

Jakość wód a rolnictwo

Elżbieta Biernacka¹, Aleksandra Macioszczyk²

¹ *Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa
e-mail: biernacka@alpha.sggw.waw.pl*

² *Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej
Uniwersytet Warszawski
ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa*

Słowa kluczowe: jakość wód, zanieczyszczenia wód powierzchniowych, zanieczyszczenia wód podziemnych, przepisy prawne

Wstęp

Koncepcja „zrównoważonego rozwoju” (sustainability) w odniesieniu do rolnictwa znalazła wyraz w sformułowaniu zasad „trwałego rolnictwa” (sustainable agriculture), które ujmuje szerokopłaszczyznowo rozumiane działania zapewniające ochronę środowiska, dbałość o zdrowie ludności, a co za tym idzie szczególne starania o jakość wód. Intensywna technologia stosowana w rolnictwie, nieprawidłowa gospodarka odpadowo-ściekowa, niedomagania kanalizacyjno-wodociągowe obszarów wiejskich stanowią zagrożenie dla jakości wód powierzchniowych i podziemnych.

W krajach UE problem degradacji środowiska, zwłaszcza gleb i wód, zachodzącej pod wpływem intensyfikacji produkcji rolniczej, ujednoczenia systemów produkcji, zwiększenia areału pól uprawnych kosztem zubożenia struktury krajobrazu, wyeliminowania nieużytków rolnych (miedze, zadrzewienia, zabagnienie itd.) jest wyraźnie zauważalny i prowadzi do degradacji bioróżnorodności, zanieczyszczenia wód i powietrza. Nasilenie tych zjawisk w UE jest większe niż ma to obecnie miejsce w Polsce. Stąd przepisy Unii Europejskiej, które i nas już obecnie obowiązują, tak wiele uwagi poświęcają rolniczym zanieczyszczeniom wód.

Jakość wód, ich skład chemiczny kształtuje się przez wiele dziesiątków lat. Od początku lat dziewięćdziesiątych, rolnictwo w Polsce podlega istotnym przemianom, które w perspektywie czasu będą miały wpływ na stan szerokopojętego środowiska przyrodniczego, biotycznego i abiotycznego w tym jakości wód. W efekcie

transformacji gospodarczej w Polsce, obserwuje się ekstensyfikację produkcji rolnej, co pociąga za sobą zmniejszenie poziomu zużycia nawozów i środków ochrony. Wskaźniki produkcji rolnej ulegają wahaniom. W ostatnich latach obserwuje się ich wzrost, jednakże w dalszym ciągu zużycie środków produkcji jest generalnie znacznie poniżej średniej w UE. Obserwuje się również spadek w zakresie hodowli bydła i owiec, z czym wiąże się dekapitalizacja sektora hodowlanego średnio o 50% [7]. Większość tych zmian sprzyja poprawie stanu środowiska przyrodniczego, w tym i jakości wód. Zmniejszenie emisji zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego, uproszczona struktura krajobrazu rolniczego byłych gospodarstw państwowych, systematyczne zalesienia słabych gleb (wyłączonych z użytkowania ze względów ekonomicznych), wprowadzanie nowych linii podziału upraw (miedz, pasów zadrzewień, wetlandów itp.) czy też urozmaicenie upraw powoduje poprawę jakości wód.

W Polsce, kraju rolniczym, w którym połowę powierzchni stanowią obszary rolne, w tym 30% intensywnie uprawianych, a równocześnie ponad 80% ludności do konsumpcji korzysta z wód podziemnych, należy wnikliwiej ocenić wzajemne relacje jakości wód i działalności rolniczej. Warto też podkreślić, że wśród państw europejskich Polska należy do najuboższych w wody, co w wielu dziedzinach ogranicza możliwości rozwoju gospodarczego kraju. To ubóstwo wodne (zajmujemy 23 miejsce na 27 państw w Europie objętych oceną) zmusza nas do bardziej wnikliwej oceny wszelkich zagrożeń jakości wody. Stwierdzono, że naturalne warunki występowania wód podziemnych, zwłaszcza płytko występujących w obszarach użytkowanych rolniczo, decydują o dużej ich podatności na przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni terenu [11].

Od dawna stwierdza się, że wpływ rolnictwa na wody podziemne jest nieco inny niż na wody powierzchniowe, chociaż wskaźniki zanieczyszczeń są często takie same lub zbliżone. Wiadomo również, że wpływy te, różne w różnych sektorach rolnictwa, są też zróżnicowane przestrzennie i zmienne w czasie [12]. Badania Fundacji Programów Pomocy dla Rolnictwa wykazały, że niekorzystny stan wód jest często efektem błędnych założeń rozwoju rolnictwa w przeszłości i złej agrotechniki [7].

W naszym społeczeństwie występuje wiele fałszywych poglądów dotyczących ekologii i ochrony środowiska. Często nie dostrzegane jest np. znaczenie zanieczyszczenia płytkich poziomów wodonośnych, które jak wiadomo są drogą tranzytową w przenoszeniu zanieczyszczeń – a i ten element nie jest wystarczająco dostrzegany. Zanieczyszczenie rolnicze płytkich poziomów wodonośnych nie tylko ogranicza bezpośrednio możliwość ich eksploatacji, ale perspektywicznie jest istotnym zagrożeniem dla poziomów występujących głębiej. Ten układ hydrogeologiczny nazywają niekiedy bombą ekologiczną o opóźnionym zapłonie.

Przemiany hydrodynamiczne i hydrochemiczne wywołane działalnością rolniczą najczęściej przebiegają stosunkowo wolno, a co ważniejsze, obejmują zwykle jedynie wody powierzchniowe, a z podziemnych – wody gruntowe. Współwystępują więc np. ze zmianami warunków klimatycznych (pogodowych), często silniej oddziałujących na wody niż powolna choć ukierunkowana antropopresja. Jak podają Macioszczyk

i Dobrzyński [11], wynikające z działalności człowieka zmiany jakości wód podziemnych mają charakter początkowych stadiów antropopresji (zanieczyszczenie nie przekracza dopuszczalnych stężeń dla wód pitnych) i są często nieuchwytne w skali życia ludzkiego. Lokalnie jednak, szczególnie w przypadku toksycznego zanieczyszczenia wód, mają istotne znaczenie – ograniczają bowiem możliwość eksploatacji wód.

Jakość wody i obowiązujące w tym zakresie przepisy

Wspomniana już wcześniej, często występująca w społeczeństwie polskim, niska świadomość ekologiczna dotyczy również jakości wody. Jakość wody rozumiana jest jako jej właściwość. Opisana jest zespołem cech stanowiących o możliwości wykorzystania wody do określonych celów. Bez dodatkowego określenia przeznaczenia, jakość wody rozumiana jest jako przydatność do picia. Jakość wody opisywana jest określonymi, mierzonymi wartościami cech lub parametrów wskaźnikowych. Ocenia się ją, porównując analizę wody (bez względu na jej pochodzenie) z odpowiednimi przepisami sanitarnymi. Obecnie obowiązującym przepisem dotyczącym jakości wody jest Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dn. 19 listopada 2002 r. [32]. Wcześniejsze akty legislacyjne w tym zakresie pochodziły z lat 1928, 1933, 1961, 1977, 1990 i 2000. Miały one charakter przepisów krajowych. Obecnie, kraje członkowskie UE, w tym Polska, mają obowiązek dostosowywania wewnętrznych przepisów krajowych do zaleceń unijnych podanych w Dyrektywach UE [25, 29].

Ostatnie Rozporządzenia Ministra Zdrowia dotyczące jakości wody nawiązują do przepisów unijnych wykorzystujących zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia (WHO). W najnowszych przepisach polskich stawiane są bardziej rygorystyczne wymagania niż w obowiązujących wcześniej. Poszczególne polskie akty legislacyjne dotyczące jakości wody wydawane w różnych okresach, różnią się między sobą nie tylko ilością ocenianych wskaźników, ale też wartościami ograniczającymi stężenia poszczególnych składników w wodzie przeznaczonej do picia. Fakt ten wskazuje, że oceny jakości wód przeprowadzone w różnym okresie posługują się różnymi kryteriami. Woda uznana przed rokiem 2000 za nadającą się dla zaopatrzenia ludności, obecnie może nie uzyskać takiej oceny.

Zagadnieniem występującym dość powszechnie przy ocenie jakości wody jest fakt częstego przeprowadzania badań laboratoryjnych obejmujących tylko pewną ilość podawanych w przepisach legislacyjnych parametrów. Ocena jakości wody w takiej sytuacji jest niepełna i powinna być uznawana jedynie za wskaźnikową.

Wiele niejasności i nieprawidłowości w ocenie jakości wody występuje przy interpretacjach obszarowych, a rolnictwo wywołuje właśnie tego typu zagrożenia. Dotyczy to zwłaszcza niewłaściwie przeprowadzanego pobierania prób. Zagadnienia te wymagają każdorazowo zastosowania właściwego doboru punktów badawczych oraz terminu i sposobu pobierania prób do analiz. Dalsze wymagania dotyczące

racjonalnej oceny jakości wód w aspekcie możliwości wystąpienia zanieczyszczeń rolniczych, związane są z regionalnie prawidłową interpretacją wyników. Bardzo przydatne w takiej sytuacji są badania monitoringowe i właściwie zastosowane metody statystyczne. Nie rezygnując przy takich ocenach z wykorzystania legislacyjnie narzuconych granicznych wartości oceny zanieczyszczenia wody, należy przy interpretacji wyników uwzględnić wartości tła hydrogeochemicznego, a przede wszystkim, zwłaszcza przy badaniach monitoringowych, oceniać rysujące się kierunki sezonowych zmian jakości wody.

Obok oceny jakości wód wykorzystywanych do celów pitnych, odnoszonej zarówno do ujmowanych wód podziemnych, jak i powierzchniowych, rolnicze zanieczyszczenia środowiska mogą pojawiać się w wodach powierzchniowych ograniczając ich walory ekologiczne. Problem ten jest wyraźnie zarysowany w przepisach UE. W polskich przepisach znalazł swój wyraz w Rozporządzeniu Ministra Środowiska poświęconemu monitoringowi wód [37].

Przyczyny zanieczyszczenia wód w obszarach rolniczych

Zmiany jakości wód są powodowane przede wszystkim przez trzy główne grupy zanieczyszczeń rolniczych:

- zanieczyszczenia nawozami mineralnymi i środkami ochrony roślin;
- zanieczyszczenia wód spowodowane nawozami naturalnymi, ściekami hodowlanymi i gnojowicą;
- zanieczyszczenia bytowe, odpady stałe i ciekłe związane z osadnictwem wiejskim.

Na przeważającej części obszarów kraju nakładają się zanieczyszczenia pochodzące z rolnictwa i przemysłu. Zanieczyszczenia pochodzące z rolnictwa najczęściej mają charakter mieszany, łączący substancje pochodzące ze źródeł bytowych człowieka, hodowlanych i produkcji rolnej. Z wielu badań wynika, że szczególnie niekorzystne dla jakości wód, obok zbyt wysokich dawek, jest stosowanie w rolnictwie nawozów o niewłaściwej proporcji składników chemicznych [10]. Stwierdzono, że stosowanie intensywnego nawożenia azotem i potasem przy niedoborze magnezu powoduje wyłączenie części stosowanych nawozów z obiegu biologicznego i przeniesienie ich do wód podziemnych co powoduje ich zanieczyszczenie [12].

Mniejszym zagrożeniem dla jakości wód podziemnych niż przedawkowanie nawozów mineralnych jest nadmierne lub nieumiejętne stosowanie nawozów naturalnych. Substancja organiczna wprowadzona do gleby zwiększa jej właściwości sorpcyjne, co powoduje zatrzymanie jonów z infiltrującej wody. Ten mechanizm decyduje między innymi o mniejszym zagrożeniu zanieczyszczeń wód podziemnych w przypadku jednoczesnego stosowania nawozów naturalnych i mineralnych [10].

Nadmierne dawki nawozów organicznych lub ich niewłaściwa dystrybucja stwarzają jednak wyraźne zagrożenia dla jakości wód. Liczne badania [10] wskazują, że

jednorazowe zastosowanie wysokiej dawki gnojowicy bardzo często prowadzi do bezpośredniego zanieczyszczenia wód gruntowych wskutek przekroczenia pojemności sorpcyjnej gleb na których jest stosowana.

Odrębnym problemem, mającym istotne znaczenie nie tylko dla skażenia środowiska glebowego i produktów rolnych, ale również i dla jakości wód podziemnych jest wykorzystywanie w rolnictwie ścieków komunalnych i przemysłowych oraz różnego rodzaju odpadów jako domieszki do kompostów. Nieprawidłowe wykorzystanie rolnicze ścieków, osadów ściekowych i niektórych kompostów w przypadku nadmiernego wzbogacenia ich w substancje toksyczne (np. metale ciężkie) może stanowić poważne zagrożenie dla jakości wód [2, 3, 10].

Powszechnie stosowane środki ochrony roślin charakteryzujące się często wysoką toksycznością i trwałością chemiczną, mogą rozprzestrzeniać się w środowisku. W tabeli 1 podano okresy połowicznego rozkładu niektórych insektycydów w wodzie i w glebie. Pomimo że podane wartości różnią się, to jednak wskazują na bardzo długi czas niezbędny do rozkładu, czy też pełnego zaniku w środowisku, szczególnie w odniesieniu do persystentnych chlorowanych węglowodorów.

Podkreślimy też, że metabolity niektórych związków (np. DDT) mogą wykazywać wyższą toksyczność niż związek z którego pochodzą.

Tabela 1. Okresy połowicznego rozkładu (t_{50}) insektycydów w wodzie i glebie [wg 24]

Insektycyd	Trwałość w wodzie	Rozkład w glebie, t_{50}
DDT	100% – 4 tygodnie	3–10 lat
Metoksychlor	20–28 tygodni	200 dni
Chlorfenwinfos	1–10 dni	60 dni
Malation	0–10% – 4 tygodnie, 10–25% – 2 tygodnie	1 tydzień

W ostatnich dziesięcioleciach proces zakwaszania gleb na użytkach rolnych uległ znacznemu nasileniu. Zostało to w części spowodowane wzrostem dawek nawozów mineralnych, jak również gazowymi zanieczyszczeniami powietrza atmosferycznego, a w szczególności dwutlenkiem siarki i tlenkami azotu dostarczonymi do środowiska przyrodniczego w postaci kwaśnych deszczów i tzw. suchego opadu. Około 60% użytków rolnych w kraju (61% gruntów ornych i 52% użytków zielonych) ma odczyn kwaśny [7]. Zakwaszenie przyspiesza wiele procesów, których następstwem jest m.in. zubożenie gleb w jony zasadowe (wapń, magnez i potas) oraz uwalnianie nadmiernych ilości składników szkodliwych dla roślin (glin, mangan), a także wzrost mobilności i dostępności metali ciężkich dla roślin [3, 11]. Uwalnianie pierwiastki powodują zanieczyszczenia wód i mogą toksycznie oddziaływać na mikroorganizmy glebowe odpowiedzialne za kierunek i kinetykę przemian biochemicznych.

W latach powojennych stosowano również rozległe wylesienia i popełniono wiele błędów w gospodarce melioracyjnej, co m.in. przyczyniło się do łatwiejszego przenikania zanieczyszczeń z powierzchni terenu do wód.

W ostatnich latach nastąpiło wyraźne zmniejszenie zużycia środków chemicznych: nawozów mineralnych i pestycydów. Dawki nawozów są często dostosowywane do potrzeb roślin oraz właściwości sorpcyjnych gleb. Unika się stosowania nawożenia mineralnego w postaci jednorazowych wysokich dawek. Nawożenie mineralne jest uzupełniane nawozami naturalnymi (np. obornik, rośliny zielone i poplony), które umożliwiają akumulację substancji organicznej w glebie. Wprowadzane są również uprawy wieloletnie do systemów płodozmianowych. Zarówno w UE, jak i w Polsce popierane jest rolnictwo ekologiczne co ma wpływ na polepszenie jakości wód.

Zanieczyszczenia wód powierzchniowych

Okolo 82% wody pobieranej na cele gospodarcze wraca do wód powierzchniowych jako ścieki. W roku 2002 okolo 74% wszystkich ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych stanowiły wody chłodnicze stanowiące bezpośrednie zagrożenie dla odbiorników. Przyczyniają się bowiem do pogorszenia warunków tlenowych i przyspieszają eutrofizację wód. Pozostałe ścieki w ilości 2,5 km³ wymagają oczyszczenia. Z tej ilości tylko 0,6 km³ ścieków ma zapewnione wysokoefektywne usuwanie związków azotu i fosforu, 0,2 km³ zaś nie jest oczyszczana [16].

Tabela 2. Ilość ścieków przemysłowych i komunalnych odprowadzanych do wód powierzchniowych w Polsce w roku 2002 [16]

Ogółem	9,0 km³
Przemysłowe; w tym	7,6
wody chłodnicze	6,7
Komunalne	1,4
Ścieki wymagające oczyszczenia; w tym	2,3
mechaniczne	2,1
chemiczne	0,1
biologiczne	0,7
Z podwyższonym usuwaniem związków biogenicznych	0,6
Ścieki nieoczyszczone	0,2

Ilość nieoczyszczanych ścieków wyraźnie uległa zmniejszeniu. W roku 1980 wynosiła 1,9 km³ podczas gdy w roku 2002 już 0,2 km³. Największy udział w odprowadzaniu ścieków nieoczyszczonych mają województwa: mazowieckie, zachodniopomorskie i śląskie [7].

Konieczność ograniczenia wprowadzania do wód powierzchniowych i ziemi zanieczyszczeń jest zadekretowana m.in. w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002, jak też przepisach UE w tym zakresie. Powoduje to spadek

ilości ścieków oczyszczanych mechanicznie oraz chemicznie oraz wzrost ilości ścieków oczyszczanych biologicznie zwłaszcza z podwyższonym usuwaniem związków pokarmowych (rys. 2).

W roku 2002 spośród 883 miast polskich 53 nie miało oczyszczalni, a 18 miało tylko oczyszczalnie mechaniczne. Istotnym problemem jest również zanieczyszczenie środowiska ściekami z terenów wiejskich. W roku 2002 średnio tylko 14% ludności z terenów wiejskich korzystało z oczyszczalni ścieków, podczas gdy w miastach aż 83,2% ludności korzysta z oczyszczalni. W województwie zachodniopomorskim i pomorskim udział ludności wsi korzystającej z oczyszczalni jest najwyższy w Polsce i wynosi odpowiednio 33% i 25,4%, podczas gdy najniższy jest w województwach centralnych, województwie łódzkim 7,1%, mazowieckim 7,9% oraz świętokrzyskim 8,4%. Pomimo to w latach 1995–2002 procent ludności zamieszkałej na wsi korzystającej z oczyszczalni wzrósł z 4% do 14%. Procent ludności wiejskiej korzystającej z kanalizacji w latach 1995–2002 wzrósł niemal dwukrotnie, z 5,9% do 12,3% [2, 7, 16]. Liczby te wskazują, że pozostała część ludności oczyszcza ścieki w przydomowych i lokalnych oczyszczalniach ścieków, często w osadnikach gnilnych, nie zapewniających efektywnego usuwania zanieczyszczeń [16].

Szacuje się, że ładunek zanieczyszczeń zawartych w ściekach komunalnych odprowadzanych po oczyszczeniu do wód powierzchniowych w roku 2002 wynosił w tonach odpowiednio: BZT5 – 33,0; ChZT – 99,9; zawiesina – 44,7; azot ogólny – 30,5 i fosfor ogólny – 3,4 [6, 22, 24].

Monitoring środków ochrony roślin w Polsce koncentruje się przede wszystkim na pomiarze stężeń pestycydów w wodach powierzchniowych. Najczęściej i w największych ilościach wykrywane są następujące związki: lindan i DDT, nie stosowane od wielu lat, simazina i atrazyna, chlorofenwinfos i fenitrotin, 2,4-D, MCPA i MCPP. O obecności pestycydów w wodach powierzchniowych na terenie Żuław Wiślanych wielokrotnie donosiła Żelechowska i Makowski [24]. Potwierdzono obecność środków chwastobójczych z grupy fenoksykwasów (2,4-D, MCPA, MCPP) także w wodach powierzchniowych regionu północno-wschodniego.

Badania zanieczyszczeń Bałtyku, wykonywane między innymi w ramach Konwencji Helsińskiej wskazują też na zanieczyszczenie morza pestycydami przynoszonymi przez wody rzek. Występowanie pestycydów w wodach naturalnych wiąże się nierozdzielnie z ich obecnością w wodzie pitnej pobieranej z rzek, a również z obniżeniem jej jakości dla hodowli ryb.

Zanieczyszczenia wód podziemnych

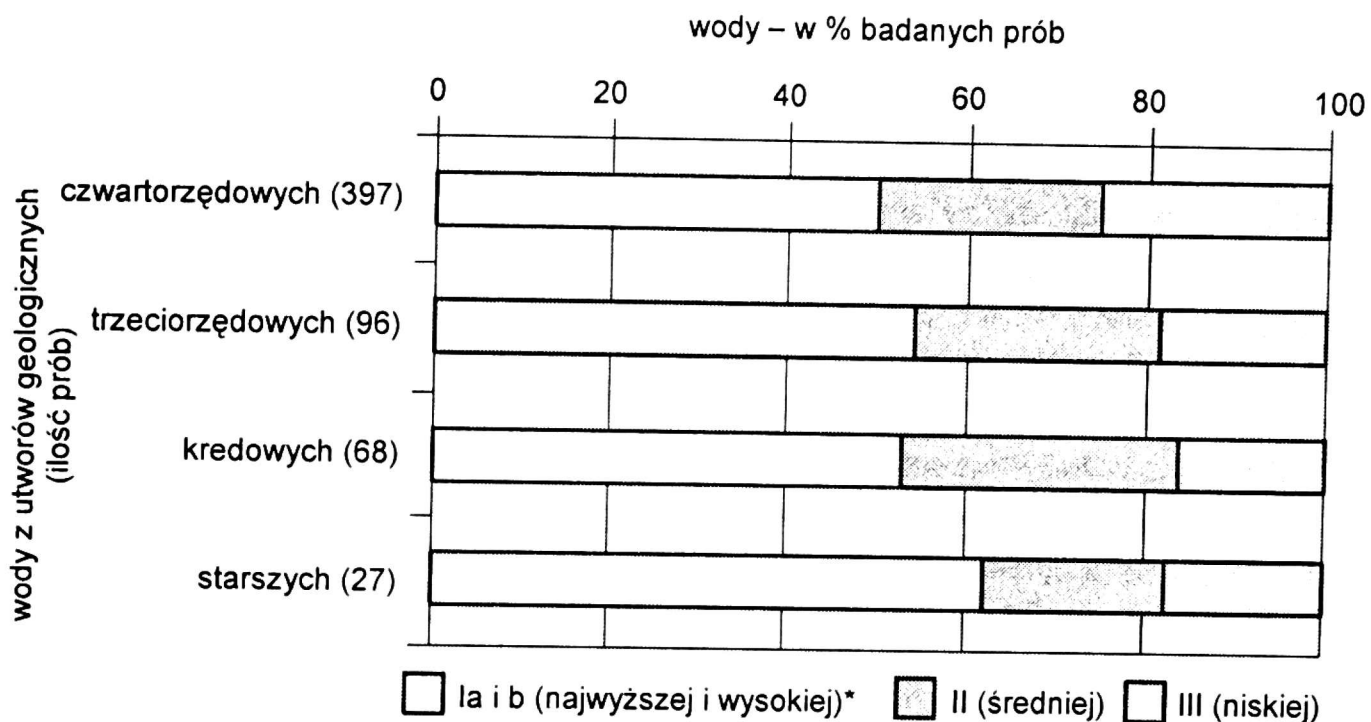
Przyczyny zanieczyszczenia wód podziemnych na obszarach zagospodarowanych rolniczo są zróżnicowane regionalnie. Za najważniejsze należy uznać chemizację rolnictwa, intensyfikację hodowli a także nieracjonalną gospodarkę wodno-ściekową na obszarach wiejskich [7, 10, 12].

Występujące płytko wody gruntowe są w dużym stopniu narażone na zanieczyszczenia substancjami przenikającymi z powierzchni terenu. Bezpośredni wpływ na zanieczyszczenie tych wód ma sposób odprowadzania ścieków bytowo-gospodarczych z obszarów wiejskich oraz wymywanie nawozów mineralnych, gnojowicy, pestycydów i innych związków chemicznych, stosowanych w gospodarce rolnej. Do wód wglębnych, a więc izolowanych od powierzchni terenu warstwami nieprzepuszczalnymi dopływa mniej zanieczyszczeń. Owe tzw. „nieprzepuszczalne warstwy”, w rzeczywistości półprzepuszczalne stanowią barierę sorpcyjną dla przenikających z powierzchni zanieczyszczeń. W ograniczaniu ich dopływu do warstw głębiej występujących (obok sorpcji), biorą też udział inne procesy hydrogeochemiczne i mikrobiologiczne [12]. Najważniejsze z nich to biodegradacja zanieczyszczeń (głównie mikrobiologiczny rozkład substancji organicznej) oraz fizyczne procesy rozcieńczania substancji zanieczyszczających wodę. W efekcie, dzięki wymienionym procesom samooczyszczania się wód, do warstw głębiej występujących przenikają wody z mniejszym ładunkiem zanieczyszczeń. Nie wszystkie jednak substancje zanieczyszczające wody podziemne jednakowo łatwo podlegają procesom samooczyszczania. Najbardziej odporne na nie tzw. zanieczyszczenia konserwatywne mogą pozostać w wodach podziemnych bardzo długo. Należą do nich np. niektóre pestycydy (tzw. „twarde”) lub detergenty. Zanieczyszczenia konserwatywne podlegają jedynie rozcieńczaniu przez dopływające czyste wody.

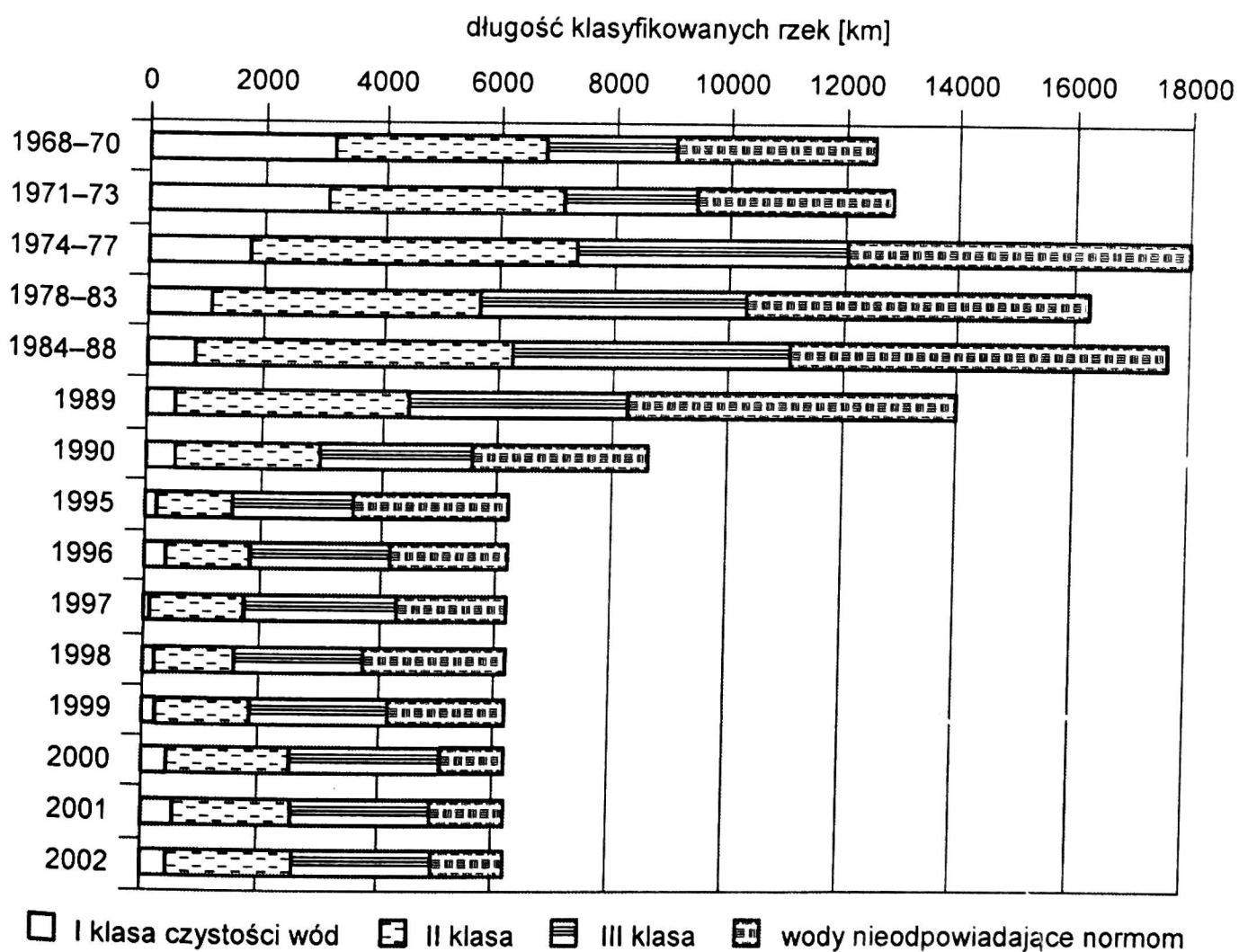
Zanieczyszczenie wód podziemnych może być rozpatrywane albo w kategoriach utylitycznych jako odwrotność dobrej jakości wody i oceniane przez porównanie z obowiązującymi przepisami sanitarnymi, albo w aspekcie przyrodniczym. Ten drugi aspekt pozwala mówić o zanieczyszczeniu wód podziemnych wówczas, gdy mamy do czynienia z doprowadzeniem do wód przez człowieka obcych substancji. To podejście upoważnia nas do traktowania wód gruntowych obszarów rolniczych jako nieznacznie zanieczyszczonych – jest to więc jedynie początkowe stadium zanieczyszczenia. Użytkowanie wód gruntowych jest tu w pełni możliwe. Musimy jednak wiedzieć dalsze konsekwencje intensywnej chemizacji rolnictwa prowadzące do powszechnego (obszarowego) zanieczyszczenia wód gruntowych głównie azotanami – a więc doprowadzenia do stanu, jaki występuje w wielu krajach Europy Zachodniej.

W Polsce zanieczyszczenia rolnicze wód gruntowych występują jedynie lokalnie, w pewnych, podatnych na nie strefach, najczęściej wokół ferm hodowlanych lub wylewisk gnojowicy, rzadziej w strefach nadmiernego stosowania środków ochrony roślin. Jeżeli weźmiemy pod uwagę geologiczny wiek utworów to najczęściej występują one w stropowych seriach piasków wodnolodowcowych w utworach czwartorzędowych (rys. 1). Szczególnie podatne na zanieczyszczenia rolnicze są piaski sandrowe [8].

Najłatwiej, najszybciej i osiągając największe odległości migrują zanieczyszczenia rolnicze w wodach szczelinowych występujących np. na Lubelszczyźnie. Ograniczenie przenikania zanieczyszczeń do wód podziemnych spotykamy natomiast w strefach występowania miąższych utworów nieprzepuszczalnych, głównie glin i ilów.



Rysunek 1. Wyniki monitoringu jakości zwykłych wód podziemnych w sieci krajowej
 * wody podziemne o najwyższej (Ia) i wysokiej (Ib) jakości odpowiadają generalnie wymaganiom stawianym dla wód pitnych



Rysunek 2. Jakość wód płynących kontrolowanych wg kryterium fizyczno-chemicznego w latach 1968-2002

Problem zanieczyszczania wód związkami azotu wymywanymi z gleb uprawnych, stał się jednym z najpoważniejszych problemów ochrony środowiska w krajach Europy Zachodniej oraz niektórych stanach i prowincjach Ameryki Północnej. Zanieczyszczenie to wyraża się zwłaszcza przekroczeniem dopuszczalnych wartości stężeń azotanów w wodach zasilających ujęcia wody pitnej. Na przykład w Danii około 8% ujęć wody do celów pitnych dostarczało wodę charakteryzującą się ponadnormatywnym ich stężeniem, a w Niemczech ponad 50% indywidualnych ujęć dostarczało wodę nadmiernie zanieczyszczoną związkami azotu [16]. W Polsce woda aż z 66% studni przydomowych miała ponadnormatywne stężenie azotanów [7]. Należy to jednak wiązać głównie z zanieczyszczeniami bytowymi – niewłaściwą gospodarką wodno-ściekową, a nie z „typowymi” zanieczyszczeniami rolniczymi. Najgorszą sytuację odnotowano w województwach centralnych i południowych, a także na obszarze województwa poznańskiego i m. Poznania. W badaniach jakości wody realizowanych w 1986–1992 odnotowano wyraźny wzrost zanieczyszczenia wody jonami NO_3^- i NO_2^- przy jednoczesnym spadku stężenia azotu amonowego i fosforanów [7].

W krajach UE obowiązuje tzw. Dyrektywa azotanowa [27] w sprawie ochrony wód przed zanieczyszczeniami spowodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego. Jest ona drugą ważną dyrektywą (obok dyrektywy dotyczącej konieczności oczyszczania ścieków komunalnych [33]) przyjętą przez ówczesną Radę Wspólnot Europejskich na potrzeby ochrony wód przed zanieczyszczeniem. Powiązana jest ona z dyrektywami dotyczącymi jakości wody używanej do celów zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia oraz ogranicza wpływ eutrofizacji zachodzącej w wodach powierzchniowych, śródlądowych i morskich. Wskazano przy tym, że działalność rolnicza jest głównym źródłem azotanów chociaż używanie nawozów organicznych i mineralnych zawierających azot jest konieczne dla rolnictwa [27]. Z informacji Departamentu Zasobów Wodnych Ministerstwa Środowiska (listopad 2003 r.) wynika, że wymagania dyrektywy azotanowej obejmują sporządzenie wykazu obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie wód w drodze bezpośredniego lub pośredniego zrzutu azotanów i innych związków azotowych pochodzących z rolnictwa.

Transpozycja przepisów dyrektywy azotanowej wdrożona do polskiego prawa nastąpiła w drodze aktów prawnych takich jak: Prawo ochrony środowiska, ust. z dnia 27.04.2001, Prawo wodne ust. z dn. 18.07.2001, ust. o nawozach i nawożeniu z dn. 26.07.2000, rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 23.12.2002, w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych i w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych, a także rozp. Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 01.06.2001, w sprawie szczegółowego sposobu stosowania nawozów oraz prowadzenia szkoleń z zakresu ich stosowania. Jak podaje Ministerstwo Środowiska, wykonane ekspertyzy stanu jakości wód do końca 2002 r., wykazały, że problem zanieczyszczenia wód azotanami pochodzenia rolniczego występuje na obszarach Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej w Gdańsku, Gliwicach, Poznaniu, Szczecinie, Warszawie i Wrocławiu, natomiast

na terenie RZGW Kraków nie obserwuje się obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenia rolnicze azotanami. W Polsce łączna powierzchnia obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenia wód azotanami wynosi ok. 7760 km² co stanowi 2,48% powierzchni Polski. Jest to niewielki procent w porównaniu z Anglią – 55%, Szkocją – 15%, ale więcej niż w Irlandii, która wyznaczyła 1% .

Z analizy wstępnych opracowań RZGW, stanowiących podstawę do wyznaczania obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu wynika że:

- Wody powierzchniowe i wglębne wody podziemne nie są w Polsce wysoce zagrożone zanieczyszczeniem azotanami wg kryteriów dyrektywy azotanowej.
- Najpoważniejszym problemem w Polsce jest eutrofizacja wód stojących oraz zanieczyszczenie związkami azotu wód gruntowych, co wymaga pełnej oceny przyczyn tej sytuacji. Wskazane byłoby stworzenie sieci monitoringu dotyczącego zanieczyszczenia wód gruntowych azotanami pochodzenia rolniczego.
- Weryfikacja wyznaczonych obszarów wód wrażliwych i obszarów szczególnie narażonych powinna być wykonana przez Regionalne Zarządy Gospodarki Wodnej w następnych etapach wdrażania dyrektywy azotanowej w Polsce według jednolitych metod, uwzględniających doświadczenia krajów UE.

Ministerstwo Środowiska na podstawie licznych prac badawczych w kraju i poza jego granicami wskazuje na problemy metodyczne, które wystąpiły, a w szczególności dotyczące:

- opracowania zasad określania obszaru szczególnie narażonego,
- zorganizowania dostatecznie rozbudowanej sieci monitoringu wód podziemnych oraz zalecanych modeli do oceny przestrzennego zasięgu tych wód,
- wyboru charakterystyki statystycznej najbardziej miarodajnej do oceny zanieczyszczenia azotanami wód na podstawie danych monitoringowych,
- określenia sposobu oceny wrażliwości wód eutroficznymi na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych.

Aktualnie opracowywane są dalsze szczegółowe wytyczne ze strony Unii Europejskiej adresowane do krajów członkowskich i dotyczące dalszych etapów wdrażania Dyrektywy azotanowej.

Podsumowanie

Ogólna analiza występujących zanieczyszczeń wód podziemnych i powierzchniowych oraz ich zagrożeń związanych z rolnictwem wskazują na:

- konieczność opracowania systemu działań ograniczających niekorzystne tendencje wpływu rolnictwa wpływające na jakość wód;
- szczegółowe rozpoznanie jakości wód powierzchniowych jak i głębinowych na terenie całego kraju w obszarach zróżnicowanych zarówno geograficznie, morfologicznie, klimatycznie i ekonomicznie;

- wyznaczenie obszarów szczególnie wrażliwych na zanieczyszczenie rolnicze, dla których to należałoby opracować specjalne plany zarówno nawożenia jak i ochrony roślin;
- objąć stałym monitoringiem wszystkie rodzaje wód na terenie kraju;
- wdrożenie w życie opracowanego w 2002 roku przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej zawierającego zbiór działań w rolnictwie ze szczególnym uwzględnieniem ochrony zasobów wodnych;
- realizacja interdyscyplinarnych badań pozwalających na pełną realizację koncepcji zrównoważonego rozwoju.

Literatura

-
- [1] Biernacka E., Pempkowiak J. 1999. Spectation of heavy metals in marine sediments and their bioaccumulation by mussels. *Chemosphere* Vol. 39(2): 313–321.
 - [2] Biernacka E., Obarska-Pempkowiak H., Ozimek T. 2000. Wykorzystanie roślinności terenów podmokłych do ochrony wód. Mat. Konf. Międzynarodowej „Metale ciężkie w środowisku przyrodniczym”, Gdańsk: 110–113.
 - [3] Biernacka E., Pajnowska H. 2001. Odnawialność a jakość płytkich wód podziemnych na przykładzie okolic Warszawy. *Przegląd Naukowy Wydziału Inżynierii i Kształtowania Środowiska SGGW* 22: 149–157.
 - [4] Dąbrowski Ł. 2001. Oznaczanie wybranych zanieczyszczeń środowiska w osadach dennych z wykorzystaniem przyspieszonej ekstrakcji rozpuszczalnikiem ASE i GC-MS. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna* 8: 809–817.
 - [5] Ignatowicz-Owsieniuk K. 2001. Wpływ budowy i własności fizyczno-chemicznych związków fenoksyoctowych na proces sorpcji na koksowym węglu aktywnym. *Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej. Inżynieria Środowiska* 20: 488–499.
 - [6] Kabaciński M., Zerbe J., Sobczyński T., Siepak J. 1997: Wpływ antropopresji na wody gruntowe na obszarze województwa poznańskiego i m. Poznania. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza. Wyd. Sorus, Poznań: 99 ss.
 - [7] Liro A. 2000: Ochrona środowiska w rolnictwie. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa, Warszawa ISBN 83-88010-37-9: 86 ss..
 - [8] Kleczkowski A.S. (red.) 1984. Ochrona wód podziemnych. Wyd. Geol., Warszawa: 328 ss
 - [9] Krogulec E. 2004. Ocena podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia w dolinie rzecznej na podstawie przesłanek hydrodynamicznych. Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego 177 ss..
 - [10] Macioszczyk A., Ozimek T., Szulc M. 1995. Rolnictwo XX wieku – zagrożenia i nadzieje. Warszawa Podstawy Ochrony Środowiska Zeszyt 6, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne: 4–33.
 - [11] Macioszczyk A., Dobrzyński D. 2002. Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. Wyd. Naukowe PWN: 448 ss.
 - [12] Macioszczyk A., Jeż Ł. 1995. Antropogeniczne przekształcenia chemizmu wód podziemnych występujące w podwarszawskiej strefie ogrodniczo-rekreacyjnej. *Współ. Probl. Hydrogeol.* t. VII, Kraków-Krynica: 169–276.
 - [13] Mikołajków J. 1999. Wpływ budowy strefy aeracji i charakteru zagospodarowania terenu na zanieczyszczenie płytkich wód podziemnych sandru kurpiowskiego związkami azotu. *Współ. Probl. Hydrogeol.* t. IX, Warszawa-Kielce: 239–244.

- [14] Ministerstwo Środowiska Departament Zasobów Wodnych Warszawa 2003: Informacja na temat wyznaczania w Polsce obszarów szczególnie narażonych na azotany pochodzenia rolniczego i niezbędnych działań z tym związanych.
- [15] Monitoring pestycydów w wodach powierzchniowych. PIOŚ, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1993: 60 ss.
- [16] Obarska-Pempkowiak H. 2002. Oczyszczalnie hydrofitowe. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej ISBN 83-7348-009-9: 214 ss.
- [17] Taylor R. 1982. Pestycydowe zanieczyszczenia obszarowe wody. *Gospodarka Wodna* 11/12.
- [18] Raport o stanie środowiska w województwie dolnośląskim w 1999 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Wrocław 2000.
- [19] Ryszkowski L. 1992. Rolnictwo a zanieczyszczenia obszarowe środowiska. *Post. Nauk Rol.* 4: 1–14.
- [20] Sadecka Z. 2003. Środki ochrony roślin jako mikrozanieczyszczenia wód ujmowanych na potrzeby wodociągowe. Materiały IV Konferencji Naukowo-Technicznej z cyklu „Woda – Ścieki – Odpady w Środowisku” pt. „Oczyszczanie wody – nowe trendy”. Zielona Góra: 105–115.
- [21] Stan środowiska w Polsce pod red. R. Andrzejewskiego i M. Baranowskiego. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Centrum Informacji o Środowisku GRID – Warszawa 1993: 105 ss.
- [22] Zasady ekopolityki w rozwoju obszarów wiejskich pod red. L. Ryszkowskiego i S. Bałazego. 1995. Materiały z sesji wyjazdowej Rady Ekologicznej przy Prezydencie Rzeczypospolitej Polskiej. Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, Poznań: 159 ss.
- [23] Zdybiewska W. 1982. Wpływ pestycydów na zanieczyszczenie środowiska wodnego i sposoby ich unieszkodliwiania. *Nowa Technika w Inżynierii Sanitarnej* 15. Wodociągi i kanalizacja. Arkady. Warszawa: 273–332.
- [24] Żelechowska A., Makowski Z. 1993. Monitoring pestycydów w wodach powierzchniowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa: 60 ss.
- Przepisy ustawodawcze**
- [25] Dyrektywa 80/778/EEC z dnia 15.07.1980 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do picia przez ludzi. Dz. Urzędowy U.E. (Official Journal of the European Communities), L 229, 30.08.1980. P. 0001-0010.
- [26] Dyrektywa 91/271/EEC z dnia 21.05.1991 r. w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych. Dz. Urzędowy U.E. (Official Journal of the European Communities), L135, 30.05.1991. P. 0040-0052.
- [27] Dyrektywa 91/676 EEC z dnia 12.12. 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniem powodowanym przez azotany pochodzące ze źródeł rolniczych. Dz. Urzędowy U.E. (Official Journal of the European Communities), L 375, 31.12.1991. P. 0001-0008.
- [28] Dyrektywa 92/43/EC z dnia 21.05. 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej flory i fauny. Dz. Urzędowy U.E. (Official Journal of the European Communities), L 206, 22.07.1992. P. 0007-0050.
- [29]. Dyrektywa 98/83/EC z dnia 3.11.1998 r. w sprawie jakości wód przeznaczonych do konsumpcji przez ludzi. Dz. Urzędowy U.E. (Official Journal of the European Communities), L330, 05.12.1998. P. 0032-0054.
- [30] Dyrektywa 2000/60/EC z dn. 23 10. 2000 r. w sprawie ustanowienia ram dla działalności Wspólnoty w dziedzinie polityki wodnej. Dz. Urzędowy U.E. (Official Journal of the European Communities), L 327, 22.12.2000. P. 0001-0073.

- [31] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4.09.2000 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, woda w kąpieliskach, oraz zasad sprawowania kontroli jakości wody przez organy Inspekcji Sanitarnej. Dz. U. Nr 82, poz. 937.
- [32] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19.11.2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. nr 203, poz. 1718.
- [33] Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 27.11.2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. Dz. U. Nr 204, poz. 1728.
- [34] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29.11.2002 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego. Dz. U. Nr 212, poz. 1799.
- [35] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23.12.2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych. Dz. U. Nr 241, poz. 2093.
- [36] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23.12.2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych. Dz. U. Nr 4, poz. 44.
- [37] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11.02.2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód.
- [38] Ustawa z dnia 18.07.2001 r – Prawo wodne. Dz.U. nr 115 z dn. 11.10.2001 r. poz. 1229.
- [39] Ustawa z dnia 27.04. 2001 r. Prawo ochrony środowiska. Dz. U. nr 62 poz. 627 z późniejszymi zmianami.
- [40] Ustawa z dnia 27.07. 2001 r. o wprowadzeniu ustawy Prawo Ochrony środowiska, ustawy o odpadach oraz zmianie niektórych ustaw. Dz. U. Nr 100, poz. 1085.
- [41] Wytyczne WHO dotyczące jakości wody do picia, Tom 1. Zalecenia (wyd. drugie), Zarząd główny PZ i TS, nr 749, Warszawa 1998.

Impact of agriculture on the water quality

Key words: water quality, surface water, underground water, contamination, legal regulations

Summary

This paper reviewed some issues concerning the water quality in Poland against a background of the other European countries. The reasons of surface- and underground water contamination on agricultural areas were discussed. Legal regulations dealing with the quality of water were presented.