

MIKOŁAJ ADAMCZYK\*, PAWEŁ PRUS, WIESŁAW WIŚNIEWOLSKI

**MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA EUROPEJSKIEGO WSKAŹNIKA  
ICHTIOLOGICZNEGO (EFI+) DO OCENY STANU EKOLOGICZNEGO  
RZEK POLSKI**

POSSIBILITIES OF APPLYING THE EUROPEAN FISH INDEX (EFI+)  
TO ASSESS THE ECOLOGICAL STATUS OF RIVERS IN POLAND

Instytut Rybactwa Śródlądowego im. St. Sakowicza  
Zakład Rybactwa Rzeczno  
Żabieniec, ul. Główna 48, 05-500 Piaseczno

**ABSTRACT**

The European Fish Index EFI+ is a multimetric index to be applied at the continental scale. It consists of two pairs of metrics developed separately for Salmonid and Cyprinid river zones, producing two specific indices. The metrics for the Salmonid index are: density of species intolerant to oxygen depletion and to habitat degradation, while the metrics for the Cyprinid index are: number of species that prefer to spawn in running waters and density of lithophilic species. The four metrics were used in the European Intercalibration process to validate national methods of the EU members. In this paper we present the applicability and limitations of the EFI+ index in Poland. The ecoregion and watershed classification problems are examined. The need to exclude non native species considered by metrics is stressed. Possible options and some technical problems in software use are also presented.

**Key words:** Water Framework Directive, fish assemblages, EFI+, multimetric index, ecological status classification.

---

\* Autor do korespondencji: rzeki@infish.com.pl

## 1. WSTĘP

Rok 2015 został wyznaczony w Ramowej Dyrektywie Wodnej (EU Water Framework Directive 2000), ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (tzw. RDW), jako termin osiągnięcia przez państwa członkowskie Unii Europejskiej dobrego stanu ekologicznego jednolitych części wód powierzchniowych. Termin ten jest już niedaleki, a niewypełnienie zawartych w dyrektywie zobowiązań może skutkować poważnymi konsekwencjami finansowymi dla państw członkowskich. Nie należy jednak kierować się wyłącznie kryteriami finansowymi. Osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego wód leży w interesie wszystkich ludzi korzystających z wody jako zasobu oraz w interesie ochrony środowiska naturalnego i jego zachowania dla przyszłych pokoleń, zgodnie z zasadą Zrównoważonego Rozwoju określoną w art. 3, pkt. 50 ustawy Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2008).

Zapisy RDW przewidują ocenę stanu ekologicznego wód przede wszystkim w oparciu o wskaźniki biologiczne, z uwzględnieniem różnych zespołów hydrobiontów: fitoplanktonu, makrofitów, makrozoobentosu oraz ichtiofauny. Prawidłowa klasyfikacja ocenianych jednolitych części wód rzek (oddzielnych i znaczących elementów wód powierzchniowych, zgodnie z RDW) do stanu bardzo dobrego lub dobrego oraz umiarkowanego i poniżej ma zasadnicze znaczenie, ponieważ stan poniżej dobrego warunkuje konieczność podejmowania działań dla poprawy jakości wód (Błachuta i inni 2010).

Istnieje szereg cech wyróżniających ichtiofaunę jako grupę przydatną do oceny stanu środowiska (Szlakowski i inni 2004, EFI+ Manual 2009):

- 1) ryby są obecne w większości wód powierzchniowych,
- 2) mają długi cykl życiowy,
- 3) podejmują migracje na znacznych odcinkach, co powoduje wrażliwość na przerwanie kontinuum rzecznoego,
- 4) występują w różnych siedliskach (dennych i toni wody, nurtowych i zastojowych),
- 5) liczba gatunków ryb jest ograniczona, a dokładne oznaczanie większości z nich nawet przez osoby nie posiadające wykształcenia ichtiologicznego jest możliwe,
- 6) ryby zajmują zróżnicowane środowiska i poziomy troficzne, a ich cykle życiowe i wymagania ekologiczne są dość dobrze poznane,
- 7) zaburzenia wzrostu i rekrutacji ryb są łatwe do stwierdzenia i wskazują na zmiany w środowisku,
- 8) ryby są przedmiotem gospodarki człowieka oraz zainteresowania społecznego, co sprawia, że zmiany w ich występowaniu są dostrzegane przez opinię publiczną.

Wymieniony powyżej aspekt gospodarczy ma jednak także bezpośrednie przełożenie na skład ichtiofauny rzek, ze względu na intensywną

gospodarkę wędkarsko-rybacką, związaną z presją połowową oraz prowadzonymi zarybieniami. Migracje ryb, pozwalające na uzyskanie odpowiedzi na presję związaną z przegrodzeniem rzek stanowią jednak także utrudnienie, ograniczając możliwość przypisania konkretnych zespołów ryb do objętego oceną fragmentu rzeki. Pewnych ograniczeń dostarcza również metodyka pozyskania miarodajnych materiałów ze środowiska oraz ocena zagęszczenia i biomasy ryb na podstawie wyników elektropołów. Jest to problematyczne szczególnie w dużych rzekach, gdzie określenie pełnego składu gatunkowego i wiarygodne oszacowanie zagęszczeń ryb wymaga zastosowania bardziej złożonych metod (Mann i Penczak 1984), niż jednokrotny elektropół, będący standardem w badaniach monitoringowych.

Ta specyfika ryb, jako elementu biologicznej oceny wód, powinna być wzięta pod uwagę przy interpretacji wyników oceny stanu ekologicznego.

Próby oceny stanu ekologicznego wód na podstawie ichtiofauny podejmowane są już od ponad 30 lat. Jedną z pionierskich metod był opracowany w latach 80-tych w USA Wskaźnik Integralności Biotycznej (Index of Biotic Integrity, IBI) (Karr 1981, Karr i inni 1986). Na gruncie europejskim zainteresowanie tą problematyką zwiększyło się po przyjęciu założeń RDW zobowiązujących państwa członkowskie UE do uwzględnienia ryb, jako biologicznego elementu oceny stanu ekologicznego wód (Buras i inni 2004, Szlakowski i inni 2004). W oparciu o założenia indeksu IBI opracowano w 2004 r. Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (European Fish Index, EFI), który miał stanowić standardowe narzędzie wspomagające realizację RDW (FAME Consortium 2004, Pont i inni 2006, Schmutz i inni 2007).

Stosowalność indeksu EFI okazała się jednak ograniczona do typów rzek, które były najliczniej reprezentowane w bazie danych stanowiących podstawę jego opracowania. Testowanie przydatności wskaźnika dla oceny rzek nizinnych, przeważających w centralnej i północnej Polsce wykazało znaczną rozbieżność wyników uzyskanych przy zastosowaniu wskaźnika EFI z oceną dokonywaną innymi metodami (Wiśniewolski i inni 2006, Prus i inni 2009). Wobec ograniczonej stosowalności wskaźnika podjęto kolejny projekt, zmierzający do jego udoskonalenia i dostosowania do specyfiki krajów, które wstąpiły do UE po 2004 roku, w tym Polski.

Projekt „Udoskonalenie i rozszerzenie przestrzenne Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego EFI+” (Improvement and spatial extension of the European Fish Index) został zrealizowany 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, oraz Joint Research Center (JRC) przy Komisji Europejskiej. Ponadto instytucje z Holandii i Litwy brały udział w projekcie przy finansowaniu ze środków krajowych. Wszyscy uczestnicy projektu

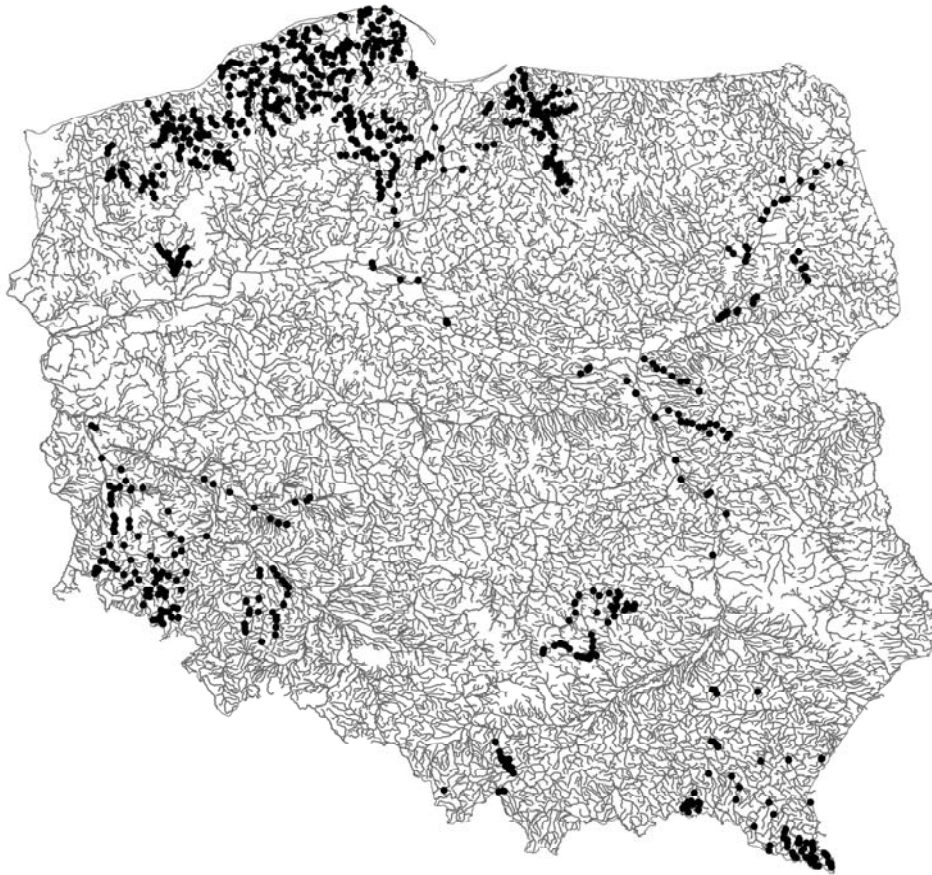
dostarczyli wkład do wspólnej bazy danych. Koordynator był odpowiedzialny za zharmonizowanie działań konsorcjum, organizację spotkań roboczych oraz sprawozdawczość dla Komisji Europejskiej, natomiast uczestnicy realizowali działania cząstkowe, np.: sporządzenie bazy danych (Szwecja), analizy statystyczne (Francja), przygotowanie programu komputerowego (Hiszpania). Ze strony polskiej w projekcie uczestniczył Instytut Rybactwa Śródlądowego, we współpracy z: Uniwersytetem Rzeszowskim, Uniwersytetem Wrocławskim oraz Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej – oddział Wrocław. Wynikiem tego projektu jest Nowy Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny – EFI+ (New European Fish Index – EFI+), dostępny na stronie internetowej <http://efi-plus.boku.ac.at/software/>, na serwerze uczelni Universität für Bodenkultur w Wiedniu. Informacje o bazie danych, powstałej w ramach projektu oraz zasadach udostępniania jej zawartości (za zgodą członków konsorcjum i zespołów, które dostarczyły danych) są również dostępne na stronie <http://data.freshwaterbiodiversity.eu/metaDB/pdf/BF15-EFI-database.pdf>.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest przybliżenie zasad funkcjonowania wskaźnika EFI+ oraz przedstawienie możliwości i ograniczeń jego stosowania do oceny stanu ekologicznego rzek Polski. Zarówno podręcznik do stosowania metody (EFI+ Manual 2009), jak też pliki przeznaczone do wprowadzania danych dostępne są jedynie w angielskiej wersji językowej, dlatego w prezentowanej pracy zamieszczone zostaną tłumaczenia najważniejszych terminów oraz objaśnień na język polski, w celu ułatwienia korzystania ze wskaźnika szerokiemu kręgowi użytkowników.

## 2. MATERIAŁ, METODY, WYNIKI

Wskaźnik EFI+ został stworzony w oparciu o bazę danych zawierającą informacje z około 30 tys. odłowów ryb, ponad 14 tys. stanowisk usytuowanych na 2 700 rzekach w 15 krajach europejskich biorących udział w projekcie. Wkład strony polskiej do ww. bazy danych to 978 odłowów ryb przeprowadzonych na 919 stanowiskach (Rys. 1), co stanowiło 6,5% łącznej liczby zbadanych w projekcie stanowisk. Dane reprezentowały różne regiony geograficzne i dorzecza, jednak ich rozkład nie był równomierny, a część regionów geograficznych była słabiej reprezentowana. Wynikało to z założenia projektu EFI+, opierającego bazę danych na materiałach archiwalnych dostarczanych przez uczestniczące w konsorcjum zespoły badawcze. W ramach bazy EFI+ zgromadzono dla Polski dane z lat 1984–2007, obejmujące zarówno wyniki odłowów, w tym pomiary długości ryb, jak też szczegółową informację o presji, określoną adekwatnie do terminu zbioru danych.

EFI+ to wielokryterialny wskaźnik bazujący na modelu probabilistycznym (uogólniony model liniowy), odwzorowującym warunki referencyjne (oczekiwany zespół ryb) z uwzględnieniem typologii wód płynących.



**Rys. 1.** Rozmieszczenie w Polsce 919 stanowisk, które znalazły się w bazie danych wykorzystanej do tworzenia wskaźnika EFI+. Jednostki naukowe współpracujące w ramach projektu udostępniły archiwalne dane połowowe oraz informacje o warunkach środowiskowych i nasileniu presji dla tych stanowisk.

**Fig. 1.** Location in Poland of 919 sites included in the database used to develop the EFI+. The archival data on fish catches, abiotic parameters and pressure for these sites were provided by scientific institutions participating in the EFI+ project.

Typy rzek zostały wyróżnione w oparciu o dane abiotyczne i następnie zweryfikowane z wykorzystaniem składu ichtiofauny. Warunki referencyjne, odpowiadające stanowi bez presji człowieka lub o znikomym jej natężeniu, zostały określone na podstawie danych połowowych z nieprzekształconych stanowisk. Stanowiska referencyjne wytypowano z bazy danych w oparciu o analizę kilkudziesięciu czynników presji, które zostały określone przez uczestników projektu dla badanych przez nich rzek. W przypadku braku takich stanowisk dla niektórych typów rzek, w celu

określenia referencyjnych zespołów ryb korzystano z danych historycznych i modelowania. Znalazło to odzwierciedlenie we wprowadzonym w opisie wskaźnika zastrzeżeniu, dotyczącym ostrożnego traktowania wyników dla tych rzek (EFI+ Manual 2009). Wskaźnik porównuje dane ze stanowiska połowowego i szacuje różnice pomiędzy zespołem referencyjnym ichtiofauny a wynikiem połowu.

**Tabela 1.** Metryki stosowane do obliczenia wskaźnika EFI+ dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (Salmonid) i dla rzek z dominacją ryb karpioawatych (Cyprinid).

**Table 1.** Metrics used to calculate the Salmonid and Cyprinid Fish Index\*.

| Wskaźnik<br>Index                               | Symbol metryki<br>Metric name | Rozwinięcie nazwy metryki – grupy ekologiczne<br>Detailed metric name – guild   |
|---|-------------------------------|---|
| Rzeki z dominacją ryb łososiowatych<br>Salmonid | Ni.O2.Intol                   | Zagęszczenie (liczba osobn. na 100 m <sup>2</sup> w jednokrotnym elektropołowie) gatunków nie tolerujących deficytów tlenu (wymagania > 6 mgO <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup> )<br><br>Density (number of individuals per 100 m <sup>2</sup> in the 1. run of a sample site) of species intolerant to oxygen depletion, always more than 6 mg dm <sup>-3</sup> O <sub>2</sub> in water  |
|   | Ni.Hab.Intol.150              | Zagęszczenie (liczba osobn. na 100 m <sup>2</sup> w jednokrotnym elektropołowie) osobników mniejszych niż 150 mm ( <i>l.t.</i> ) gatunków nie tolerujących degradacji siedlisk<br><br>Density (number of individuals per 100 m <sup>2</sup> in the 1. run of a sample site) ≤ 150 mm (total length) of species intolerant to habitat degradation  |
| Rzeki z dominacją ryb karpioawatych<br>Cyprinid | Ric.RH.Par                    | Bogactwo (liczba gatunków w jednokrotnym elektropołowie) ryb wymagających do rozmnażania środowiska lotycznego (reoparycznych)<br><br>Richness (number of species in the 1. run of a sample site) of rheopar species; requiring a rheophilic reproduction habitat, i.e. preference to spawn in running waters   |
|   | Ni.LITHO                      | Zagęszczenie (liczba osobn. na 100 m <sup>2</sup> w jednokrotnym elektropołowie) gatunków wymagających do składania ikry twardego substratu: żwiru, skał, głazów, otoczków różnej frakcji (litofilnych). Wylęg tych gatunków wykazuje reakcję stresową na światło<br><br>Density (number of individuals per 100 m <sup>2</sup> in the 1. run of a sample site) of species requiring lithophilic reproduction habitat, species which spawn exclusively on gravel, rocks, stones, cobble or pebbles. Their hatchlings are photophobic |

\* Opisy w j. angielskim według EFI+ Manual 2009 / English descriptions according to EFI+ Manual 2009.



Metryki wskaźnika zostały określone na podstawie funkcjonalnych grup gatunków (gildii), odwzorowujących główne cechy ekologiczne i biologiczne zespołów ryb (Tab. 1). Spośród kilkudziesięciu testowanych metryk, odnoszących się między innymi do gildii wyróżnionych na podstawie wymagań związanych z warunkami tlenowymi, siedliskowymi, pokarmowymi czy rozrodczymi wyselekcjonowano jedynie cztery, które spełniały wszystkie kryteria statystyczne. Dwie z tych metryk (Ni.O2.Intol, Ni.LITHO) odnoszą się do zagęszczeń osobników gatunków wrażliwych na niedobory tlenu i gatunków litofilnych, metryka (Ni.Hab.Intol.150) odnosi się do zagęszczenia ryb w klasie długości całkowitej do 150 mm nie tolerujących degradacji siedlisk, natomiast metryka Ric.RH.Par dotyczy bogactwa gatunkowego (liczby gatunków) ryb wymagających do rozrodu środowiska lotycznego (wartki prąd wody). Każda z metryk uwzględnia szereg gatunków ryb o określonych cechach ekologicznych (Tab. 2). Spośród gatunków występujących w wodach Polski metryka Ni.O2.Intol uwzględnia 25 gatunków, metryka Ni.Hab.Intol.150 – 29 gatunków, metryka Ric.RH.Par – 33 gatunki, metryka Ni.LITHO – 32 gatunki.

Pełna lista gatunków uwzględnianych przez metryki stosowane dla rzek z dominacją ryb łososiowatych liczy 97 gatunków, z czego w Polsce występuje 36 gatunków. Analogiczne liczby gatunków w odniesieniu do metryk dla rzek z dominacją ryb karpiovatych wynoszą 134 i 42 (EFI+ Manual 2009, Annex 4). Pomimo stwierdzonej względnie niskiej korelacji omawianych metryk – współczynnik Persona poniżej 0,65 (EFI+ Manual 2009) – zwraca uwagę znaczny stopień podobieństwa między zestawami gatunków w poszczególnych parach metryk. Dla rzek z dominacją ryb łososiowatych w obu metrykach występuje 43% wspólnych gatunków, przy czym dla Polski wartość ta wynosi 53%. Natomiast dla rzek z dominacją ryb karpiovatych udział wspólnych dla obu metryk gatunków wynosi 57% w obu przypadkach (Tab. 2). Występowanie danego gatunku w obydwu metrykach dla rzek z dominacją ryb łososiowatych, skutkuje większym wpływem jego liczebności na uzyskany wynik wskaźnika niż w przypadku gdy gatunek uwzględniony jest w jednej metryce. Dla rzek z dominacją ryb karpiovatych występuje silniejsza zależność, gdyż jedna z metryk bierze pod uwagę obecność gatunku, a druga jego liczebność.

Wskaźnik dzieli stanowiska na dwa typy – o przewadze ryb łososiowatych (Salmonid) i o przewadze ryb karpiovatych (Cyprinid). Jako kryterium podziału zastosowano parametry abiotyczne w zestawieniu z proporcją złowionych osobników gatunków wrażliwych, z grupy określonej jako charakterystyczna dla rzek z przewagą ryb łososiowatych (Tab. 3). Określenia „Salmonid” i „Cyprinid” są tu pewnym uproszczeniem zastosowanym przez twórców programu i odnoszą się umownie do całego zespołu ichtiofauny charakterystycznego dla rzek określonego typu – z przewagą ryb łososiowatych lub karpiovatych. Grupa gatunków, wyróżniająca stanowiska typu Salmonid zawiera również przedstawicieli



innych rodzin o określonych wymaganiach środowiskowych (Tab. 3). Podobnie w metrykach dla rzek z dominacją ryb karpowatych i ryb łososiowatych występują gatunki z różnych rodzin (Tab. 2). Klasyfikacja stanowiska do typu Salmonid przy ponad 80% udziale złowionych osobników z grupy gatunków wymienionych w Tab. 3 i charakterystycznych dla rzek z przewagą ryb łososiowatych nie wymaga weryfikacji eksperckiej (Tab. 4). Z kolei właściwa klasyfikacja stanowiska do typu Cyprinid występuje przy odpowiednim zestawie warunków abiotycznych i udziale gatunków z grupy charakterystycznych dla rzek z przewagą ryb łososiowatych (Tab. 3) nie przekraczającym 20%.

**Tabela 3.** Lista występujących w Polsce gatunków wrażliwych, charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (ST-species), według EFI+ Manual 2009.

**Table 3.** List of intolerant salmonid type species (ST-species) occurring in Poland, according to EFI+ Manual 2009.

| Gatunki rodzime<br>Native species | Gatunki nierodzone<br>Non native species |
|-----------------------------------|--|
| <i>Alburnoides bipunctatus</i>    | <i>Hucho hucho</i> *                     |
| <i>Coregonus lavaretus</i>        | <i>Salvelinus fontinalis</i>             |
| <i>Cottus gobio</i>               |  |
| <i>Cottus poecilopus</i>          |  |
| <i>Eudontomyzon mariae</i>        |  |
| <i>Lampetra planeri</i>           |  |
| <i>Phoxinus phoxinus</i>          |  |
| <i>Salmo salar</i>                |  |
| <i>Salmo trutta fario</i>         |  |
| <i>Salmo trutta lacustris</i>     |  |
| <i>Salmo trutta trutta</i>        |  |
| <i>Thymallus thymallus</i>        |  |

\* Gatunek rodzimy w zlewni Dunaju / native species in the Danube catchment.

Jeżeli występuje rozbieżność między warunkami abiotycznymi a stwierdzonym w odłowach składem ichtiofauny, niezbędna jest weryfikacja danych i wybór odpowiedniego wariantu wskaźnika (Cyprinid lub Salmonid) przez użytkownika (Tab. 4). Oznacza to, że wskaźnik nie jest narzędziem w pełni automatycznym. Od użytkownika wymagana jest wiedza specjalistyczna, pozwalająca na weryfikację przypisania stanowiska do jednego z dwóch typów rzek na podstawie danych o warunkach abiotycznych i stwierdzonego w połowie składu ichtiofauny, w tym w szczególności procentowego udziału gatunków charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (Tab. 3, 4).

**Tabela 4\*.** Zestawienie wariantów wyboru opcji wskaźnika: dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (Salmonid) i dla rzek z dominacją ryb karpiowatych (Cyprinid). Podano % gatunków wrażliwych, charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (ST-species).  
**Table 4.** Summary of the different options to select the appropriate fish index (Salmonid or Cyprinid). Percentage of intolerant salmonid type species (ST-species) is given.

| Wstępna (abiotyczna) klasyfikacja stanowiska                   | Udział % gatunków wrażliwych, charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (ST-species)<br>Percentage of intolerant salmonid type species (ST-species) | [20% – 50%]   | [50% – 80%]  | [80% – 100%]   |
|--|--|---|--|--|
| Initial (abiotic) site classification                          |  |   |  |  |
| Rzeki o warunkach sprzyjających występowaniu ryb łososiowatych | Ryzyko błędnej klasyfikacji. Proponowany wskaźnik Salmonid (użytkownik powinien potwierdzić typ rzeki i wybór wskaźnika)   | Ryzyko błędnej klasyfikacji. Proponowany wskaźnik Salmonid (użytkownik powinien potwierdzić typ rzeki i wybór wskaźnika)  | Zalecany wskaźnik Salmonid (użytkownik powinien sprawdzić klasyfikację)  | Poprawna klasyfikacja. Wskaźnik Salmonid powinien być zastosowany  |
| Salmonid type rivers   | Risk of misclassification<br>Salmonid Index proposed (user has to confirm the river type and the index choice)   | Risk of misclassification<br>Salmonid Index proposed (user has to confirm the river type and the index choice)  | Salmonid Index recommended (user has to check the classification)  | Correct classification<br>Salmonid Index should be used  |
| Rzeki o warunkach sprzyjających występowaniu ryb karpiowatych  | Poprawna klasyfikacja. Wskaźnik Cyprinid powinien być zastosowany  | Wzrost udziału gatunków wrażliwych z grupy ST-species może wynikać z antropopresji. Proponowany wskaźnik Salmonid (użytkownik powinien potwierdzić typ rzeki i wybór wskaźnika) | Wzrost udziału gatunków wrażliwych z grupy ST-species może wynikać z silnej antropopresji. Proponowany wskaźnik Salmonid (użytkownik powinien potwierdzić typ rzeki i wybór wskaźnika) | Wysokie ryzyko błędnej klasyfikacji. Proponowany wskaźnik Salmonid (użytkownik powinien potwierdzić typ rzeki i wybór wskaźnika) |
| Cyprinid type rivers   | Correct classification.<br>Cyprinid Index should be used   | Increased % of intolerant ST-species can be linked to a human disturbance. Salmonid Index proposed (user has to confirm the river type and the index choice)                    | Increased % of intolerant ST-species can be linked to particular extreme disturbance. Salmonid Index proposed (user has to confirm the river type and the index choice)                | High risk of misclassification<br>Salmonid Index proposed (user has to confirm the river type and the index choice)              |

\* Według EFI+ Manual 2009, zmienione / According to EFI+ Manual 2009, modified.

**Tabela 5.** Dane charakteryzujące stanowisko i termin połowu.  
**Table 5.** Variables describing the location, name of site and date of fishing.

| Parametr<br>Parameter              | Wartości<br>Values   | Uwagi<br>Remarks  |
|------------------------------------|--|---|
| Kod stanowiska<br>Site Code        | Kod nadany stanowisku przez użytkownika<br>Code given to each sampling site by user  | Ciąg do 15 znaków, 2 pierwsze litery wielkie<br>String, 15 positions, first two letters always capital  |
| Długość geograficzna<br>Longitude  | Wartość w stopniach i dziesiętnych<br>Longitude in decimal degrees   | Format liczbowy, odwzorowanie WGS 84<br>Numeric, projection WGS 84  |
| Szerokość geograficzna<br>Latitude | Wartość w stopniach i dziesiętnych<br>Latitude in decimal degrees  | Format liczbowy, odwzorowanie WGS 84<br>Numeric, projection WGS 84  |
| Dzień<br>Day                       | 1 do 31<br>1 to 31   | Format liczbowy<br>Numeric  |
| Miesiąc<br>Month                   | 1 do 12<br>1 to 12   | Format liczbowy<br>Numeric  |
| Rok<br>Year                        | Cztery cyfry<br>Four digits  | Format liczbowy<br>Numeric  |
| Kraj<br>Country                    | PL<br>PL   | Skrót<br>Abbreviation   |
| Nazwa rzeki<br>River Name          | Krajowa nazwa rzeki<br>National name of the river  | Dla małych rzek transgranicznych nazwa z kraju, w którym uchodzą<br>For transboundary, small rivers, the name of country where it confluences         |
| Nazwa stanowiska<br>Site Name      | Nazwa miejsca połowu<br>Location name  | Np. nazwa najbliższej miejscowości<br>E.g. indicating a nearby town or village  |
| Wysokość<br>Altitude               | W metrach n.p.m<br>In meters a.s.l.  | Format liczbowy<br>Numeric  |
| Ekoregiony<br>Ecoregions           | Karpaty, Równiny Centralne, Równiny<br>Wschodnie, Wyzyny Centralne<br>The Carpathians, Central Plains, Eastern<br>Plains, Central Highlands            | Według Illiesa (1978)<br>According to Illies (1978)   |
| Dorzecze<br>River Region           | Morze Bałtyckie (wybrzeże kontynentalne),<br>Wisła, Odra, Dunaj, Niemen, Łaba<br>Baltic Sea (continental coast), Wisła, Odra,<br>Danube, Nemunas, Elbe | Główne dorzecza rzek Polski, z wyjątkiem dorzecza Dniestru i Pregoly<br>Main river regions for Polish rivers, except Dniester and Pregolya watersheds |

**Tabela 6.** Dane charakteryzujące metodę odłowu.**Table 6.** Variables describing the sampling method.

| Parametr<br>Parameter                             | Wartości<br>Values   | Uwagi<br>Remarks   |
|---|--|--|
| Umiejscowienie<br>stanowiska<br>Sampling Location | Koryto, Starorzecze,<br>Mieszane, Brak danych<br>Main channel, Backwaters,<br>Mixed, NoData                                    | Położenie stanowiska w przekroju<br>doliny rzeki<br>Where the sampling site is situated<br>in relation to the river valley<br>cross-section  |
| Metoda połowu<br>Method                           | Łódź, Brodzenie, Mieszany,<br>Brak danych<br>Boat, Wading, Mixed, NoData   | Dla opcji Brak danych program podaje<br>tylko wynik liczbowy wskaźnika<br>In case of NoData only numerical value<br>of the index is given  |
| Powierzchnia<br>odłowiona<br>Fished Area          | Powierzchnia w m <sup>2</sup><br>Area in m <sup>2</sup>  | Długość stanowiska × szerokość strefy<br>połowu, format liczbowy<br>Sampled length × sampled width,<br>numeric   |
| Szerokość lustra<br>wody<br>Wetted Width          | Średnia z kilku pomiarów<br>szerokość lustra wody<br>w metrach<br>Average of several transects<br>across the stream, in meters | Pomiar w czasie odłowu, zwykle<br>jesienią, przy niskim stanie wód, format<br>liczbowy<br>Measured during fish sampling<br>(performed mainly in autumn during<br>low flow conditions), numeric |

Do obliczenia wskaźnika EFI+ niezbędny jest pewien zakres danych charakteryzujących: stanowisko i termin połowu (Tab. 5), metoda odłowu (Tab. 6), parametry abiotyczne służące ustaleniu oczekiwanych wartości metryk (Tab. 7) oraz dane o liczbie złowionych ryb (Tab. 8), wprowadzanych do arkusza podstawowego (input1 all actual variables). Ponadto istnieje możliwość wypełnienia dodatkowego arkusza danych (input2 all diadromous variables) dotyczącego historycznego i aktualnego występowania ryb diadromicznych (Tab. 9). Obydwa arkusze znajdują się w pliku programu MS Excel o nazwie EFI+spreadsheet, dostępnym na stronie internetowej pod adresem: [http://efi-plus.boku.ac.at/software/insert\\_data\\_file.php](http://efi-plus.boku.ac.at/software/insert_data_file.php). Istnieje również możliwość manualnego wprowadzenia poszczególnych danych do programu, gdzie użytkownik może wybierać zmienne z dostępnych opcji. Znajduje się ona pod adresem internetowym: [http://efi-plus.boku.ac.at/software/insert\\_data\\_manual.php](http://efi-plus.boku.ac.at/software/insert_data_manual.php). Jednak w praktyce bardziej użyteczna jest metoda wypełniania pliku z danymi.

Wybrane stanowisko połowu powinno być reprezentatywne dla ocenianego segmentu rzeki, czyli odcinka zapewniającego reprezentatywność charakterystycznych siedlisk. Długość segmentu obejmującego stanowisko została uzależniona od powierzchni zlewni i wynosi: 1 km (zlewnia < 100 km<sup>2</sup>), 5 km (zlewnia 100–1000 km<sup>2</sup>) i 10 km (zlewnia > 1000 km<sup>2</sup>) (EFI+ Manual 2009).

Jeżeli oceniany ma być większy fragment rzeki (np.: jednolita część wód powierzchniowych) wybór reprezentatywnego stanowiska, zarówno pod względem warunków siedliskowych, jak też stopnia przekształcenia antropogenicznego jest szczególnie istotny. Należy zatem unikać połowów w odcinkach przyujściowych rzek, gdzie ichtiofauna znajduje się pod wpływem zespołu ryb z rzeki głównej, bezpośrednio poniżej punktowych źródeł zanieczyszczeń oraz w odcinkach odbiegających znacznie od charakteru badanej rzeki.

Termin prowadzenia badań powinien przypadać w okresie od sierpnia do listopada, co wiąże się z występującymi z reguły w tym okresie niższymi stanami wód, co ułatwia połów. Termin ten jest również wskazany w podręczniku metody (EFI+ Manual 2009), ponieważ wskaźnik został opracowany w oparciu o dane z połowów prowadzonych w okresie późnego lata i jesieni.

Połów ryb powinien być prowadzony zgodnie z normą CEN (CEN EN 14011 2003, PN-EN 14011 2006). Zalecana długość stanowiska połowowego powinna stanowić 10–20-krotność szerokości rzeki (minimum 100 m). Dla dużych, płytkich rzek (szerokość powyżej 15 m, głębokość do 0,7 m) dopuszcza się także minimalną powierzchnię stanowiska 1000 m<sup>2</sup> przy zachowaniu reprezentacji występujących w rzece siedlisk. Dobór długości stanowiska w odniesieniu do szerokości rzeki ma na celu zapewnienie reprezentatywności zebranej próby ryb. Należy jednak unikać odławiania znacznie dłuższych niż wymagane odcinków rzek, gdyż może to prowadzić do przeszacowania liczby gatunków reofilnych (EFI+ Manual 2009).

Parametry określające warunki środowiska na badanym stanowisku (Tab. 7) służą ustaleniu oczekiwanych wartości metryk dla danego typu abiotycznego rzeki. Istotne korelacje z poszczególnymi metrykami wykazują: spadek rzeki, typ dominującego substratu, średnia miesięczna temperatura powietrza dla lipca, amplituda średnich temperatur powietrza dla stycznia i lipca, powierzchnia zlewni, odległość od źródła, obecność doliny zalewowej oraz typ geomorfologiczny rzeki i podstawowe źródło zasilania w wodę, np.: śniegowe, deszczowe, z wód podziemnych (EFI+ Manual 2009).

Informacja o wynikach połowu (jednokrotny elektropołów) dotyczy liczby złowionych ryb każdego gatunku, z podziałem na dwie klasy wielkości ( $\leq 150$  mm i  $> 150$  mm). Wprowadzenie klas wielkości związane jest z metryką Ni.Hab.Intol.150, uwzględniającą zagęszczenie (osobników ha<sup>-1</sup>) gatunków wrażliwych na przekształcenia środowiska o długości całkowitej  $\leq 150$  mm. Szczególnie istotne jest stosowanie nazw gatunkowych według wykazu dostępnego na stronie internetowej projektu EFI+ ([http://efi-plus.boku.ac.at/software/view\\_values.php](http://efi-plus.boku.ac.at/software/view_values.php)) oraz w załączniku do podręcznika (EFI+ Manual 2009, Annex 3). Program operuje tylko tą, zamkniętą listą gatunków i inne nazwy (np. synonimy) odczytywane są jako błąd.

**Tabela 7.** Parametry abiotyczne służące ustaleniu oczekiwanych wartości metryk.  
**Table 7.** Environmental variables describing the sampling site, used to obtain the expected value of metrics.

| Parametr<br>Parameter                                | Wartości<br>Values   | Uwagi<br>Remarks   |
|--|--|--|
| Typ śródziemnomorski<br>Mediterranean type           | Nie<br>No  | Dla wszystkich rzek w Polsce<br>For all rivers in Poland   |
| Jezioro powyżej stanowiska<br>Natural Lake Upstream  | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData   | Dotyczy naturalnych jezior o powierzchni ponad 50 ha, mających wpływ na skład ichtiofauny na stanowisku (np. termika, reżim przepływu, zawiesina)<br>Lakes above 50 ha, affecting the fish fauna of the site, e.g. by altering thermal regime, flow regime or providing seston |
| Reżim przepływu<br>Flow Regime                       | Stały<br>Permanent   | Naturalny reżim hydrologiczny. W Polsce rzeki objęte monitoringiem posiadają stały reżim przepływu<br>Normal flow pattern for the river. In Poland rivers under monitoring system have permanent flow regime   |
| Typ geomorfologiczny<br>Geomorphology                | Naturalnie prosta, Warkoczowa, Sinusoidalna, Meandrująca regularnie, Silnie meandrująca, Brak danych<br>Naturally constrained no mob, Braided, Sinuous, Meand regular, Meand tortous, NoData | Informacja w 5 kategoriach do wyboru, dane na podstawie obserwacji w terenie i map, dla odcinka rzeki obejmującego stanowisko<br>Information in 5 categories to be selected, data based on field observations and maps, for river segment including sampled site               |
| Dawna dolina zalewowa<br>Former Flood Plain          | Tak, Nie, Brak Danych<br>Yes, No, NoData   | Czy występuje lub występowała dolina zalewowa<br>If the river has a former floodplain  |
| Źródło zasilania w wodę<br>Water Source              | Deszczowe, Śniegowe, Wody podziemne<br>Pluvial, Nival, Groundwater   | W Polsce przeważa typ zasilania deszczowy, lokalnie mogą występować dwa pozostałe<br>In Poland pluvial water source prevails, two others occurs locally  |
| Zlewnia powyżej stanowiska<br>Upstream Drainage Area | Powierzchnia zlewni powyżej stanowiska w km <sup>2</sup><br>Drainage area upstream of the site in km <sup>2</sup>  | Na podstawie map z Atlasu Hydrologicznego Polski IMGW (Czarnecka 2005), format numeryczny<br>Based on maps in Hydrological Atlas of Poland, IMGW (Czarnecka 2005), numeric   |

|  |  |  |
|--|--|--|
| Odległość od źródła                        | Odległość stanowiska od najdalszego źródła rzeki w km            | Mierzona wzdłuż rzeki w oparciu o mapy 1:25 000 lub z Atlasu Hydrologicznego Polski IMGW (Czarnecka 2005), format numeryczny                 |
| Distance From Source                       | Distance from source (most distant) in km to the sampling site   | Measured along the river, based on maps preferably 1:25 000 or on Hydrological Atlas of Poland, IMGW (Czarnecka 2005), numeric               |
| Spadek rzeki                               | Spadek dna rzeki wzdłuż jej biegu w promilach                    | Pierwotny spadek liczony jako różnica wysokości podzielona przez długość cieku, dla odcinka rzeki obejmującego stanowisko, format numeryczny |
| River Slope                                | Slope of streambed along stream expressed as per mill            | Natural slope is the drop of altitude divided by stream segment length, for river segment including sampled site, numeric                    |
| Średnia roczna temperatura powietrza       | Temperatura w stopniach Celsjusza (°C)                           | Średnia roczna temperatura powietrza z co najmniej ostatnich 10 lat. Dane z najbliższego punktu pomiarowego, format numeryczny               |
| Air Temperature Mean Annual                | Given in degrees Celsius (°C)                                    | Average annual air temperature measured for at least 10 years. Data source: nearby measuring site, numeric                                   |
| Średnia temperatura powietrza dla stycznia | Temperatura w stopniach Celsjusza (°C)                           | Średnia miesięczna temperatura powietrza dla stycznia. Dane z najbliższego punktu pomiarowego, format numeryczny                             |
| Air Temperature Mean January               | Given in degrees Celsius (°C)                                    | Average air temperature for January. Data source: nearby measuring site, numeric   |
| Średnia temperatura powietrza dla lipca    | Temperatura w stopniach Celsjusza (°C)                           | Średnia miesięczna temperatura powietrza dla lipca. Dane z najbliższego punktu pomiarowego, format numeryczny                                |
| Air Temperature Mean July                  | Given in degrees Celsius (°C)                                    | Average air temperature for July. Data source: nearby measuring site, numeric  |
| Pierwotna granulacja substratu             | Organiczny, Muł/glina, Piasek, Żwir/kamienie, Głazy, Brak danych | Granulacja: Muł/glina: < 0,2 mm, Piasek: 0,2-2,0 mm, Żwir/kamienie: 2-200 mm, Głazy: > 200 mm  |
| Former Sediment Size                       | Organic, Silt, Sand, Gravel/Pebble/Cobble, Boulder/Rock, NoData  | Granulation: Silt < 0,2 mm, Sand: 0,2-2,0 mm, Gravel/Pebble/Cobble: 2-200 mm, Boulder/Rock: > 200 mm   |

**Tabela 8.** Dane połowowe.  
**Table 8.** Variables describing the fish data.

| Parametr<br>Parameter                                 | Wartości<br>Values   | Uwagi<br>Remarks   |
|---|--|--|
| Nazwa gatunkowa<br>Species Name                       | Nazwa łacińska<br>gatunku<br>Latin species name  | Nazwy według listy dostępnej na stronie:<br><a href="http://efi-plus.boku.ac.at/software/view_values.php">http://efi-plus.boku.ac.at/software/view_values.php</a> ,<br>lub EFI+ Manual 2009, Annex 3<br>Species names according to the list<br>available on website: <a href="http://efi-plus.boku.ac.at/software/view_values.php">http://efi-plus.boku.ac.at/software/view_values.php</a> ,<br>or EFI+ Manual 2009, Annex 3 |
| Łączna liczba ryb<br>w połowie<br>Total Number Run 1  | Wszystkie osobniki<br>(łącznie z 0+) danego<br>gatunku<br>w jednokrotnym<br>połowie<br>All caught individuals<br>(incl. 0+) of the species<br>in run 1 | Format liczbowy<br>Numeric   |
| Liczba osobników<br>≤150 mm<br>Number Below<br>150 mm | Liczba osobników<br>o całkowitej długości<br>≤ 150 mm<br>Number of individuals<br>with total length<br>≤ 150 mm  | W praktyce informacja jest konieczna dla<br>grupy gatunków uwzględnianych przez<br>metrykę Ni.Hab.Intol.150 (Tab. 2)<br>In practice this information is necessary for<br>the group of species considered by the<br>metric Ni.Hab.Intol.150 (Tab. 2)  |
| Liczba osobników<br>>150 mm<br>Number Over<br>150 mm  | Liczba osobników<br>o całkowitej długości<br>> 150 mm<br>Number of individuals<br>with total length<br>> 150 mm  | W praktyce informacja jest konieczna dla<br>grupy gatunków uwzględnianych przez<br>metrykę Ni.Hab.Intol.150 (Tab. 2)<br>In practice this information is necessary for<br>the group of species considered by the<br>metric Ni.Hab.Intol.150 (Tab. 2)  |

Po wypełnieniu arkusza z danymi należy według instrukcji na stronie internetowej [http://efi-plus.boku.ac.at/software/insert\\_data\\_file.php](http://efi-plus.boku.ac.at/software/insert_data_file.php) przesłać plik do serwera, na którym znajduje się program.

Wprowadzenie wartości niezgodnych z wymaganiami programu (np. współrzędne spoza zakresu działania metody, nazwa gatunku niezgodna z listą) skutkuje komunikatem o błędzie, z podaniem jego lokalizacji (nazwy zmiennej i numeru wiersza). Po usunięciu błędu należy ponownie przesłać plik.

Metoda przypisuje klasy stanu ekologicznego środowiska zgodnie z wymogami RDW w skali pięciostopniowej (Tab. 10). Wynik oceny przesyłany jest zwrótnie w pliku o nazwie newEFI+ output1. Zawiera on



między innymi dane stanowiska, przewidywane i obserwowane wartości metryk, wskazanie wyboru wskaźnika dla rzek z dominacją ryb łososiowatych lub karpowatych oraz wartość wskaźnika EFI+ w przedziale od 0 do 1, będącą średnią arytmetyczną z odpowiednich dwóch metryk (Tab. 11). Przedziały wartości wskaźnika odpowiadające 1 i 2 klasie ustalono na podstawie rozkładu wartości wskaźnika dla stanowisk nieprzekształconych, natomiast przedziały wartości dla klas 3, 4 i 5 wyznaczono dzieląc proporcjonalnie pozostały zakres wartości wskaźnika poniżej granicy dla 2 klasy (EFI+ Manual 2009).

**Tabela 9.** Informacja o historycznym i współczesnym występowaniu gatunków dwuśrodowiskowych w Polsce.

**Table 9.** Information about historical and present occurrence of diadromous species in Poland.

| Nazwa gatunkowa<br>Species name       | Obecny historycznie?<br>Historically present? | Obecny aktualnie?<br>Nowadays present? |
|---------------------------------------|---|--|
| <i>Acipenser sturio/A. oxyrinchus</i> | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |
| <i>Alosa alosa</i>                    | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |
| <i>Alosa fallax</i>                   | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |
| <i>Anguilla anguilla</i>              | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |
| <i>Lampetra fluviatilis</i>           | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |
| <i>Petromyzon marinus</i>             | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |
| <i>Osmerus eperlanus</i>              | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |
| <i>Salmo salar</i>                    | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |
| <i>Salmo trutta trutta</i>            | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |
| <i>Platichthys flesus</i>             | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |
| <i>Coregonus</i> spp. diadr. form     | Tak, Nie, Brak danych<br>Yes, No, NoData      | Tak, Nie<br>Yes, No                    |

**Tabela 10.** Granice klas stanu ekologicznego dla oceny wskaźnika EFI+.**Table 10.** Ecological class boundaries for EFI+ Index.

| Klasa stanu ekologicznego | Wskaźnik dla rzek z dominacją ryb łososiowatych<br>Salmonid index | Wskaźnik dla rzek z dominacją ryb karpiowatych<br>Cyprinid index |                          |
|---------------------------|---|--|--------------------------|
|                           |   | Brodzenie<br>Wading  | Półów z łodzi<br>Boating |
| Bardzo dobry<br>High      | [0,911 – 1]   | [0,939 – 1]  | [0,917 – 1]              |
| Dobry<br>Good             | [0,755 – 0,911]   | [0,655 – 0,939]  | [0,562 – 0,917]          |
| Umiarkowany<br>Moderate   | [0,503 – 0,755]   | [0,437 – 0,655]  | [0,375 – 0,562]          |
| Słaby<br>Poor             | [0,252 – 0,503]   | [0,218 – 0,437]  | [0,187 – 0,375]          |
| Zły<br>Bad                | [0 – 0,252]   | [0 – 0,218]  | [0 – 0,187]              |

Ze względu na istotne różnice w rozkładzie wartości dla nieprzekształconych stanowisk z rzek z dominacją ryb łososiowatych (Salmonid) i ryb karpiowatych (Cyprinid), przyjęto różne przedziały wartości wskaźnika dla określonych typów rzek. Ponadto istotne różnice występowały w obrębie typu Cyprinid dla stanowisk łowionych metodą brodenia i z łodzi, co zostało uwzględnione przez zróżnicowanie zakresów wartości wskaźnika dla tych dwóch metod połowu (Tab. 10).

Dodatkową, sygnalizowaną wcześniej opcją wskaźnika jest możliwość wypełnienia arkusza danych dotyczącego historycznego i aktualnego występowania ryb diadromicznych. Lista taksonów uwzględnianych przez program obejmuje 17 gatunków, w tym 11 notowanych historycznie w Polsce (Tab. 9), przy czym jesiotr zachodni (*Acipenser sturio*) i ostronosy (*Acipenser oxyrinchus*) traktowane są łącznie jako jeden takson. Dla każdego gatunku należy zaznaczyć, czy występował on historycznie (przed znaczącą ingerencją człowieka w ciągłość rzek na danym terenie) w badanej rzece oraz czy jest notowany obecnie (na podstawie dostępnych informacji, obejmujących połowy doświadczalne, gospodarcze i wędkarskie). W arkuszu dodatkowym do wprowadzania danych powtórzone są: kod stanowiska, współrzędne geograficzne oraz data połowu analogicznie do podstawowego arkusza danych (Tab. 5). Wskaźnik EFI+ podaje jako wynik proporcje gatunków notowanych współcześnie do występujących historycznie, natomiast interpretacja tego wyniku i jego wpływ na ogólną ocenę stanowiska pozostawiona jest użytkownikowi. Wskaźnik uwzględniający występowanie ryb dwuśrodowiskowych ma więc charakter uzupełniająca dla oceny stanu ekologicznego rzek metodą EFI+.

**Tabela 11.** Objasnienia wybranych kolumn z pliku z wynikami EFI+ (newEFI+ output1).  
**Table 11.** Explanations for chosen symbols used in the EFI+ output file (newEFI+ output1).

| Symbol kolumny<br>Column symbol | Objasnienie<br>Explanation  |
|---------------------------------|---|
| Obs.dens.HINTOL.inf.150         | Obserwowane zagęszczenie osobników $\leq 150$ mm ( <i>l.t.</i> ) gatunków nie tolerujących degradacji siedlisk<br>Observed density $\leq 150$ mm (total length) of species intolerant to habitat degradation                                      |
| Obs.dens.O2INTOL                | Obserwowane zagęszczenie gatunków nie tolerujących deficytów tlenu<br>Observed density of species intolerant to oxygen depletion  |
| Obs.ric.RH.PAR                  | Obserwowane bogactwo (liczba gatunków) ryb wymagających do rozmnażania środowiska lotycznego<br>Observed richness (number of species) of rheopar species; requiring a rheophilic reproduction habitat, i.e. preference to spawn in running waters |
| Obs.dens.LITH                   | Obserwowane zagęszczenie gatunków wymagających do składania ikry twardego substratu<br>Observed density of species requiring lithophilic reproduction habitat   |
| Exp.dens.HINTOL.inf150          | Oczekiwane zagęszczenie osobników $\leq 150$ mm ( <i>l.t.</i> ) gatunków nie tolerujących degradacji siedlisk<br>Expected density $\leq 150$ mm (total length) of species intolerant to habitat degradation                                       |
| Exp.dens.O2INTOL                | Oczekiwane zagęszczenie gatunków nie tolerujących deficytów tlenu<br>Expected density of species intolerant to oxygen depletion   |
| Exp.ric.RH.PAR                  | Oczekiwane bogactwo (liczba gatunków) ryb wymagających do rozmnażania środowiska lotycznego<br>Expected richness (number of species) of rheopar species; requiring a rheophilic reproduction habitat, i.e. preference to spawn in running waters  |
| Exp.dens.LITH                   | Oczekiwane zagęszczenie gatunków wymagających do składania ikry twardego substratu<br>Expected density of species requiring lithophilic reproduction habitat  |
| Ids.dens.HINTOL.inf.150         | Wynik dla metryki – zagęszczenie osobników $\leq 150$ mm ( <i>l.t.</i> ) gatunków nie tolerujących degradacji siedlisk<br>Individual score – density $\leq 150$ mm (total length) of species intolerant to habitat degradation                    |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Ids.dens.O2INTOL               | <p>Wynik dla metryki – zagęszczenie gatunków nie tolerujących deficytów tlenu</p> <p>Individual score of index – density of species intolerant to oxygen depletion</p>  |
| Ids.ric.RH.PAR                 | <p>Wynik dla metryki – bogactwo (liczba gatunków) ryb wymagających do rozmnażania środowiska lotycznego</p> <p>Individual score of index – richness (number of species) of rheopar species; requiring a rheophilic reproduction habitat, i.e. preference to spawn in running waters</p> |
| Ids.dens.LITH                  | <p>Wynik dla metryki – zagęszczenie gatunków wymagających do składania ikry twardego substratu</p> <p>Individual score of index – density of species requiring lithophilic reproduction habitat</p>   |
| Richness                       | <p>Liczba gatunków</p> <p>Number of species</p>   |
| Captures                       | <p>Liczba wszystkich złowionych ryb</p> <p>Number of fish caught</p>  |
| ST-Species                     | <p>% udział gatunków wrażliwych, charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych</p> <p>Proportion of Salmonid type species</p>  |
| River.zone                     | <p>Rzeka charakterystyczna dla ryb łososiowatych lub karpioiwatych</p> <p>Corrected river zone considering abiotic type and % of ST-Species (Salmonid or Cyprinid)</p>  |
| Aggregated.score.Salmonid.zone | <p>Wynik wskaźnika obliczony jako średnia z metryk charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych</p> <p>Mean of the corresponding metrics for the considered salmonid river zone</p>   |
| Aggregated.score.Cyprinid.zone | <p>Wynik wskaźnika obliczony jako średnia z metryk charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb karpioiwatych</p> <p>Mean of the corresponding metrics for the considered cyprinid river zone</p>   |
| FishIndex                      | <p>Wartość wskaźnika EFI+</p> <p>Final fish index related to the river zone</p>   |
| FishIndex.class                | <p>Klasa stanu ekologicznego (Tab. 10)</p> <p>Classes of the Fish index (Tab. 10)</p>   |
| Ids.ric.diadromous             | <p>Wartość wskaźnika dla ryb dwuśrodowiskowych</p> <p>Index diadromous species richness</p>   |

### 3. DYSKUSJA

Wskaźnik EFI+ jest narzędziem oceny stanu ekologicznego rzek o szerokim zastosowaniu, obejmującym większość Europy: od Skandynawii po region śródziemnomorski oraz od Równin Zachodnich po Niziny Wschodnie (EFI+ Manual 2009). Został on oparty na rozbudowanej bazie danych, obejmującej nie tylko wyniki połowów ryb z różnych typów abiotycznych rzek, ale też informacje na temat stopnia przekształcenia ekosystemów rzecznych przez człowieka (Schinegger i inni 2011). W toku opracowania wskaźnika poddano testowaniu 96 różnych metryk, spośród których wyselekcjonowano ostatecznie cztery (Bady i inni 2009). Wybrane metryki spełniały kryteria statystyczne związane z: niską wewnętrzną korelacją metryk, reakcją na stopień przekształcenia środowisk rzecznych przez człowieka (wskaźniki presji) oraz reprezentatywną liczbą gatunków w poszczególnych regionach geograficznych Europy.

Na uwagę zasługuje fakt, że metryki wskaźnika nie rozgraniczają między gatunkami rodzimymi i obcymi dla zlewni, biorąc pod uwagę wyłącznie wymagania biologiczne i ekologiczne ryb. Ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do gatunków wsiedlonych i inwazyjnych, których obecność podwyższa wartość wskaźnika, co jest niepożądane z punktu widzenia poprawności wyniku oceny stanu ekologicznego. W warunkach Polski, dla rzek z dominacją ryb łososiowatych dotyczy to 3 gatunków: pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*), pstrąga źródlanego (*Salvelinus fontinalis*) (Brylińska 2000) i babki rurkonosej *Proterorhinus marmoratus* (Grabowska i inni 2008) – gatunek właściwie opisany jako *Proterorhinus semilunaris* (Stepien i inni 2005, Stepien i Tumeo 2006). Dla rzek z dominacją ryb karpiowatych dotyczy to 5 gatunków: pstrąga tęczowego, pstrąga źródlanego, amura (*Ctenopharyngodon idella*), tołpygi białej (*Hypophthalmichthys molitrix*) i babki byczej (*Neogobius melanostomus*) (Tab. 2). W przypadku gatunków azjatyckich (amur, tołpyga biała) ich występowanie w rzekach Polski jest obecnie sporadyczne, ze względu na zakaz zarybień wód płynących (Dz. U. 2010, Dz. U. 2012) oraz brak możliwości naturalnego rozrodu (Brylińska 2000). Jednak włączenie tych gatunków w metrykę opartą na bogactwie gatunkowym może przekładać się na ich istotny wpływ na podwyższenie oceny wskaźnika nawet w przypadku odnotowania pojedynczych osobników. Natomiast przedostające się z hodowli stawowych do rzek gatunki północnoamerykańskie (pstrąg tęczowy i pstrąg źródlany) mogą lokalnie, zwłaszcza w przypadku pstrąga tęczowego, stale być obecne w rodzimym zespole ryb (Radtke i inni 2007, Kotusz i inni 2009). Inwazyjne gatunki (np. babka szczupła *Neogobius fluviatilis*) mogą występować w znacznych zagęszczeniach (Zięba i inni 2008). Podobnie można spodziewać się licznego występowania innych gatunków z rodziny babkowatych, uwzględnianych w metrykach wskaźnika EFI+ (babki rurkonosej i babki byczej). Może to przekładać się

na podwyższenie metryk a w konsekwencji oceny wskaźnika. Wobec powyższego możliwym rozwiązaniem jest nie umieszczanie inwazyjnych gatunków obcych wymienionych w metrykach (Tab. 2) w arkuszu podstawowym EFI+, co pozwoli uniknąć zawyżenia oceny wskaźnika.

W grupie gatunków wrażliwych na przekształcenia środowiska, która została wybrana jako jedna z metryk służących ocenie stanowisk z dominacją ryb łososiowatych (Tab. 2), znajdują się nie tylko gatunki charakterystyczne dla tego typu rzek, ale także ryby typowe dla wód nizinnych: lin (*Tinca tinca*), różanka (*Rhodeus amarus*), strzebla błotna (*Eupallasella perenurus*), piskorz (*Misgurnus fossilis*). Umieszczenie tych gatunków w wymienionej gildii jest podyktowane ich wrażliwością na zmiany związane z degradacją siedlisk, szczególnie w odniesieniu do lina, gdy odcięte zostaną połączenia rzeki z doliną zalewową i starorzeczami (Bauch 1958). Jednak włączenie wyżej wymienionych gatunków do metryki oceniającej rzeki z dominacją ryb łososiowatych jest nieuzasadnione. W przypadku różanki, piskorza i strzebli błotnej prawdopodobieństwo ich występowania w tego typu wodach jest znikome, jednak w odniesieniu do lina można spodziewać się jego obecności w pobliżu jezior (Prus i inni 2011) i obiektów stawowych, co może wpływać na zawyżanie oceny stanowisk. Z kolei w grupie gatunków wrażliwych na deficyty tlenu (Tab. 2) znalazła się ciosa (*Pelecus cultratus*), która również nie występuje w rzekach z dominacją ryb łososiowatych.

Pomimo szerokiej możliwości stosowania wskaźnika EFI+ metoda ta nie może być używana do określania stanu ekologicznego niektórych typów rzek. Dotyczy to rzek nizinnych o charakterze organicznym – płynących przez tereny torfowiskowe, rzek międzyjeziornych, a także starorzeczy (EFI+ Manual 2009). Ograniczenie to wynika z niedostatecznej liczby stanowisk o niewielkim stopniu przekształcenia dostępnych na etapie modelowania (np. dla rzek o podłożu organicznym 12 stanowisk).

Zwraca uwagę dysproporcja w liczbie stanowisk kalibracyjnych łowionych metodą brodenia i z łodzi. Dla danych z terenu Polski udział stanowisk łowionych z łodzi sięgał 26%, jednak w całej bazie EFI+ ich udział wynosił tylko 6,5%. Twórcy wskaźnika uwzględnili ten problem, zastrzegając, że wyniki dla stanowisk łowionych z łodzi należy traktować ostrożnie (EFI+ Manual 2009). Różnicę w ocenie stanowisk odławianych metodą brodenia i z łodzi dla rzek z dominacją ryb karpowatych uwzględniono także przy wyznaczaniu granic klas wskaźnika. Granice klas dla stanowisk łowionych z łodzi są niższe niż przyjęte dla stanowisk łowionych metodą brodenia (Tab. 10). Nieprzystosowanie wskaźnika do oceny rzek organicznych i międzyjeziornych znajduje odzwierciedlenie w wybranych metrykach dla rzek z dominacją ryb karpowatych. Metryki te uwzględniają gatunki litofilne i rozmnażające się w środowiskach lotycznych (Tab. 2), natomiast nie biorą pod uwagę gatunków fitofilnych oraz ryb drapieźnych, pełniących kluczową rolę w rzekach tego typu (Sych

i inni 1990, Witkowski i Wiśniewolski 2005). Wobec powyższych ograniczeń nie należy stosować metody EFI+ dla rzek reprezentujących typy abiotyczne: potok lub strumień na obszarze będącym pod wpływem procesów torfotwórczych (typ 23), mała i średnia rzeka na obszarze będącym pod wpływem procesów torfotwórczych (typ 24), ciek łączący jeziora (typ 25) (Dz. U. 2011). Dla tych typów rzek wskazane jest stosowanie innej metody oceny stanu ekologicznego, opartej na wskaźniku integralności biotycznej – IBI (Szlakowski i inni 2004, Prus i inni 2011). Udział wymienionych kategorii rzek można oszacować na 12% spośród 4518 jednolitych części wód powierzchniowych w Polsce (Wiśniewolski 2011).

W przypadku wielkich rzek nizinnych (typ 21) wyniki oceny wskaźnika EFI+ należy rozpatrywać ostrożnie, mając na uwadze fakt, że podczas prac nad jego kalibracją nie było stanowisk referencyjnych tego typu i wskaźnik ustala oczekiwany zespół ichtiofauny wyłącznie na podstawie modelowania (EFI+ Manual 2009). Dla tych rzek metoda IBI, po dostosowaniu do specyfiki rzek Polski, może zostać zastosowana jako alternatywne narzędzie oceny stanu ekologicznego.

Obecność jezior o powierzchni ponad 50 ha w zlewni powyżej stanowiska jest jednym z parametrów abiotycznych wprowadzanych do podstawowego arkusza danych (Tab. 7). Parametr ten powinien być uwzględniany tylko w przypadku, gdy obecność jeziora ma wpływ na skład ichtiofauny na stanowisku. Należy podkreślić, że dotyczy to wyłącznie jezior, czyli wód naturalnych, natomiast zbiorniki zaporowe i stawy rybne powinny być traktowane jako oddziaływanie antropogeniczne (presja), a zatem nie bierze się ich pod uwagę przy wprowadzaniu informacji na temat obecności jezior. Przyjęcie w podręczniku EFI+ dolnej granicy wielkości jeziora jako 50 ha wynika z wytycznych do wdrażania RDW (European Communities 2003). Jednak w przypadku, gdy w ocenie eksperckiej mniejsze niż 50 ha jezioro ma istotny wpływ na skład ichtiofauny badanej rzeki, wydaje się zasadne wprowadzenie takiej informacji do arkusza podstawowego EFI+.

W wykazie dorzeczy, które można wprowadzić do arkusza podstawowego programu EFI+ brak jest dorzecza Dniestru (Tab. 5), które obejmuje w Polsce zlewnie rzek Strwiąż i Mszanka. W związku z tym, że ichtiofauna tych rzek nie odbiega pod względem struktury dominacji od notowanej w sąsiednich rzekach należących do zlewni Wisły (Kukuła i Bylak 2010), można ze względów pragmatycznych przypisać ją do zlewni Wisły na potrzeby oceny stanu ekologicznego wskaźnikiem EFI+. Należy jednak pamiętać, że niektóre gatunki uważane za obce w zlewisku Morza Bałtyckiego (np. babka łysa *Neogobius gymnotrachelus*), są rodzime dla zlewiska Morza Czarnego, do którego należą wymienione rzeki. Również zlewnia Pregoly nie znajduje się w wykazie dorzeczy, jednak można

zakwalifikować ją jako część zlewni wybrzeża kontynentalnego Morza Bałtyckiego (Tab. 5).

Podczas wprowadzania danych abiotycznych do arkusza podstawowego EFI+ należy podkreślić, że wymagane są informacje o naturalnych parametrach, z wyłączeniem aktualnego wpływu presji. Dotyczy to takich parametrów jak: typ geomorfologiczny, dawna dolina zalewowa, spadek rzeki i pierwotna granulacja substratu (Tab. 7). Oznacza to, że należy obliczyć spadek rzeki na odcinku, bez uwzględniania obecnych piętrzeń, oszacować naturalny rodzaj substratu dennego, bez wpływu zamulenia, czy eksploatacji osadów itp. Jest to istotne, ponieważ na podstawie podanych parametrów abiotycznych, wskaźnik modeluje oczekiwany, referencyjny zespół ichtiofauny (w oparciu o dane ze stanowisk referencyjnych o zbliżonych warunkach abiotycznych), do którego porównywane są wyniki aktualnego połowu (EFI+ Manual 2009). Wprowadzenie np. danych o rodzaju dna zgodnych ze stanem obecnym na podpiętrżonym odcinku rzeki spowoduje, że wskaźnik nie zareaguje odpowiednio na ten rodzaj presji, traktując zmieniony typ substratu jako sytuację dla stanu referencyjnego. Ponadto spadek rzeki i pierwotna granulacja substratu należą do parametrów abiotycznych mających istotny wpływ na zyskiwane wartości wszystkich metryk wskaźnika (EFI+ Manual 2009), stąd należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe ich określenie.

Jednym z wymogów arkusza podstawowego programu EFI+ jest wprowadzenie danych o liczbie złowionych osobników każdego gatunku o długości całkowitej (*L.t.*) mniejszej lub równej oraz większej niż 150 mm. Program wykorzystuje te informacje jedynie przy obliczaniu wartości metryki Ni.Hab.Intol.150, przypisanej do rzek z dominacją ryb łososiowatych, pozostałe metryki nie biorą pod uwagę danych o klasie wielkości ryb. Oznacza to w praktyce, że konieczność określenia liczby osobników w podanych klasach wielkości dotyczy jedynie gatunków uwzględnianych przez metrykę Ni.Hab.Intol.150 (Tab. 2). Wprowadzenie klas wielkości podyktowane było wyróżnieniem udziału osobników młodych, co wskazuje na odbywanie się rozrodu naturalnego (EFI+ Manual 2009). Dotyczy to przede wszystkim gatunków użytkowych osiągających znaczne rozmiary. Gatunki chronione kwalifikujące się do tej grupy w większości nie osiągają 150 mm długości. Dane dla gatunków nie uwzględnionych w metryce Ni.Hab.Intol.150 można wprowadzić np. w całości jako mniejsze niż 150 mm, bez wpływu na wynik oceny stanowiska. Jest to istotne ze względu na dużą pracochłonność prowadzenia pomiarów długości w odniesieniu do gatunków masowych oraz związane z takimi pomiarami zwiększone ryzyko śmiertelności ryb.

Na podstawie zestawienia parametrów abiotycznych i proporcji osobników ryb z gatunków wrażliwych charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (Tab. 3), program EFI+ kwalifikuje stanowisko do grupy rzek z dominacją ryb łososiowatych lub karpowatych.



Następnie program przypisuje wartość wskaźnika obliczoną jako średnia z odpowiedniej pary metryk (Tab. 2) i klasę stanu ekologicznego (Tab. 10). Wynik EFI+ podany przez program wymaga jednak eksperckiej oceny użytkownika i nie może być traktowany w sposób automatyczny. W przypadku, gdy występuje zgodność między parametrami abiotycznymi i udziałem ryb z grupy charakterystycznej dla rzek z dominacją ryb łososiowatych podana przez program wartość wskaźnika i ocena klasy jest adekwatna. Jeżeli jednak występują różnice między warunkami środowiskowymi a udziałem tej grupy ryb zachodzi możliwość błędnej klasyfikacji stanowiska przez wskaźnik i wymagana jest jej ekspercka weryfikacja przez użytkownika (Tab. 4). Pewnym niedociągnięciem programu jest brak informacji o klasyfikacji warunków abiotycznych w pliku z wynikami EFI+ (newEFI+ output1), mimo że taki parametr jest wymieniony w podręczniku (EFI+ Manual 2009). Wobec tego ekspert powinien wziąć pod uwagę dane abiotyczne zawarte w arkuszu podstawowym oraz proporcję gatunków wrażliwych charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (ST-species) i podjąć decyzję, czy zaistniała rozbieżność wyniku z nasilenia presji na stanowisku, czy też jest konsekwencją swoistego układu warunków abiotycznych. W przypadku, gdy ocena ekspercka wskazuje na inny typ rzeki, niż przypisany automatycznie przez wskaźnik, istnieje możliwość manualnego wybrania wartości wskaźnika dla właściwego typu z pliku zawierającego wyniki oceny (Tab. 11) i odpowiadającej mu klasy stanu ekologicznego (Tab. 10). Podręcznik EFI+ podkreśla wysokie prawdopodobieństwo błędnej klasyfikacji stanowiska przez wskaźnik w określonych sytuacjach:

- 1) stanowisko o warunkach abiotycznych typowych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych i z niewielkim udziałem gatunków wrażliwych wymienionych w Tab. 3 (< 50%),
- 2) stanowisko o warunkach abiotycznych typowych dla rzek z dominacją ryb karpowatych i z wysokim udziałem gatunków wrażliwych wymienionych w Tab. 3 (> 50%).

W tych przypadkach weryfikacja poprawności przypisanego przez program typu przez użytkownika jest szczególnie istotna (Tab. 4).

W warunkach Polski poważny problem dla stosowania wskaźnika EFI+ stanowi przyjęty w tej metodzie podział na regiony ekologiczne według Illiesa (1978). Przebieg granicy między regionem Nizin Centralnych (Central Plains) i Nizin Wschodnich (Eastern Plains) wzdłuż biegu Wisły nie odzwierciedla zróżnicowania zespołów ryb. Z analizy opublikowanych prac charakteryzujących zespoły ryb wynika, że w całej zlewni Wisły, a także w niewielkich rzekach zlewni Niemna i Pregoty mają one zbliżony charakter (Backiel i inni 2000, Pęczak i inni 1991, Terlecki i inni 2004). W podręczniku EFI+ przyjęto założenie, że w regionie Nizin Wschodnich i Bałtyckim (Baltic Province) istnieje niewielkie prawdopodobieństwo występowania rzek z dominacją ryb łososiowatych. Przekłada się to na

automatyczne przypisanie stanowisk w tych regionach do typu rzek z dominacją ryb karpiowatych, bez możliwości wyboru wskaźnika dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (metryki Ni.O2.Intol i Ni.Hab.Intol.150 nie są obliczane). Jest to w oczywisty sposób nieuzasadnione w odniesieniu do takich rzek z regionu Nizin Wschodnich, jak Parsęta, Drwęca, Wel – w zlewni Wisły czy Łosośna – w zlewni Niemna. Rzeki te na znacznych odcinkach wykazują obecność ryb łososiowatych (Backiel 1964, Terlecki i inni 2001, Prus i inni 2011). Wobec powyższego wskazane jest na potrzeby stosowania programu EFI+ w Polsce przypisanie wszystkich rzek z regionu Nizin Wschodnich do regionu Nizin Centralnych. Podejście takie jest uzasadnione przez nowsze klasyfikacje regionów biogeograficznych w Europie, które nie różnicują między zachodnią i wschodnią częścią zlewni Wisły oraz przypisują zlewnię Niemna i innych rzek uchodzących do Bałtyku na wschód od Wisły do tego samego regionu ekologicznego (Reyjol i inni 2007).

W dodatkowym arkuszu danych EFI+ można wprowadzić dane o historycznym i obecnym występowaniu ryb wędrownych (Tab. 9). Decyzja o przypisaniu każdemu z gatunków odpowiedniego statusu historycznego i współczesnego występowania, powinna opierać się na wszelkich dostępnych informacjach na temat gatunku w badanej zlewni. W szczególności dla informacji historycznych zalecić można: przypisanie komunikatu „No” dla wszystkich gatunków nie występujących w Polsce oraz dla tych gatunków rodzimych, co do których istnieją dane, że nigdy nie występowały do badanego odcinka rzeki. Komunikat „Yes” przypisać należy dla tych gatunków, co do których są jakiegokolwiek wiarygodne informacje historyczne o ich występowaniu w danej rzece, a także mimo braku danych historycznych, jeśli gatunek jest obecny teraz i nie wynika to z introdukcji i zarybień. Komunikat „NoData” przypisać należy, jeśli brak jest informacji o historycznym występowaniu gatunku w badanej rzece i nie notuje się go obecnie. Dla informacji współczesnych wskazane jest przypisanie komunikatu „No” jeśli wiadomo, że gatunek nie ma obecnie możliwości dotarcia do stanowiska z morza (nawet jeśli rzeka jest nim zarybiana), a także „No” jeśli gatunek może dotrzeć do danego miejsca na szlaku migracji, ale nie ma możliwości dotarcia do potencjalnych tarlisk powyżej stanowiska. Natomiast komunikat „Yes” można wprowadzić jeśli istnieją dane o występowaniu gatunku i ma on możliwość dotarcia z morza i odbycia tarła (niezależnie, że większość osobników może nadal pochodzić z zarybień). Dotyczy to także stanowisk na szlaku migracji – jeśli powyżej są dostępne potencjalne tarliska. Przedstawiony powyżej schemat wypełniania arkusza dodatkowego EFI+ dla ryb dwuśrodowiskowych jest otwartą propozycją, wymagającą szerszej dyskusji, wydaje się jednak, że podstawowym kryterium stwierdzenia obecności gatunku współcześnie powinna być możliwość naturalnego rozrodu. Program EFI+ podaje w wynikach wartość „Ids.ric.diadromous” (Tab. 11).

Podręcznik EFI+ zaleca traktowanie stanowisk z pełną lub nieznacznie zmniejszoną reprezentacją występujących historycznie gatunków dwuśrodowiskowych, jako podlegających niewielkiej presji i posiadających dobrą łączność z morzem. Natomiast stanowiska ze znacznym ubytkiem tych gatunków należy uważać za silnie przekształcone, szczególnie przez występowanie barier na drodze migracji (EFI+ Manual 2009). Wskazane jest opracowanie kryteriów uwzględniania wartości wskaźnika „Diadromous” w ostatecznej ocenie stanu ekologicznego. Dla stanowisk o niskim stopniu zachowania gatunków dwuśrodowiskowych (wartość wskaźnika < 0,5) należy uwzględnić możliwość obniżenia końcowej oceny np. o jedną klasę, co pozwoli na wskazanie problemów związanych z brakiem ciągłości rzek w Polsce.

Podsumowując, można stwierdzić, że wskaźnik EFI+ jest metodą obejmującą zasięgiem stosowalności obszar Unii Europejskiej, co stanowi jego walor w kontekście oceny stanu ekologicznego wód płynących na potrzeby RDW. Metryki wskaźnika zostały opracowane na podstawie analiz statystycznych z wykorzystaniem obszernej bazy danych o odłowach ryb oraz poziomie presji antropogenicznej. Znalazły one zastosowanie jako wspólne metryki, stanowiące punkt odniesienia w procesie interkalibracji metod stosowanych w poszczególnych krajach UE (WFD Intercalibration 2011). Jednak wysoki poziom ogólności wskaźnika EFI+ powoduje, że jest on mniej precyzyjnie dostosowany do lokalnych uwarunkowań dotyczących występowania i wymagań ichtiofauny niż inne wskaźniki, opracowane przez poszczególne państwa UE. Dlatego większość krajów uczestniczących w ćwiczeniu interkalibracyjnym przyjęła opracowane uprzednio metody narodowe o mniejszym zasięgu przestrzennym, a metoda EFI+ została dotychczas przyjęta jako krajowa metoda monitoringu stanu ekologicznego rzek w oparciu o ichtiofaunę tylko w Rumunii. Stosowanie wskaźnika EFI+ w warunkach rzek Polski wymaga uwzględnienia szeregu ograniczeń i uwarunkowań regionalnych. Kierunki i możliwości dostosowania tej metody do oceny stanu ekologicznego rzek naszego kraju przedstawiono w niniejszym opracowaniu.

#### **PODZIĘKOWANIA**

Dr. Łukaszowi Głowackiemu dziękujemy za skrupulatną weryfikację tekstów angielskojęzycznych. Pracę wykonano w ramach Tematu Statutowego S-005 Instytutu Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza.

#### **4. SUMMARY**

The paper aims to present the EFI+ index as a tool for ecological status assessment of rivers. It is a multimetric fish index operating at the continental scale. The paper focuses on its applicability in Polish

conditions. The method was developed based on a large dataset, including over 900 sites from Polish rivers (Fig. 1). The EFI+ index consists of two metrics for each of two fish-ecological river zones: the Salmonid and Cyprinid, and thus of two respective indices (Tab. 1). The metrics for the Salmonid index are: density of species intolerant to oxygen depletion and to habitat degradation, while the metrics for the Cyprinid index are: number of species that prefer to spawn in running waters and density of lithophilic species (Tab. 2). These four metrics were used in the European Intercalibration process to validate EU countries' national methods. The differentiation between the Salmonid and Cyprinid river zones is based on abiotic parameters describing the investigated river section, as well as on the proportion of intolerant fish species belonging to Salmonid dominated fish assemblages (Tab. 3). In case of inconsistency between abiotic characteristics of a site and observed density of intolerant species in the site, expert evaluation is needed to classify the site to one of the zones (Tab. 4).

The EFI+ input file requires a number of variables describing: location, name of a site and date of fishing (Tab 5), sampling method (Tab. 6), environmental variables describing the sampling site, used to obtain the expected value of metrics (Tab. 7), and variables describing the fish data (Tab. 8). The ranges for all these variables, as well as limitations for Polish conditions are discussed in the paper. The EFI+ software also allows to include additional information about the historical and present occurrence of diadromous fish species (Tab. 9). The "Diadromous index" is computed based on these data as a ratio of the number of presently occurring diadromous species to their numbers in the past. The EFI+ index value is computed as a deviation between predicted and observed fish assemblage structure, and an appropriate ecological status class is ascribed to a given site, depending on river zone chosen and sampling method used (Tab. 10). The results are then sent to the user as a file, including diadromous index value, as additional information to the main EFI+ index score (Tab. 11).

In this paper we analyse the applicability and limitations of the EFI+ index in Poland. We recommend specific guidelines for the index application, which take into account several key issues. The ecoregion classification used by the index should be improved, ascribing the whole Vistula River catchment as well as parts of the Pregolya and Nemunas watersheds located in Poland to the Central Plains Ecoregion. Species that are non-native for Poland, which are considered by the EFI+ metrics, should be excluded from an input dataset. We also discuss the problem of proper classification of a site to Salmonid or Cyprinid river zone by the index and propose a key to include the results of "Diadromous index" to the final score of the EFI+ method. Possible options and some technical problems in software use are also presented, with practical suggestions and remarks.

## 5. LITERATURA

- Backiel T. 1964. Populacje ryb w systemie rzeki Drwęcy. *Rocz. Nauk. Rol.* 84, B, 2, 193–211.
- Backiel T., Wiśniewolski W., Borzęcka I., Buras P., Szlakowski J., Woźniewski M. 2000. Fish assemblages in semi-natural and regulated large river stretches. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 47(1), 29–44.
- Bady P., Pont D., Logez M., Veslot J. 2009. Deliverable 4.1. Report on the modelling of reference conditions and on the sensitivity of candidate metrics to anthropogenic pressures <http://efi-plus.boku.ac.at/downloads/EFI+DeliverablesD4.1andD4.2.pdf>.
- Bauch G. 1958. Untersuchungen über die Gründe für den Ertragsrückgang der Elbfischerei zwischen Elbsandsteingebirge und Boizenburg. *Z. Fisch.* 7, 161–438.
- Błachuta J., Rosa J., Wiśniewolski W., Zgrabczyński J., Bartel R., Białokoz W., Borzęcka I., Chybowski Ł., Depowski R., Dębowski P., Domagała J., Drożdżyński K., Hausa P., Kukuła K., Kubacka D., Kulesza K., Ligeza J., Ludwiczak M., Pawłowski M., Picińska-Fałtynowicz J., Lisiński K., Witkowski A., Zgrabczyński D., Zgrabczyńska M. 2010. Ocena potrzeb i priorytetów udroźnienia ciągłości morfologicznej rzek w kontekście osiągnięcia dobrego stanu i potencjału części wód w Polsce. *Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Warszawa*, ss. 56.
- Brylińska, M. 2000. *Ryby słodkowodne Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 521.
- Buras P., Wiśniewolski W., Szlakowski J. 2004. Zespoły ryb w systemie Nidy jako kryterium waloryzacji środowiska rzecznoego. ss. 227–244. (W: *Bliskie Naturze Kształtowanie Dolin Rzecznych*. Red. T. Heese, W. Puchalski). Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, Koszalin.
- CEN EN 14011, 2003. *Water Analysis: Fishing with Electricity (EN 14011) for wadable and non-wadable rivers*. European Committee for Standardization (CEN), Bruksela, ss. 19.
- Czarnecka H. (red.). 2005. *Atlas Podziału Hydrograficznego Polski. Cz. 1. mapy w skali 1:200 000. Cz. 2. Zastawienie zlewni*. IMGW, Warszawa.
- Dz. U. 2008. nr 25, poz. 150. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, t.j. ze zm. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- Dz. U. 2010. nr 200, poz. 1322. Ustawa z dnia 24 września 2010 r. o zmianie ustawy o rybactwie śródlądowym. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- Dz. U. 2011. nr 258, poz. 1549. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- Dz. U. 2012. nr 0, poz. 1355. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 16 listopada 2012 r. w sprawie wykazu gatunków ryb uznanych za nierodzące i wykazu gatunków ryb uznanych za rodzime oraz warunków wprowadzania gatunków ryb uznanych za nierodzące, dla których nie jest wymagane zezwolenie na wprowadzenie. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- EFI+ Manual. 2009. *Manual for the application of the New European Fish Index (EFI+) with Annexes*. <http://efi-plus.boku.ac.at/software/documentation.php>

- EU Water Framework Directive. 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000, establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities 22.12.2000 L 327/1. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:EN:NOT>.
- European Communities. 2003. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No 2, Identification of Water Bodies. Working Group on Water Bodies. <http://www.waterframeworkdirective.wdd.moa.gov.cy/docs/GuidanceDocuments/Guidancedoc2waterbodies.pdf>
- FAME Consortium, 2004. 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. [http://fame.boku.ac.at/downloads/manual\\_Version\\_Februar2005.pdf](http://fame.boku.ac.at/downloads/manual_Version_Februar2005.pdf).
- Grabowska J., Pietraszewski D., Ondraškova M. 2008. Tubenose goby *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) has joined three other Ponto-Caspian gobies in the Vistula River (Poland). *Aquat. Invasions*, 3(2), 261–265.
- Illies J. 1978. *Limnofauna Europaea*. 2. Aufl. G.Fischer-Verlag, Stuttgart. ss. 532.
- Karr J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 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. Illinois National History Survey Special Publication 5, Urbana, Illinois, USA, ss. 28.
- Kotusz J., Kuszniarz J., Popiołek M., Witkowski A. 2009. Ichtyofauna systemu rzecznoego Nysy Kłodzkiej. *Rocz. Nauk PZW*, 22, 5–58.
- Kukuła K., Bylak A. 2010. Ichtyofauna górnego Strwiąża i Mszanki. *Roczniki Bieszczadzkie*, 18, 178–191.
- Mann R.H.K., Penczak T. 1984. The efficiency of a new electrofishing technique in determining fish numbers in a large river in central Poland. *J. Fish Biol.*, 24, 173–185.
- Penczak T., Zaczyński A., Koszaliński H., Koszalińska M., Ułańska M. 1991. Ichtyofauna dorzecza Narwi. Część IV. Lewobrzeżne dopływy Narwi. *Rocz. Nauk. PZW*, 4, 83–99.
- PN-EN 14011. 2006. Jakość wody. Pobieranie próbek ryb z zastosowaniem elektryczności. Polski Komitet Normalizacyjny (PKN), Warszawa, ss. 19.
- Pont D., Hugueny 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.
- Prus P., Szlakowski J., Buras P., Ligieża J., Wiśniewolski W., Borzęcka I. 2011. Ichtyofauna. ss. 99–116. (W: Ocena stanu ekologicznego wód zlewni rzeki Wel. Red. H. Soszka). Wydawnictwo IRS, Olsztyn.
- 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 w oparciu o ichtyofaunę – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (EFI+). *Nauka, Przyroda, Technologie* 3, 3, ss. 15.

- Radtke G., Grochowski A., Dębowski P. 2007. Ichtyofauna dorzecza Redy oraz pozostałych małych cieków wpadających do Zatoki Gdańskiej. *Rocz. Nauk. PZW*, 20, 83–112.
- Reyjol Y., Hugueny B., Pont D., Bianco P.G., Beier U., Caiola N., Casals F., Cowx I., Economou A., Ferreira T., Haidvogel G., Noble R., Sostoa A., Vigneron T., Virbickas T. 2007. Patterns in species richness and endemism of European freshwater fish. *Global Ecol. Biogeogr.*, 16, 65–75.
- Schinegger R., Trautwein C., Melcher A., Schmutz S. 2011. Multiple human pressures and their spatial patterns in European running waters. *Water and Environment Journal*, 26, 261–273.
- Schmutz S., Cowx I.G., Haidvogel G., Pont D. 2007. Fish-based methods for assessing European running waters: a synthesis. *Fisheries Management and Ecology*, 14(6), 369–380.
- Stepien C.A., Brown J.E., Neilson M.E., Tumeo M.A. 2005. Genetic diversity of invasive species in the Great Lakes versus their Eurasian source populations: Insights for risk analysis. *Risk Anal.*, 25(4), 1043–1060.
- Stepien C.A., Tumeo M.A. 2006. Invasion genetics of Ponto-Caspian gobies in the Great Lakes: a “cryptic” species, absence of founder effects, and comparative risk analysis. *Biol. Invasions*, 8, 61–78.
- Sych R., Nabiałek J., Wiśniewolski W. 1990. Ocena rybackiego znaczenia górnej Narwi. ss. 179–196. (W: *Narwiański Park Krajobrazowy i Okolice*, 1. Red. B. Czeczuga). Ośrodek Badań Naukowych w Białymstoku, Białystok.
- Szlakowski J., Wiśniewolski W., Buras P. 2004. Wskaźnik Integralności Biotycznej (IBI) jako narzędzie do waloryzacji rzek w oparciu o zespoły ichtyofauny. ss. 245–262. (W: *Bliskie Naturze Kształtowanie Dolin Rzecznych*, Red. T. Heese, W. Puchalski). Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin.
- Terlecki J., Białokoz W., Chybowski Ł., Kozłowski J., Martyniak A. 2001. Aktualny stan wiedzy o ichtyofaunie rzek Warmii i Mazur oraz Suwalszczyzny. *Rocz. Nauk. PZW*, 14, Suplement, 129–134.
- Terlecki J., Kozłowski J., Dostatni D., Hliwa P., Józsa V., Martyniak A., Przybylski M., Wziątek B. 2004. Ichtyofauna rzeki Łyny oraz Gubra, Dajny i Sajny. *Rocz. Nauk. PZW*, 17, 35–54.
- WFD Intercalibration. 2011. Phase 2: Milestone report – October 2011. European Commission Directorate General, JRC Joint Research Centre, Institute of Environment and Sustainability. JRC documents, ss. 105.
- Wiśniewolski W. (red.). 2011. Badania ichtyofauny w latach 2010–2012 dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód wraz z udziałem w europejskim ćwiczeniu interkalibracyjnym – rzeki. Etap I. Żabieniec/Olsztyn sierpień 2011, ss. 22.
- 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. *IRS, Olsztyn*. ss. 62.
- Witkowski A., Wiśniewolski W. 2005. Ryby i minogi Biebrzy, jej starorzeczy i dopływów. W: *Przyroda Biebrzańskiego Parku Narodowego. Monografia*. ss. 247–255. (Red. A. Dyrz i C. Werpachowski). Biebrzański Park Narodowy, Osowiec-Twierdza.
- Zięba G., Marszał L., Kruk A., Penczak T., Tybulczuk Sz., Kapusta Ł., Galicka W. 2008. Ichtyofauna systemu rzeki Nurzec. *Rocz. Nauk. PZW*, 21, 105–128.

