

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 52, 2011: 75–83  
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 52, 2011)

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 52, 2011: 75–83  
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 52, 2011)

**Daniel GEBLER, Krzysztof SZOSZKIEWICZ**

Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
Department of Ecology and Environmental Protection, Poznań University of Life Sciences

### **Ocena stanu ekologicznego rzek z wykorzystaniem makrofitów na wybranych przykładach** **Ecological status assessment of rivers using macrophytes on selected examples**

**Słowa kluczowe:** makrofity, bioindykacja, ramowa dyrektywa wodna, rzeki, hydromorfologia, monitoring

**Key words:** macrophytes, bioindication, Water Framework Directive, rivers, hydromorphology, monitoring

#### **Wprowadzenie**

Ocena jakości wód poprzez określenie stanu ekologicznego ekosystemu wodnego jest stosunkowo nowym podejściem. Taki sposób oceny i klasyfikacji wszystkich typów wód powierzchniowych jest wymagany przez ramową dyrektywę wodną (RDW) (Dyrektywa 2000/60/WE), która jest obecnie najbardziej zaawansowanym dokumentem w tej dziedzinie, obowiązującym w całej Unii Europejskiej. Makrofity stanowią jeden z czterech, obok fitoplanktonu, makrozoobentosu i ichtiofauny, podstawowych elementów oceny stanu eko-

logicznego. Muszą być uwzględnione w ocenie i klasyfikacji zarówno wód płynących, jak i stojących. Mimo że w literaturze termin makrofity był już wielokrotnie definiowany, grupa ta nie jest taksonomicznie uściślona. Najczęściej przyjmuje się, że jest to grupa roślin, do której zalicza się rośliny naczyniowe oraz mszaki wodne i glony wytwarzające makroskopowe plechy (Janauer 2001).

Badania europejskie wykazały, że systemy oceny oparte na roślinności wodnej wykazują zmiany trofii w środowisku (Schneider i Melzer 2003, Szoszkiewicz i in. 2006a, Pietruczuk i Szoszkiewicz 2008). Wieloletnie badania polskich rzek na podstawie brytyjskiego systemu Mean Trophic Rank (MTR) – Holmes i inni (1999), oraz francuskiego Indice Biologique Macrophytique en Riviere (IBMR) – AFNOR (2003), przyczyniły się do opracowania w Katedrze Ekologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu

Przyrodniczego w Poznaniu makrofitowej metody oceny rzek (MMOR), która od 2007 roku wykorzystywana jest na potrzeby krajowego monitoringu wód płynących. Pozwala ona na określenie stopnia degradacji rzek, przede wszystkim w odniesieniu do biogenów znajdujących się w wodzie.

Celem pracy było przedstawienie stanu ekologicznego wybranych rzek nizinnych i górskich określonego za pomocą makrofitowej metody oceny rzek oraz przedstawienie zależności między uzyskanymi wartościami makrofitowego indeksu rzeczno-geomorfologicznego a danymi hydromorfologicznymi i fizyczno-chemicznymi. Badania botaniczne pozwoliły również określić różnorodność roślin występujących w różnych typach rzek.

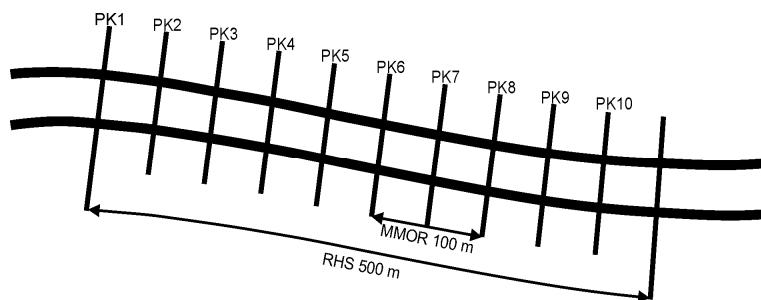
## Metody

W latach 2007–2009 w miesiącach od kwietnia do września prowadzono badania terenowe na 41 stanowiskach zlokalizowanych w 21 ciekach. Na rzekach nizinnych zlokalizowano 34 stanowiska, a na rzekach górskich 7 stanowisk. Stanowiska wybrane do badań reprezentowały szeroki zakres warunków ekologicznych.

Badania hydrobotaniczne, polegające na gatunkowym spisie makrofitów występujących na 100-metrowym odcinku rzeki, przeprowadzono zgodnie z metodyką makrofitowej metody oceny rzek. Opiera się ona na ilościowej i jakościowej ocenie składu gatunkowego roślin wodnych występujących w korycie rzeki na odcinku długości 100 m. System MMOR wykorzystuje 151 gatunków makrofitów wskaźnikowych. Każdemu

z tych gatunków zostały przypisane: liczba wartości wskaźnikowej (L) oraz współczynnik wagowy (W). Mając pokrycie powierzchni koryta przez dany gatunek i znając liczby L i W, obliczono makrofitowy indeks rzeczny (MIR) – Szoszkiewicz i inni (2006b, 2010). Dokonano również porównania grup ekologicznych roślin w różnych abiotycznych rzekach. Przy identyfikacji roślinności wodnej korzystano z prac Rutkowskiego (2004) oraz Szoszkiewicza i innych (2008).

Badania makrofitowe uzupełnione zostały o ocenę hydromorfologiczną każdego stanowiska oraz analizę wybranych parametrów fizyczno-chemicznych wód. Badania hydromorfologiczne rzek przeprowadzono na podstawie brytyjskiej metody River Habitat Survey (RHS) w jej polskiej wersji (Szoszkiewicz i in. 2007, 2009). Jest to system oceny charakteru siedliska i jakości cieków wykorzystujący parametry morfologiczne oraz wybrane hydrologiczne. Metoda ta opiera się na wizualnej waloryzacji przeprowadzonej w terenie. Badania wykonuje się na 500-metrowym odcinku rzeki w dwóch etapach. Na początku dokonuje się oceny w 10 równomiernie rozmieszczonych profilach kontrolnych, następnie ocenia się syntetycznie cały odcinek badawczy. Usytuowanie makrofitowego i hydromorfologicznego odcinka badawczego było ściśle określone (rys. 1). Badania te dostarczyły dużo informacji środowiskowych (siedliskowych) badanych punktów. Na podstawie danych hydromorfologicznych obliczono dwa wskaźniki liczbowe: Habitat Quality Assessment (HQA) – wskaźnik naturalności siedliska, oraz Habitat Modification Score (HMS) – wskaźnik przekształcenia siedliska. Wskaźniki te syntezują kilka-



RYSUNEK 1. Plan sytuacyjny odcinka badawczego (PK – profil kontrolny)  
 FIGURE 1. Map of the research site (PK – spot check)

dziesiąt atrybutów zarejestrowanych w systemie RHS, odnoszących się do koryta, brzegów i terenów położonych w pobliżu cieków, a złożona procedura ich obliczania przedstawiona została przez Szoszkiewicza i innych (2009). Duże wartości pierwszego z tych wskaźników świadczą m.in. o dużej liczbie naturalnych form i elementów morfologicznych, występujących w korycie rzeczonym, natomiast drugiego – mnogości antropogenicznych elementów przekształceń koryta przez człowieka.

Wyniki badań terenowych oraz laboratoryjnych zostały poddane analizie czynnikowej za pomocą programu Statistica. W celu wyodrębnienia głównych kierunków zmienności parametrów środowiskowych oraz redukcji ich liczby wykonano analizę składowych głównych (Principal Component Analysis – PCA).

## Wyniki

Wyliczone wartości wskaźnika MIR wykazały, że pod względem stanu ekologicznego badane ciekii jedynie w niewielkim stopniu są zdegradowane. Spośród nich 34 odcinki badawcze, w tym

6 górskich, osiągnęły stan przynajmniej dobry, a tylko 7 stan ekologiczny poniżej dobrego. Jest to szczególnie ważne w kontekście spełnienia przez Polskę wymogów RDW. Największe wartości wskaźnika MIR wyliczono dla rzek górskich, które z racji zlewni leśnej i rzędowości cieków niosą ze sobą mniejszy ładunek biogenów. Najmniejsze wartości indeksu MIR osiągnął dla Obry w punktach zlokalizowanych poniżej jeziora. Podobne wyniki dla tych dwóch punktów dały też przeprowadzone analizy chemiczne pobranej wody, według których była ona pozaklasowa ze względu na przekroczenia dopuszczalnych norm stężeń fosforu ogólnego i azotu amonowego.

Makrofitowa metoda oceny rzek bazuje na gatunkach wskaźnikowych, którym przypisane są: liczba wartości wskaźnikowej oraz współczynnik wagowy. Spośród ujętych w metodzie roślin najlepszymi wskaźnikami, bo organizmami stenotypowymi, są głównie mszaki. Roślinność naczyniowa natomiast to w większości organizmy eurytypowe. Badania botaniczne wykazały, że mchy i wątrobowce stanowiły jednak tylko 18% spośród wszystkich odnotowanych gatunków. Nieco większy udział,

bo 21%, miały one wśród gatunków wskaźnikowych. Najwięcej na wszystkich badanych stanowiskach było roślin dwuliściennych (46% ogółu gatunków i 32% wskaźnikowych) i jednoliściennych (28% ogółu gatunków i 35% wskaźnikowych). Rozpatrując rośliny wskaźnikowe w poszczególnych grupach, widać, że do obliczenia wskaźnika MIR pod uwagę były brane wszystkie odnotowane glony. Najmniejszy udział gatunków wskaźnikowych był w grupie roślin dwuliściennych, bo tylko 45%. W pozostałych grupach proporcje te były wyrównane i wynosiły od 71 do 79% (tab. 1).

Badania wykazały zróżnicowanie udziału poszczególnych grup taksonomicznych w analizowanych typach rzek. W rzekach górskich spośród 46 gatunków ponad 50% to mszaki (37% mchów i 17% wątrobowców), w dalszej kolejności występowały rośliny dwuliścienne (28%) oraz glony i rośliny jednoliścienne

(w obu przypadkach po 9%). Jeszcze większy udział w tym typie rzek mają mszaki, które są wskaźnikowe w metodzie MMOR. Ich udział przekraczał 60% (mchy – 41%, wątrobowce – 21%), podczas gdy udział roślin dwuliściennych wynosił 17%, glonów – 14%, a jednoliściennych – 7%.

W rzekach niżowych natomiast najliczniej występującą grupą roślin są dwuliścienne. Na 145 gatunków aż połowa roślin należała do tej grupy. Mniej licznie występowały rośliny jednoliścienne (32%), mchy i wątrobowce (9%), glony (7%) oraz paprotniki (3%). Udział poszczególnych grup roślin wskaźnikowych przedstawia się nieco inaczej. Tutaj 37 gatunków, czyli 40% wszystkich wskaźnikowych, należało do grupy roślin jednoliściennych. Kolejne 36% to rośliny dwuliścienne, 11% mchy i wątrobowce, 10% glony i 3% paprotniki.

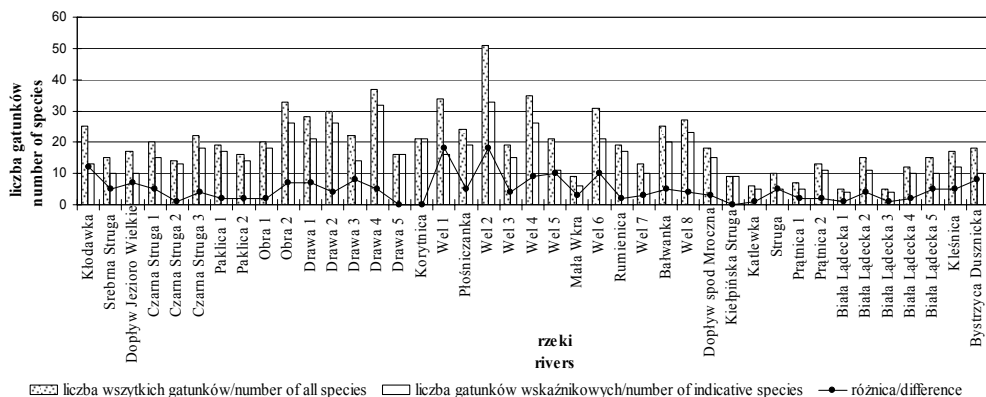
TABELA 1. Liczba stwierdzonych gatunków wskaźnikowych z podziałem na grupy systematyczne  
TABLE 1. Number of indicative species and abundance of taxonomical groups

Grupa roślin Taxonomical group	Liczba odnotowanych gatunków Number of species	Udział poszczególnych grup roślin [%] Abundance of taxonomical groups	Liczba odnotowanych gatunków wskaźnikowych Number of indicative species	Udział gatunków wskaźnikowych we wszystkich odnotowanych w danej grupie [%] Abundance of all indicator species recorded in the group	Udział poszczególnych grup roślin wskaźnikowych [%] Abundance of taxonomical groups of indicator plants
Glony	10	6	10	100	9
Wątrobowce	9	5	7	78	7
Mchy	21	13	15	71	14
Paprotniki	4	2	3	75	3
Dwuliścienne	76	46	34	45	32
Jednoliścienne	47	28	37	79	35

Odnotowano również znaczne różnice w liczbie gatunków na jednym stanowisku w poszczególnych typach cieków. W rzekach nizinnych zanotowano średnio 21 makrofitów na stanowisku, z czego średnio 16 było wskaźnikowych. W rzekach górskich obserwowano na stanowisku 12 gatunków roślin, z czego 9 było wskaźnikowych. W sumie na nizinach odnotowano 145 różnych gatunków roślin, w tym 92 znajdowały się na liście wskaźnikowej. W rzekach górskich odnotowano 46 różnych gatunków, z czego 29 wskaźnikowych. Udział zanotowanych makrofitów wskaźnikowych we wszystkich gatunkach w obu typach rzek był taki sam i wynosił 63%. Na rysunku 2 zostały zestawione wszystkie stanowiska z występującą na nich liczbą makrofitów oraz liczbą gatunków wskaźnikowych.

Najczęściej występującymi gatunkami podczas badań były *Lemna minor*, której obecność zanotowano na 25 badanych stanowiskach, oraz *Sparganium emersum*, która znajdowała się w 20 punk-

tach. Oba te gatunki występowały tylko w rzekach nizinnych, w odpowiednio 74 i 59% stanowisk. Również na 20 stanowiskach rosła *Phalaris arundinacea*, z czego 16 znajdowało się na nizinach. Udział stanowisk z mozgą trzciniową w rzekach nizinnych wynosił 49%. W rzekach górskich najczęściej występującym gatunkiem był mech *Brachythecium rivulare*, którego nie odnotowano tylko na jednym badanym stanowisku. Występował on również na 5 stanowiskach nizinnych. Wszystkie wymienione powyżej taksony są wskaźnikowe. Licznie w rzekach górskich występował również wątrobowiec *Chiloscyphus polyanthos*, który wystąpił na 5 z 7 stanowisk. Ten gatunek nie występował na nizinach. Dość liczna jest też reprezentacja roślin, które występowały tylko na jednym spośród wszystkich stanowisk, liczy ona 55 gatunków, m.in. *Batrachium peltatum*, *Callitriche cophocarpa*, *Potamogeton alpinus*, *Spirogyra* sp., *Pellia epiphylla*. Makrofitami niewskaźnikowymi, które najczęściej odnotowywano,



RYSunEK 2. Liczba gatunków odnotowanych w badaniach oraz uwzględnionych jako wskaźnikowe w indeksie MIR z podziałem na stanowiska badawcze  
 FIGURE 2. Species richness of the survey sites and number of indicator species richness of MIR index

były: *Solanum dulcamara* (44% ogółu stanowisk i 50% nizinnych) oraz *Agrostis stolonifera* (34% ogółu stanowisk, 29% stanowisk nizinnych i 57% górskich).

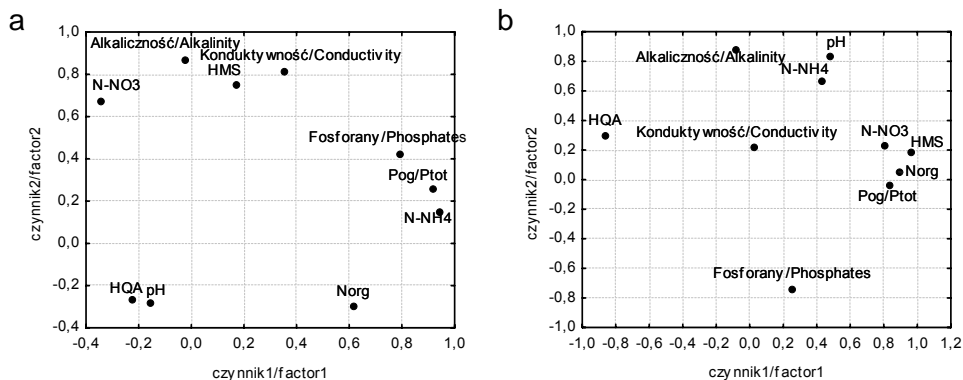
Analiza PCA wykazała, że głównym kierunkiem zmienności (czynnik 1) w rzekach nizinnych, wyjaśniającym 33% wariacji, są: fosfor ogólny, azot amonowy i fosfor reaktywny, czyli związki odpowiadające za eutrofizację wód. Kolejnym kierunkiem (czynnik 2) są alkaliczność i konduktywność wody (rys. 3a). W rzekach górskich pierwszą składową główną (czynnik 1), wyjaśniającą 43% wariacji, jest stopień przekształcenia hydromorfologicznego cieków oraz związki biogenne. Drugą składową główną jest alkaliczność i pH wody (czynnik 2) – rysunek 3b.

Stwierdzono również powiązania między składowymi głównymi a badanym indeksem makrofitowym. Związki te okazały się istotne statystycznie. W rzekach nizinnych indeks MIR jest ujemnie skorelowany z pierwszą składo-

wą główną, czyli eutrofizacją ( $r = -0,49$ ). W rzekach górskich indeks MIR jest również ujemnie skorelowany z pierwszą składową główną, w tym przypadku ze stopniem przekształcenia cieków oraz biogenami ( $r = -0,70$ ).

## Dyskusja

Przeprowadzone badania rzek nizinnych i górskich wykazały dużą zmienność środowisk obu typów cieków. Gatunki roślin występujące w rzekach górskich to w większości mchy i wątrobowce, natomiast w rzekach nizinnych dominują rośliny naczyniowe. W rzekach nizinnych występuje też więcej gatunków na jednym stanowisku, w tym roślin wskaźnikowych, w porównaniu z górskimi. Dokładniejszymi wskaźnikami są jednak występujące w górskich ciekach mchy i wątrobowce, dlatego pomimo mniejszej liczby zanotowanych taksonów wyliczone wartości indeksu MIR są wiarygodne. Również Jusik (2009) wykazuje, że udział mszaków



RYSUNEK 3. Graficzne przedstawienie analizy PCA: a – dla rzek nizinnych, b – dla rzek górskich (przedstawiono pierwszą i drugą składową główną, rotacja: varimax znormalizowane)

FIGURE 3. Graphic presentation of PCA: a – for lowland rivers, b – for mountain rivers (the first and second principal component presents, rotation: varimax normalized)

w rzekach górskich i wyżynnych (o dużym spadku podłużnym koryta, szybkim przepływie i kamienistym dnie) jest zdecydowanie większy niż w rzekach nizinnych (o małym spadku podłużnym oraz piaszczystym i gliniastym dnie). Także Starmach (1973) zauważa te zależności, dzieląc rzeki na krainę mikrofitów, gdzie dominują glony i mchy, oraz krainę makrofitów z roślinnością naczyniową.

Przeprowadzona analiza składowych głównych (PCA) pozwoliła na ocenę zróżnicowania zmienności parametrów abiotycznych badanych odcinków rzek. Analiza ta wykazała, że głównym kierunkiem zmienności w rzekach nizinnych jest eutrofizacja. Wiąże się to z rolniczym typem zlewni badanych cieków. Dojlido (1995), Lampert i Sommer (1996) oraz Zbierska i inni (2002) stwierdzają, że rolnictwo stanowi główne obszarowe źródło azotu i fosforu, dopływające do wód powierzchniowych. Hodowla zwierząt, stosowanie nawozów sztucznych, spływy powierzchniowe i erozja z pól znacznie wzbogacają wody w biogeny. Fosfor jest też głównym czynnikiem limitującym produkcję pierwotną w rzekach (Allan 1998).

W rzekach górskich analiza PCA wykazała, że główny kierunek zmienności związany jest z zanieczyszczeniami biogenami oraz degradacją hydromorfologiczną. Górskie potoki charakteryzują się dużymi wahaniami poziomu wody oraz dużą dynamiką płynącej wody. W czasie roztopów lub po ulewnych deszczach przepływ w rzece może wzrastać setki, a nawet tysiące razy, przemieniając potok w rwącą rzekę. Antropogeniczne przekształcanie rzek górskich spowodowane jest zagrożeniem powodziowym, wynikającym z ich naturalne-

go charakteru (Chełmicki 2001). Przekształcanie cieków może mieć wpływ na zubożenie występującej w korycie rzecznej roślinności, czego dowodzi m.in. O'Hare i inni (2006).

## Wioski

1. Badania wykazały, że rzeki nizinne różnią się od górskich pod względem botanicznym i ekologicznym.

2. Wskaźnik makrofitowy MIR w rzekach nizinnych powiązany jest z dość dużymi stężeniami fosforu ogólnego, azotu amonowego i fosforu reaktywnego w wodach, co wskazuje na wrażliwość tego wskaźnika względem eutrofizacji.

3. W rzekach górskich otrzymywane wartości wskaźnika MIR są powiązane ze stężeniami biogenów, mimo że są niewielkie, co wskazuje na wrażliwość mszaków wodnych (wskaźnikowych w MMOR) na tego typu zanieczyszczenia. Badany wskaźnik makrofitowy jest również powiązany z degradacją hydromorfologiczną badanych cieków.

## Literatura

- AFNOR 2003: Qualite de l'eau. Determination de l'indice biologique macrophytique en riviere (IBMR). NFT: 90-395.
- ALLAN J.D. 1998: Ekologia wód płynących. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- CHELMICKI W. 2001: Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- DOJLIDO J.R. 1995: Chemia wód powierzchniowych. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.

- HOLMES N.T.H., NEWMAN J.R., CHADD S., ROUEN K.J., SAINT L., DAWSON F.H. 1999: Mean Trophic Rank. A user's manual. R&D Technical Report E38. Environment Agency, Bristol.
- JANAUER G.A. 2001: Macrophytes and the classification of the ecological status in rivers and lakes. In: Classification of Ecological Status of Lakes and Rivers. Ed. S. Back, K. Karttunen. *TemaNord* 584: 20–22.
- JUSIK Sz. 2009: Wpływ przekształceń morfologicznych wybranych cieków i zbiorników wodnych na występowanie makrofitów. Rozprawa doktorska. Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań.
- LAMPERT W., SOMMER U. 1996: Ekologia wód śródlądowych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- O'HARE M., BAATRUP-PEDERSEN A., NIJBOER R.C., SZOSZKIEWICZ K., FERREIRA T. 2006: Macrophyte communities of European streams with altered physical habitat. *Hydrobiologia* 566: 197–210.
- PIETRUCZUK K., SZOSZKIEWICZ K. 2008: Ramowa dyrektywa wodna w praktyce. Makrofitowa metoda oceny rzek w monitoringu wód powierzchniowych w Wielkopolsce. *Gospodarka Wodna* 10: 408–410.
- RUTKOWSKI L. 2004: Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- SCHNEIDER S., MELZER A. 2003: The Trophic Index of Macrophytes (TIM) – a new tool for indication the trophic state of running waters. *International Review of Hydrobiology* 88 (1): 29–67.
- STARMACH K. 1973: Wody śródlądowe. Zarys hydrobiologii. Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- SZOSZKIEWICZ K., FERREIRA T., KORTE T., BAATRUP-PEDERSEN A., DAVY-BOWKER J., O'HARE M. 2006a: European river plant communities: the importance of organic pollution and the usefulness of existing macrophyte metrics. *Hydrobiologia* 566: 211–234.
- SZOSZKIEWICZ K., ZBIERSKA J., ZGOŁA T., JUSIK Sz. 2006b: Opracowanie podstaw metodycznych dla monitoringu biologicznego wód powierzchniowych w zakresie makrofitów i pilotowe ich zastosowanie dla części wód reprezentujących wybrane kategorie i typy. Etap II: Opracowanie metodyki badań terenowych makrofitów na potrzeby rutynowego monitoringu wód oraz metoda oceny i klasyfikacji stanu ekologicznego wód na podstawie makrofitów. Tom I – Rzeki. Warszawa – Poznań – Olsztyn.
- SZOSZKIEWICZ K., ZGOŁA T., JUSIK Sz., HRYC-JUSIK B., DAWSON F.H., RAVEN P. 2007: Hydromorfologiczna ocena wód płynących. Podręcznik do badań terenowych według metody River Habitat Survey w warunkach Polskich. Poznań – Warrington. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- SZOSZKIEWICZ K., JUSIK Sz., ZGOŁA T. 2008: Klucz do oznaczania makrofitów dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych w Polsce. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- SZOSZKIEWICZ K., ZGOŁA T., JUSIK Sz., HRYC-JUSIK B., DAWSON F.H., RAVEN P. 2009: Hydromorfologiczna ocena wód płynących. Podręcznik do badań terenowych według metody River Habitat Survey w warunkach Polskich. Poznań – Warrington. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- SZOSZKIEWICZ K., ZGOŁA T., JUSIK Sz., ZBIERSKA J. 2010: Makrofitowa metoda oceny rzek. Podręcznik metodyczny do oceny i klasyfikacji stanu ekologicznego wód płynących w oparciu o rośliny wodne. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- ZBIERSKA J., MURAT-BŁĄŻEJEWSKA S., SZOSZKIEWICZ K., ŁAWNICZAK A. 2002: Bilans biogenów w agroekosystemach Wielkopolski w aspekcie ochrony wód na przykładzie zlewni Samicy Stęszewskiej. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań.

## Summary

**Ecological status assessment of rivers using macrophytes on selected examples.** The Water Framework Directive introduced ecological approach to the assessment and classification of waters. Macrophytes have become one of the four elements of their bio-



logical evaluation. This study was undertaken to verify connection between biological, chemical and hydromorphological methods of river estimation. The additional aim was to compare species composition in different types of water courses. The survey were carried out during 2007–2009 from April to September. In this period 41 survey sites on 21 rivers in Poland were visited. Studies have shown that the MIR index is related to the concentration of total phosphorus in waters, which indicates the sensitivity of this

indicator against eutrophication. Botanical studies revealed that in mountain rivers the most frequent plants were bryophytes, and in lowland rivers – vascular plants.

**Author's address:**

Krzysztof Szoszkiewicz  
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
ul. Piątkowska 94c, 60-649 Poznań  
Poland  
e-mail: kszoszk@up.poznan.pl