

PAWEŁ PRUS<sup>1</sup>, WIESŁAW WIŚNIEWOLSKI<sup>1</sup>, JACEK SZLAKOWSKI<sup>1</sup>, IRENA BORZĘCKA<sup>1</sup>,  
PAWEŁ BURAS<sup>1</sup>, JAN BŁACHUTA<sup>2</sup>, PIOTR DĘBOWSKI<sup>1</sup>, MAREK JELONEK<sup>3</sup>,  
MARIUSZ KLICH<sup>3</sup>, KRZYSZTOF KUKUŁA<sup>4</sup>, JANUSZ LIGIEZA<sup>1</sup>, MIROSLAW PRZYBYLSKI<sup>5</sup>,  
GRZEGORZ RADTKE<sup>1</sup>, ANDRZEJ WITKOWSKI<sup>6</sup>, ROMAN ŻUREK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie

<sup>2</sup>Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie

Oddział we Wrocławiu

<sup>3</sup>Instytut Ochrony Przyrody PAN w Krakowie

<sup>4</sup>Katedra Biologii Środowiskowej

Uniwersytet Rzeszowski

<sup>5</sup>Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców

Uniwersytet Łódzki

<sup>6</sup>Muzeum Przyrodnicze

Uniwersytet Wrocławski

## ROZWÓJ OGÓLNOEUROPEJSKIEJ METODY OCENY STANU EKOLOGICZNEGO RZEK NA PODSTAWIE ICHTIOFAUNY – EUROPEJSKI WSKAŹNIK ICHTIOLOGICZNY (EFI+)\*

**Streszczenie.** Ramowa Dyrektywa Wodna określa ramy działania mające służyć poprawie jakości ekologicznej wód powierzchniowych Wspólnoty. Istotną rolę w ocenie stanu ekologicznego wód odgrywać mają elementy biologiczne, takie jak: fitoplankton, fitobentos, makrofity, bezkręgowce denne i ryby. W 2004 r. opracowano Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (European Fish Index, EFI), który w zamierzeniu miał zapewnić standardowe narzędzie wspomagające realizację Ramowej Dyrektywy Wodnej. Do sporządzenia i testowania wskaźnika EFI wykorzystano archiwalne dane z elektropólów prowadzonych w rzekach kilkunastu krajów, przeważnie z Europy Zachodniej i Południowej. Możliwość zastosowania tak opracowanego wskaźnika EFI okazała się ograniczona do typów rzek przeważających w bazie danych stanowiących podstawę jego opracowania. Testowanie przydatności wskaźnika do oceny rzek nizinnych, przeważających w północno-wschodnich regionach UE (np. w centralnej i północnej Polsce, północnych Niemczech i Finlandii) wykazało znaczną rozbieżność wyników uzyskanych za pomocą wskaźnika EFI i ocen dokonywanych innymi metodami. Stwierdzenie ograniczonej stosowalności wskaźnika EFI

---

\*Praca częściowo sfinansowana ze środków międzynarodowego projektu „Improvement and spatial extension of the European Fish Index (EFI+)” oraz ze środków tematu statutowego S-005 Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie.

w niektórych regionach UE spowodowało potrzebę udoskonalenia opracowanego narzędzia, tak aby mogło ono się stać uniwersalną metodą waloryzacji stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny w skali całej Wspólnoty. W tym celu w latach 2007-2009 realizowany jest przez konsorcjum 14 instytucji z różnych krajów UE projekt „Udoskonalenie i rozszerzenie przestrzenne Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego EFI+” (Improvement and spatial extension of the European Fish Index EFI+). Wynikiem tego projektu będzie wskaźnik oceny stanu ekologicznego wód na podstawie ichtiofauny o szerszym zakresie stosowalności, obejmującym większość typów wód w krajach UE.

**Słowa kluczowe:** ocena stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny, Unia Europejska, Ramowa Dyrektywa Wodna

## Wstęp

Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 roku EU Water Framework Directive (DIRECTIVE... 2000) ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, zwana Ramową Dyrektywą Wodną (RDW), nakłada na państwa członkowskie Unii Europejskiej szereg zobowiązań i szczegółowych zaleceń odnośnie do klasyfikacji środowisk wodnych, zasad i kryteriów oceny ich stanu ekologicznego oraz w niedługiej perspektywie roku 2015 – osiągnięcia „dobrego stanu ekologicznego”. Zasadnicza zmiana spojrzenia na kwestie oceny stanu środowiska i zasady monitoringu wód powierzchniowych zawarta w RDW polega na przypisaniu kluczowej roli biologicznym wskaźnikom stanu środowiska, z uwzględnieniem różnych zespołów hydrobiontów: fitoplanktonu, makrofitów, makrozoobentosu oraz ichtiofauny. Większość dotychczas stosowanych systemów monitoringu, szczególnie w krajach Europy Środkowej, była oparta na tradycyjnych wskaźnikach chemicznych oraz indeksach saprobowości, posługujących się listami organizmów wskaźnikowych z niektórych grup fitoplanktonu czy zoobentosu. Biologiczne komponenty oceny stanu wód były uwzględniane w tych systemach w ograniczonym zakresie, głównie w postaci prostych do zmierzenia parametrów, jak: biologiczne zapotrzebowanie na tlen (BOD<sub>5</sub>), zawartość chlorofilu *a* czy miano coli. Nowe podejście do oceny stanu ekologicznego wód zawarte w RDW wymaga nie tylko zmiany i rozszerzenia systemów zbioru danych w monitoringu środowiska, lecz przede wszystkim opracowania miarodajnych metod oceny stanu ekologicznego wód na podstawie poszczególnych komponentów biologicznych.

Prace nad przygotowaniem metod oceny biologicznej stanu ekosystemów wodnych są prowadzone w krajach Unii Europejskiej już od kilku lat i znajdują się na bardzo różnych etapach zaawansowania: od gotowych systemów, wymagających jeszcze testowania czy modyfikacji regionalnych – jak w przypadku Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego (EFI) czy niemieckiego indeksu opartego na makrozoobentosie (opracowanego w ramach programu AQUEM) dla rzek, do zupełnie początkowych etapów prac, jak np. polski projekt opracowania wskaźnika oceny stanu ekologicznego jezior na podstawie zespołów ichtiofauny, przygotowany w Instytucie Rybactwa Śródlądowego.

Zespoły ichtiofauny stanowią cenny element biologicznej oceny stanu i potencjału ekologicznego wód, przede wszystkim ze względu na długi cykl życiowy badanych

Prus P., Wiśniewolski W., Szlakowski J., Borzęcka I., Buras P., Błachuta J., Dębowski P., Jelonek M., Klich M., Kukuła K., Ligieża J., Przybylski M., Radtke G., Witkowski A., Żurek R., 2009. Rozwój ogólnoeuropejskiej metody oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI+). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #98.

---

organizmów oraz ich usytuowanie z reguły na wyższych poziomach piramidy troficznej ekosystemów (konsumentów drugiego i wyższych rzędów). Nie bez znaczenia jest tu też ograniczona liczba gatunków ryb występujących w Polsce – 83 taksony (BRYLIŃSKA 2000) oraz duża łatwość dokładnego oznaczania większości z nich nawet przez osoby nie posiadające wykształcenia ichtiologicznego. Ryby zajmują zróżnicowane środowiska i poziomy troficzne, a ich cykle życiowe i wymagania ekologiczne są dość dobrze poznane (SZLAKOWSKI i IN. 2004). Pewnych ograniczeń dostarcza jednak metodyka pozyskania miarodajnych materiałów ze środowiska oraz ocena zagęszczenia i biomasy ryb.

Pierwszą z metod wykorzystujących zespoły ryb w ocenie stanu ekologicznego rzek stał się opracowany w latach osiemdziesiątych w USA Wskaźnik Integralności Biotycznej (Index of Biotic Integrity, IBI) (KARR 1981, KARR i IN. 1986). Wykorzystując doświadczenia IBI, opracowano w 2004 roku Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (European Fish Index, EFI), który w zamierzeniu miał zapewnić standardowe narzędzie wspomagające realizację Ramowej Dyrektywy Wodnej (MANUAL... 2004, PONT i IN. 2006, SCHMUTZ i IN. 2007).

Biotyczne wskaźniki wykorzystują biologiczne kryteria (metryki), które reagują na antropogenne zaburzenia ekosystemów. Wybór i kalibracja metryk zależą od ich reakcji na presję człowieka. Oryginalny Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny EFI został skali-browany wobec wskaźnika presji człowieka opartego na czterech ogólnych kryteriach, tj. degradacji warunków morfologicznych rzeki, zaburzeniu warunków hydrologicznych, degradacji jakości wody (związki toksyczne, pH, O<sub>2</sub>) oraz organicznych i nie-organicznych zanieczyszczeniach. Do sporządzenia i testowania wskaźnika EFI wykorzystano archiwalne dane z elektropołówów prowadzonych w rzekach kilkunastu krajów, przeważnie Europy Zachodniej i Południowej (MANUAL... 2004, PONT i IN. 2006, SCHMUTZ i IN. 2007). Ponadto większość danych pochodziła z mniejszych cieków o znacznym spadku (rejonny górskie i wyżynne), brak było natomiast dostatecznej liczby danych dotyczących rzek nizinnych, w tym szczególnie dużych rzek z doliną zalewową.

Możliwość stosowania tak opracowanego wskaźnika EFI okazała się ograniczona do typów rzek przeważających w bazie danych stanowiących podstawę jego opracowania. Testowanie przydatności wskaźnika do oceny rzek nizinnych, przeważających w północno-wschodnich regionach UE (np. w centralnej i północnej Polsce, północnych Niemczech i Finlandii) wykazało znaczną rozbieżność wyników uzyskanych z zastosowaniem wskaźnika EFI i ocen dokonywanych innymi metodami (WIŚNIEWOLSKI i IN. 2006).

Stwierdzenie ograniczonej stosowalności wskaźnika EFI w niektórych regionach UE, w tym szczególnie w krajach przyjętych do Wspólnoty po 2004 roku (Polska, kraje bałtyckie, Czechy, Słowacja, Węgry, Rumunia) spowodowało potrzebę udoskonalenia opracowanego narzędzia, tak aby mogło się ono stać uniwersalną metodą waloryzacji stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny w skali UE.

Projekt „Udoskonalenie i rozszerzenie przestrzenne Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego EFI+” (Improvement and spatial extension of the European Fish Index EFI+) jest realizowany w ramach VI Programu Ramowego UE w latach 2007-2009 przez konsorcjum 14 instytucji z następujących krajów: Austria (koordynator), Finlandia, Francja, Niemcy, Węgry, Włochy, Polska, Portugalia, Rumunia, Hiszpania, Szwecja, Szwajcaria i Wielka Brytania, z udziałem Joint Research Center (JRC) przy Komisji Europejskiej.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie problemów związanych z zastosowaniem Europejskiego Wskaźnika Ekologicznego oraz działań podjętych w celu ich eliminacji w ramach realizowanego obecnie projektu EFI+.

## Material i metody

W pracy wykorzystano dane literaturowe oraz wyniki wstępnego testowania stosowności Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego dla rzek Polski wykonanego przez Instytut Rybactwa Śródlądowego na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIŚNIEWOLSKI i IN. 2006). Do przetestowania Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego wykorzystano historyczne dane charakteryzujące 147 stanowisk reprezentujących cztery dorzecza:

- rzeki pomorskie (uchodzące do Bałtyku) – 30 stanowisk, 19 rzek,
- rzeki dorzecza Środkowej Wisły – 47 stanowisk, 9 rzek,
- rzeki dorzecza Odry – 30 stanowisk, 15 rzek,
- rzeki dorzecza Górnej Wisły – 40 stanowisk, 21 rzek.

Dokonując wyboru rzek, kierowano się w ogólnych założeniach następującymi kryteriami:

- jakość wody na stanowiskach badawczych powinna spełniać aktualne wymogi co najmniej dla ryb karpiowatych,
- stanowiska powinny być odmienne fizjograficznie i reprezentować różne typy rybne wód,
- stanowiska powinny wykazywać pełne spektrum antropopresji (od nieznacznej do bardzo silnej).

Na poszczególnych stanowiskach połowów ryb dokonywano z łodzi za pomocą agregatu elektrycznego o mocy 2,5 kW, napięciu prądu stałego 220 V i natężeniu 4-6 A lub metodą brodzenia, używając agregatu plecakowego o mocy 1,5 kW, napięciu prądu stałego 220 V i natężeniu 3-6 A, z zastosowaniem prądu dwupołówkowego wyprostowanego. Bazę danych utworzono według zaleceń zawartych w podręczniku „Manual for the application of the European Fish Index – EFI” (MANUAL... 2004).

Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI) wyliczono dla 147 stanowisk na podstawie danych charakteryzujących stanowisko i rzekę, technikę i datę połowu oraz liczbę złowionych ryb poszczególnych gatunków (MANUAL... 2004). Do weryfikacji klasyfikacji stanu środowiska za pomocą EFI wykorzystano metodę opinii eksperckiej (EXP) oraz ocenę stopnia antropogenicznego przekształcenia środowisk rzecznych (OAR).

Opinia ekspercka (EXP) została dokonana przez zespoły badawcze prowadzące prace w poszczególnych regionach Polski, na podstawie wieloletniego doświadczenia i danych o stanie rzek, ze szczególnym uwzględnieniem zespołów ryb. Wyniki opinii ekspertów przedstawiono w 5-stopniowej skali zgodnej z wymogami RDW, co umożliwia porównanie z pozostałymi metodami.

Ocenę antropopresji (OAR) oparto na szeregu kryteriów wybranych z bazy FIDES (MANUAL... 2004), charakteryzujących środowisko rzeki oraz jej fragmenty obejmujące

Prus P., Wiśniewolski W., Szlakowski J., Borzęcka I., Buras P., Błachuta J., Dębowski P., Jelonek M., Klich M., Kukuła K., Ligieża J., Przybylski M., Radtke G., Witkowski A., Żurek R., 2009. Rozwój ogólnoeuropejskiej metody oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI+). Nauka Przyr. Technol. 3, 3, #98.

---

stanowiska połowowe. Celem tej analizy było ustalenie stopnia zmian, jakie zaszły w środowisku badanych rzek wskutek działalności człowieka. Dla każdego z kryteriów stosowano 5-stopniową skalę oceny, natomiast ocenę końcową oparto na sumie ocen cząstkowych, której przypisano odpowiednią punktację (w skali 1-5) stosując system skalowania przedziałów analogiczny do skalowania EFI (MANUAL... 2004).

Porównanie oceny stanu ekologicznego rzek z zastosowaniem wskaźników IBI i EFI przeprowadzono dla dwóch rzek Polski: Biebrzy (dopływ Narwi) i Mierzawy (dopływ Nidy), które różnią się pod względem klasyfikacji rybackiej oraz stanu naturalności koryta. Biebrza jest rzeką nizinną o naturalnym korycie, płynącą na podłożu organicznym i zaliczaną do krainy leszcza, Mierzawa natomiast to typowa rzeka wyżynna o mineralnym żwirowo-piaszczystym podłożu i znacznym stopniu przekształcenia koryta. Pod względem klasyfikacji rybackiej można ją w górnym i środkowym biegu zaliczyć do krainy pstrąga, w dolnym zaś – do krainy brzany. Metryki wskaźnika IBI dostosowano do zespołów ryb występujących w badanych rzekach, wykorzystując dane literaturowe dotyczące ichtiofauny tych rzek oraz klasyfikacji poszczególnych gatunków do grup troficznych i rozrodczych (BURAS i IN. 2004, SZLAKOWSKI i IN. 2004, WIŚNIEWOLSKI i IN. 2006).

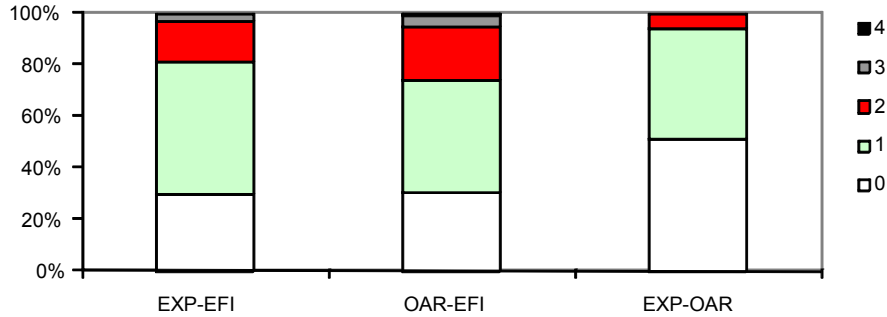
W opracowaniu wykorzystano również informacje dotyczące bazy danych zgromadzonych w ramach realizowanego obecnie projektu „Udoskonalenie i rozszerzenie przestrzenne Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego EFI+” (Improvement and spatial extension of the European Fish Index EFI+) w celu przybliżenia kierunku dalszych prac. Prace te realizuje międzynarodowe konsorcjum, w którym Polskę reprezentuje Instytut Rybactwa Śródlądowego, we współpracy z Uniwersytetem Rzeszowskim, Uniwersytetem Wrocławskim oraz Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej – oddział Wrocław.

## Wyniki i dyskusja

### Testowanie zgodności oceny stanu ekologicznego rzek dokonywanej za pomocą EFI z indeksami oceny eksperckiej (EXP) i antropopresji (OAR)

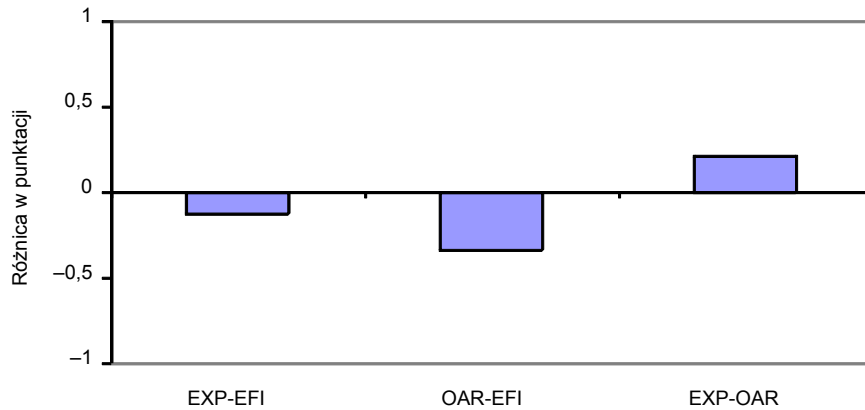
Całkowita zgodność oceny dokonanej wszystkimi metodami wystąpiła tylko w przypadku 23 stanowisk spośród 147, co stanowi 16%. Zgodność opinii ekspertów (EXP) oraz oceny antropopresji w stosunku do EFI kształtowała się na poziomie 30%. Największą zgodność ocen, wynoszącą 51%, stwierdzono w przypadku opinii eksperckiej (EXP) i antropopresji (OAR). Różnica 1 punktu w ocenie wystąpiła dla 51% stanowisk przy porównaniu EXP-EFI, natomiast dla par: OAR-EFI i EXP-OAR – 43-44%. Różnica w punktacji wynosząca od 2 do 4 punktów stanowiła 6-26% przypadków (rys. 1).

Dla całego zbioru stanowisk obliczono średnią różnicę punktacji dla porównywanych par wskaźników. Pozwoliło to na stwierdzenie, który z nich zawyża (wynik różnicy dodatni), a który zaniża (wynik różnicy ujemny) ocenę w stosunku do pierwszego z porównywanych wskaźników. Wskaźnik EFI nieznacznie zaniża punktację w stosunku do opinii eksperckiej (EXP), natomiast silniej – w stosunku do oceny antropopresji (OAR). OAR zawyża ocenę w stosunku do EXP (rys. 2).



Rys. 1. Porównanie wyników oceny wszystkich stanowisk dokonanej trzema metodami: oceny eksperckiej (EXP), oceny antropopresji (OAR), Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego (EFI); procent ocen zgodnych (0) i różniących się o 1, 2, 3 lub 4 punkty w 5-stopniowej skali ocen

Fig. 1. Comparison of assessment results for all sites done with three methods: Expert Judgment (EXP), Morphological Index of Anthropopressure (OAR) and European Fish Index (EFI); percentage of equally classified sites (0) and of assessment results differing by 1, 2, 3 and 4 points in 5-point scale is given

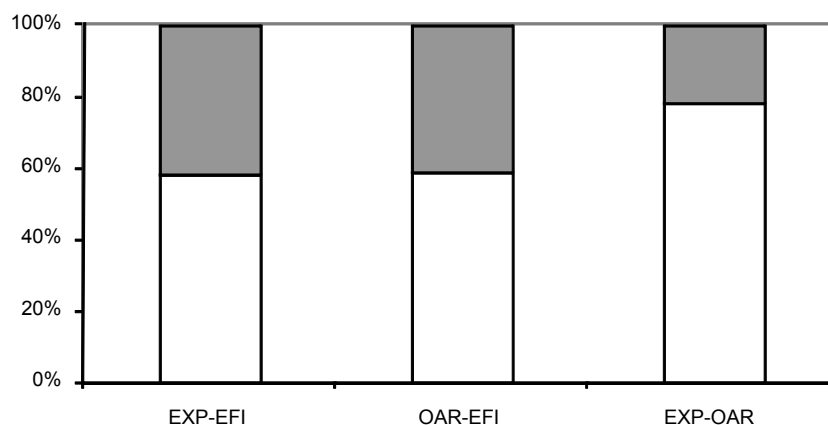


Rys. 2. Porównanie wyników oceny wszystkich stanowisk dokonanej trzema metodami: oceny eksperckiej (EXP), oceny antropopresji (OAR), Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego (EFI); średnią różnicą w punktacji dla zestawionych w pary wskaźników; wartości ujemne oznaczają zaniżenie oceny przez drugi z porównywanych wskaźników, wartości dodatnie – zawyżenie oceny

Fig. 2. Comparison of assessment results for all sites done with three methods: Expert Judgment (EXP), Morphological Index of Anthropopressure (OAR) and European Fish Index (EFI); mean difference in assessment between compared pairs of indices; negative values denote underestimation and positive – overestimation of ecological status by the second of compared indices in comparison to the first one

Prus P., Wiśniewolski W., Szlakowski J., Borzęcka I., Buras P., Błachuta J., Dębowski P., Jelonek M., Klich M., Kukuła K., Ligęza J., Przybylski M., Radtke G., Witkowski A., Żurek R., 2009. Rozwój ogólnoeuropejskiej metody oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI+). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #98.

Na rysunku 3 przedstawiono procent stanowisk zakwalifikowanych jednakowo przez dwa z trzech wskaźników do grupy „dobre” (kategoria 1 lub 2) i do grupy „słabe” (kategoria 3., 4. lub 5. w 5-stopniowej skali ocen). Największą zgodność klasyfikacji wykazała para EXP-OAR, natomiast zarówno opinia ekspercka, jak i ocena antropopresji w stosunku do EFI wykazywały dla ponad 40% stanowisk różnicę w klasyfikacji. Oznacza to, że w 40% przypadków EFI klasyfikował stanowiska do innej kategorii stanu środowiska, niż wskaźniki EXP czy OAR. Szczegółowa analiza wyników ocen wykazała, że EFI kwalifikuje stanowiska odmiennie niż pozostałe metody nieznacznie częściej do grupy „słabe” niż do grupy „dobre”.



Rys. 3. Porównanie wyników oceny wszystkich stanowisk dokonanej trzema metodami: oceny eksperckiej (EXP), oceny antropopresji (OAR), Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego (EFI); procent stanowisk zakwalifikowanych przez oba wskaźniki do grupy „dobre” (kategoria 1. lub 2.) i „słabe” (kategoria 3., 4., 5. w 5-stopniowej skali ocen); kolor biały oznacza zakwalifikowanie stanowisk do tej samej grupy przez oba porównywane wskaźniki, a kolor szary – różnicę w ocenie

Fig. 3. Comparison of assessment results for all sites done with three methods: Expert Judgment (EXP), Morphological Index of Anthropopressure (OAR) and European Fish Index (EFI); percentage of equally classified sites (white) and of differing assessment results (grey) for classification into group “good” (1 or 2 points), and “poor” (3 to 5 points in 5-point scale) is given

Rozbieżności w ocenie stanu ekologicznego rzek dokonanej za pomocą wskaźnika EFI oraz pozostałych metod wskazują na niedostosowanie wskaźnika EFI do oceny rzek spoza regionu objętego bazą danych stanowiącą podstawę do jego powstania, a szczególnie rzek nizinnych z naturalną dominacją płoci, leszcza, krąpia, okonia i szczupaka, w których nie występują gatunki charakterystyczne dla wód górskich i wyżynnych (pstrąg potokowy oraz głowacz białopłetwy i przęgopłetwy).

### Porównanie na przykładzie Biebrzy i Mierzawy wyników oceny dokonanej za pomocą Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego (EFI), Wskaźnika Integralności Biotycznej (IBI) oraz Wskaźnika Oceny Antropopresji Rzeki (OAR)

Rzeka Biebrza oceniana metodą IBI otrzymała na znacznej długości swego biegu, wraz z dopływami Brzozówką, Jęgrznią (razem z Kanałem Woźnawiejskim) i Wissą, kategorię waloryzacyjną dobrą. Odcinek w górze rzeki, na wysokości Lipska, otrzymał kategorię waloryzacyjną słabą, a trzy odcinki w środkowym biegu (Dawidowizna, Osowiec, Mścichy) otrzymały kategorię waloryzacyjną umiarkowaną (rys. 4). W przypadku tych trzech odcinków nie wskazuje to na pogorszenie się ich stanu ekologicznego, lecz na „niedołowienie” środowisk nurtowych. Uregulowany odcinek dolnej Netty, będący przedłużeniem Kanału Augustowskiego, otrzymał kategorię waloryzacyjną słabą, podobnie jak niewielki, uregulowany dopływ Biebrzy, Kosódka. Generalnie jednak ocena Biebrzy jest bardzo dobra dzięki zachowanej naturalności rzeki i jej zespołów ryb (SZLAKOWSKI i IN. 2004).

Rys. 4. Waloryzacja wód Biebrzy i jej dopływów na obszarze Biebrzańskiego Parku Narodowego na podstawie zespołów ichtiofauny z wykorzystaniem: Wskaźnika Integralności Biotycznej (IBI), Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego (EFI) oraz Morfologicznego Wskaźnika Oceny Antropopresji Rzeki (OAR)

Fig. 4. Ecological status validation based on fish assemblages for the Biebrza River in the Biebrza National Park on the basis of Index of Biotic Integrity (IBI), European Fish Index (EFI) and Morphological Index of Anthropopressure (OAR); color code – 5 classes: very good (blue), good (green), moderate (yellow), poor (orange), and bad (red)

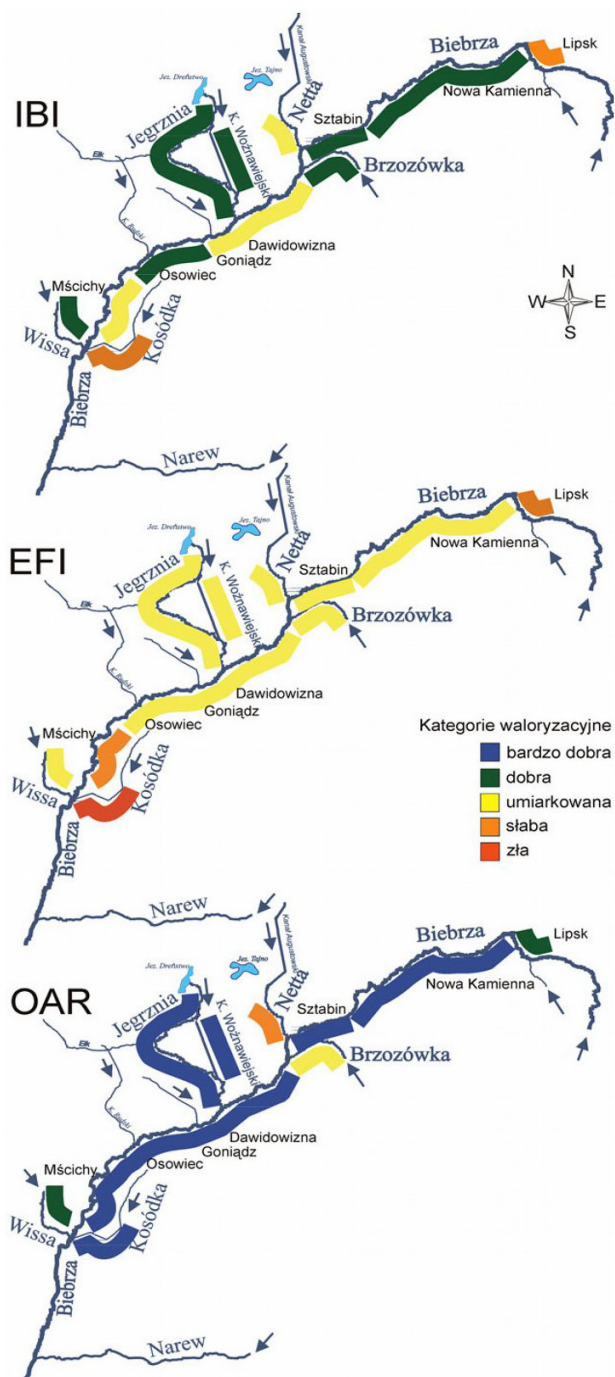
Zastosowanie do oceny tych samych danych metody Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego EFI, przyniosło pogorszenie wszystkich ocen „dobrych” o jedną kategorię – do „umiarkowanej” – w stosunku do ocen uzyskanych z zastosowaniem wskaźnika IBI. Spadła także „słaba” kategoria Kosódki do „złej”. Bez zmian pozostały jedynie, wcześniej niżżej ocenione: górny odcinek Biebrzy, trzy odcinki w środkowym biegu Biebrzy i odcinek dolnej Netty.

Gorsza ocena EFI wynika z dwóch powodów. Pierwszy to bardzo duże zagęszczenia ryb na badanych stanowiskach, interpretowane przez wskaźnik EFI jako oznaka pogorszenia stanu ekologicznego. Drugi to brak, w ocenie wskaźnika EFI, gatunków należących do grupy troficznej „invertivore”, których obecność poprawia ocenę. Odmienne niż w założeniach EFI, przy opracowywaniu wskaźnika IBI szereg gatunków ryb występujących w dorzeczu Narwi zakwalifikowano jako „invertivore”.

Ocena stanu ekologicznego Mierzawy, niewielkiej rzeki o długości 64,18 km i powierzchni dorzecza 556,04 km<sup>2</sup>, płynącej odcinkami w uregulowanym korycie, w silnie przekształconym i intensywnie użytkowanym rolniczo terenie, oddzielonym tylko wąską, kilkumetrową, nie zawsze naturalną strefą przejściową (ripariową) wypadła zróżnicowanie, zależnie od zastosowanej metody (WIŚNIEWOLSKI i IN. 2006). W ocenie z zastosowaniem wskaźnika IBI większość stanowisk otrzymała ocenę słabą i umiarkowaną (rys. 5), trzy stanowiska otrzymały ocenę złą, a tylko jedno, ujściowe, zasilone



Prus P., Wiśniewski W., Szlakowski J., Borzęcka I., Buras P., Błachuta J., Dębowski P., Jelonek M., Klich M., Kukuła K., Ligęza J., Przybylski M., Radtke G., Witkowski A., Żurek R., 2009. Rozwój ogólnoeuropejskiej metody oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI+). Nauka Przyr. Technol. 3, 3, #98.



ichtiofauną napływającą z Nidy, uzyskało kategorię ekologiczną dobrą. Ocenę z zastosowaniem wskaźnika EFI wykonano w dwóch wariantach: z uwzględnieniem gatunków introdukowanych (EFI a) i bez ich uwzględnienia (EFI b). W ocenie uwzględniającej wszystkie gatunki waloryzacja ekologiczna Mierzawy wypadła bardzo dobrze. Tylko trzy stanowiska uzyskały ocenę od słabej do umiarkowanej, a pozostałe dobrą i bardzo dobrą. Ocena bez uwzględnienia gatunków introdukowanych (przede wszystkim pstrąga potokowego) wypadła słabiej i na stanowiskach, na których te gatunki wystąpiły, w większości przypadków była gorsza o jedną kategorię lub uzyskała gorszą punktację (rys. 5).

Rys. 5. Waloryzacja wód Mierzawy na podstawie zespołów ichtiofauny z wykorzystaniem: Wskaźnika Integralności Biotycznej (IBI), Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego z uwzględnieniem gatunków introdukowanych (EFI a) i z ich wyłączeniem (EFI b) oraz Morfologicznego Wskaźnika Oceny Antropopresji Rzeki (OAR)

Fig. 5. Ecological status validation based on fish assemblages for the Mierzawa River on the basis of Index of Biotic Integrity (IBI), European Fish Index; including (EFI a) and excluding (EFI b) introduced fish species, and Morphological Index of Anthropopressure (OAR); color code – 5 classes: very good (blue), good (green), moderate (yellow), poor (orange), and bad (red)

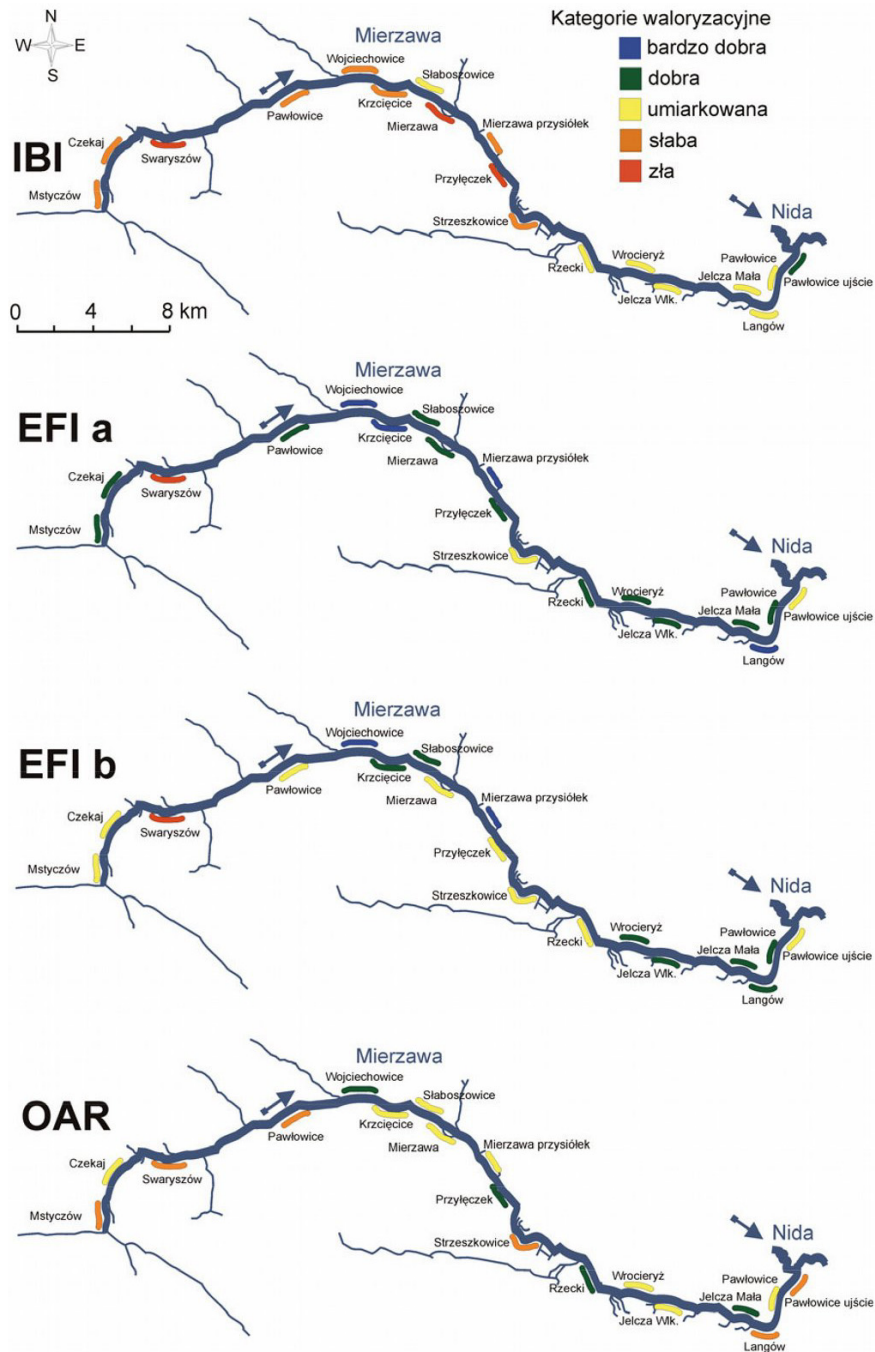
Rzeka Mierzawa jest przykładem sytuacji, kiedy do oceny stanu ekologicznego z zastosowaniem wskaźników IBI i EFI należy podchodzić z ostrożnością: liczba gatunków jest mała, zagęszczenie ryb na poszczególnych stanowiskach – niewielkie (liczebność prób mniejsza niż 30 ryb), a rzeka jest zarybiana i eksploatowana wędkarsko. Bez znajomości danych historycznych, których dla większości rzek po prostu nie ma, trudno ocenić skalę rzeczywistych zmian w zespołach ryb. Dość znaczne różnice między wynikami uzyskanymi z zastosowaniem wskaźników IBI i EFI pokazują, że wskaźnik IBI przy braku danych referencyjnych może stać się optymistyczną projekcją oczekiwań badaczy co do pierwotnego zespołu ryb, a z kolei wskaźnik EFI, na co ichtiologowie już zwrócili uwagę, jest „zbyt łaskawy” w sytuacjach, gdy w przekształconych zespołach ryb występują gatunki szczególnie dobrze oceniane. W takich sytuacjach nieodzownym wsparciem musi się stać ocena ekspercka.

Także w ocenie wskaźnika morfologicznego OAR stanowiska na Mierzawie wypadły zróżnicowanie, otrzymując kategorie od dobrej do słabej, co w tym przypadku odzwierciedla stopień antropogenicznego wpływu na rzekę i jej przekształcenia (rys. 5), (WIŚNIEWOLSKI i IN. 2006).

### **Zakres danych zgromadzonych w ramach projektu „Udoskonalenie i rozszerzenie przestrzenne Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego EFI+” i perspektywy poprawy stosowalności wskaźnika dla rzek Polski**

Baza danych przygotowana na potrzeby projektu EFI+ przez Instytut Rybactwa Śródlądowego składa się z ośmiu plików w programie MS Excel (z możliwością eksportowania do programu MS Access):

Prus P., Wiśniewolski W., Szlakowski J., Borzęcka I., Buras P., Błachuta J., Dębowski P., Jelonek M., Klich M., Kukuła K., Ligęza J., Przybylski M., Radtke G., Witkowski A., Żurek R., 2009. Rozwój ogólnoeuropejskiej metody oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI+). Nauka Przyr. Technol. 3, 3, #98.



- Site.xls – zawiera informacje o stanowisku i charakterystycznych dla niego warunkach środowiskowych (23 parametry),
- Fishing\_occasion.xls – zawiera informacje o połowie i stosowanej metodycie (28 parametrów) oraz stopniu nasilenia antropopresji według stanu dla okresu, w którym dokonano połowu (32 parametry) – łącznie 60 parametrów,
- Catch.xls – zawiera dla każdego połowu informacje o liczbie odłowionych ryb poszczególnych gatunków (z możliwością uwzględnienia połowów następczych), szacowanym zagęszczeniu na jednostkę powierzchni oraz dodatkowe informacje o statusie gatunku na danym stanowisku i o istnieniu lub braku danych o długościach ryb (łącznie 15 parametrów),
- Length.xls – zawiera dla każdego połowu informacje o długościach (w milimetrach) odłowionych osobników poszczególnych gatunków (5 parametrów),
- Diadromous.xls – zawiera informacje o historycznym i odpowiadającym dacie prowadzenia odłowów występowaniu na danym stanowisku ryb dwuśrodowiskowych (5 parametrów),
- Reporter.xls – zawiera informacje o osobie odpowiadającej za wprowadzanie danych i odpowiedni kod dla każdej z osób (10 parametrów),
- Fishdata\_owner.xls – zawiera informacje o instytucji będącej właścicielem danych i odpowiedni kod dla każdej z instytucji (10 parametrów),
- Metadata.xls – zawiera informacje o metodach i źródłach pozyskiwania danych dotyczących zmiennych środowiskowych i stopnia antropopresji dla każdej z osób wprowadzających dane do bazy (8 parametrów, 46 zmiennych).

Ostatnie trzy pliki mają charakter pomocniczo-informacyjny, natomiast właściwą bazę danych stanowi pięć pierwszych plików.

W ramach realizacji projektu zgromadzono dla rzek Polski następujący zasób danych w poszczególnych częściach bazy (w nawiasach podano udział procentowy poszczególnych partnerów: ZRRz – Zakład Rybactwa Rzecznego IRŚ, dane z rzek środkowej i wschodniej Polski, ZRW – Zakład Ryb Wędrownych IRŚ, dane z rzek Pomorza, URZ – Uniwersytet Rzeszowski, dane z rzek podkarpackich i górskich, UWR/IMGW – Uniwersytet Wrocławski i IMGW Oddział Wrocław, dane z rzek zlewni środkowej Odry):

- Site.xls: 919 stanowisk, łącznie 21 137 danych (ZRRz – 18%, ZRW – 60%, URZ – 10%, UWR/IMGW – 13%),
- Fishing\_occasion.xls: 1014 połowów, łącznie 60 840 danych (ZRRz – 25%, ZRW – 55%, URZ – 9%, UWR/IMGW – 11%),
- Catch.xls: 1014 połowów, 7079 wpisów (gatunek·odłów), łącznie 106 185 danych (ZRRz – 34%, ZRW – 47%, URZ – 8%, UWR/IMGW – 11%),
- Length.xls: 74 570 długości osobniczych, łącznie 372 850 danych (ZRRz – 63%, ZRW – 19%, URZ – 18%, UWR/IMGW – 0%),
- Diadromous.xls: 1014 połowów, łącznie 17 720 danych (ZRRz – 25%, ZRW – 55%, URZ – 9%, UWR/IMGW – 11%).

Stworzona dla 1014 połowów na 919 stanowiskach z różnych regionów Polski baza danych (wraz z kompletem danych środowiskowych i o antropopresji) stanowi wkład

Prus P., Wiśniewolski W., Szlakowski J., Borzęcka I., Buras P., Błachuta J., Dębowski P., Jelonek M., Klich M., Kukuła K., Ligieża J., Przybylski M., Radtke G., Witkowski A., Żurek R., 2009. Rozwój ogólnoeuropejskiej metody oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI+). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #98.

---

do przygotowania nowej wersji wskaźnika EFI. Dane z Polski stanowią obecnie około 8% całej bazy danych włączonych do projektu EFI+. W zgromadzonym zbiorze danych są reprezentowane rzeki z różnych regionów geograficznych Polski, o zróżnicowanej typologii i znacznym zakresie spadków, co powinno zapewnić lepsze dostosowanie nowej wersji wskaźnika EFI do warunków rzek Polski. Wersja ta powinna uwzględniać specyfikę wód naszej części Europy, a szczególnie rzek nizinnych, w tym płynących na podłożu organicznym, jak Biebrza oraz środkowa Narew. Baza danych może również służyć w przyszłości jako cenne źródło informacji o stanie ichtiofauny i środowiska w rzekach Polski w minionych 20 latach.

Przeprowadzono już w ramach projektu szczegółową klasyfikację stwierdzonych w odłowach gatunków do odpowiednich grup troficznych, rozrodczych i wrażliwości na zmiany poszczególnych parametrów środowiskowych (natlenienie, zanieczyszczenia chemiczne, eutrofizacja, modyfikacja siedliska) na podstawie opinii międzynarodowego zespołu kilkunastu ekspertów. Dokonano również analizy presji i wyboru parametrów najlepiej charakteryzujących przekształcenia antropogeniczne rzek w skali Europy. Obecnie zgromadzone dane są przedmiotem obróbki statystycznej i matematycznej, stanowiącej podstawę stworzenia nowego wskaźnika EFI+, w postaci programu pozwalającego na oszacowanie stanu ekologicznego rzeki na podstawie wyniku połowu oraz zestawu wyselekcjonowanych informacji dotyczących położenia, warunków środowiskowych i stopnia antropopresji danego stanowiska, analogicznie do zasady działania wcześniejszego wskaźnika EFI (MANUAL... 2004, PONT i IN. 2006, SCHMUTZ i IN. 2007). Zakończenie prac nad nowym wskaźnikiem jest planowane na przełom 2008 i 2009 roku.

## Wnioski

1. Istniejący Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny EFI jest niedostosowany do niektórych typów rzek występujących w Polsce, w tym szczególnie dużych rzek nizinnych oraz rzek organicznych, w których eurytopowe ryby karpiowate (płoc, leszcz, krąp) stanowią naturalny składnik ichtiofauny, a brak jest gatunków preferujących wody o silnym przepływie i dobrych warunkach tlenowych (pstrąg potokowy, głowacz biało-płetwy, głowacz pręgopłetwy). Świadczy o tym znaczna rozbieżność wyników oceny dokonanej za pomocą wskaźnika EFI, wskaźnika antropopresji OAR oraz oceny eksperckiej EXP wielu stanowisk.

2. Stosowanie niezmodyfikowanej wersji wskaźnika EFI do oceny stanu ekologicznego rzek Polski na potrzeby Ramowej Dyrektywy Wodnej rodzi znaczne ryzyko mylnej klasyfikacji stanowisk do klas wymagających podjęcia działań w celu przywrócenia dobrego stanu ekologicznego wód (ocena 3-5 w 5-punktowej skali), a co za tym idzie – błędnej alokacji środków finansowych na poprawę tego stanu.

3. Znaczna reprezentacja stanowisk z rzek różnych regionów Polski w bazie danych utworzonej w ramach projektu EFI+ stwarza nadzieję na lepsze dostosowanie tego ogólnoeuropejskiego narzędzia do oceny stanu ekologicznego rzek Polski na podstawie ichtiofauny.

Prus P., Wiśniewolski W., Szlakowski J., Borzęcka I., Buras P., Błachuta J., Dębowski P., Jelonek M., Klich M., Kukuła K., Ligieża J., Przybylski M., Radtke G., Witkowski A., Żurek R., 2009. Rozwój ogólnoeuropejskiej metody oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI+). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #98.

4. Po zakończeniu prac nad nowym Wskaźnikiem Ichtiologicznym EFI+ konieczne będzie jego pilne przetestowanie na niezależnym zbiorze danych z odłowów przeprowadzonych w rzekach różnych regionów Polski w celu sprawdzenia jego stosowalności i oceny ryzyka błędnej klasyfikacji stanowisk. Dopiero po pomyślnej weryfikacji nowego narzędzia będzie możliwe jego przyjęcie jako podstawy oceny stanu ekologicznego rzek Polski dla potrzeb Ramowej Dyrektywy Wodnej.

## Literatura

- BRYLIŃSKA M., 2000. Ryby słodkowodne Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- BURAS P., WIŚNIEWOLSKI W., SZLAKOWSKI J., 2004. Zespoły ryb w systemie Nidy jako kryterium waloryzacji środowiska rzecznoego. W: *Bliskie naturze kształtowanie dolin rzecznych*. Red. T. Heese, W. Puchalski. Wyd. PK, Koszalin: 227-244.
- DIRECTIVE of the European Parliament and the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. 2000. *Offic. J. Eur. Commun.* 22.12.2000 L 327/1.
- KARR J.R., 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries (Bethesda)* 6: 21-27.
- KARR J.R., FAUSCH K.D., ANGERMEIER P.L., YANT P.R., SCHLOSSER I.J., 1986. Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. III. *Nat. Hist. Surv. Spec. Publ.* 5.
- MANUAL for the application of the European Fish Index – EFI. A fish-based method to assess the ecological status of European rivers in support of the Water Framework Directive. Version 1.1. 2004. FAME Consortium, Brussels.
- PONT D., HUGENEY B., BEIER U., GOFFAUX D., MELCHER A., NOBLE R., ROGERS C., ROSET N., SCHMUTZ S., 2006. Assessing the biotic integrity of rivers at the continental scale: a European approach using fish assemblages. *J. Appl. Ecol.* 43: 70-80.
- SCHMUTZ S., COWX I.G., HAIDVOGL G., PONT D., 2007. Fish-based methods for assessing European running waters: a synthesis. *Fish. Manage. Ecol.* 14, 6: 369-380.
- SZLAKOWSKI J., WIŚNIEWOLSKI W.P., BURAS P., 2004. Wskaźnik Integralności Biotycznej (IBI) jako narzędzie do waloryzacji rzek w oparciu o zespoły ichtiofauny. W: *Bliskie naturze kształtowanie dolin rzecznych*. Red. T. Heese, W. Puchalski. Wyd. PK, Koszalin: 245-262.
- WIŚNIEWOLSKI W., BŁACHUTA J., BORZĘCKA I., BURAS P., DĘBOWSKI P., JELONEK M., KLICH M., KUKUŁA K., PRUS P., PRZYBYLSKI M., RADTKE G., SZLAKOWSKI J., WITKOWSKI A., ŻUREK R., 2006. Przetestowanie Europejskiego Indeksu Rybnego dla potrzeb oceny stanu ekologicznego rzek Polski. Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn.

## DEVELOPMENT OF NEW FISH-BASED METHOD FOR ASSESSING THE ECOLOGICAL STATUS OF RIVERS ON EUROPEAN SCALE – EUROPEAN FISH INDEX EFI+

**Summary.** The European Water Framework Directive (WFD) defines actions which should lead to improvement of surface waters ecological status in European Union. Biological components, like phytoplankton, phytobenthos, macrophytes, macroinvertebrates and fish will play an impor-

Prus P., Wiśniewolski W., Szlakowski J., Borzęcka I., Buras P., Błachuta J., Dębowski P., Jelonek M., Klich M., Kukuła K., Ligieža J., Przybylski M., Radtke G., Witkowski A., Żurek R., 2009. Rozwój ogólnoeuropejskiej metody oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI+). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #98.

---

tant role in assessment of this status. In 2004 the European Fish Index (EFI) was developed as a standard tool to assess the ecological status of rivers in Europe for the purposes described in WFD. Development and testing of this index were based on archival data from electrocatches done in rivers mainly of western and southern European countries. Applicability of such index occurred good mainly for those river types which dominated in the database used for its development. Testing of index applicability as a tool for assessment of lowland rivers, dominating in north-east EU regions (e.g. central and northern Poland, northern Germany, Finland), proved low accordance of results obtained with EFI and another methods. This fact caused need of improvement of this tool, to assure its applicability across whole European Union. Such improvement is a task of current (2007-2009) project undertaken by a consortium of 14 institutions from several EU countries “Improvement and spatial extension of the European Fish Index EFI+”. As a result of this project a new fish-based index for river ecological status assessment should be developed, with much broader applicability range, concerning most river types present in EU countries.

**Key words:** fish-based assessment, European Union, Water Framework Directive

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Paweł Prus, Zakład Rybactwa Rzecznego, Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sako-wicza w Olsztynie, ul. Główna 48, Żabieniec, 05-500 Piaseczno, e-mail: rzeki@infish.com.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*28.04.2009*

*Do cytowania – For citation:*

*Prus P., Wiśniewolski W., Szlakowski J., Borzęcka I., Buras P., Błachuta J., Dębowski P., Jelonek M., Klich M., Kukuła K., Ligieža J., Przybylski M., Radtke G., Witkowski A., Żurek R., 2009. Rozwój ogólnoeuropejskiej metody oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI+). *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #98.*

