

Piotr Panek

## PRZYRODNICY I INŻYNIEROWIE, CZYLI OCENA JAKOŚCI WODY W POLSCE



### Naturalists and engineers – water quality assessment in Poland

**ABSTRAKT:** Praca przedstawia historię stosowanych w Polsce metod oceny jakości wód ze szczególnym uwzględnieniem metod bioindykacyjnych. Przedstawione są różne koncepcje klasyfikacji jakości wód (czystość lub stan ekologiczny) w kontekście obowiązującego w danym okresie prawa. Szczególny nacisk położono na wskaźniki elementów stanu ekologicznego wymienionych w Ramowej Dyrektywie Wodnej.

**SŁOWA KLUCZOWE:** jakość wód, biomonitoring, bioindykacja, klasy czystości wód, Ramowa Dyrektywa Wodna, Prawo wodne

**ABSTRACT:** The paper presents a brief history of the use of water quality assessment in Poland with the focus on bioindication. Different approaches of water quality classification (i.e. purity or ecological state) and changes in their legal status are discussed. The main part refers to the indicators listed in Water Framework Directive.

**KEYWORDS:** water quality, biomonitoring, bioindication, water purity classes, Water Framework Directive, water law

#### Wstęp

Polska ma bogate i sięgające daleko w historię tradycje ochrony przyrody. Niestety, w wielu przypadkach działania ochronne były rozproszone i skupione na pojedynczych obiektach i aspektach. Mimo działalności takich osób jak prof. Janusz Faliński, który w swoich publikacjach podkreślał związki ochrony środowiska, ochrony przyrody ożywionej oraz ochrony dziedzictwa kulturowego (Faliński 1995), te trzy dziedziny zwykle pozostawały w domenie zainteresowań i działań różnych grup – inżynierów środowiska, biologów i humanistów. Ich działania nie tylko trudno skoordynować, ale czasem wręcz stają wobec siebie w sprzeczności. Tymczasem wcale tak być nie musi i to zintegrowane działa-

nia ostatecznie przynoszą korzyści wszystkim dziedzinom. Przykładem są uprawy i hodowle przy skansenach, które oprócz zachowywania zabytków kultury materialnej, służą przetrwaniu zasobów genetycznych tych gatunków i odmian roślin uprawnych, zwierząt hodowlanych, ale i chwastów, które zostały niemal wyeliminowane w nowoczesnej gospodarce rolnej. Z kolei ochrona środowiska zmniejsza ilość zniszczeń, jakie zanieczyszczone powietrze, np. niosące kwaśne deszcze, powoduje w zabytkach architektonicznych i roślinności. Najbardziej spektakularny chyba przykład polskiej tradycji ochrony przyrody był właśnie możliwy dzięki połączeniu działań różnych specjalistów – zootechników i botaników – co prawda z dziedzin nie tak odległych, ale jednak już wówczas mocno rozdzielonych. Ich

efektem było nie tylko odtworzenie żubra, ale również zachowanie jego siedliska, czyli Puszczy Białowieskiej (ponadto przy okazji ochrony walorów przyrodniczych tejsze, ochroną objęto również znajdujące się w niej kurhany, jako dziedzictwo dawnej kultury).

### Historia ochrony wód w Polsce

W polskiej tradycji początkowo przewaga była po stronie przyrodników. Powołano pierwsze rezerwy i parki narodowe. Objęto ochroną cenne i zagrożone gatunki. Środowisko zaś było przez długi czas traktowane jako źródło zasobów tak ogromne, że w zasadzie niewymagające ochrony. Zmiana nastąpiła w latach 80. XX w. Środowisko zostało tak zdegradowane, że nie dało się dłużej utrzymać *status quo*. Co prawda wraz z przemianami społecznymi ochrona przyrody zyskała wielu nowych zwolenników i powstały nowe formy ochrony powierzchniowej i gatunkowej, to jednak jej rozwój nie nadążał za rozwojem ochrony środowiska. Inżynieria środowiskowa przesunęła swoje główne działania na budowę oczyszczalni ścieków i instalacji zmniejszających emisję zanieczyszczeń powietrza. Priorytetem stało się zapewnienie czystości wody i powietrza, a skoro zanieczyszczenia są zjawiskiem o naturze chemicznej, względnie fizycznej, to ich neutralizację powierzono inżynierom. Jest to oczywiście słuszne, ale niestety w ten sposób przyroda ożywiona została zepchnięta na pozycję tła i ewentualnego beneficjenta. Zbagatelizowano fakt, że rzeki i jeziora to nie tylko zbiorniki wody, ale także ekosystemy. Miało to wyraz także w samym języku dotyczącym stanu środowiska, które miało być opisywane pod kątem czystości. Jakość wód była przede wszystkim oceniana właśnie ze względu na tę cechę. W ten sposób lepiej oceniany mógł być wybetonowany kanał, którym płynęła oczyszczona ze ścieków woda, niż naturalna rzeka. Ma to oczywiście uzasadnienie praktyczne, gdyż człowiek w istocie do picia potrzebuje wody raczej czystszej, niż będącej biotopem dla naturalnych biocenoz. Niemniej nieco wykrzywia to obraz całości systemu, w którym woda traktowana jest

jedynie jako rozpuszczalnik mniej lub bardziej groźnych substancji, a jedynym zainteresowaniem biologów są znajdujące w niej bakterie i jaja pasożytów. Przy określaniu klas czystości kryterium określane jako biologiczne było w rzeczywistości miarą stanu sanitarnego, czyli bardzo ograniczonego wycinka biologii. Swoją drogą, to właśnie stan sanitarny, a nie fizyczno-chemiczny był najczęściej odpowiedzialny za wychodzenie badanych wód poza wszelkie klasy czystości. Dopiero przyjęcie przez Polskę unijnej Ramowej Dyrektywy Wodnej (O.J. EU L 327) przywróciło równowagę między kryteriami szeroko rozumianej czystości a kryteriami naturalności. Od tego czasu ocenie podlega stan ekologiczny wód w pełnym tego słowa znaczeniu.

Polskie prawo wodne od samego początku zwracało pewną uwagę na ochronę wód przed zanieczyszczeniami, ale i nieuzasadnionym przekształcaniem. Ustawa wodna z 19 września 1922 r. (Dz.U. 1922 nr 102 poz. 936) zakazuje pod karą grzywny, a nawet aresztu, śmiecenia i zanieczyszczania wód, a w przypadku przemysłowego przekształcania cieków i zbiorników, nakazuje stosowanie środków zmniejszających oszpecenie krajobrazu. Początkowo pojęcia te pozostawiano do intuicji i rozsądku osób korzystających z wody. Można było jednak wnioskować z innych aktów prawnych (np. dotyczących budowy studzien), że chodzi głównie o zanieczyszczenia sanitarne. Nieco uściślone zostało to w latach 60. XX w., kiedy najpierw uchwalono odrębną ustawę o ochronie wód przed zanieczyszczeniem (Dz. U. 1961 nr 5 poz. 33), w której uwzględniono m.in. zanieczyszczenia radioaktywne, a potem jej zapisy włączono do nowej ustawy ogólnej – Prawa wodnego z 30 maja 1962 r. (Dz.U. 1962 nr 34 poz. 158). Prawo to przewidywało ustanowienie stref ochronnych źródeł i ujęć wody, jak również określenie norm dopuszczalnych zanieczyszczeń i parametrów ścieków. To ostatnie stało się kamieniem milowym polskiego prawa ochrony wód. W roku 1970 w rozporządzeniu Rady Ministrów (Dz. U. 1970 nr 17 poz. 144) pojawiło się po raz pierwszy pojęcie klas czystości wód, a wraz z

nimi norm, jakie powinny spełniać. Trzy klasy czystości wód weszły do świata gospodarki i nauki na kilkadziesiąt lat, a w świadomości społecznej w zasadzie funkcjonują do dziś. System ten utrwalił również podejście utylitarne skupiające się na czystości wód, z bagatelizacją ich stanu całościowego.

Warto zauważyć, że stosowane w PRL klasy czystości to mimo tej samej nazwy i bardzo podobnych kryteriów były czymś zupełnie innym, niż rozumiemy to obecnie. Od roku 1991 klasy czystości oznaczają zmierzony stan wód. Inspektor ochrony środowiska pobiera próbki wody, analizuje ich skład i dopasowując do tabel wartości, określa ich klasę czystości. Na podstawie takiej analizy i przyporządkowania podejmowane są różnego rodzaju decyzje, np. wody drugoklasowe nie mogą być stosowane jako woda pitna, ale mogą służyć do pojenia zwierząt. Tymczasem w PRL to nie inspektorzy środowiska określali klasy czystości konkretnych rzek czy jezior, ale robiły to organy rządowe lub wojewódzkie. Przykładowo, wodom Wisły Prezes Centralnego Urzędu Gospodarki Wodnej w roku 1972 wyznaczył klasę I na odcinkach od ujścia Dunajca do Puław, od ujścia Radomki do Warszawy i od ujścia Narwi do Płocka, a na pozostałych odcinkach klasę II. Zaliczenie do tych klas nie miało charakteru zupełnie arbitralnego, gdyż nieprzypadkowo klasa czystości obniżała się poniżej miast przemysłowych, a podnosiła poniżej wpływu stonkowo czystych wód z dopływów, niemniej w żadnym wypadku nie gwarantowało, że wody w danym odcinku naprawdę odpowiadają określonym prawnie normom. Według tej filozofii, jeżeli ogólny plan przewidywał, że dany odcinek rzeki ma służyć do hodowli pstrągów, dostarczenia wody pitnej lub dla przemysłu spożywczego, odpowiedni organ mógł ten odcinek zaklasyfikować jako wody najwyższej klasy, a gdy rzeczywiste wskaźniki zanieczyszczeń nie mieściły się w normach, można było podejmować środki zmierzające ku wypełnieniu norm. A że w realiach PRL często następowały „obiektywne trudności na odcinku wypełnienia normy” jakiegokolwiek, to inna sprawa.

### Biologiczne wskaźniki jakości wód

Tak czy inaczej, niezależnie od tego, czy wody pierwszej klasy definiowano jako przeznaczone m.in. dla hodowli ryb łososiowatych, czy też jako nadające się m.in. do tego samego, rzeczywiste występowanie tychże ryb nie miało żadnego znaczenia dla klasyfikacji – liczyły się parametry fizyczno-chemiczne i sanitarne. Biolodzy nie mieli przy tej klasyfikacji nic do powiedzenia. Tymczasem od dawna wiadomo, że rzeki i jeziora to elementy nie tylko systemu hydrologicznego i geochemicznego, ale również ekosystemu. W wodzie i osadach żyją zwierzęta, rośliny, grzyby, bakterie, protysty i skład ich zespołów jest dla ekosystemu równie istotnym elementem jak skład chemiczny i struktura fizyczna wody i podłoża. Od dość dawna wiadomo też, że skład gatunkowy biocenoz rzecznych i jeziornych zależy od jakości tych wód. Badania tych zależności dość wcześnie zaowocowały wypracowaniem różnego typu wskaźników jakości wód, do których wyznaczenia używa się danych o obfitości i składzie gatunkowym zasiedlających je biocenoz.

Jednym z najwcześniej opracowanych wskaźników tego typu jest indeks saprobów (Kawecka i Eloranta 1994). Jest on wyznaczany na podstawie tolerancji organizmów na zanieczyszczenia organiczne. Pewne organizmy nie znoszą najmniejszej ilości takich zanieczyszczeń (np. wypławek kątogłowy), podczas gdy inne są dość odporne (np. eugleniny), a niektóre wręcz są znane z życia w gnojówce (larwy gnojki wytrwałej). Współczynniki saprobowości opracowano dla niemal wszystkich grup organizmów, od bakterii po kręgowce tak, że mogli posługiwać się nimi specjaliści z różnych dziedzin biologii. Ponieważ zaś zanieczyszczenia organiczne często mają wymiar sanitarny, indeksy saprobie były (i nadal są) dość powszechnie stosowane przy określaniu czystości wody, jej przydatności do spożycia itp.

W drugiej połowie XX w. zorientowano się, że zanieczyszczenia wody to nie tylko zanieczyszczenia substancjami toksycznymi, pochodzącymi głównie z przemysłu i substan-

cjami organicznymi, ale również substancjami biogennymi. Okazało się, że użyżnienie wody pogarsza jej jakość, gdyż prowadzi do zakwitów glonowych, deficytów tlenowych i innych niepożądanych skutków. Zaczęto więc badać zakwitające glony, a także te, które były przez nie wypierane. Przypisanie gatunków do tych dwóch grup pozwoliło na wyznaczenie prostych wskaźników – jeśli dominują gatunki wód eutroficznych, woda ma słabą jakość, jeśli oligotroficznych – dobrą. W ciągu kilkudziesięciu lat algologzy, zwłaszcza skandynawscy, opracowali liczne wskaźniki trofii wody uwzględniające różne taksony fitoplanktonu. Jedne z nich są bardzo proste, np. współczynnik zielenicowy Thunmarka, który jest ilorazem liczby gatunków zielenic z rzędów chlorokokowców i desmidii. Gdy jego wartość przekracza 1 (a więc chlorokokowców jest więcej niż desmidii), zbiornik jest eutroficzny, gdy nie przekracza – oligotroficzny. Inne współczynniki są bardziej skomplikowane, np. współczynnik złożony Nygaarda, który w mianowniku również ma liczbę gatunków desmidii, ale licznik jest sumą liczby gatunków sinic, chlorokokowców, okrzemek z rzędu *Centrales* i euglenin, a jego wartości pozwalają wyznaczyć stan oligotrofii, mezotrofii, eutrofii i politrofii, a także dystrofii i polisaprobowości (Półtoracka 1969).

Wskaźniki fitoplanktonowe najlepiej sprawdzają się w jeziorach i stawach. Do określania stanu wód płynących z kolei hydrobiolodzy opracowali wskaźniki oparte przede wszystkim na składzie zoobentosu, czyli zwierząt związanych z dnem i podwodnymi częściami roślin. Jednym z najlepiej opracowanych tego typu wskaźników jest brytyjski Indeks BMWP, określane czasem w Polsce jako Sumaryczny Wskaźnik Jakości Wody. Jest on sumą punktów przyporządkowanych poszczególnym rodzinom zwierząt bentosowych. Rodziny typowe dla wód zdegradowanych mają najniższą punktację, a dla wód czystych i naturalnych najwyższą, więc im wyższa wartość indeksu, tym lepszy stan rzeki. Wskaźnik ten jest udoskonalany i porównywany z komputerową rekonstrukcją stanu naturalnego (RI-

VPACS). Również polscy hydrobiolodzy prowadząc badania w rodzimych rzekach opracowali analogiczny wskaźnik zwany Polskim Indeks Biotycznym lub po prostu BMWP-PL (Gorzeli i Kornijów 2004). Dostosowany jest on do środkowoeuropejskiej specyfiki, przez co skład taksonów jest nieco odmienny, a niektóre wspólne taksony mają inną liczbę punktów (np. skąposzczety mające tylko 1 punkt w BMWP w BMWP-PL mają 2 punkty).

Nieco odmiennie budowane są wskaźniki oparte o fitobentos, czyli zasiedlające strefę przydenną glony. Spośród różnych grup fitobentosu do bioindykacji najczęściej wybierane są peryfitonowe okrzemki. Jedną z zalet przedstawicieli tej grupy jest fakt, że ze względu na trwałe skorupki o charakterystycznej ornamentacji, nie muszą być oznaczane przyżyciowo (podczas gdy metodyka wielu badań saprobowości wymaga nierealistycznie krótkiego czasu oznaczenia pobranych prób). Ta cecha przy zastosowaniu zaś zasady prezentyzmu pozwala na podstawie zachowanych szczątków zrekonstruować także zmiany tego stanu w przeszłości (Kawecka i Eloranta 1994). Istnieją np. odpowiednie wzory pozwalające na obliczenie pH jeziora na podstawie zachowanych w osadzie skorupki okrzemek. To daje możliwość odtwarzania stanu, którego nie można z oczywistych względów zmierzyć aparaturą. W przypadku jednak badań stanu współczesnego każdy badacz weźmie pehametr, zamiast łowić, preparować i oznaczać okrzemki. Oznaczanie ich jednak jest konieczne przy takich nie do końca precyzyjnych z fizyczno-chemicznego punktu widzenia parametrach jak saprobia czy trofia. Dla tych dwóch cech opracowano kilka wskaźników opartych na gatunkach okrzemek dostosowanych do lokalnych warunków (Picińska-Fałtynowicz 2009). W Polsce są to wskaźniki opracowane kilka lat temu przez zespół Joanny Picińskiej-Fałtynowicz, opierające się nieco na opracowanych pod koniec XX w. wskaźnikach stosowanych w Austrii i Niemczech (Picińska-Fałtynowicz et al. 2006). Oba indeksy stanu rzek mają podobną strukturę matematyczną:

$$TI = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \cdot wT_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n wT_i \cdot L_i}$$

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot wS_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n wS_i \cdot L_i}$$

TI/SI to wskaźnik trofii/saprobii,  $T_i/S_i$  to wrażliwość i-tego taksonu na zanieczyszczenia troficzne/organiczne,  $wT_i/S_i$  – współczynnik wagowy taksonu  $i$  będący miarą jego tolerancji, a  $L_i$  to względna obfitość taksonu  $i$ , czyli liczba osobników taksonu  $i$  podzielona przez liczbę wszystkich zidentyfikowanych osobników. Wskaźniki te można stosować osobno lub razem (wtedy po prostu ich sumę dzieli się na dwa). To daje obraz siedliska, natomiast obraz biocenoz daje wskaźnik obfitości gatunków referencyjnych, będący sumą względnych obfitości kolejnych taksonów referencyjnych.

$$GR = \sum_{i=1}^n tR_i$$

Pełny obraz stanu ekosystemu można uzyskać po zestawieniu wszystkich trzech wskaźników, po uprzednim ich zestandaryzowaniu tak, aby wartość 0 oznaczała stan najbardziej zdegradowany, a wartość 1 najbardziej pożądaną, tj. naturalną. Okrzemkowy wskaźnik trofii dla jezior oblicza się identycznie, jak dla rzek. Nie opracowano wskaźnika saprobii, gdyż parametr ten w odróżnieniu od rzek, w przypadku jezior jest słabo zbadany (jeziora są rzadziej wykorzystywane jako miejsce zrzutu ścieków bytowych, co zaś najważniejsze – w wodach płynących da się wyznaczyć oddzielone przestrzennie etapy samoczyszczenia, podczas gdy w zbiornikach zamkniętych wszystkie one przebiegają w jednym miejscu i czasie (Lampert i Sommer 2001)), a wskaźnik obfitości gatunków referencyjnych liczy się w sposób bardziej skomplikowany, gdyż oprócz gatunków poświadczonych, uwzględniane są w nim gatunki degradacyjne, wskazujące na niepożądany stan środowiska. Do obliczenia wskaźników okrzemkowych (IO oraz IOJ) konieczna jest znajomość tabel zawierających taksony uznane za referencyjne lub degrada-

cyjne dla danego typu cieków lub zbiorników wraz z wartościami liczbowymi współczynników wagowych itd.

O ile większość wspomnianych dotąd wskaźników ma znaczenie wyłącznie naukowe, o tyle wskaźniki okrzemkowe trafiły do polskiego prawodawstwa i praktyki inspekcji środowiska. Nie jest to jedyny przykład wkroczenia wiedzy biologicznej do monitoringu środowiska. Równoległe do opracowywania wskaźników okrzemkowych trwały badania nad bioindykacyjną rolą makrofitów, czyli stosunkowo dużych roślin wodnych. Fitoindykacja, czyli wykorzystanie roślin do określania składu chemicznego siedliska ma długą tradycję naukową, ale w oficjalnym monitoringu była dotąd niedoceniana (Kłosowski 2006, Kolada 2008). Dopiero kilka lat temu opracowano, w oparciu o brytyjskie i polskie wzorce, Makrofitowy Indeks Rzeczny (Szoszkiewicz et al. 2006) oraz Makrofitowy Indeks Stanu Ekologicznego dla jezior (Ciecierska et al. 2006). Wzór obliczania MIR przypomina wzory wskaźników okrzemkowych TI i SI, przy czym zamiast względnej obfitości pod uwagę brany jest stopień pokrycia siedliska znany z fitosocjologii. Makrofitowy Indeks Stanu Ekologicznego (znany pod angielskim skrótem ESMI) obliczany jest w bardziej skomplikowany sposób, z uwzględnieniem wskaźnika Shannona, powierzchni fitolitoralu, powierzchni jeziora i in. W odróżnieniu od innych tego typu wskaźników podstawowym obiektem wskaźnikowym nie są taksony, lecz syntaksony, czyli zbiorowiska roślinne (choć w przypadku roślinności wodnej różnica ta ma mniejsze znaczenie niż miałyby w przypadku roślinności lądowej, gdyż tu zbiorowisko roślinne jest wyznaczane nie tyle przez charakterystyczną kombinację gatunków, ile przez gatunek dominujący, w skrajnym zaś przypadku jest po prostu jednogatunkową agregacją (Tomaszewicz 1979)).

### **Nowe kryteria oceny jakości wód jako perspektywa dla badań biologicznych**

Podobnie jak wskaźniki okrzemkowe, MIR i ESMI są wymienione w rozporządzeniu ministra środowiska określającym klasyfikację jakości wód (Dz.U. 2008 nr 162 poz. 1008). Kolejnym zaś wskaźnikiem biologicznym tam uwzględnionym jest obfitość fitoplanktonu. Obecnie jednak nie jest to wskaźnik obliczany na podstawie ilości i składu gatunkowego jak pozostałe wskaźniki. W uproszczonej wizji zakłada się, że duża ilość fitoplanktonu, czyli zakwit wody, jest dowodem wysokiej trofii i bada się jedynie jego obfitość mierząc ilość chlorofilu a, występującego u wszystkich fotosyntetyzujących organizmów niezależnie od ich pozycji systematycznej (bakterii, w tym sinic, roślin, w tym zielenic i glonów nieroślinnych: okrzemek, bruzdnic, euglenin i in.). Co prawda obecnie obowiązujące rozporządzenie z roku 2008 nie nakazuje stosowania innych wskaźników, jednak jest to stan przejściowy, gdyż Ramowa Dyrektywa Wodna wymaga ponadto określania stanu zoobentosu, ichtiofauny i analogicznych wskaźników dla wód niesłodkich. Takie indeksy są już opracowywane – w pierwszym wypadku prawdopodobnie będzie to Polski Indeks Biotyczny lub jakaś jego modyfikacja (Gorzela i Kornijów 2004), pozostałe to domena ichtiologów i biologów morza. W ten sposób do oceny jakości wód i związanej z nią ochrony środowiska wykorzystywana jest wiedza biologiczna w znacznie większym stopniu niż jeszcze kilkanaście

lat temu. Nie oznacza to zupełnego odwrotu od badań fizyczno-chemicznych – stan ekologiczny jest charakteryzowany nie tylko przez czynniki biologiczne, ale też fizyczno-chemiczne, zarówno związane z trofią (poziom biogenów), zanieczyszczeniem organicznym (np. BZT), zasoleniem (przy czym nie chodzi tu tylko o klasycznie rozumiane sole mineralne, ale również siarczany czy sole wapnia) i zakwaszeniem oraz substancjami szczególnie niebezpiecznymi dla środowiska wodnego (głównie metalami ciężkimi). Oprócz stanu ekologicznego o stanie ogólnym decyduje również stan chemiczny, czyli zawartość różnych substancji, których duże stężenie jest niepożądane (głównie węglowodorów). Pewne znaczenie według nowych przepisów mają ponadto czynniki hydromorfologiczne, dotąd w ogóle nieuwzględniane. Teraz dla przyznania pierwszej klasy ważna jest nie tylko czystość wody, ale i jej naturalny charakter. Przykładowo, organizmy żyjące w wodzie nie tylko powinny w niej przetrwać, ale muszą mieć możliwość migracji. Woda przestała być wyłącznie zasobem gospodarczym, a na nowo stała się środowiskiem przyrodniczym. Oczywiście, wody mające przeznaczenie użytkowe, czyli rezerwuary wody pitnej czy kąpieliska podlegają dodatkowej ocenie pod kątem bezpieczeństwa zdrowotnego. Jednak dla oceny jakości wody jako takiej już nie wystarczą techniki z laboratorium chemicznego i sanitarnego, ale potrzebna jest kompleksowa wiedza zebrana przez hydrochemików, hydrologów, a przede wszystkim biologów różnych specjalizacji.

### **LITERATURA**

- CIECIERSKA H., KOLADA A., SOSZKA H., GOŁUB M. 2006. Opracowanie metodyki badań terenowych makrofitów na potrzeby rutynowego monitoringu wód oraz metoda oceny i klasyfikacji stanu ekologicznego wód na podstawie makrofitów. T. II – Jeziora. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- FALIŃSKI J. 1995. Naukowe podstawy działań na rzecz ochrony przyrody i ochrony środowiska. In: KALINOWSKA A. (Ed.). Nauka i ruchy społeczne w ochronie środowiska naturalnego. WSiP, Warszawa. 18-43.
- GORZEL M., KORNIJÓW R. 2004. Biologiczne metody oceny jakości wód rzecznych. Kosmos 53 (263): 183-191.

- KAWECKA B., ELORANTA P. V. 1994. Zarys ekologii wód słodkich i środowisk lądowych. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- KŁOSOWSKI S. 2006. Metody identyfikacji zbiorowisk i analizy ich amplitudy ekologicznej. In: SZMEJA J. Przewodnik do badań roślinności wodnej, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk. 365-391
- KOLADA A. 2008. Wykorzystanie makrofitów w ocenie jakości jezior w Europie w świetle wymogów Ramowej Dyrektywy Wodnej – przegląd zagadnienia. *Ochr. Śr. i Zas. Nat.* 37: 114-127.
- LAMPERT W., SOMMER U. 2001. Ekologia wód śródlądowych. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- PICIŃSKA-FAŁTYNOWICZ J. 2009. Diatom phytobenthos as a tool for assessing the ecological status of Polish rivers. *Oceanol. Hydrobiol. Stud.*, 38 (Supl. 2): 155-161.
- PICIŃSKA-FAŁTYNOWICZ J., BŁACHUTA J., KOTOWICZ J., MAZUREK M., RAWA, W. 2006. Wybór jednolitych części wód rzecznych i jeziornych do oceny stanu ekologicznego na podstawie fitobentosu wraz z rekomendacją metodyki poboru i analizy prób. IMGW, Wrocław.
- PÓŁTORACKA J. 1969. Współczynniki fitoplanktonowe jako metoda określania stopnia troficzności środowisk wodnych. *Ekol. Pol.* B, 15 (4): 119-125.
- SZOSZKIEWICZ K., ZBIERSKA J., JUSIK SZ., ZGOŁA T., 2006. Opracowanie podstaw metodycznych dla monitoringu biologicznego wód powierzchniowych w zakresie makrofitów i pilotowe ich zastosowanie dla części wód reprezentujących wybrane kategorie i typy. Etap I-II, (w zakresie rzek). Ministerstwo Środowiska, Warszawa-Poznań-Olsztyn
- TOMASZEWICZ H. 1979. Roślinność wodna i szuwarowa Polski : (klasy Lemnetaea, Charetea, Potamogetonetea, Phragmitetea) wg stanu zbadania na rok 1975. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.

### Summary

Poland has a long tradition of nature protection. Initially its main focus was wildlife protection, but as the environment degradation increased continuously during the 20<sup>th</sup> century, the proportions reversed. Nature protection ruled by the government became a part of engineers' concerns while scientific research conducted by naturalists was hardly used in state actions. It resulted in focusing on utility value of water and neglecting its ecological role. Water quality was classified by purity classes, which meant that an artificial canal could get a better mark than a natural river if its water was cleaner, i.e. it had lower levels of contaminants. Ecologists, however, developed scientific methods of water quality determination with biological measures. Typical physico-chemical parameters as acidity or cation levels are determined with laboratory methods accurately, but more complex parameters as saproby or trophy need bioindication. Water Framework Directive was a breakthrough as it requires determination of complex ecological state including physico-chemical parameters, but with a consideration of hydrological state and a crucial role of biological parameters. Presently published ordinance of Polish ministry of environment does not divide water into three purity classes anymore, but into five quality classes corresponding to five ecological states enlisted in WFD. Not only does the ordinance define the classes but it also determines such biological measurements as Diatom Index (IO), Ecological State Macrophyte Index (ESMI) etc. It shifts water protection and monitoring from engineering to natural science again.

Adres autora:

Piotr Panek  
Zakład Ekologii Roślin i Ochrony Środowiska  
Uniwersytet Warszawski  
Al. Ujazdowskie 4  
00-478 Warszawa  
e-mail: p.panek@uw.edu.pl