyszczeń obszarowych;
2. Podział badań na tzw. podstawowe i wdrożeniowe, przy równoczesnym niedoinwestowaniu tych pierwszych;
3. Brak koordynacji badań i związane z tym trudności w wykonywaniu badań kompleksowych.

Do drugiej grupy przyczyn zaliczono następujące elementy:

1. Ograniczenie przedmiotu badań;
2. Niedoskonałość metod badań terenowych i metod opracowywania wyników badań;
3. Dowolność w nazewnictwie;
4. Uproszczona interpretacja przyczyn zanieczyszczenia, tj. źródeł i czynników zanieczyszczenia.

System monitoringu zanieczyszczeń obszarowych praktycznie w Polsce nie istnieje. Nie mogą go bowiem stanowić okresowo lub sporadycznie prowadzone pomiary czystości wybranych elementów środowiska w pojedynczych obszarach, punktach i profilach oraz w zróżnicowanym zakresie oznaczeń wykonywanych w dodatku różnymi metodami. Nie mogą go również stanowić badania zanieczyszczenia wód prowadzone przez oddziały OBiKŚ, gdyż próbki wody pobierane są w profilach, powyżej których istnieje dopływ ścieków przemysłowych i komunalnych. To samo dotyczy pomiarów czystości wód w jeziorach, chociaż w tym przypadku dopatrywać się można pewnych cech monitoringu zanieczyszczeń obszarowych. Znaczenie monitoringu dla badań zanieczyszczeń obszarowych jest ogromne. Umożliwia on prowadzącym badania korzystanie z danych, które są w pełni porównywalne i reprezentatywne dla poszczególnych regionów kraju oraz zwalnia ich z konieczności wykonywania pomiarów wszystkich potrzebnych elementów. Obecnie wykonawcy badań, z uwagi na dużą pracochłonność, znaczne koszty i brak odpowiedniej aparatury, zmuszeni są do ograniczania liczby badanych elementów, co odbywa się zawsze kosztem wartości uzyskanych wyników i wniosków. Przykładowym elementem jest tu opad zanieczyszczeń atmosferycznych, bez uwzględnienia którego poprawna interpretacja badań wpływu rolniczych zanieczyszczeń obszarowych na jakość wód jest niemożliwa.

Podział badań na podstawowe i wdrożeniowe, przynajmniej w problematyce zanieczyszczeń obszarowych, należy uznać za bezpodstawny, a nawet szkodliwy. Badania wpływu zanieczyszczeń obszarowych na jakość gleb i wód zaliczane są z reguły do badań podstawowych, co badającym te zagadnienia stwarza niemałe trudności finansowe, aparaturowe i organizacyjne. Tymczasem dobrze przeprowadzone badania podstawowe prowadzą w prostej linii do właściwych i skutecznych rozwiązań praktycznych. Udowodniły to prace nad NPOŚP. Były one klasycznym przykładem fazy przejściowej między badaniami, głównie podstawowymi, a autentycznym wdrożeniem wyników tych badań. Tym wdrożeniem ma być realizacja programu. Jeśli wnioski wynikające z badań były niewystarczające lub błędne, to zaprogramowany zestaw działań będzie niewłaściwy, jego realizacja nie przyniesie oczekiwanych efektów, a wyłożone koszty zostaną zmarnowane. I odwrotnie. Na tym polega wartość dziś jeszcze niedocenianych badań podstawowych.

Liczba prowadzonych obecnie badań w problematyce zanieczyszczeń obszarowych jest bardzo duża. Poszczególne tematy włączane są do różnych programów, bądź też wykonywane oddzielnie na zlecenie różnych instytucji. Badana problematyka jest więc w znacznym stopniu rozczłonkowana. Poszczególnym wykonawcom trudno ogarnąć i śledzić tematykę prowadzoną przez inne zespoły, toteż dochodzi do sytuacji, w której kilka

zespołów pracuje nad podobnym zagadnieniem bez wymiany wzajemnych doświadczeń. Taki stan organizacyjny uniemożliwia prowadzenie badań kompleksowych, które w tej wielkokierunkowej problematyce stanowiłyby gwarancję uzyskania wiarygodnych, skonfrontowanych ze sobą wyników badań i wniosków.

Przedstawione powyżej obiektywne bariery prawidłowego rozwoju badań są trudne, albo wręcz niemożliwe do przekroczenia przez poszczególne instytucje i osoby wykonujące badania. Stąd też poświęcono im niewiele uwagi. Główne zainteresowanie skupiono natomiast na tych przyczynach ograniczających rozwój, których istnienie zależy przede wszystkim od samych wykonawców, a zatem stwarzających większe szanse na ich usunięcie. Zostaną one przedstawione w następnych rozdziałach, w kolejności podanej na stronie 74.

Przedmiot badań

Podstawowym przedmiotem badań w problematyce zanieczyszczeń obszarowych jest woda, a ściślej jej jakość, ponieważ jest ona wypadkową oddziaływania wszystkich źródeł zanieczyszczenia oraz sumy naturalnych i antropogennych czynników na danym obszarze. Jakość wód powinna być określona przez skład chemiczny materiału rozpuszczonego i unoszonego. Tymczasem jednak materiał unoszony jest prawie wyłącznie przedmiotem badań ilościowych, a dotychczasowe poglądy i opinie dotyczące wpływu zanieczyszczeń obszarowych na jakość wód opierają się o wyniki badań substancji rozpuszczonych. Na podstawie sporadycznie wykonywanych badań jakości materiału unoszonego można stwierdzić, że materiał ten jest nośnikiem wielu składników chemicznych i to niekiedy w dużych ilościach, zwłaszcza takich jak fosfor, potas, metale ciężkie i pestycydy [6, 12, 13, 16, 23]. Badania jakości materiału unoszonego napotykają na znaczne trudności techniczne, jak potrzeba pobrania i przefiltrowania bardzo dużych ilości wody oraz konieczność otrzymania wszystkich, zwłaszcza najdrobniejszych frakcji, stanowiących główny sorbent rozpuszczonych w wodzie jonów [4]. Stąd też nie zyskują one szerszego zainteresowania. Jest to istotna luka w badaniach zanieczyszczeń obszarowych, która powoduje, że wnioski dotyczące wpływu poszczególnych źródeł i czynników zanieczyszczenia oparte są na materiale niekompletnym, przez co są ograniczone, a niekiedy mogą mijać się z rzeczywistością.

Poważną lukę w dotychczasowych badaniach stanowi brak ekonomicznej wyceny strat, a ponoszonych wskutek oddziaływania zanieczyszczeń obszarowych, jak też zysków, wynikających z działań ograniczających negatywne skutki tego wpływu. Niestety jeszcze do chwili obecnej wpływ

zanieczyszczeń obszarowych rozpatruje się bardziej w kategoriach niewymiernych, jako działanie pogarszające estetykę krajobrazu, niż w kategoriach konkretnych strat gospodarczych i społecznych. Wprowadzenie rachunku ekonomicznego do problematyki zanieczyszczeń obszarowych ma pierwszorzędne znaczenie. Uświadomiłoby ono bowiem społeczeństwu skalę strat ponoszonych w wyniku zanieczyszczenia środowiska i podniosłoby prestiż tych badań.

Metody badań terenowych

Uwzględniając rodzaj obiektów badań, można przedstawić następujący podział badań terenowych:

- badania lizymetryczne,
- badania poletkowe,
- badania polowe, które dzielą się jeszcze na badania: działów drenarskich, systemów rowów melioracyjnych, małych zlewni.

Prowadzone badania jak i uzyskiwane wyniki, w zależności od rodzaju obiektów, mają swoją specyfikę i różny wymiar. Wyjaśnienie istoty wspomnianych różnic daje przeciwstawienie badań lizymetrycznych i poletkowych badaniom polowym. Pierwsze obejmują tylko określone fragmenty drogi migracji składników chemicznych. W przypadku lizymetrów jest to pewien fragment profilu glebowego, w przypadku poletek — określony odcinek drogi spływu powierzchniowego. Wynika stąd, że wielkości uzyskane na podstawie tych badań nie są równoznaczne z wielkością dopływu składników do wód gruntowych czy powierzchniowych, ani poprzez wody infiltrujące, ponieważ zjawisko infiltracji trwa nadal, ani poprzez spływ po powierzchni, ponieważ spływ ten nie kończy się na granicy poletka. Nie uzyskuje się zatem jednej z podstawowych wielkości, jaką jest dopływ substancji chemicznych do wód. Z drugiej strony takie doświadczenia rzucają dużo światła na zjawisko przemieszczania się składników i na zachodzące procesy. Wynika to stąd, że doświadczenia te można prowadzić w sposób ścisły i zaprogramowany, stosując różne schematy w zależności od celu badań [9, 15]. Odwrotnie jest z badaniami polowymi. W tym przypadku znany jest ostateczny efekt migracji składników ze zlewni do wód, natomiast bardzo trudne, a najczęściej niemożliwe jest precyzyjne określenie przyczyn, tj. źródeł zanieczyszczenia i czynników decydujących o wielkości migracji, co w omawianej problematyce jest sprawą niezwykle istotną.

Z powyższego wynika, że badania prowadzone na każdym z wymienionych obiektów wnoszą istotne, choć odmienne elementy do poznania problematyki zanieczyszczeń obszarowych, przez co nawzajem się uzupeł-

niają. Niestety dotychczasowa praktyka prowadzenia badań terenowych nie uwzględnia na ogół potrzeby kompleksowego traktowania obiektów badań. Wręcz przeciwnie, nastąpiła znaczna izolacja badań prowadzonych na różnego rodzaju obiektach i specjalizacja poszczególnych zespołów, a nawet ośrodków pod tym względem. W rezultacie dochodzi często do nierzeczowej wymiany poglądów, polegającej na udowadnianiu przez poszczególne zespoły większej lub mniejszej przydatności różnych obiektów do badań wpływu zanieczyszczeń obszarowych na jakość wód. W związku z tym należałoby w najbliższym czasie dążyć do wykonywania badań na obiektach kompleksowych, wielozadaniowych. Takim obiektem może być nieduża zlewnia podzielona na zlewnie cząstkowe z uwzględnieniem cieków o odpływie stałym jak i okresowym. W obrębie tej zlewni powinny znajdować się działy drenarskie i rowy melioracyjne oraz urządzenia do badań lizymetrycznych i poletkowych. Zakres obserwacji hydrologicznych powinien składać się z pomiarów ilościowych i jakościowych oraz nawiązywać do systemu krążenia wody w małym obiegu w zlewni, jako że migracja składników chemicznych odbywa się drogami krążenia wody. Mając możliwość śledzenia stopnia przeobrażenia składu chemicznego wód na poszczególnych etapach tych dróg dzięki wykonywaniu badań na obiektach kompleksowych i znając równocześnie warunki środowiska kolejnych etapów, można uzyskać udokumentowane argumenty do prawidłowego określenia przyczyn zanieczyszczenia wód, pochodzenia składników i ilości rzeczywistych zanieczyszczeń.

Oddzielna wzmianka należy się badaniom spływu powierzchniowego. W dotychczasowej praktyce badania tego spływu prowadzone były na poletkach, tym samym obejmowały tylko spływ powierzchniowy rozproszony. Nie prowadzono natomiast badań skoncentrowanego spływu powierzchniowego, tj. badań odpływu substancji chemicznych poprzez różne formy erozyjne o odpływie epizodycznym lub okresowym. Tymczasem badania takie, jak wykazały nieliczne próby [15], miałyby dla omawianej problematyki istotne znaczenie. Można bowiem założyć z pewną tolerancją, że zawartość substancji chemicznych w odpływie niżówkowym jest wykładnikiem ługowania środowiska naturalnego, a zawartość tych substancji w odpływie wezbraniowym pochodzi przede wszystkim z zanieczyszczeń obszarowych. Badania skoncentrowanego spływu powierzchniowego daje więc możliwość uchwycenia, odizolowanej już przez naturę, jednej ze składowych odpływu całkowitego, tj. odpływu powierzchniowego oraz określenie jego właściwości i zmienności chemicznej. Badając ten spływ można zatem uzyskać to, co w badaniach zanieczyszczeń obszarowych jest najtrudniejsze, a mianowicie ilościowe oddzielenie ładunku substancji chemicznych pochodzenia naturalnego od ładunku zanieczyszczeń. Wynika stąd, że badania takie mogłyby stanowić podstawę

opracowania metody podziału ogólnego ładunku substancji chemicznych na ładunki pochodzące z różnych źródeł.

Metody opracowania wyników badań

Metody określania wpływu zanieczyszczeń obszarowych na jakość wód podzielić można na metody teoretyczne i empiryczne.

Metody teoretyczne dążą do opracowania modeli prognostycznych, które opierają się o teoretycznie ustalone zależności opisanych matematycznie procesów prowadzących do zanieczyszczenia wód. Istnieją poważne trudności w wyznaczaniu parametrów modeli i w matematycznym opisie nakładających się na siebie procesów. Wynika to stąd, że muszą tu zostać sprzężone dwa modele — hydrologiczny model obiegu wody w zlewni i model migracji składników ze zlewni do wód. Liczba parametrów wymaganych w tak skomplikowanym modelu jest ogromna, a ich wyznaczenie nie zawsze możliwe. Weryfikacja modeli nie daje jak dotąd zadowalających zgodności wyników obliczonych z danymi empirycznymi [3, 17, 22].

Znacznie częściej stosuje się metody empiryczne, polegające na konstruowaniu prostych modeli regresyjnych opartych o wyniki badań terenowych. Powszechnie stosowane metody empiryczne sprowadzają się do wyznaczenia dwu podstawowych zależności: wielkości stężeń i ładunków składników chemicznych od użytkowania ziemi oraz wielkości obciążenia zlewni. W pierwszym przypadku porównuje się ze sobą zlewnie o różnym sposobie użytkowania i na podstawie różnic między wielkością stężeń i ładunków odprowadzanych z różnie użytkowanych zlewni ocenia się wpływ poszczególnych użytków na jakość wód. Udoskonaloną odmianą tego sposobu są próby zastosowania wskaźnika bonitacji gleb [20, 21]. W drugim przypadku ustala się związki między obciążeniem zlewni pochodzącym ze źródeł obszarowych (z opadów atmosferycznych, nawożenia mineralnego, odchodów zwierzęcych i fekalii) a ładunkiem substancji chemicznych odpływających z tych zlewni i na podstawie różnic między tymi wielkościami ocenia się wpływ obciążenia zlewni na zanieczyszczenie wód.

Metody empiryczne pozwalają określić wpływ użytkowania ziemi lub obciążenia zlewni na jakość wód w stopniu na tyle dobrym, na jaki pozwalają wyniki badań terenowych. A pozwalają one na określenie wielu wielkości początkowych (charakterystyk obiektu badań i ilości substancji chemicznych wprowadzanych na dany obiekt z poszczególnych źródeł) oraz jednej wielkości końcowej (ładunku składników wynoszonych z tego obiektu). Tak więc podstawą interpretacji wyników badań jest porównywanie wielkości początkowych z wielkością końcową, podczas gdy

cały zespół zjawisk i procesów wpływających na stopień przeobrażenia wielkości i rodzaju wprowadzanych na obiekt substancji zostaje pominięty. Stosowanie wymienionych metod pozwala zatem na uzyskanie tylko przybliżonej oceny związków między badanymi zjawiskami. Jest ona niewystarczająca dla ustalenia przyczyn zanieczyszczenia, jeśli za przyczyny uznać wpływ poszczególnych źródeł i czynników. Wynika to z następujących ograniczeń:

— ładunek zanieczyszczeń wprowadzany do zlewni przez wody opadowe traktowany jest na równi z ładunkami wprowadzanymi z nawożeniem, odchodami i fekaliami, gdy tymczasem składniki przynoszone w opadach mają znacznie większą możliwość dopływu do wód, ponieważ są od początku rozpuszczone i mogą dopływać do cieków bezpośrednio, lub szybką drogą poprzez spływ powierzchniowy;

— wymienione metody pomijają naturalny potencjał chemiczny nagromadzony w skałach, glebach i biosferze, odnosząc bezpośrednio ładunek takich składników jak N, P, K i Ca w odpływie ze zlewni do ładunku tych składników wnoszonych ze źródeł zanieczyszczeń obszarowych;

— metody nie uwzględniają całego zbioru czynników i procesów, towarzyszących migracji składników, gdy tymczasem badania wskazują, że właśnie te elementy decydują o wielkości stosunku, jaki zachodzi między obciążeniem zlewni a obciążeniem wód danym składnikiem.

Obok powszechnie stosowanych metod istnieją również próby ilościowego określania udziału zanieczyszczeń pochodzących z poszczególnych źródeł w całkowitym ładunku składników odpływających ze zlewni. W próbach tych zakłada się, że cel ten osiągnąć można za pomocą obliczenia szeregu wartości wskaźnikowych opracowanych m.in. na podstawie bilansu wymywania składników, obszarowego bilansu wynoszenia składników, proporcji stężeń poszczególnych składników w różnych rodzajach wód i w różnych profilach, zależności stężenia składników od objętości odpływu wody, podziału hydrogramu na poszczególne składowe odpływy całkowitego oraz zmienności stężeń w okresach wezbraniowych [2, 14, 15, 18]. Próby te nie doprowadziły jak dotąd do całościowego opracowania metody.

Nazewnictwo i interpretacja wyników badań

W omawianej problematyce kwestie terminologiczne są ściśle związane z zagadnieniami merytorycznymi. Interpretacja wyników badań i formułowanie prawidłowych wniosków zależą w dużym stopniu od precyzyjnego i jednolitego nazywania danych zjawisk. Tymczasem wiele pojęć, nawet tych podstawowych, używa się wymiennie, przez co zatracają się ich odrębność tak potrzebną dla właściwej oceny zależności między

badanymi zjawiskami. Do przedstawienia tej kwestii wybrano trzy pary podstawowych pojęć:

- substancje chemiczne i zanieczyszczenia,
- obciążenie zlewi i obciążenie wód,
- źródła i czynniki.

Stosowanie terminu „zanieczyszczenia” do ogółu zawartych w wodzie substancji jest powszechne. Wynika to zapewne stąd, że terminu tego używa się w takich dyscyplinach jak inżynieria sanitarna, czy odnowa wód. W tym przypadku jest to uzasadnione, ponieważ istotna jest ogólna zawartość danego składnika, gdyż ona określa skalę koniecznej redukcji, niezależnie od pochodzenia tego składnika. W problematyce zanieczyszczeń obszarowych rozpoznanie pochodzenia składników odgrywa jednak zasadniczą rolę, w związku z czym należy bezwarunkowo odróżniać zanieczyszczenia od substancji pochodzenia naturalnego. Ładunek substancji chemicznych odpływający ze zlewni, w której nie ma punktowego dopływu zanieczyszczeń, pochodzi z trzech podstawowych stref zasilania:

- ługowanie środowiska naturalnego,
- opad zanieczyszczeń atmosferycznych,
- rolnicze zanieczyszczenia obszarowe.

W tym bardzo ogólnym, genetycznym układzie, tylko z dwóch ostatnich stref zasilania wprowadzane są do wód zanieczyszczenia. Ich też ograniczanie, a nie substancji naturalnych stanowi cel działań w ochronie wód. Stąd też utożsamianie ogólnego ładunku substancji chemicznych z ładunkiem zanieczyszczeń jest błędem zasadniczym. Konieczność określania ładunku rzeczywistych zanieczyszczeń ilustrują dwa następujące przykłady:

1. Pierwszy dotyczy zlewni rolniczej o dużym odpływie wapnia. W takim przypadku kwestią nadrzędną powinno być ustalenie pochodzenia wapnia. Jeśli jego obecność w wodzie wynika przede wszystkim z ługowania skał wapiennych, to podejmowanie działań ochronnych byłoby bezsensowne. Jeśli jednak badania wykażą, że jest to wynik kwaśnych opadów, to podjęcie takich działań (np. poprzez zmniejszenie zakwaszenia i zwiększenie zdolności sorpcyjnych gleb) będzie jak najbardziej wskazane.

2. Drugi przykład odnosi się do zlewni leśnej o dużym odpływie azotanów. Jeśli badania wskażą, że jest to przede wszystkim efekt przemian biochemicznych, a źródłem azotu jest biosfera, to programowanie działań ochronnych nie ma sensu, ponieważ musiałoby ono polegać na wycinaniu lasów. Jeśli jednak okaże się, że źródłem azotu są tlenki azotu zatrzymywane przez korony drzew, a następnie spłukiwane przez opady, to należy podjąć działania ochronne, w tym przypadku polegające na ograniczeniu emisji tlenków azotu.

Kolejną parę pojęć tworzą określenia „obciążenie zlewni” i „obciążenie wód”. Określenia te są wprawdzie używane wymiennie, zostały jednak celowo tu wybrane, ponieważ zawierają zupełnie odmienną treść, co nie zawsze bywa należycie dostrzegane. Definicje wymienionych pojęć można sformułować następująco:

Obciążenie zlewni — ładunek substancji chemicznych (zanieczyszczeń) wprowadzany na obszar zlewni z poszczególnych źródeł.

Obciążenie wód — ładunek substancji chemicznych (zanieczyszczeń), który został wprowadzony do wód z poszczególnych źródeł.

Różnica między tymi definicjami polega na podkreśleniu faktu, że pomiędzy ładunkami zanieczyszczeń wprowadzanymi do zlewni, a ładunkami z niej odpływającymi znajduje się zlewnia, tj. cały zbiór czynników i procesów, które sprawiają, że stosunek między ładunkiem wprowadzonym do zlewni a ładunkiem odpływającym z tej zlewni może być różny w poszczególnych zlewniach i różny dla poszczególnych źródeł składników chemicznych. Wynika stąd, że znajomość obciążenia zlewni nie może stanowić podstawy określania przyczyn zanieczyszczenia wód, lecz jest jedynie punktem wyjścia na drodze do ich poznania. Niedostrzeganie tego faktu jest powszechne i prowadzi na ogół do błędnej interpretacji wyników badań. Poniżej przytoczono najczęściej spotykany przykład takiej interpretacji:

Oblicza się, że obciążenie zlewni azotem wynosi (np.) 160 kg/ha/rok, w tym udział nawozów mineralnych 100 kg/ha, obornika 40 kg/ha, a opadów atmosferycznych 20 kg/ha/rok. Oblicza się następnie, że ładunek azotu odprowadzanego ze zlewni wynosi (np.) 25 kg/ha/rok. Na tej podstawie stwierdza się, że najwięcej azotu odpływającego z tej zlewni pochodziło z nawożenia mineralnego, ponieważ dawka azotu w nawożeniu była znacznie większa niż z innych źródeł.

Jest to interpretacja uproszczona i błędna. Podział owych 25 kg odpływającego azotu wcale nie musi być proporcjonalny do wielkości wprowadzanych do zlewni ładunków. Proporcje mogą być nawet odwrotne. Znacznie łatwiejsza jest bowiem migracja składników rozpuszczonych w wodzie opadowej niż składników wprowadzanych z nawożeniem. Wiele badań wskazuje, że ze zlewni odpływa tylko do kilku procent azotu i około 1% fosforu dostarczonego z nawozami [1, 2, 5, 11, 14, 24, 25]. Wynika stąd, że dalsza droga postępowania badawczego powinna polegać na analizie obciążenia wód i prowadzić do uzyskania podziału tego obciążenia na ładunki pochodzące z poszczególnych źródeł.

Ostatnią parę tworzą pojęcia „źródło” i „czynnik”. Pojęcia te są często używane wymiennie, co w dużym stopniu wynika z niezrozumienia istoty problematyki zanieczyszczeń obszarowych. Z dużej liczby przykładów nieprecyzyjnego stosowania wymienionych terminów posłużono się na-

stępującym cytatem [7]: „Do ważniejszych źródeł zanieczyszczeń obszarowych należą tereny osiedli ludzkich, tereny zakładów produkcyjnych, pola uprawne, pastwiska i fermy hodowlane, lasy przemysłowe, wysypiska odpadów itd.”

Z przytoczonego cytatu na miano źródła zasługują jedynie wysypiska odpadów. Nie można natomiast określać jako źródło — terenów, pól, pastwisk, ferm i lasów. Nie są to bowiem źródła zanieczyszczeń, lecz jedynie obszary lub pomieszczenia, do których mogą dopiero być wprowadzone zanieczyszczenia z różnych źródeł. Będą to najczęściej nawozy mineralne, odchody zwierzęce, fekalia, środki ochrony roślin, zanieczyszczenia atmosferyczne.

W powyższym kontekście wydaje się celowe zdefiniowanie wymienionych pojęć, aby można było wyraźnie odróżnić co jest źródłem, a co czynnikiem zanieczyszczenia:

Źródło (substancji chemicznych lub zanieczyszczeń) — występujący w zlewni, lub do niej wprowadzony potencjał (nagromadzenie) substancji chemicznych (zanieczyszczeń) o jednorodnym pochodzeniu.

Czynnik — określony element środowiska naturalnego lub antropogenicznego, którego zmienność powoduje, że ze źródeł o równym potencjale substancji chemicznych (zanieczyszczeń) może odpłynąć do wód różna ich ilość.

Z punktu widzenia zastosowania wyników badań do działań praktycznych uwypuklona w definicjach różnica między obydwoma pojęciami ma zasadnicze znaczenie, na co wskazuje następujący przykład.

Bardzo często melioracje odwadniające określa się jako źródło zanieczyszczeń. Stwierdzenie takie ma dla melioracji znaczenie pejoratywne. Z punktu widzenia podejmowania praktycznych działań w ochronie wód, zaliczenie melioracji do źródeł zanieczyszczeń sugeruje konieczność ich eliminowania lub przynajmniej ograniczania. W odniesieniu do podanych definicji, melioracji nie można zaliczać do źródeł, lecz do czynników, a jeśli tak, to z definicji wynika, że ich zmienność powoduje, iż ze źródeł o takim samym potencjale substancji chemicznych może dopłynąć do wód różna ilość tych substancji. Użycie określenia różna a nie większa oznacza, że zależnie od tego, jakie sposoby odwodnienia się stosuje, jakie parametry techniczne przyjmie i jak się je dostosuje do warunków przyrodniczych, odpływ substancji chemicznych będzie większy lub mniejszy. Zmiana kwalifikacji melioracji odwadniających ze źródła na czynnik zmienia więc diametralnie ukierunkowanie rozwiązań praktycznych z kwestii — czy meliorować, na kwestię — jak meliorować.

Powyższy przykład wskazuje, jak niedostateczne jest jeszcze poznanie przyczyn obszarowego zanieczyszczenia wód w stosunku do wymagań praktyki. Przeprowadzenie właściwego podziału na źródła i czynniki ma

tu szczególne znaczenie. Źródła można bowiem eliminować bądź ograniczać, lecz nie zawsze jest to realne i racjonalne, jak choćby w przypadku nawożenia, liczby ludności, czy liczby zwierząt gospodarskich. Czynnika-
mi natomiast, zwłaszcza antropogennymi, człowiek może sterować w ten sposób, aby zmniejszyć dopływ zanieczyszczeń z poszczególnych źródeł. Dotyczy to m.in. zmian w strukturze użytkowania ziemi, agrotechnice, jakości stosowanych nawozów i środków ochrony roślin [1, 8, 10, 11, 16, 19, 23, 24, 25, 26]. W tym kontekście ewidentna staje się potrzeba ujed-
nolicenia (klasyfikacji) przyczyn zanieczyszczenia, tj. źródeł i czynników zanieczyszczenia.

Uwagi końcowe

Dotychczasowy dorobek badań w problematyce zanieczyszczeń obsza-
rowych w naszym kraju jest bogaty i różnorodny. Problematyka ta z na-
tury swej ukierunkowana jest na rozwiązywanie zagadnień związanych
bezpośrednio z planowaniem i realizacją praktycznych zastosowań w och-
ronie wód i gleb. Analiza tego dorobku z punktu widzenia jego przydat-
ności dla praktyki ujawnia jednak wiele jeszcze elementów słabo pozna-
nych i wiele luk, do których należą m.in.:

- niedocenywanie badań składu chemicznego materiału unoszonego,
- pomijanie rachunku ekonomicznego przy wycenie negatywnych skutków wpływu zanieczyszczeń obszarowych,
- naczne zróżnicowanie metod i zakresu prowadzenia badań,
- brak metod umożliwiających podział ładunku składników chemicznych w odpływie ze zlewni na ładunki cząstkowe z różnych źródeł,
- znaczna dowolność w stosowaniu nazewnictwa, a zwłaszcza wymienne używanie pojęć „źródło” i „czynnik”, co utrudnia prawidłową interpretację przyczyn zanieczyszczenia wód,
- prowadzenie z reguły badań wycinkowych i brak badań kompleksowych.

Te i inne przyczyny zadecydowały o tym, że badania nie doprowadziły jak dotąd do liczbowego określenia udziału poszczególnych źródeł i czynników w zanieczyszczeniu wód, co jest warunkiem podejmowania skutecznych działań ochronnych.

LITERATURA

1. Borowiec S., Zabłocki Z.: Czynniki kształtujące chemizm wód powierzchniowych i odcieków drenarskich obszarów rolniczych północno-zachodniej Polski, 1987, (maszyn.).
2. Domagała R.: Dynamika zmian jakości wody w procesie drenażu w terenach podgórskich, 1987, (maszyn.).

3. Dudek-Dudkowska J.: Przegląd literatury dotychczasowych metod prognozowania spływów związków biogennych stosowanych w ocenie zjawiska, 1983, (maszyn.).
4. van Eck G.T.M.: Hydrobiol., 1982, 92, 665—681.
5. Giercuskiewicz-Bajtlik M.: Charakterystyka obszarowych źródeł zanieczyszczeń w Polsce, 1987, (maszyn.).
6. Gray C.B.J., Kirhland R.A.: Wat. Res. 1986, 9, 1193—1196.
7. Jakubowska Ł., Suchecka T.: Opracowanie metodyki badań wpływu zanieczyszczeń obszarowych na jakość wód małych zlewni, 1980, (maszyn.).
8. Kondracki J.: Geografia fizyczna Polski, 1978, PWN, W-wa.
9. Kopeć S.: Ocena migracji składników nawozowych do wód gruntowych na podstawie badań lizymetrycznych, 1987, (maszyn.).
10. Kurek S.: Użytkowanie ziemi a ochrona wód, 1987, (maszyn.).
11. Mazur J.: Stosowanie gnojowicy a ochrona wód, 1987 (maszynopis).
12. Mrozek T.: Określenie wpływu erozji gleb na migrację składników pokarmowych do wód powierzchniowych, 1987, (maszyn.).
13. Ongley E.D., Bynoe M.C., Percival J.B.: Canad. Jour. of Earth Sc., 1981, 18, 8, 1365—1379.
14. Pawlik-Dobrowolski J.: Rozpr. hab. IMUZ, 1983.
15. Pawlik-Dobrowolski J., Kurzbauer A.: Wpływ intensyfikacji nawożenia na skład chemiczny wód drenarskich i cieków w zlewniach górskich, 1985, (maszyn.).
16. Pawlik-Dobrowolski J. i in.: Koncepcja racjonalnego użytkowania zlewni Raby z punktu widzenia ochrony wód przed zanieczyszczeniem, 1987, (maszyn.).
17. Pawlik-Dobrowolski J.: Przegląd i ocena metod badań wpływu zanieczyszczeń obszarowych na jakość wód powierzchniowych, 1987, (maszyn.).
18. Pawlik-Dobrowolski J.: Wiad. IMUZ, 1988, XV, 4, 207—225.
19. Solarski H., Solarska J.: Migracja składników chemicznych z obszarów rolniczych i leśnych na Pojezierzu Mazurskim, 1987, (maszyn.).
20. Somorowski Cz., Witkowski D., Szymczak T.: Zasady określania zanieczyszczeń obszarowych w ciekach małych zlewni nizinnych o niekontrolowanej jakości wód, 1989, (maszyn.).
21. Szymczak T. i in.: Wiad. IMUZ, 1981, 14, 3, 81—93.
22. Taylor R.: Wpływ rolniczych zanieczyszczeń obszarowych na jakość wód powierzchniowych dla potrzeb skonstruowania modelu matematycznego, 1980, (maszyn.).
23. Taylor R. i in.: Wpływ stosowania środków ochrony roślin na zawartość pestycydów w wodach i osadach dennych, 1987, (maszyn.).
24. Taylor R., Balcerska M.: Zanieczyszczenie wód powierzchniowych Polski północnej substancjami nawozowymi, 1987, (maszyn.).
25. Terelak H., Pondel H.: Wpływ nawozowej chemizacji rolnictwa na wymywanie składników mineralnych z gleb okolic Puław, 1987, (maszyn.).
26. Wróbel S.: Kwaśne deszcze a degradacja wód i gleb w Polsce, 1987, (maszyn.).

Materiały nadesłano do redakcji w maju 1989 r.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE I LEŚNE

POLECA

KWIATY I KRZEWY OZDOBNE W OGRÓDKU

MGR INŻ. IZABELA KILJAŃSKA

WARSZAWA 1990, STRON 413

Ta wyjątkowo cenna publikacja dla wszystkich, którzy interesują się uprawą ozdobnych roślin ogrodniczych ukazała się w nakładzie 80 000 egzemplarzy. Czytelnik znajdzie w niej cenne informacje o uprawie, zastosowaniu i pielęgnacji wielu roślin ozdobnych od jednorocznych, dwuletних do krzewów. Publikacja składa się z dwóch części.

Część pierwszą poświęca Autorka zagadnieniom ogólnym. Wprowadza Czytelnika w znaczenie roślin ozdobnych dla człowieka oraz ich przydatność w ogródku. Autorka podaje rośliny roczne uprawiane z siewu wprost do gruntu, produkowane z rozsady, rośliny dwuletne i krzewy. Te ostatnie Autorka dzieli na krzewy liściaste o typowych liściach opadających na zimę i nie opadających, krzewy iglaste o liściach przekształconych w igły i nie opadające na zimę oraz pnącza różne co do wysokości i wymagań glebowych. Dane zebrane w tabeli obrazują kwitnienie roślin ozdobnych od kwietnia do września. Następnie podano rozmieszczenie i rozplanowanie ogródka uwzględniając charakter ogródka przydomowego. W dalszej kolejności omówiono przygotowanie gleby pod rośliny uwzględniając sposoby przygotowania gleby. Następnie omówiono sposoby rozmnażania roślin jednorocznych, dwuletnych i krzewów oraz ich pielęgnację, cięcie i formowanie tuż po posadzeniu i w dalszych latach uprawy.

Część druga — to szczegółowa uprawa roślin w ogródku. Autorka alfabetycznie omawia uprawę 20 roślin jednorocznych sianych wprost do gruntu podkreślając wymogi i specyfikę pielęgnacji. Podobnie charakteryzuje 17 roślin jednorocznych uprawianych z rozsady, następnie rośliny dwuletne i cebulowe. W obszernej tabeli podano zalecenia uprawowe omawianych wcześniej roślin. Rośliny ustawiono alfabetycznie. W tabeli podano grupę biologiczną, rozmnażanie, odległość sadzenia w rzędach i międzyrzędach, rodzaj gleby i wymagania co do nasłonecznienia.

Następnie Autorka omawia krzewy ozdobne. Charakteryzuje te, najbardziej przydatne do ogródków z grupy liściastych, które zdobią nie tylko liśćmi, ale pięknymi kwiatami czy owocami. Dalej podano pnącza, te wijące się i czepne. Na zakończenie scharakteryzowano i podano przydatność krzewów iglastych.

Publikację kończą podpisy do 40 ilustracji barwnych, które wzbogacają treść książki. Na podkreślenie zasługuje wiele rysunków i fotografii, które decydują o wartości merytorycznej publikacji. Książka do nabycia w księgarniach Domów Książki oraz w punkcie sprzedaży PWRiL.