

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

PRZEWODNIK METODYCZNY DO MONITORINGU ICHTIOFAUNY W RZEKACH

Redakcja

Paweł Prus, Wiesław Wiśniewolski, Mikołaj Adamczyk



BIBLIOTEKA MONITORINGU ŚRODOWISKA 2016



Fundusze Europejskie
Infrastruktura i Środowisko



Główny Inspektorat
Ochrony Środowiska



Unia Europejska
Fundusz Spójności



INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

**PRZEWODNIK METODYCZNY
DO MONITORINGU ICHTIOFAUNY
W RZEKACH**

Redakcja

Paweł Prus, Wiesław Wiśniewolski, Mikołaj Adamczyk

BIBLIOTEKA MONITORINGU ŚRODOWISKA 2016

Praca powstała w Instytucie Rybactwa Śródlądowego
im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie
na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska
i została sfinansowana przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej. Recenzję i wydanie przewodnika sfinansowano
ze środków Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014–2020.



Recenzja naukowa:

prof. dr hab. inż. Tomasz Heese

Politechnika Koszalińska, Katedra Biologii Środowiskowej

dr hab. inż. Jacek Kozłowski, prof. UWM

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Biologii i Hodowli Ryb

Redakcja techniczna:

mgr Piotr Panek

Główny Inspektorat Ochrony Środowiska,
Departament Monitoringu i Informacji o Środowisku

fot. na okładce: M. Adamczyk

© Copyright by Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa 2016

Nakład: 600 egzemplarzy

Wersja elektroniczna na witrynie

<http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/monitoring-wod>

ISBN: 978-83-61227-85-4

Przygotowanie do druku i druk:

Oficyna Drukarska Jacek Chmielewski

ul. Sokołowska 12a, 01-142 Warszawa, tel. 22 632 83 52, fax 22 631 49 40

info@oficyna-drukarska.pl, www.oficyna-drukarska.pl

- 1. Instytut Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza w Olsztynie**
prof. dr hab. Wiesław Wiśniewolski – kierownik projektu, mgr Mikołaj Adamczyk,
dr Rafał Bernaś, dr Irena Borzęcka, dr Paweł Buras, dr hab. Łucjan Chybowski prof. IRŚ,
dr hab. Piotr Dębowski prof. IRŚ, Waldemar Kozłowski, mgr Janusz Ligieza,
Adam Mańko, mgr Jacek Morzuch, dr hab. Piotr Parasiewicz prof. IRŚ, dr Paweł
Prus, dr Grzegorz Radtke, Jan Rola, mgr Michał Skóra, mgr Jacek Szlakowski,
mgr inż. Stanisław Sidorski, mgr inż. Piotr Traczuk, dr Dariusz Ulikowski
- 2. Pracownia Ekspertyz i Badań Ichtiologicznych PEBI Sp. z o.o., Kraków**
prof. dr hab. Tomasz Mikołajczyk, mgr Dariusz Skowronek, dr Paweł Szczerbik,
mgr Łukasz Mikołajczyk
- 3. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
we Wrocławiu, Zakład Badań Regionalnych**
dr Jan Błachuta, mgr Michał Mazurek, mgr Michał Pobudejski
- 4. Firma usługowa ECO-HELP Sabina Klich, Tarnów**
dr Mariusz Klich, mgr Sabina Klich, Roman Depowski
- 5. Uniwersytet Łódzki, Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców**
prof. dr hab. Mirosław Przybylski, dr Lidia Marszał, mgr Dariusz Pietraszewski,
dr Grzegorz Zięba, mgr Bartosz Janic
- 6. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Hydrobiologii, Pracownia Rybactwa**
dr Jacek Rechulicz, dr Wojciech Płaska, mgr Zbigniew Girsztowt
- 7. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Zakład Technologii Produkcji Pasz
i Akwakultury w Muchocinie**
dr hab. Jan Mazurkiewicz, dr Wojciech Andrzejewski, dr Janusz Golski
- 8. Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolny, Katedra Biologii Środowiska**
prof. dr hab. Krzysztof Kukuła, dr Aneta Bylak
- 9. Uniwersytet Szczeciński, Katedra Zoologii Ogólnej:**
prof. dr hab. Józef Domagała, dr hab. Małgorzata Pilecka-Rapacz, prof. US,
dr hab. Robert Czerniawski, prof. US, mgr Łukasz Cieślik, mgr Iwona Goździk
- 10. IPIX S.C. Warszawa:**
mgr inż. Konrad Majewski

SPIS TREŚCI

Wstęp	7
Słownik ważniejszych terminów	9
Wprowadzenie do metody	15
Przegląd metod stosowanych w Unii Europejskiej	18
Procedury badań terenowych	22
Wybór stanowiska monitoringu w oparciu o ichtiofaunę i metody odłowu	22
Zezwolenia wymagane do wykonania odłowów monitoringowych	24
Sposób prowadzenia odłowu i zasady bezpieczeństwa	25
Analiza materiału biologicznego	29
Protokoły badań terenowych i studyjnych	31
Prace kameralne	38
Wypełnianie pliku wejściowego aplikacji obliczeniowej wskaźnika EFI+IBI_PL. ...	38
Obliczenia wskaźników i arkusz bazodanowy	43
Granice klas dla metody EFI+IBI_PL	51
Interpretacja wyników oceny stanu/potencjału ekologicznego z zastosowaniem wskaźnika EFI+PL.	52
Metryki wskaźnika EFI+PL	52
Interpretacja wyników oceny stanu/potencjału ekologicznego z zastosowaniem wskaźnika IBI_PL	59
Sposób obliczania poszczególnych metryk IBI_PL	63
Charakterystyka metryk wskaźnika IBI_PL	66
Interpretacja wyników wskaźnika dla ryb diadromicznych (D) jako metody uzupełniającej ocenę stanu albo potencjału ekologicznego z zastosowaniem wskaźników EFI+PL i IBI_PL	69
Wyniki oceny stanu/potencjału ekologicznego stanowisk monitorowanych w latach 2011–2015	70
Uzasadnienie odstąpienia od oceny w oparciu o ichtiofaunę rzek typu abiotycznego nr 22 (Rzeka przyujściowa pod wpływem wód słonych)	74
Analiza presji antropogenicznej dla stanowisk objętych monitoringiem ichtiofauny	76
Interkalibracja metody EFI+IBI_PL	80
Wyniki autointerkalibracji	81
Literatura	86

Obowiązek osiągnięcia dobrego stanu albo potencjału ekologicznego wód powierzchniowych nałożony został na kraje członkowskie Unii Europejskiej Dyrektywą 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 roku (EU Water Framework Directive 2000 – tzw. RDW). Dyrektywa ta ustanawia ramy wspólnotowego działania w zakresie polityki wodnej, określając warunki, które muszą zostać spełnione dla osiągnięcia zakładanego celu. Precyzuje je rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1187). Jednym z elementów biologicznych uwzględnianych przy ocenie stanu/potencjału ekologicznego jednolitych części wód powierzchniowych są ryby. Stanowią one grupę organizmów przydatną do oceny stanu środowiska (Szlakowski i in. 2004, EFI+ Manual 2009, Adamczyk i in. 2013, Prus i Wiśniewolski 2013) ze względu na szereg cech:

- występują w większości wód powierzchniowych,
- wykazują zróżnicowane cykle życiowe,
- przemieszczają się na znacznych odcinkach, co wiąże się z wrażliwością na przerwanie ciągłości dróg migracji,
- zasiedlają zróżnicowane siedliska w systemie rzeki,
- ograniczona liczba gatunków ryb w ichtiofaunie Polski stwarza możliwość ich stosunkowo prostej identyfikacji,
- zajmują różne poziomy troficzne, a ich cykle życiowe i wymagania ekologiczne były przedmiotem licznych badań i opracowań,
- zaburzenia ich wzrostu i rekrutacji mogą być wyrazem zaburzeń w środowisku,
- mają znaczenie dla gospodarki człowieka, co sprawia, że zmiany w ich występowaniu są dostrzegane przez ogół społeczeństwa.

Prowadzenie badań ichtiofauny, związanych z dokładną oceną zagęszczenia i biomasy, wymaga jednak zastosowania złożonych metod oraz znacznego nakładu pracy i środków finansowych (połowy następcze, zastosowanie siatek odgradzających itp.). Stwarza to poważne trudności metodyczne, szczególnie w przypadku badania dużych rzek (Mann i Penczak 1984).

Państwowym Monitoringiem Środowiska (PMŚ), objęte są wszystkie jednolite części wód powierzchniowych (JCWP), czyli – oddzielne i znaczące elementy wód powierzchniowych, wyznaczone zgodnie z RDW. W Polsce dla rzek wyznaczono 4586 JCWP, w tym 2960 określono jako naturalne części wód, 1504 – jako silnie zmienione części wód oraz 122 jako sztuczne części wód. Ocena stanu albo potencjału ekologicznego w oparciu o ichtiofaunę w tej samej JCWP zgodnie z zał. nr 5 do RDW powinna być dokonywana co 3 lata, a ze względu na terminy sprawozdawcze dla planów gospodarowania wodami – nie rzadziej niż co 6 lat. Dla niektórych gatunków ryb o znaczeniu dla EU wymienionych w załącznikach Dyrektywy Siedliskowej (Dyrektywa Rady 92/43/EWG, 1992) sześcioletnie odstępy między okresami monitoringu są uzna-

wane za zbyt rzadkie, toteż wskazany jest częstszy monitoring stanu zachowania ich populacji – w odstępach 3–5-letnich (Makomaska-Juchniewicz i Baran, 2012). W skali kraju wymaga to zaangażowania znacznych sił i środków finansowych. Z tego względu w badaniach monitorin-
gowych przyjęto standardowo metodę oceny stanu/potencjału ekologicznego opartą na wyni-
kach jednokrotnego elektropołowu.

SŁOWNIK WAŻNIEJSZYCH TERMINÓW

- Autointerkalibracja** – proces harmonizacji granicznych wartości klas stanu ekologicznego: bardzo dobrej/dobrej i dobrej/umiarkowanej dla nowej lub zmienionej metody krajowej w odniesieniu do metod krajowych krajów UE, które zostały poddane interkalibracji.
- Biocenoza** – wszystkie organizmy żywe zasiedlające określony obszar, wraz ze środowiskiem abiotycznym tworzące ekosystem.
- Biomasa ryb** – łączna masa osobników danego gatunku lub zespołu ryb w przeliczeniu na jednostkę powierzchni.
- Biotop** – nieożywione elementy środowiska, tworzące siedlisko dla organizmów żywych, wraz z nimi stanowiące ekosystem.
- Bogactwo gatunkowe ichtiofauny** – liczba gatunków ryb, zamieszkujących wody określonego dorzecza lub zlewni.
- Ciągłość dróg migracji** – zachowanie dróg migracji dla organizmów (tu dla ryb) w stanie niezakłóconym przez człowieka (bez przeszkód zbudowanych przez człowieka). Synonim – ciągłość morfologiczna.
- Common metric** – wspólna metryka oceny stanu ekologicznego wykorzystywana do porównywania granic klas w procesie interkalibracji lub autointerkalibracji metod krajowych.
- Długość całkowita** – długość ryby mierzona od początku pyska do najdłuższego promienia płetwy ogonowej (*longitudo totalis*, l.t.).
- Dorzecze** – obszar lądu, z którego cały spływ powierzchniowy jest odprowadzany przez system strumieni, rzek i jezior do morza poprzez pojedyncze ujście cieku, estuarium lub deltę.
- EFI** – Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (*European Fish Index*), opracowany w ramach międzynarodowego projektu FAME (*Development, Evaluation and Implementation of a standardised Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers*). Wskaźnik ten w zamierzeniu miał zapewnić standardowe narzędzie wspomagające realizację RDW (FAME Consortium 2004).
- EFI+** – Nowy Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (*New European Fish Index*) opracowany w ramach międzynarodowego projektu „*Improvement and spatial extension of European fish index EFI+*” realizowanego w latach 2007–2009 (EFI+ Manual 2009). Aplikacja obliczająca wskaźnik dostępna jest na stronie: <http://efi-plus.boku.ac.at/software/index.php>. Synonim: Oryginalny wskaźnik EFI+.
- EFI+IBI_PL** – metoda oceny stanu/potencjału ekologicznego rzek w oparciu o ichtiofaunę przyjęta w PMŚ w Polsce od 2014 r. (Dz. U. z 2014 r. poz. 1482) i stosowana obecnie (Dz. U. z 2016 r. poz. 1187). Metoda została zweryfikowana w ramach projektu „Badania ichtiofauny w latach 2014–2015 dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód wraz z udziałem w europejskim ćwiczeniu interkalibracyjnym – rzeki” i w tej uaktualnionej wersji jest przedstawiona w niniejszym opracowaniu.

EFI+PL – wielometryczny wskaźnik do oceny stanu/potencjału ekologicznego rzek w oparciu o ichtiofaunę stosowany w PMS w Polsce, według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1187). Wskaźnik jest stosowany dla typów abiotycznych rzek nr 0–20, 22 i 26. Po weryfikacji metody wskaźnik EFI+PL jest rekomendowany do oceny rzek typów abiotycznych rzek nr 0–20. Metoda jest oparta na opracowanym w 2009 Nowym Europejskim Indeksie Ichtiologicznym EFI+ (EFI+ Manual 2009), dostosowanym do warunków rzek Polski. W 2016 r. metoda EFI+PL została zinterkalibrowana.

Ekosystem – ogół organizmów żywych wraz ze środowiskiem ich występowania, tworzący funkcjonalną, wyodrębnioną całość (np. rzeka, jezioro, las, łąka). Składa się z biocenozy i biotopu.

Elektropołów – odłów ryb przy pomocy elektrycznych narzędzi połowowych, z wykorzystaniem zjawiska elektrotaksji polegającego na kierowaniu się ryb w polu elektrycznym w stronę dodatnio naładowanej elektrody (anody).

Elementy biologiczne – grupy organizmów (ryby, makrobezkręgowce denne, makrofity, fitoplankton i fitobentos), stanowiące podstawę oceny stanu ekologicznego wód w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej.

Gatunki charakterystyczne – gatunki (tu ryb) charakterystyczne dla danego typu rzeki. Synonim – gatunki specyficzne dla typu.

Gatunki dominujące – gatunki, które w wyniku wyraźnej przewagi liczebnej i/lub w biomasie wpływają decydująco na przepływ energii w ekosystemie oraz na środowisko życia wszystkich pozostałych gatunków.

Gatunki inwazyjne – gatunki obce o dużej ekspansywności, stanowiące zagrożenie dla fauny i flory danego ekosystemu, konkurujące z gatunkami rodzimymi, mogące się przyczyniać do wyginięcia gatunków miejscowych.

Gatunki obce – gatunki pochodzące z innego ekosystemu lub obszaru geograficznego, sprowadzone do środowiska celowo – introdukcja lub przypadkowo – zawleczenie. Synonim: gatunki allochtoniczne.

Gatunki obce pochodzące z zarybień – gatunki pochodzące z innego ekosystemu lub obszaru geograficznego, sprowadzone do środowiska celowo.

Gatunki obce w rozumieniu rozporządzenia [Dz. U. 2011 nr 210. poz. 1260] – gatunki obce, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym. Rozporządzenie wymienia 8 gatunków ryb: babka bycza *Neogobius melanostomus*, babka łysa (babka gołogłowa) *Neogobius gymnotrachelatus*, babka marmurkowa *Proterorhinus marmoratus* (obecnie opisywana jako *Proterorhinus semilunaris*), babka szczupła (babka rzeczna) *Neogobius fluviatilis*, czebaczek amurski *Pseudorasbora parva*, pirapitinga (pirania paku) *Piaractus brachypomus*, sumik karłowaty *Ameiurus nebulosus* i trawianka *Percottus glenii*.

- Gatunki przewodnie** – gatunki stanowiące główny komponent zespołu ichtiofauny, odgrywające kluczową rolę w przepływie energii i obiegu materii w ekosystemie. Synonim: gatunki kluczowe.
- Gatunki tolerancyjne** – gatunki o dużym zakresie tolerancji na zmienność czynników środowiska. Synonim: gatunki eurytopowe.
- Gatunki toni wody** – gatunki żyjące w strefie otwartych wód (synonim: gatunki pelagiczne).
- Gatunki wrażliwe** – gatunki o wąskim zakresie tolerancji na zmienność czynników środowiska. Synonim: gatunki stenobiotyczne.
- Gildia** – funkcjonalna grupa gatunków wyróżniająca się zbliżonymi wymaganiami środowiskowymi. Np.: gildia rozrodcza – składająca się z grupy gatunków o podobnym typie i sposobie rozmnażania (tu – składania ikry), gildia siedliskowa – grupa gatunków preferujących dany typ siedlisk, gildia pokarmowa (troficzna) – grupa gatunków o zbliżonym składzie pokarmu.
- Grupa 0+** – narybek (młode stadia rozwojowe ryb) młodszy niż jeden rok. Na jego oznaczenie często używany jest także skrót YOY (*young of the year* – młodszy niż rok).
- Grupa rozrodcza ryb** – grupa gatunków ryb wykazujących określone preferencje odnośnie miejsca składania ikry oraz substratu tarłowego (Balon 1975).
- IBI** – Wskaźnik Integralności Biotycznej (*Index of Biotic Integrity*) opracowany w USA wielometryczny indeks oceny stanu środowiska rzek w oparciu o ichtiofaunę (Karr 1981, Karr i in. 1986). Synonim: Oryginalny wskaźnik IBI.
- IBI_PL** – wielometryczny wskaźnik do oceny stanu/potencjału ekologicznego rzek w oparciu o ichtiofaunę stosowany w PMŚ w Polsce, według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1187). Wskaźnik jest stosowany dla typów abiotycznych rzek nr 21, 23, 24 i 25. Po weryfikacji metody wskaźnik IBI_PL jest rekomendowany do oceny rzek typów abiotycznych rzek nr 21, 23, 24, 25 i 26. Metoda jest oparta na założeniach Wskaźnika Integralności Biotycznej IBI (Karr 1981, Karr i in. 1986).
- Ichtiofauna** – wszystkie gatunki ryb zamieszkujące wody określonego dorzecza lub zlewni. Synonim: rybostan.
- Interkalibracja** – proces harmonizacji granicznych wartości kategorii ekologicznych: bardzo dobrej/dobrej i dobrej/umiarkowanej pomiędzy metodami krajowymi krajów UE.
- Jednolita część wód powierzchniowych (JCWP)** – termin Ramowej Dyrektywy Wodnej, oznaczający oddzielny i znaczący element wód powierzchniowych taki jak: jezioro, zbiornik, strumień, rzeka, kanał, część strumienia, rzeki lub kanału, wody przejściowe lub pas wody przybrzeżnej. Przewodnik metodyczny ma odniesienie tylko do JCWP wyznaczonych na wodach płynących (strumień, rzeka, kanał, część strumienia, rzeki lub kanału).
- Liczebność ryb** – liczba osobników danego gatunku lub zespołu ryb w przeliczeniu na jednostkę powierzchni.

- Migracje** – okresowe przemieszczanie się zwierząt (tu ryb) w celach rozrodczych, pokarmowych lub związanych z zimowaniem.
- Metryka** – element składowy wskaźnika służącego do oceny stanu środowiska, opisujący cechy zespołu organizmów stanowiących biologiczny element oceny (tu ryb) w rozumieniu RDW, np. udział gatunków wrażliwych w zespole ichtiofauny.
- Naturalna część wód** – część wód o cechach naturalnych, niewyznaczona jako silnie zmieniona część wód (EU Water Framework Directive, 2000). Dla takich części wód określa się stan ekologiczny. Oznaczana w programie EFI+IBI_PL symbolem „NAT” (*Natural Water Body*).
- Ryby amfidromiczne** – ryby, które rozmnażają się w wodach słodkich, a na żerowiska i zimowiska mogą przemieszczać się do wód słonawych, co nie jest jednak cechą obligatoryjną w ich cyklu życiowym (np. leszcz, płoć, jazgarz).
- Ryby anadromiczne** – ryby dwuśrodowiskowe, które w celu rozrodu wędrują z morza do wód słodkich (np. łosoś, troć wędrowną, jesiotr).
- Ryby bentosożerne** – ryby odżywiające się głównie wodnymi bezkręgowcami. Synonim – ryby bezkręgowcożerne.
- Ryby diadromiczne** – ryby dwuśrodowiskowe, które odbywają wędrówki między morzami lub estuariami a wodami słodkimi, ponieważ część swego życia spędzają w wodach morskich, a część w wodach słodkich.
- Ryby drapieżne** – ryby, odżywiające się głównie rybami lub innymi kręgowcami.
- Ryby dwuśrodowiskowe** – ryby, które część swego życia spędzają w wodach słonych, w morzach lub estuariach, a część w wodach słodkich. Ryby te odbywają wędrówki rozrodcze między wodami słonymi a słodkimi. Synonim: ryby diadromiczne.
- Ryby eurytopowe** – ryby, które mogą się rozmnażać i osiągać duże liczebności zarówno w rzekach jak i w wodach stojących. Synonim: ryby ubikwistyczne, tolerancyjne.
- Ryby fitofilne** – grupa rozrodcza ryb obejmująca gatunki, które składają ikrę na roślinach w wodzie stojącej lub wolno płynącej.
- Ryby fito-litofilne** – grupa rozrodcza ryb obejmująca gatunki, które składają ikrę zarówno na dnie kamienistym, jak i na roślinach.
- Ryby karpowate** – ryby z rodziny karpowatych (*Cyprinidae*), większość gatunków ryb występujących w wodach słodkich Polski.
- Ryby katadromiczne** – ryby diadromiczne, które na okres rozrodu wędrują z wód słodkich do morza, w wodach Polski jedynym takim gatunkiem jest węgorz europejski.
- Ryby limnofilne** – ryby występujące w stojących lub wolno płynących wodach.
- Ryby litofilne** – grupa rozrodcza ryb obejmująca gatunkiskładające ikrę na podłożu kamienistym, w wodzie bogatej w tlen. Można wśród nich wyróżnić ukrywające ikrę (minogi, łososiowate, lipień) i nieukrywające (karpowate). Specyficzną grupę tworzą wśród ryb litofilnych głowacze, składające ikrę pod kamieniami na ich spodniej stronie, takie ryby noszą nazwę speleofilnych.
- Ryby lito-pelagofilne** – grupa rozrodcza ryb obejmująca gatunki składające ikrę na kamieniach lub żwirze, których rozwijająca się ikra jest unoszona z prądem wody.

- Ryby łososiowate** – ryby z rodziny łososiowatych (*Salmonidae*), obejmującej podrodziny głąbieli *Coregoninae*, lipieni *Thymallinae* i łososiowców *Salmoninae*.
- Ryby ostrakofilne** – grupa rozrodca ryb obejmująca gatunki, których ikra rozwija się w jamie płaszczowej małży, które składają ikrę do jamy skrzelowej małży.
- Ryby pelagofilne** – grupa rozrodca ryb obejmująca gatunki, których ikra, składana na różny substrat, w czasie rozwoju unosi się w toni wodnej.
- Ryby potamodromiczne** – ryby, odbywające wędrówki dyspersyjne lub koncentrujące w obrębie systemu rzecznoego, czasem na duże odległości.
- Ryby przydenne** – ryby żyjące w dennej strefie środowiska wodnego (synonim: ryby bentoniczne).
- Ryby psammofilne** – grupa rozrodca ryb obejmująca gatunki składające ikrę na substracie piaszczystym.
- Ryby reofilne** – ryby preferujące środowiska przepływowe o szybkim nurcie wody (lotyczne), występujące i odbywające tarło głównie w rzekach. Synonim: ryby prądolubne, reolimniczne.
- Ryby rodzime** – ryby naturalnie występujące w danej zlewni. Są charakterystyczne dla ichtiofauny danego obszaru geograficznego.
- Ryby roślinożerne** – ryby odżywiające się głównie roślinami wodnymi – makrofitami, fitoplanktonem lub fitobentosem.
- Ryby toni wodnej** – ryby żyjące w strefie otwartych wód. Synonim – ryby nektoniczne.
- Ryby wędrowne** – ryby okresowo przemieszczanie się w celach rozrodczych, pokarmowych lub związanych z zimowaniem, dzielą się na diadromiczne i potamodromiczne.
- Ryby wszystkożerne** – ryby odżywiające się zarówno roślinami wodnymi jak i bezkręgowcami, a nawet rybami i innymi kręgowcami.
- Rzeka anastomozująca** – rzeka płynąca równocześnie wieloma korytami, o stałym przebiegu. Koryta rozdzielone są wyspami z trwałą roślinnością i tworzą rozgałęziającą się i łączącą sieć. Współczynnik krętości wynosi powyżej 1,05.
- Rzeka kręta** – rzeka o współczynniku krętości (patrz współczynnik krętości) większym niż 1,05 i mniejszym niż 1,5. Synonim: rzeka sinusoidalna.
- Rzeka meandrująca** – rzeka o współczynniku krętości (patrz współczynnik krętości) większym niż 1,5.
- Rzeka międzyjeziorna** – w typologii polskiej typ abiotyczny nr 25. Rzeka łącząca jeziora, przepływająca przez nie.
- Rzeka naturalnie prosta** – rzeka o współczynniku krętości (patrz współczynnik krętości) mniejszym niż 1,05.
- Rzeka typu Cyprinid** – rzeka, w której dominującą grupą ryb są ryby karpowate, zaś gatunki charakterystyczne dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (*ST-species*) mają niewielki udział. Zwykle o spadku poniżej 2‰, z piaszczystym, gliniastym lub organicznym substratem dennym. Termin stosowany w odniesieniu do wskaźnika EFI+PL.
- Rzeka typu Salmonid** – rzeka, w której dominującą grupą ryb są ryby łososiowate i towarzyszące im charakterystyczne gatunki (*ST-species*). Zwykle o spadku powyżej 2‰, ze żwirowo-kamienistym dnem. Termin stosowany w odniesieniu do wskaźnika EFI+PL.

Rzeka warkoczowa – rzeka, w której stałe wyspy lub okresowo powstające odkłady rumowiska dzielą koryto na dwie lub kilka odnóg, a główna linia nurtu jest kręta i często zmienia swoje położenie w korycie. Synonim: rzeka roztokowa.

Segment rzeki – jednorodny fragment rzeki w ramach JCWP, obejmujący stanowisko monitoringowe. Długość segmentu wyznacza się w zależności od powierzchni zlewni rzeki powyżej stanowiska: 1 km – powierzchnia <100 km², 5 km – powierzchnia 100–1000 km², 10 km – powierzchnia > 1000 km² (EFI+ Manual 2009). Synonim – odcinek rzeki.

Silnie zmieniona część wód – część wód powierzchniowych, których charakter został znacznie zmieniony na skutek fizycznego oddziaływania człowieka, według wskazania przez Państwo Członkowskie (EU Water Framework Directive, 2000). Dla takich części wód określa się potencjał ekologiczny. Oznaczana w programie EFI+IBI_PL symbolem „HMWB” (*Highly Modified Water Body*).

ST-species – grupa ryb charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych, obejmująca następujące gatunki: piekielnica *Alburnoides bipunctatus*, sieja *Coregonus lavaretus*, głowacz białopłetwy *Cottus gobio*, głowacz przęgopłetwy *Cottus poecilopus*, minóg ukraiński *Eudontomyzon mariae*, minóg strumieniowy *Lampetra planeri*, strzebla potokowa *Phoxinus phoxinus*, łosoś atlantycki *Salmo salar*, pstrąg potokowy *Salmo trutta fario*, troć jeziorowa *Salmo trutta lacustris*, troć wędrowna *Salmo trutta trutta*, lipień *Thymallus thymallus*, głowacica *Hucho hucho* (gatunek rodzimy w zlewni Dunaju) oraz pstrąg źródłany *Salvelinus fontinalis* (gatunek obcy).

Sztuczna część wód – część wód powierzchniowych powstała na skutek działalności człowieka. Dla takich części wód określa się potencjał ekologiczny. Oznaczana w programie EFI+IBI_PL symbolem „AWB” (*Artificial Water Body*).

Środowisko limniczne – wody stojące i wolno płynące.

Środowisko lotyczne – wody płynące, z wyraźnym nurtem.

Typ krzemianowy rzeki – w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej – rzeka której zlewnia jest zdominowana przez podłoże ubogie w wapń, płynąca przez utwory geologiczne zdominowane przez granity, gnejsy, łupki i inne skały wulkaniczne.

Typ organiczny rzeki – w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej – rzeka której zlewnia jest zdominowana przez podłoże organiczne.

Typ węglanowy rzeki – w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej – rzeka której zlewnia jest zdominowana przez podłoże bogate w wapń.

Wskaźnik wielometryczny – wskaźnik (indeks) wykorzystywany do oceny stanu środowiska, złożony z zestawu kilku metryk, czyli wyróżnionych cech zespołu organizmów stanowiących biologiczny element oceny. Synonim: wskaźnik multimetryczny.

Współczynnik krętości – stosunek długości rzeki do długości doliny rzecznej.

Zlewnia – obszar lądu, z którego cały spływ powierzchniowy jest odprowadzany przez system strumieni, rzek, ewentualnie jezior, do określonego punktu w biegu rzeki, wyznaczanego zwykle w miejscu ujścia dopływu lub wypływu z jeziora.

WPROWADZENIE DO METODY

Pojęcie stanu ekologicznego odnosi się do JCWP określonych jako naturalne (Ryc. 1), natomiast dla JCWP silnie zmienionych lub sztucznych (Ryc. 2) określa się potencjał ekologiczny, zgodnie z ustawą Prawo wodne (Dz. U. 2015 poz. 469. ze zm.) oraz rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1187).

Zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną (EU Water Framework Directive, 2000) stan bardzo dobry określa się jako taki, w którym: „1) skład gatunkowy i liczebność ryb odpowiadają warunkom niezakłóconym lub są zbliżone do tych warunków; 2) występują wszystkie specyficzne dla danego typu wód powierzchniowych gatunki ryb wrażliwe na zakłócenia; 3) struktura wiekowa populacji ryb wskazuje na niewielkie zakłócenia wynikające z wpływu działalności człowieka, ale nie wskazuje na zaburzenia reprodukcji albo rozwoju żadnego gatunku ryb”.

Zdefiniowano również szczegółowo stan dobry i umiarkowany, precyzując dopuszczalny poziom odchyień wymienionych parametrów od stanu bardzo dobrego. Wymienione rozporządzenie precyzuje także pojęcie potencjału ekologicznego, który: „uznaje się za maksymalny, jeżeli wartości biologicznych elementów jakości odpowiadają wartościom tych elementów jakości określonym dla najbardziej zbliżonego typu wód powierzchniowych, przy warunkach fizycznych wynikających z charakterystyki sztucznej lub silnie zmienionej jednolitej części wód powierzchniowych”. W analogiczny sposób zdefiniowane zostały klasy dobrego i umiarkowanego potencjału ekologicznego.



Ryc. 1. JCWP naturalna – PLRW200024262999. Biebrza od Ełku do ujścia (fot. J. Ligieża)



Ryc. 2. JCWP silnie zmieniona – PLRW20002127911. Wisła od wypływu ze Zbiornika Włocławskiego do granicy Regionu Wodnego Środkowej Wisły (fot. J. Ligęza)

Wybór odpowiedniej metody oceny stanu lub potencjału ekologicznego jednolitych części wód rzek ma kluczowe znaczenie, ponieważ prawidłowe rozgraniczenie między stanem bardzo dobrym lub dobrym a umiarkowanym, słabym lub złym warunkuje konieczność podejmowania działań dla poprawy jakości wód (Błachuta i in. 2010).

Metody oceny stanu środowiska z wykorzystaniem zespołów ryb rozwijane są od ponad 30 lat. Ze szczególnym powodzeniem wykorzystywane są wskaźniki wielometryczne uwzględniające strukturę biocenozy i biotopu jako integralnej całości. Ideą działania biotycznych wskaźników jest wrażliwość zespołów ryb na antropogeniczne zaburzenia środowiska. Przejawia się to zmianami takich cech zespołu jak np.: obfitość ryb, rekrutacja, struktura troficzna, w tym udział ryb drapieżnych. Cechy zespołu organizmów wskaźnikowych mogą być wtedy traktowane jako metryki, służące analizowaniu stopnia zmian w środowisku wodnym.

Pierwsze próby opracowania wskaźnika ichtiologicznego podjęto w USA w latach 80. ubiegłego wieku, czego efektem było powstanie Wskaźnika Integralności Biotycznej (*Index of Biotic Integrity, IBI*) (Karr 1981, Karr i in. 1986). Metoda IBI uwzględnia 12 metryk, zgrupowanych w trzech kategoriach, które charakteryzują biologiczny i ekologiczny stan zespołów ryb: 1) bogactwo i skład gatunkowy, 2) struktura troficzna, 3) liczebność i kondycja zdrowotna ryb. Tak skonstruowana tabela skategoryzowanych metryk biologicznych stanowi matrycę wskaźnika IBI. Omawiana metoda pozwala na dostosowanie kryteriów poszczególnych metryk do określonego typu abiotycznego rzeki, lub do pojedynczej zlewni, co daje możliwość precyzyjnej oceny stanu środowiska. Tworzenie indywidualnych matryc IBI związane jest z koniecznością zgromadzenia bardzo szerokiej bazy danych, co w przypadku zastosowania wskaźnika w skali całego kraju wymaga znacznego nakładu pracy, aby utworzyć stosowne do typów rzek matryce. Z tego powodu wskaźnik IBI, który znalazł również zastosowanie w warunkach europejskich i w Polsce (Buras i in. 2004, Szlakowski i in. 2004, Buras i in. 2006), był dotychczas stosowany jedynie w odniesieniu do poszczególnych zlewni, dla których jego matryce były indywidualnie opracowane.

Wskaźnik IBI stanowił podstawę dla rozwijanych w późniejszych latach różnych metod oceny stanu środowiska na podstawie ichtiofauny, przy czym ich autorzy starali się uzyskać bardziej uniwersalne narzędzie. W 2004 r., w ramach międzynarodowego projektu „*Development, Evaluation and Implementation of a standardised Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers (FAME)*” opracowano Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny (*European Fish Index, EFI*), który w zamierzeniu miał zapewnić standardowe narzędzie wspomagające realizację RDW (FAME Consortium 2004, Pont i in. 2006, Schmutz i in. 2007). Europejski Wskaźnik Ichtiologiczny EFI został skalibrowany z 4 kryteriami presji antropogenicznej: 1) degradacją warunków morfologicznych rzek, 2) zaburzeniami warunków hydrologicznych, 3) degradacją jakości wody (związki toksyczne, odczyn pH, stężenie tlenu) oraz 4) zawartością zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych. Metryki stosowane do obliczania wskaźnika EFI zgrupowane zostały parami w 5 kategoriach: 1) struktura troficzna: zagęszczenie gatunków odżywiających się bezkręgowcami, zagęszczenie gatunków wszystkożernych; 2) gildie rozrodcze: zagęszczenie gatunków litofilnych, względna liczebność gatunków litofilnych; 3) siedlisko: liczba gatunków przydennych (bentonicznych), liczba gatunków reofilnych; 4) tolerancja zakłóceń: względna liczba gatunków wrażliwych, względna liczba gatunków tolerancyjnych; 5) migracje: liczba gatunków dwuśrodowiskowych, liczba gatunków potamodromicznych (FAME Consortium 2004).

Testowanie przydatności wskaźnika EFI wykazało, że koreluje on z parametrami presji dla typów rzek, które były najliczniej reprezentowane w bazie danych stanowiących podstawę jego opracowania. Dotyczyło to rzek wyżynnych i górskich oraz małych rzek nizinnych metodą brodenia. Natomiast przydatność metody EFI dla oceny większych rzek nizinnych, przeważających w centralnej i północnej Polsce, okazała się ograniczona, ze względu na znaczną rozbieżność wyników uzyskanych przy zastosowaniu wskaźnika EFI z oceną parametrów presji oraz wynikami wskaźnika IBI (Wiśniewolski i in. 2006, Prus i in. 2009).

Korzystając ze wsparcia VI Programu Ramowego UE w latach 2007–2009 podjęto kolejny projekt „Udoskonalenie i rozszerzenie przestrzenne Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego EFI+” (*Improvement and spatial extension of the European Fish Index*), który został zrealizowany przez konsorcjum partnerów z krajów Unii Europejskiej. W ramach konsorcjum zgromadzono bazę danych obejmującą wyniki odłowów i informacje o poziomie presji antropogenicznej (Schinegger i in. 2011) dla ponad 14 tysięcy stanowisk zlokalizowanych na 2700 rzekach w 15 krajach europejskich (w tym 919 stanowisk z Polski). Baza ta stanowiła podstawę opracowania Nowego Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego – EFI+ (*New European Fish Index – EFI+*) (EFI+ Manual 2009), który jest dostępny na stronie internetowej <http://efi-plus.boku.ac.at/software/>, na serwerze uczelni *Universität für Bodenkultur* w Wiedniu.

PRZEGLĄD METOD STOSOWANYCH W UNII EUROPEJSKIEJ

Od lat 90. ubiegłego wieku, a szczególnie od czasu przyjęcia RDW w 2000 r. prace nad metodami oceny stanu ekologicznego rzek w oparciu o ichtiofaunę prowadzono równolegle w wielu krajach europejskich. Zaowocowało to powstaniem szeregu narodowych metod, które następnie zostały poddane procesowi interkalibracji, zakończonemu w 2011 r. (WFD Intercalibration 2011). W procesie tym porównywano wyniki oceny uzyskane za pomocą 18 krajowych lub regionalnych metod. Większość z nich oparta jest na modyfikacjach wskaźnika IBI lub stanowi kombinację szeregu wybranych metryk, odnoszących wynik konkretnego połowu monitoringowego do stanu referencyjnego dla danego typu rzeki (WFD Intercalibration 2011).

W grupie nizin centralnych, do której zaliczono Polskę interkalibracją objęto 5 metod: 1) Belgijska metoda dla Walonii (IBIP) oparta na zasadach IBI wykorzystuje 6 metryk uwzględniających: bogactwo gatunkowe, wskaźniki jakości wody oraz wskaźniki jakości środowiska fizycznego w rzece; 2) Niemiecki wskaźnik FIBs stanowi kolejną modyfikację metody IBI. Uwzględnia on metryki obejmujące: bogactwo gatunkowe i obecność gildii siedliskowych, rozrodczych i troficznych, liczebność gatunków przewodnich i gildii, strukturę wiekową (obecność grupy 0+). Metoda ta odnosi się też do możliwości migracji (ocena ekspercka), indeksów dominacji oraz wskaźnika specyficznego dla regionu ichtiologicznego (Dussling i in. 2004); 3) Metoda przyjęta we Francji (FBI) stanowi wielometryczny wskaźnik obliczający stopień odchylenia składu ichtiofauny określonego na podstawie wyników połowu od stanu referencyjnego. Wskaźnik ten działa w oparciu o metryki uwzględniające: całkowitą liczbę gatunków, liczbę gatunków reofilnych i litofilnych, liczbę osobników gatunków: tolerancyjnych, wszystkożernych, odżywiających się bezkręgowcami oraz łączną liczbę ryb; 4) Wskaźnik litewski (LZI) uwzględnia 8 metryk związanych z obecnością i zagęszczeniem gatunków: wrażliwych, litofilnych, reofilnych oraz tolerancyjnych i wszystkożernych; 5) Metoda holenderska (NLFISR) odnosi się do abiotycznej typologii rzek i oparta jest na 8 metrykach dotyczących liczby gatunków i zagęszczenia ryb: reofilnych, eurytopowych, migrujących i wrażliwych. W dalszej kolejności uwzględniono metodę belgijską dla Flandrii (IBI), która opiera się na metrykach dotyczących: liczby gatunków, udziału gatunków tolerancyjnych, charakterystycznych dla typu rzeki i obcych, biomasy ryb, udziału grup troficznych. Nie było możliwości interkalibracji metody brytyjskiej dla Walii, ze względu na brak stanowisk referencyjnych. Metoda polska została poddana procesowi autointerkalibracji w odniesieniu do metod krajów z grupy nizin centralnych w roku 2016 zgodnie z przewodnikiem „Guidance Document No. 30. Autointercalibration guidance document 2015” (European Union 2015).

Pozostałe metody interkalibrowano w grupach: alpejskiej, dunajskiej, śródziemnomorskiej oraz nordyckiej. W grupie alpejskiej znalazły się: 1) Metoda austriacka (Fish Index Austria – FIA), która opiera się na 9 metrykach, obejmujących między innymi takie parametry jak: biomasa ryb, udział gatunków dominujących, subdominujących i rzadkich, obecność gildii siedliskowych i rozrodczych; 2) Metoda przyjęta w Słowenii – wskaźnik (SIFAIR) oparty na 5 me-

trykach: biomasa wszystkich gatunków i gatunków reofilnych, liczebność dorosłych osobników gatunków reofilnych, liczba gatunków reofilnych i litofilnych; 3 i 4) Metoda francuska i niemiecka – opisane wyżej. W grupie dunajskiej uwzględniono: 1) Metodę przyjętą w Czechach, która ma odmienny charakter niż pozostałe, bazującą na ocenie zespołów narybkowych (wskaźnik multimetryczny, obejmujący: obecność gatunków charakterystycznych, łączną liczebność narybku oraz względną liczebność gatunków reofilnych i eurytopowych); 2) Metodę słowacką (FIS) uwzględniającą 10 metryk związanych ze względną liczebnością gildii troficznych i siedliskowych oraz gatunków migrujących, łososiowatych i inwazyjnych, a także wskaźnik równomierności udziału gatunków; 3) Metodę rumuńską, którą stanowi wskaźnik EFI+, składający się z dwóch par metryk, opracowanych osobno dla rzek z dominacją ryb łososiowatych i karpioawatych. W grupie śródziemnomorskiej interkalibrowano metody: 1) Hiszpańską (IBIMED), którą stanowi wskaźnik dostosowany specyficznie do typów rzek występujących w regionie śródziemnomorskim, uwzględniający 17 metryk dotyczących m. in. zagęszczenia i liczby gatunków poszczególnych gildii troficznych i siedliskowych, gatunków wrażliwych, obcych i rodzimych oraz biomasy rodzimych gatunków dennych; 2) Wskaźnik portugalski (F-IBIP) jest indeksem wielometrycznym, dostosowanym tylko do rzek odławianych metodą brodenia i biorącym pod uwagę parametry zespołu ryb dotyczące: składu taksonomicznego, wrażliwości, ekologicznych grup troficznych, preferencji siedliskowych, migracji i struktury wiekowej. W grupie nordyckiej poddano interkalibracji następujące metody 1) Wskaźnik fiński (FIFI) stanowiący metodę specyficzną dla typu rzeki, obejmującą metryki dotyczące: liczby gatunków, udziału gatunków wrażliwych i tolerancyjnych, zagęszczenia ryb karpioawatych oraz osobników klasy 0+ ryb łososiowatych; 2) Wskaźnik irlandzki (FCS2 Ireland) oparty na modelu określającym odchylenie składu gatunkowego obserwowanego zespołu ryb od przewidywanego dla warunków referencyjnych, przy czym odchylenia te obliczane są dla poszczególnych gatunków; 3) Wskaźnik szkocki (FCS2 Scotland), który bazuje na tych samych zasadach, co stosowany w Irlandii, jednak pozwala na uwzględnienie jedynie danych dla łososia atlantyckiego i pstrąga potokowego, z podziałem na osobniki 0+ i starsze, traktowane jako 4 odrębne grupy; 4) Metodę szwedzką (VIX) opierającą się na 6 metrykach: liczebność łososia atlantyckiego i troci, udział ryb łososiowatych odbywających rozród, udział gatunków tolerancyjnych i wrażliwych, zagęszczenie gatunków litofilnych i tolerancyjnych.

Przedstawione powyżej metody krajowe zostały poddane interkalibracji z wykorzystaniem metryk wskaźnika EFI+, jako metody o największym przestrzennym zasięgu stosowalności. Zasięg geograficzny wskaźnika EFI+ obejmuje większość kontynentu europejskiego: od Skandynawii po region śródziemnomorski oraz od Portugalii po Rumunię (EFI+ Manual 2009). W pierwszej fazie interkalibracji (rok 2009) zastosowano wszystkie 4 metryki metody EFI+: 1) zagęszczenie gatunków nie tolerujących deficytów tlenu i 2) zagęszczenie osobników mniejszych niż 150 mm (*l.t.*) gatunków nie tolerujących degradacji siedlisk – dla rzek z dominacją ryb łososiowatych oraz 3) bogactwo gatunkowe ryb wymagających do rozmnażania środowiska lotycznego i 4) zagęszczenie gatunków wymagających do składania ikry twardego substratu – dla rzek z dominacją ryb karpioawatych. W kolejnej fazie (rok 2010) wykorzystano

dwie metryki (1 i 3), dla wszystkich typów rzek, z wyłączeniem regionu śródziemnomorskiego. Ze względów organizacyjnych Polska nie brała aktywnego udziału w procesie interkalibracji wskaźników ichtiologicznych, prowadzonym w latach 2008–2011. Do 2013 r. nie było w Polsce określonej w drodze stosownego rozporządzenia metodyki oceny stanu ekologicznego rzek w oparciu o ichtiofaunę.

Polska metoda oceny stanu/potencjału ekologicznego rzek w oparciu o ichtiofaunę została opracowana w ramach projektu „Badania ichtiofauny w latach 2010–2012 dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód wraz z udziałem w europejskim ćwiczeniu interkalibracyjnym – rzeki” realizowanego przez konsorcjum pod kierunkiem Instytutu Rybactwa Śródlądowego im. Stanisława Sakowicza. Metoda opracowana w 2013 r. wykorzystuje wskaźnik EFI+, w modyfikacji dostosowanej do warunków Polski – jako indeks EFI+PL, który został rekomendowany do stosowania dla większości typów abiotycznych rzek w naszym kraju, wraz z uzupełniającym wskaźnikiem dotyczącym oceny występowania ryb dwuśrodowiskowych (D). Pomimo szerokiej możliwości stosowania, metoda EFI+PL nie może być używana do określania stanu/potencjału ekologicznego niektórych typów rzek. Dotyczy to rzek należących do wymienionych poniżej typów abiotycznych (Dz. U. 2011, nr 258 poz. 1549): 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), a także starorzeczy (EFI+ Manual 2009). Dla tych typów rzek wskazane jest stosowanie innej metody oceny stanu ekologicznego, opartej na wskaźniku integralności biotycznej – IBI (Szla-kowski i in. 2004, Buras i in. 2006, Prus i in. 2011). Udział wymienionych kategorii rzek można oszacować na 12% spośród 4518 jednolitych części wód powierzchniowych w Polsce (Prus i Wiśniewolski 2013). Dla oceny wielkich rzek nizinnych (typ 21) wyniki wskaźnika EFI+ należy rozpatrywać ostrożnie (EFI+ Manual 2009). Wobec powyższego dla wymienionych typów abiotycznych rzek zastosowano odpowiednio zmodyfikowany wskaźnik IBI_PL, uzupełniony dla wielkich rzek nizinnych (typ 21) o indeks diadromiczny (D). Wskaźniki EFI+PL i IBI_PL, wraz z indeksem diadromicznym (D) zostały wskazane jako krajowa metoda oceny stanu/potencjału ekologicznego rzek w oparciu o ichtiofaunę w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1187).

Przedmiotem niniejszego opracowania jest przybliżenie zasad funkcjonowania metody EFI+IBI_PL, stosowanej w ocenie stanu ekologicznego rzek w Polsce. W ramach projektu „Badania ichtiofauny w latach 2014–2015 dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód wraz z udziałem w europejskim ćwiczeniu interkalibracyjnym – rzeki” wprowadzono zmiany we wskaźniku EFI+IBI_PL, których potrzebę sygnalizowano we wcześniejszej wersji przewodnika metodycznego (Prus i Wiśniewolski 2013). Zmiany te obejmowały dalszą adaptację metody dowarunków Polski, w tym modyfikacje modułu obliczeniowego wskaźnika EFI+PL oraz weryfikację granic klas dla metody IBI_PL w oparciu o analizę statystyczną zgromadzonych danych. Zmieniono także sposób oceny rzek typu abiotycznego nr 26 (Ciek w dolinie wielkiej

rzeki nizinnej) z metody EFI+PL na wskaźnik IBI_PL, jako lepiej dostosowany do tego typu rzek. Ponadto zrezygnowano z oceny na podstawie ichtiofauny rzek typu abiotycznego nr 22 (Rzeka przyujściowa pod wpływem wód słonych), ze względu na swoisty skład zespołów ryb, w których brak jest charakterystycznych gatunków wskaźnikowych wrażliwych na czynniki antropopresji. Poddano także szczegółowej analizie i weryfikacji informacje o historycznym i obecnym występowaniu gatunków dwuśrodowiskowych, stanowiące podstawę obliczania wskaźnika diadromicznego (D). Zmodyfikowano i udoskonalono również aplikację obliczeniową wskaźnika EFI+IBI_PL, która znajduje się w gestii Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska.

PROCEDURY BADAŃ TERENOWYCH

Celem monitoringu jest uzyskanie informacji dotyczącej struktury gatunkowej i obfitości ryb. Do obliczenia wartości wskaźnika EFI+IBI_PL na danym stanowisku wystarczające są wyniki z jednokrotnego elektropołowu. Zakres zbieranych w terenie materiałów jest bardzo zbliżony dla metody EFI+PL oraz IBI_PL, stąd opis metodyki prac terenowych przedstawiony zostanie zbiorczo.

Wybór stanowiska monitoringu w oparciu o ichtiofaunę i metody odłowu

Założeniem PMŚ jest ocena stanu ekologicznego JCWP rzek w sposób możliwie najpełniej oddający ich charakterystykę i wewnętrzne zróżnicowanie. Dla oceny parametrów fizykochemicznych punkty poboru prób są z reguły wyznaczane w dolnych odcinkach JCWP. Jednak w odniesieniu do ryb taka lokalizacja stanowisk badawczych jest nieodpowiednia, szczególnie gdy punkt monitoringowy położony jest w odcinku ujściowym rzeki, co wiąże się z możliwością migracji ryb między dopływem a recipientem. Wybór stanowiska połowowego powinien być poprzedzony analizą zdjęć satelitarnych i map topograficznych w celu wytypowania reprezentatywnego dla danej JCWP odcinka rzeki, który obejmuje najliczniej występujące typy siedlisk i odzwierciedla stopień przekształcenia antropogenicznego. Należy zatem unikać połowów w odcinkach przyujściowych rzek, bezpośrednio poniżej punktowych źródeł zanieczyszczeń oraz w odcinkach odbiegających znacznie od charakteru rzeki.

Norma PN-EN 14011 (2006), stwierdza, że połowy nie powinny być prowadzone przy temperaturze wody poniżej 5°C, natomiast EFI+ Manual (2009) precyzuje, że dogodnym okresem połowu dla celów monitoringowych jest późne lato – wczesna jesień. W naszej szerokości geograficznej okres ten przypada od 15 sierpnia do 31 października. Wynika to z występowania niskich stanów wód w tym sezonie, a tym samym łatwiejszego zbioru materiałów badawczych, w tym również narybku 0+. Nie wyklucza to jednak, w wyjątkowych wypadkach, możliwości pobierania prób także w innych okresach.

W odniesieniu do wielkich rzek nizinnych (typ 21) oraz cieków o charakterze organicznym (typ 23 i 24) istotną rolę dla funkcjonowania ekosystemów odgrywiają siedliska przyrzeczne, takie jak boczne odnogi i starorzecza otwarte. Wobec powyższego przy wyborze stanowiska połowowego należy uwzględnić proporcje tych siedlisk do głównego koryta rzeki w badanej JCWP i odpowiednio wybrać stanowisko, obejmujące zarówno koryto rzeki, jak i siedliska przyrzeczne. Wyniki połowu traktuje się następnie jako próbę łączoną.

Długość stanowiska połowowego powinna wynosić od 10- do 20-krotności szerokości cieku, przy minimalnej długości stanowiska 100 m. Taka długość stanowiska powinna zapewnić otrzymanie reprezentatywnej próby zespołu ichtiofauny. Z terenowych doświadczeń wynika, że w małych potokach o szerokości nieprzekraczającej 2 m, odcinek o długości 100 m zwykle

jest wystarczający. Jednakże niekiedy, przy niskich zagęszczeniach ryb, taka długość stanowiska może być niewystarczająca do złowienia minimalnej liczby 30 osobników, która zalecana jest w metodzie EFI+. W takiej sytuacji wskazane jest zwiększenie długości stanowiska połowowego do 150 m (EFI+ Manual 2009).

W monitoringu stanu ichtiofauny procedura połowowa, jak i sprzęt zastosowany do elektropołowu, różnią się w zależności od szerokości i głębokości rzeki w miejscu połowu. Elektropołowy należy prowadzić zgodnie z normą CEN (CEN EN 14011, 2003; PN-EN 14011, 2006), za pomocą atestowanego agregatu prądotwórczego dwiema podstawowymi metodami: brodenia oraz połowu z łodzi. Wybór metody połowu podyktowany jest głębokością rzeki – jeżeli na odławianym stanowisku występują odcinki o głębokości większej niż 0,7 m stosuje się połów z łodzi (Tab. 1). W przypadku występowania na przemian odcinków płytszych i głębszych niż 0,7 m należy zastosować metodę mieszaną, obejmującą połów z łodzi i brodenie (Ryc. 3).

W rzekach nieprzekraczających szerokości 15 m i głębokości 0,7 m połowy prowadzone są na całej szerokości koryta, metodą brodenia w górę rzeki. Generalnym zaleceniem przy elektropołowie metodą brodenia jest stosowanie jednej anody na 5 m szerokości cieku. Ze względów praktycznych, liczby osób i sprzętu koniecznego do przeprowadzenia badań, to zalecenie jest trudne do zrealizowania. Zazwyczaj przyjmuje się, że połów z zastosowaniem jednej anody

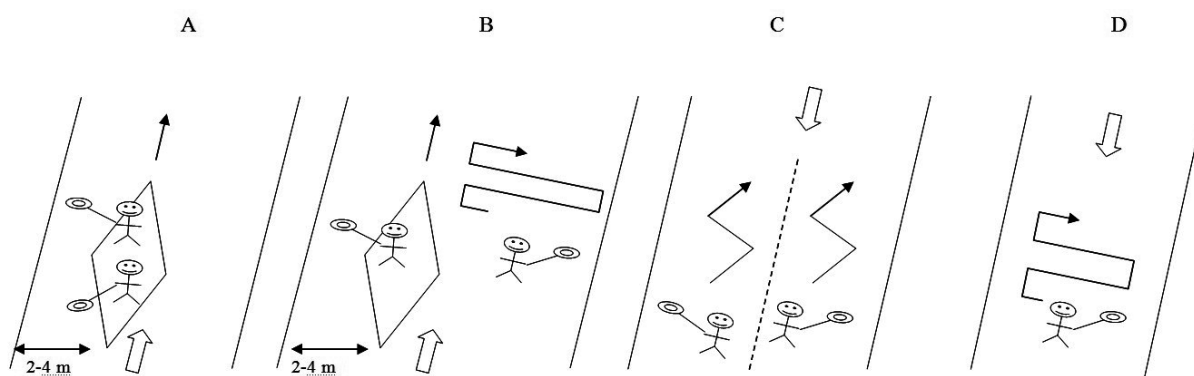
Tab. 1. Parametry stanowisk badawczych ichtiofauny w potokach i rzekach według wielkości cieków

Lp.	Wielkość potoku lub rzeki	Minimalna długość/powierzchnia stanowiska połowu	Technika połowu ryb
1	mały strumień, szerokość <5 m	100 m	elektropółów metodą brodenia, 1 anoda – na całej szerokości koryta
2	potok, szerokość 5–15 m	200 m	elektropółów metodą brodenia, 1 anoda – na całej szerokości koryta
3	mała lub średnia rzeka, szerokość 10–25 m, głębokość wody ≤70 cm	250 m	elektropółów metodą brodenia, 2 anody – na całej szerokości koryta
		500 m lub powierzchnia połowu >1000 m ²	elektropółów metodą brodenia, 1 anoda – na części koryta, jeden brzeg
4	średnia rzeka, kanał, szerokość <25 m, głębokość wody >70 cm	250 m	elektropółów z łodzi, 2 anody – na całej szerokości koryta
		500 m – przy obydwu brzegach	elektropółów z łodzi, 1 anoda – część szerokości koryta, dwa brzegi
5	duża rzeka, kanał, szerokość >25 m, głębokość wody >70 cm	1000 m – przy jednym lub proporcjonalnie przy obydwu brzegach lub powierzchnia połowu >1000 m ²	elektropółów z łodzi, 1 lub 2 anody – część szerokości koryta, jeden/dwa brzegi
6	starorzecze lub boczna odnoga – połów uzupełniający dla rzek typu abiotycznego nr 21, 23 i 24	250 m przy jednym lub proporcjonalnie przy obydwu brzegach	elektropółów z łodzi, 1 lub 2 anody

może być prowadzony na całej szerokości koryta rzeki o szerokości nieprzekraczającej 15 m, natomiast przy szerokości do 25 m z zastosowaniem dwóch anod (Ryc. 3). Innym, akceptowalnym rozwiązaniem jest ograniczenie się do prowadzenia połowów wzdłuż jednego brzegu.

W średniej wielkości płytkich rzekach, o szerokości przekraczającej 10 m i głębokości poniżej 0,7 m, odławiając ryby metodą brodzenia w górę cieką, należy zastosować metodę „połowów łączonych”. Jako jedno stanowisko połowowe łączymy razem kilka odcinków połowowych o łącznej powierzchni nie mniejszej niż 1000 m². Odcinki te powinny być rozmieszczone proporcjonalnie do występujących w korycie rzeki siedlisk – czyli stref o zbliżonej głębokości, prędkości wody i rodzaju substratu dennego. Takie podejście umożliwia przeprowadzenie połowów w zróżnicowanych siedliskach i uzyskanie reprezentatywnej próby zespołu ichtiofauny.

W rzekach, których głębokość przekracza 0,7 m, elektropołowy prowadzone są z łodzi, spływającej z nurtem rzeki wzdłuż jednego brzegu na odcinku 250–1000 m, zależnie od wielkości rzeki. W podręczniku metody EFI+ (EFI+ Manual, 2009) sugerowane jest prowadzenie połowu wzdłuż obu brzegów lub „połow łączony”, z powierzchni minimum 1000 m², pokrywający zróżnicowane siedliska (Tab. 1). W przypadku wielkich rzek, o szerokości > 100 m, zasada wyznaczania stanowiska jako 10–20-krotności szerokości cieką nie może być stosowana ze względów praktycznych. Wymagana długość stanowiska dla tych rzek wynosi minimum 1000 m, przy czym powinno ono obejmować zróżnicowane siedliska, w tym połączone z rzeką starorzecza.



Ryc. 3. Schemat prowadzenia elektropołowów w zależności od głębokości i szerokości rzeki. A – głębokość powyżej 0,7 m – połów z łodzi; B – głębokość zróżnicowana, część koryta poniżej 0,7 m i szerokość powyżej 10 m – połów metodą mieszaną, dwie anody; C – głębokość do 0,7 m i szerokość 10–25 m – połów metodą brodzenia, dwie anody; D – głębokość do 0,7 m i szerokość do 15 m – połów metodą brodzenia, jedna anoda. Zaznaczono kierunek nurtu (strzałki białe) oraz kierunek przemieszczania się łowiącego (strzałki czarne)

Zezwolenia wymagane do wykonania odłowów monitoringowych

W celu przeprowadzenia badań ichtiofauny niezbędne jest uzyskanie szeregu zezwoleń i zgód, przewidzianych w: Ustawie o rybactwie śródlądowym z dnia 18 kwietnia 1985 r. (Dz. U. z 2015 r., poz. 625 z późn. zm.), Ustawie o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz. U. 2015 poz. 1651. Z późn. zm.), Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatun-

kowej zwierząt (Dz. U. z 2014 r. poz. 1348). Konieczne jest wystąpienie o wydanie stosownych dokumentów z odpowiednim wyprzedzeniem, ze względu na wymogi proceduralne poszczególnych urzędów. W praktyce starania o zezwolenia powinno rozpocząć się co najmniej na 3 miesiące przed planowanym terminem odłowów. W celu ustalenia właściwych organów, do których należy wystąpić o zezwolenia, konieczne jest określenie położenia każdego z planowanych stanowisk w granicach administracyjnych województwa, obwodu rybackiego oraz w odniesieniu do niektórych obszarowych form ochrony przyrody, jak parki narodowe i rezerwy przyrody. W szczególności należy uzyskać następujące dokumenty:

- Decyzję marszałka województwa o zezwoleniu na przeprowadzenie odłowów monitoringowych w tym na odstępstwo od zakazu połowu ryb o wymiarach ochronnych, w okresie ochronnym oraz o ile jest to konieczne – od zakazu połowu w odległości mniejszej niż 50 m od budowli i urządzeń piętrzących wodę oraz w obrębie ochronnym;
- Decyzję Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska (w przypadku programu monitoringu obejmującego teren kraju – Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska) o odstępstwie od zakazu umyślnego chwytania w stosunku do gatunków zwierząt objętych ochroną gatunkową (z wyszczególnieniem spodziewanych w odłowie chronionych gatunków ryb i minogów) oraz o ile stanowisko położone jest w rezerwacie przyrody – decyzję Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska o zezwoleniu na wykonanie badań;
- Decyzję Ministra Środowiska zezwalającą na przeprowadzenie odłowów ichtiofauny na terenie parku narodowego;
- Zgodę rybackiego użytkownika obwodu rybackiego, w którym położone jest stanowisko na przeprowadzenie odłowów.

Przed przystąpieniem do odłowów konieczne jest również powiadomienie o ich dokładnym terminie i miejscu właściwej jednostki Państwowej Straży Rybackiej, a także użytkownika rybackiego. Należy również powiadomić właściwą komendę Policji, zaś w przypadku prowadzenia badań w strefie nadgranicznej – także odpowiednią jednostkę Straży Granicznej.

Po zakończeniu badań niezbędne jest przekazanie odpowiednich sprawozdań, na zasadach określonych w każdej z uzyskanych decyzji.

Sposób prowadzenia odłowu i zasady bezpieczeństwa

Do połowu metodą brodzenia sugeruje się użycie agregatu plecakowego o mocy do 1,8 kW, z zastosowaniem prądu dwupołówkowo wyprostowanego o napięciu 220 V i natężeniu 3–5 A, wyposażonego we włącznik bezpieczeństwa (Ryc. 4). Dopuszczalne jest również stosowanie atestowanych urządzeń do połowów ryb, zasilanych z akumulatora. Ręczną anodę tworzy okrągły kasar obsyty bezwęzłową siatką o oku 5 mm. Katodę stanowi pleciana linka miedziana o długości około 1 m (długość zmienna w zależności od przewodności wody).

Do połowu z łodzi wykorzystuje się agregat stacjonarny o mocy powyżej 1,8 kW, napięciu prądu stałego 150–300 V i natężeniu 3–5 A, wyposażony w jedną lub dwie anody oraz włącznik bezpieczeństwa (Ryc. 5). Anody stanowią okrągłe kasary obszyte bezwęzłową siatką o oku 5 mm. Katodę stanowi pleciona linka miedziana o długości około 2 m. Połów metodą brodenia prowadzi się w zespole 4-osobowym, a połów z łodzi – w zespole 3- lub 5-osobowym, odpowiednio z wykorzystaniem jednej lub dwóch anod.

Do połowu metodą mieszaną wykorzystuje się agregat plecakowy albo stacjonarny znajdujący się na łodzi lub na brzegu rzeki. Możliwe jest prowadzenie odłowu z wykorzystaniem obydwu typów agregatów, przy czym jeden zespół łowi z łodzi, a drugi metodą brodenia. Inna możliwość polega na wykorzystaniu anody podłączonej do agregatu stacjonarnego na łodzi lub na brzegu do połowu metodą brodenia (przy odpowiedniej długości przewodu łączącego).

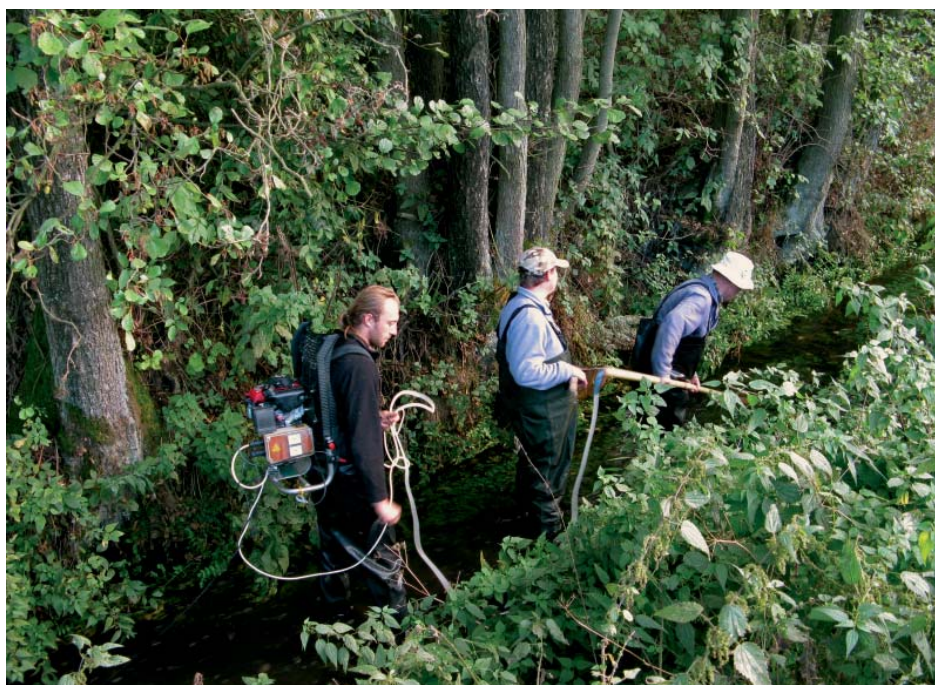


Ryc. 4. Plecakowy agregat prądotwórczy do połowów metodą brodenia (fot. M. Adamczyk)



Ryc. 5. Stacjonarny agregat prądotwórczy do połowów z łodzi (fot. M. Adamczyk)

Zespołem prowadzącym połowy musi kierować osoba posiadająca odpowiednie uprawnienia w zakresie eksploatacji elektrycznych narzędzi połowu ryb, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa z dn. 4 lutego 1980 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w rybactwie śródlądowym § 37 ust. 1 i 3 (Dz. U. 1980, nr 6, poz. 17). Podczas prowadzenia odłowu elektrycznego należy zachować szczególną ostrożność, a osoba obsługująca włącznik bezpieczeństwa powinna niezwłocznie przerwać połów w sytuacji zagrożenia. Nie wolno prowadzić elektropołowu w czasie opadów atmosferycznych. Łowicy metodą brodzenia przemieszczają się pod prąd rzeki, środkiem – na wąskich ciekach lub skosem od jednego brzegu do drugiego – na rzekach o większej szerokości, natomiast łowicy z łodzi prowadzą odłów spływając wolno z prądem rzeki (Ryc. 3). Podczas połowu należy obławiać zróżnicowane siedliska, z uwzględnieniem kryjówek ryb pod korzeniami drzew i kamieniami, płatów roślinności wodnej, odcinków o dnie żwirowym oraz odłożonych w zastoiskach nanosów mułu (Ryc. 6).



Ryc. 6. Połów metodą brodzenia z zastosowaniem agregatu plecakowego (fot. J. Szlakowski)

W skład niezbędnego wyposażenia zespołu połowowego, oprócz agregatów, wchodzi następujący sprzęt: 1) samochód umożliwiający poruszanie się w terenie, z przyczepą do transportu łodzi, 2) stabilna i sterowna łódź, wykonana z tworzywa nie przewodzącego prądu, wyposażona w silnik oraz wiosło pychowe, 3) kasary do podbierania ryb obszyte siatką o oku 5 mm, z drzewcem z materiału nieprzewodzącego prądu, 4) pojemniki do przetrzymywania ryb (wiadra, kasty itp.), 5) odzież ochronna: gumowce, wodery lub spodniobuty, sztormiak, kamizelki ratunkowe, rękawice gumowe (Ryc. 7). Poza tym wymagany jest sprzęt zapewniający możliwość przeprowadzenia pomiarów ryb w warunkach przyżyciowych: zestaw napowietrzający (butla z tlenem, reduktor, rurki doprowadzające), miarka do pomiaru długości ryb (dokładność 1 mm), przenośna waga (dokładność 1 g), protokoły terenowe (Ryc. 8).



Ryc. 7. Zestaw do transportu łodzi (A) oraz sprzęt przygotowany do połowu z łodzi z zastosowaniem agregatu stacjonarnego wyposażonego w dwie anody (B) (fot. M. Adamczyk, J. Szlakowski)

Wskazane jest posiadanie aparatury umożliwiającej wykonanie pomiarów: temperatury, natlenienia, przewodności właściwej, pH i prędkości wody, a także urządzenia GPS, dalmierza oraz aparatu fotograficznego dla dokumentacji stanowiska. Łódź napędzana silnikiem spalinowym z osobnym zbiornikiem paliwa powinna być dodatkowo wyposażona w gaśnicę proszkową ABC o wielkości napełnienia 2 kg. Szczegółowe wymagania dotyczące wyposażenia łodzi określa Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 listopada 2010 r. w sprawie wymagań technicznych i wyposażenia statków żeglugi śródlądowej oraz upoważniania podmiotów do wykonywania przeglądów technicznych statków (Dz. U. 2010 nr 216 poz. 1423).

Analiza materiału biologicznego

Prace z materiałem biologicznym wykonywane są w warunkach przyżyciowych w terenie. W celu zapewnienia maksymalnie wysokiej przeżywalności ryb niezbędne jest skompletowanie odpowiedniego sprzętu do napowietrzania wody (butla z tlenem wyposażona w reduktor i zestaw rurek rozprowadzających tlen do pojemników z rybami) (Ryc. 8). Konieczne jest również zapewnienie odpowiedniej liczby osób do analizy połowu, co skraca czas przetrzymywania złowionych ryb. Wskazane jest unikanie prowadzenia odłowów w okresach o szczególnie wysokich temperaturach, gdyż podwyższona temperatura wody zmniejsza rozpuszczalność tlenu i podnosi ryzyko śmiertelności ryb. Po zakończeniu połowu próbę ryb umieszcza się natychmiast w kastrach z natlenianą wodą i dokonuje ich sortowania na gatunki. Osoby prowadzące monitoring ichtiofauny, które nie posiadają wykształcenia ichtiologicznego powinny być przeszkolone w zakresie rozpoznawania gatunków ryb. W przypadku wątpliwości, takich jak rozróżnianie młodocianych osobników blisko spokrewnionych gatunków (np. leszcz i krap) można posłużyć się kluczami i podręcznikami do oznaczania gatunków ryb (Gąsowska 1962, Rolik, Rembiszewski 1987, Brylińska 2000). Następnie ryby są liczone, mierzone (długość całkowita – *longitudo totalis*, mierzona od czubka pyska do najdłuższego promienia płetwy ogonowej) z dokładnością do 1 mm i ważone (łącznie dla gatunku) z dokładnością do 1 g (Ryc. 8). W przypadku znacznej liczby ryb masowych gatunków dopuszcza się pomiar długości z dokładnością do 0,5 cm w losowo wybranej podpróbie. W tym celu należy zebrać wszystkie odłowione osobniki danego gatunku w jednym pojemniku i losowo pobrać podpróbę (co najmniej 30 ryb, nie mniej niż 10% odłowionych osobników). Pozostałe ryby są jedynie liczone, a wynik pomiarów jest ekstrapolowany z podpróby. Zbiorczo dane te wprowadza się też do protokołu terenowego dla potrzeb monitoringu (Tab. 2A). Natomiast do wprowadzania wyników szczegółowych pomiarów długości ryb służy odpowiedni protokół (Tab. 2C).





Ryc. 8. Pomiar długości odłowionych ryb w warunkach przyżyciowych na stanowisku monitoringowym (A) oraz stanowisko pomiaru ryb z zestawem napowietrzającym wodę (B) (fot. J. Szlakowski, M. Adamczyk)

W pierwszej kolejności należy wykonać pomiary gatunków ryb objętych ścisłą lub częściową ochroną gatunkową zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 6 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt (Dz. U. z 2014 r. poz. 1348) oraz gatunków chronionych w ramach Sieci Natura 2000 wymienionych w załącznikach Dyrektywy Siedliskowej (Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992).

Do gatunków prawnie chronionych w Polsce należą:

- jesiotr zachodni *Acipenser sturio*: ochrona ścisła;
- koza złotawa *Sabanejewia aurata*: ochrona ścisła, dyrektywa siedliskowa;
- strzebla błotna *Eupallasella percnurus* (*Eupalasella perenurus*): ochrona ścisła, dyrektywa siedliskowa;
- głowacica *Hucho hucho*: ochrona ścisła – osobniki występujące w dorzeczu Dunaju;
- minóg morski *Petromyzon marinus*: ochrona ścisła;
- aloza *Alosa alosa*: ochrona częściowa;
- parposz *Alosa fallax*: ochrona częściowa;
- śliz pospolity *Barbatula barbatula*: ochrona częściowa;
- koza dunajska *Cobitis elongatoides*: ochrona częściowa;
- koza pospolita *Cobitis taenia*: ochrona częściowa, dyrektywa siedliskowa;
- piskorz *Misgurnus fossilis*: ochrona częściowa, dyrektywa siedliskowa;
- piekielnica *Alburnoides bipunctatus*: ochrona częściowa;
- brzanka *Barbus peloponnesius* (*B. carpathicus*, *B. meridionalis*): ochrona częściowa, *Barbus* spp.: dyrektywa siedliskowa;
- ciosa *Pelecus cultratus*: ochrona częściowa – osobniki poza populacją Zalewu Wiślanego;
- różanka *Rhodeus sericeus* (*Rhodeus amarus*): ochrona częściowa, dyrektywa siedliskowa;
- kiełb białooplewy *Romanogobio albpinnatus* (*Gobio albpinnatus*, *Romanogobio vladykovi*): ochrona częściowa, dyrektywa siedliskowa;
- kiełb Kesslera *Romanogobio kessleri* (*Gobio kesslerii*): ochrona częściowa, dyrektywa siedliskowa;

- minóg ukraiński *Eudontomyzon mariae*: ochrona częściowa, dyrektywa siedliskowa;
- minóg rzeczny *Lampetra fluviatilis*: ochrona częściowa, dyrektywa siedliskowa;
- minóg strumieniowy *Lampetra planeri*: ochrona częściowa, dyrektywa siedliskowa;
- głowacz białopłetwy *Cottus gobio*: ochrona częściowa, dyrektywa siedliskowa;
- głowacz przęgopłetwy *Cottus poecilopus*: ochrona częściowa;
- łosoś atlantycki *Salmo salar*: dyrektywa siedliskowa;
- lipień europejski *Thymallus thymallus*: dyrektywa siedliskowa;
- brzana *Barbus barbus*: dyrektywa siedliskowa;
- boleń *Aspius aspius*: dyrektywa siedliskowa.

Ponadto wskazane jest możliwie szybkie przeprowadzenie pomiarów innych gatunków wrażliwych na niedobory tlenu, jak: pstrąg potokowy *Salmo trutta fario*, troć wędrowną *Salmo trutta trutta*, troć jeziorową *Salmo trutta lacustris*, sieja wędrowną *Coregonus lavaretus*, strzebla potokowa *Phoxinus phoxinus*, świnka *Chondrostoma nasus*, certa *Vimba vimba*, jelec *Leuciscus leuciscus* oraz gatunków drapieżnych, jak sandacz *Sander lucioperca* i szczupak *Esox lucius*. Jest to podyktowane potrzebą minimalizacji ryzyka pogorszenia kondycji lub śmiertelności ryb z gatunków chronionych i szczególnie cennych.

Po zakończeniu pomiarów ryby należy niezwłocznie uwolnić do rzeki, z której je odłowiono, z wyjątkiem gatunków obcych, wymienionych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym (Dz.U. 2011, nr 210, poz. 1260). Ryb z inwazyjnych gatunków obcych, do których należą: trawianka (*Perccottus glenii*), czebaczek amurski (*Pseudorasbora parva*), sumik karłowaty (*Ameiurus nebulosus*), babka bycza (*Neogobius melanostomus*), babka szczupła (*Neogobius fluviatilis*), babka łysa (*Neogobius gymnotrachelus*) i babka rurkonosa (*Proterorhinus marmoratus* – obecnie opisywana jako *Proterorhinus semilunaris*) oraz pirania paku (*Piaractus brachypomus*) nie wolno wprowadzać ponownie do środowiska. Powinny zostać one w sposób humanitarny uśmiercone.

Protokoły badań terenowych i studyjnych

Wyniki elektropołowu dostarczają jedynie części informacji niezbędnych dla dokonania oceny stanu ekologicznego stanowiska, z zastosowaniem wskaźnika ichtiologicznego EFI+PL lub wskaźnika IBI_PL. Oprócz tego konieczne jest zebranie dodatkowych danych i parametrów, bezpośrednio na stanowisku oraz z wykorzystaniem map topograficznych (w wersji papierowej lub cyfrowej, np. www.geoportal.gov.pl), Mapy Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP) i Atlasu Hydrograficznego Polski (Czarnecka 2005).

Informacje charakteryzujące stanowisko połowowe oraz wyniki odłowu (gatunki, liczba i masa ryb), powinny być zapisywane w formularzach, których wzory zamieszczono poniżej (Tab. 2A, B, C).

Tab. 2A. Protokół nr 1 – służący gromadzeniu podstawowych danych do monitoringu rzek dla potrzeb oceny ich stanu ekologicznego na podstawie ichtiofauny

Protokół Nr 1									
Zespół badawczy				Długość stanowiska (m)					
Kod stanowiska				Strefa odławiania					
Data połowu				Szerokość strefy połowu (m)					
Godzina				Powierzchnia połowu (m ²)					
Rzeka				Sposób połowu					
Recyipient				Typ agregatu					
Nazwa stanowiska				Moc agregatu (kW)					
Długość geograficzna				Natężenie (A)					
Szerokość geograficzna				Napięcie (V)					
Czynniki fizykochemiczne i morfologia rzeki na stanowisku									
Średnia głębokość koryta (cm)				Struktura dna (naturalnie dominujący substrat)					
Średnia szerokość koryta (m)				Prędkość wody (ms ⁻¹)					
Strefa przejściowa				Przewodność (μS cm ⁻¹)					
Umocnienia brzegów (tak/nie)				Temperatura wody (°C)					
Urozmaicenie dna (ocena w skali 1–3–5)				Bliskie otoczenie					
Dane ichtiologiczne									
Lp.	Gatunek	Liczba ryb		Masa ryb (g)	Lp.	Gatunek	Liczba ryb		Masa ryb (g)
		Łącznie	≤150 mm				Łącznie	≤150 mm	
1					11				
2					12				
3					13				
4					14				
5					15				
6					16				
7					17				
8					18				
9					19				
10					20				
Uwagi (np. osobniki z anomaliami, hybrydy)									

* liczba ryb o długości całkowitej (*l.t.*) mniejszej lub równej 150 mm

LEGENDA DO PROTOKOŁU NR 1:

Zespół badawczy – np. nazwa ośrodka naukowego, nazwisko kierującego pracami;

Kod stanowiska – kod do 15 znaków, rozpoczynający się od PL_M dla stanowisk monitoringowych lub od PL_R dla stanowisk referencyjnych np. PL_M8BIEB – stanowisko monitoringowe nr 8 na Biebrzy, PL_R1NARWAN tj. stanowisko referencyjne (R) nr 1 na Narwi w miejscowości Waniewo;

Data połowu wg formatu (dd/mm/rrrr);

Godzina – godzina rozpoczęcia połowu;

Rzeka – nazwa rzeki, na której usytuowano stanowisko połowu ryb, źródła: MPHP oraz Wykaz nazw wód płynących 2016;

Recypient – nazwa rzeki lub akwenu, do którego uchodzi badana rzeka źródła: MPHP oraz Wykaz nazw wód płynących 2016;

Nazwa stanowiska – opis miejsca połowu np. nazwa najbliższej miejscowości;

Długość i szerokość geograficzna – na podstawie odczytu z map GPS (Global Positioning System), w systemie dziesiętnym;

Długość stanowiska – w metrach;

Strefa odławiana – zapis jaka strefa rzeki na stanowisku była odławiana (cała powierzchnia, jeden brzeg, albo dwa brzegi);

Szerokość strefy połowu – szerokość pasa odłowionego (średnia szerokość odławiana, z uwzględnieniem efektywnego zasięgu działania pola elektrycznego wokół anody), w metrach;

Powierzchnia odławiana (m²) – wyliczona powierzchnia, na której dokonano połowu ryb; przy znanej długości i szerokości pasa łowienia na badanym stanowisku;

Sposób połowu – z łodzi, brodenie lub mieszany;

Typ agregatu – agregat prądotwórczy stacjonarny bądź plecakowy;

Moc, Napięcie, Natężenie – parametry agregatu: moc wyrażona w kilowatach (kW), napięcie wyrażone w woltach (V) oraz natężenie wyrażone w amperach (A).

Czynniki fizykochemiczne i morfologia rzeki na stanowisku:

Średnia głębokość koryta (cm) – zapis średniej głębokości koryta rzeki na badanym stanowisku wyliczonej na podstawie kilkunastu pomiarów cząstkowych, które mogą być dokonywane np. co 10 metrów na badanym stanowisku;

Średnia szerokość koryta (m) – wynik uśredniony z kilku pomiarów na stanowisku;

Strefa przejściowa – w zapisie powinien się znaleźć krótki opis strefy przybrzeżnej (ripariowej), wraz z informacją o obecności drzew lub krzewów na brzegach rzeki;

Umocnienia brzegów – tak/nie;

Urozmaicenie dna (skala 1–3–5) – zróżnicowanie dna rzeki na stanowisku oceniane ekspercko w trzech wartościach, gdzie wartość 1 oznacza brak urozmaicenia dna, wartość 3 oznacza średnio urozmaiczone dno, wartość 5 oznacza duże urozmaicenie;

Struktura dna (naturalnie dominujący substrat) – pierwotna struktura dna rzeki (ocena ekspercka w oparciu o stan aktualny i widoczne przekształcenia antropogeniczne) na stanowisku, wg kategorii: Muł/glina (granulacja: <0,2 mm); Piasek: (0,2–2,0 mm); Żwir/kamienie (2–200 mm); Głazy (>200 mm);

Prędkość wody (m/s) – zapis sporządzony na podstawie uśrednionych kilku pomiarów;

Przewodność (mS/cm³) – przewodność wody na stanowisku pomiar w terenie, za pomocą konduktometru;

Temperatura wody – temperatura wody na stanowisku, w °C, dokładność do 0,1°C;

Bliskie otoczenie – opis okolicy w promieniu 100 m od brzegu rzeki na stanowisku wg następujących kategorii: 1) las, 2) łąki, 3) pola, 4) stawy, 5) zabudowa/drogi.

DANE ICHTIOLOGICZNE:

Gatunek – nazwa gatunkowa, według zamkniętej listy (Tab. 3), preferowany zapis nazwy łacińskiej;

Liczba ryb – liczba osobników łącznie dla gatunku oraz w klasie długości całkowitej (*longitudo totalis* – *l.t.*) mniejszej lub równej 150 mm;

Masa ryb (g) – łącznie dla gatunku, pomiar z dokładnością do 1 g;

Uwagi – miejsce na dodatkowe informacje dotyczące obecności osobników z anomaliaми lub hybryd oraz charakterystyki stanowiska i warunków połowu.

Tab. 2B. Protokół nr 2 – służący gromadzeniu podstawowych danych abiotycznych o badanej rzece

Protokół Nr 2	
Dane geograficznego usytuowania stanowiska	
Kod stanowiska	
Rzeka	
Długość geograficzna	
Szerokość geograficzna	
Nazwa stanowiska – miejscowość, wieś itp.	
Kod JCWP rzeki	
Kod PPK	
Rzędowość rzeki	
Województwo	
Kod ekoregionu	
Czynniki abiotyczne	
Wysokość n.p.m.	
Typ abiotyczny JCWP	
Typ geologiczny rzeki	
Geomorfologia rzeki	
Odległość stanowiska od źródła rzeki (km)	
Wielkość dorzecza	
Klasa wielkości dorzecza	
Spadek na stanowisku (‰)	
Obecność jezior naturalnych powyżej stanowiska	
Zakłócenia przepływu naturalnego (tak/nie)	

LEGENDA DO PROTOKOŁU NR 2:

Dane geograficznego usytuowania stanowiska:

Kod stanowiska, Rzeka, Długość i szerokość geograficzna, Nazwa stanowiska – zgodnie z protokołem nr 1;

Kod JCWP rzeki – według zestawienia kodów JCWP (wykaz dostępny pod adresem: www.kzgw.gov.pl/files/file/Programy/PWSK/PWSK_zalacznik_1.xls);

Kod PPK – kod punktów pomiarowo-kontrolnych, wg PMŚ;

Rzędowość rzeki – według klasyfikacji krajowej (Czarnecka 2005);

Województwo – nazwa województwa, na terenie którego znajduje się stanowisko badawcze;

Kod ekoregionu – zapis liczbowy: 9 – Wyżyny Centralne, 10 – Karpaty, 14 – Niziny Centralne (ekoregion rozszerzony o prawobrzeżną część zlewni Wisły, oraz zlewnie Niemna i Pregoły w granicach Polski).

Czynniki abiotyczne:

Wysokość n.p.m. – wysokość, na której znajduje się stanowisko (w metrach) odczytana z map – np. www.geoportal.gov.pl;

Typ abiotyczny JCWP – klasyfikacja do jednego z 26 typów lub typ nieokreślony (0) – według rozporządzenia (Dz. U. 2011, nr 258 poz. 1549);

Typ geologiczny rzeki – calcareous (węglanowa), organic (organiczna), siliceous (krzemianowa);

Geomorfologia rzeki – ukształtowanie i przebieg doliny rzecznej: rzeka: 1) Sinusoidalna, 2) Meandrująca regularnie, 3) Silnie meandrująca, 4) Warkoczowa, 5) Naturalnie prosta;

Odległość stanowiska od źródła rzeki (km) – odległość w kilometrach, w jakiej znajduje się stanowisko od źródła (źródeł) badanej rzeki, według map, np. Atlasu podziału hydrograficznego Polski (Czarnecka 2005), MPHP;

Wielkość dorzecza – powierzchnia obszaru dorzecza powyżej stanowiska, w km², na podstawie Atlasu podziału hydrograficznego Polski (Czarnecka 2005);

Klasa wielkości dorzecza – do 100 km², 100–1000 km², 1000–10 000 km², powyżej 10 000 km²;

Spadek (‰) – liczony jako różnica wysokości podzielona przez długość ciek, dla odcinka rzeki (1 km – dla rzek o zlewni do 100 km², 5 km – od 100 do 1000 km², 10 km – powyżej 1000 km²) obejmującego stanowisko, na podstawie odczytu z map topograficznych – np. www.geoportal.gov.pl;

Obecność jezior naturalnych powyżej stanowiska – tak/nie;

Zakłócenia przepływu naturalnego – tak/nie.

Tab. 2C. Protokół nr 3 – służący gromadzeniu danych o długości i masie osobników ryb odłowionych na stanowisku monitoringowym.

Data Rzeka Stanowisko.....

Uwagi

Gatunek	Lp.	L.t. (cm)	M (g)	Gatunek	Lp.	L.t. (cm)	M (g)

LEGENDA DO PROTOKOŁU NR 3:

Data, Rzeka, Stanowisko – jak w protokole nr 1;

Uwagi – np. dotyczące pomiarów w podpróbie (łączna liczba ryb, wielkość podpróby);

Gatunek – nazwa gatunkowa, według zamkniętej listy (Tab. 3), preferowany zapis nazwy łacińskiej;

Lp. – kolejny numer osobnika z danego gatunku;

L.t. (cm) – długość całkowita (*longitudo totalis*) w cm, mierzona od końca pyska do najdłuższego promienia płetwy ogonowej;

M (g) – masa osobnika w gramach (opcjonalnie).

Tab. 3. Lista nazw gatunków uwzględnianych przez program obliczający wskaźnik EFI+IBI_PL. Wymieniono gatunki rodzime i obce występujące w Polsce. Nazwy łacińskie wg EFI+ Manual 2009 – akceptowane przez program obliczający wskaźniki EFI+IBI_PL

Nazwa łacińska	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Nazwa polska
<i>Abramis ballerus</i>	rozpiór	<i>Lepomis gibbosus</i>	bass słoneczny
<i>Abramis bjoerkna</i>	krąp	<i>Leucaspis delineatus</i>	słonecznica
<i>Abramis brama</i>	leszcz	<i>Leuciscus cephalus</i>	kleń
<i>Abramis sapa</i>	sapa	<i>Leuciscus idus</i>	jaź
<i>Acipenser oxyrinchus</i>	jesiotr ostronosy	<i>Leuciscus leuciscus</i>	jelec
<i>Acipenser sturio</i>	jesiotr zachodni	<i>Lota lota</i>	miętus
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	piekielnica	<i>Misgurnus fossilis</i>	piskorz
<i>Alburnus alburnus</i>	ukleja	<i>Neogobius fluviatilis</i>	babka szczupła
<i>Alosa alosa</i>	aloza	<i>Neogobius gymnotrachelus</i>	babka łysa
<i>Alosa fallax</i>	parposz	<i>Neogobius melanostomus</i>	babka bycza
<i>Ameiurus melas</i>	sumik czarny	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	pstrąg tęczy
<i>Ameiurus nebulosus</i>	sumik karłowaty	<i>Oreochromis niloticus</i>	tilapia
<i>Anguilla anguilla</i>	węgorz	<i>Osmerus eperlanus</i>	stynka
<i>Aspius aspius</i>	boleń	<i>Pelecus cultratus</i>	ciosa
<i>Barbatula barbatula</i>	śliz	<i>Perca fluviatilis</i>	okoń
<i>Barbus barbus</i>	brzana	<i>Perccottus glenii</i>	trawianka
<i>Barbus cyclolepis</i>	brzana karpacka	<i>Petromyzon marinus</i>	minóg morski
<i>Barbus meridionalis</i>	brzanka	<i>Phoxinus phoxinus</i>	strzebla potokowa
<i>Barbus peloponnesius</i>	brzanka	<i>Platichthys flesus</i>	stornia
<i>Barbus petenyi</i>	brzanka	<i>Proterorhinus semilunaris</i>	babka rurkonosa
<i>Carassius auratus</i>	karaś złocisty	<i>Pseudorasbora parva</i>	czebaczek amurski
<i>Carassius carassius</i>	karaś pospolity	<i>Pungitius pungitius</i>	cierniczek
<i>Carassius gibelio</i>	karaś srebrzysty	<i>Rhodeus amarus</i>	różanka
<i>Chondrostoma nasus</i>	świnka	<i>Romanogobio vladykovi</i>	kielb białopłetwy
<i>Clarias gariepinus</i>	sumik afrykański	<i>Rutilus rutilus</i>	płóc
<i>Cobitis taenia</i>	koza	<i>Sabanejewia aurata</i>	koza złotawa

Nazwa łacińska	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Nazwa polska
<i>Coregonus albula</i>	sielawa	<i>Salmo salar</i>	łośoś atlantycki
<i>Coregonus lavaretus</i>	sieja	<i>Salmo trutta fario</i>	pstrąg potokowy
<i>Coregonus peled</i>	peluga	<i>Salmo trutta lacustris</i>	troć jeziorowa
<i>Cottus gobio</i>	głowacz białopłetwy	<i>Salmo trutta trutta</i>	troć wędrowna
<i>Cottus poecilopus</i>	głowacz przegopłetwy	<i>Salvelinus alpinus</i>	palia
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	amur biały	<i>Salvelinus fontinalis</i>	pstrąg źródłany
<i>Cyprinus carpio</i>	karp	<i>Sander lucioperca</i>	sandacz
<i>Esox lucius</i>	szczupak	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	wzdręga
<i>Eudontomyzon mariae</i>	minóg ukraiński	<i>Silurus glanis</i>	sum
<i>Eupallasella perenurus</i>	strzebla błotna	<i>Thymallus thymallus</i>	lipień
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	ciernik	<i>Tinca tinca</i>	lin
<i>Gobio gobio</i>	kiełb	<i>Umbra krameri</i>	muławka bałkańska
<i>Gobio kesslerii</i>	kiełb Kesslera	<i>Umbra pygmaea</i>	muławka wschodnioamerykańska
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	jazgarz	<i>Vimba vimba</i>	certa
<i>Hucho hucho</i>	głowacica		
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	tołpyga biała		
<i>Lampetra fluviatilis</i>	minóg rzeczny		
<i>Lampetra planeri</i>	minóg strumieniowy		

* gatunki obce wyróżniono pogrubioną czcionką

Zgromadzone i zapisane w protokołach nr 1 i nr 2 dane dotyczące struktury gatunkowej i wielkościowej zespołów ichtiofauny oraz parametrów środowiskowych stanowią informacje niezbędne do oceny stanu ekologicznego rzek z zastosowaniem wskaźników ichtiologicznych oraz do wypełnienia bazy danych.

Wypełnianie pliku wejściowego aplikacji obliczeniowej wskaźnika EFI+IBI_PL

Zgromadzone w protokołach informacje wprowadzane są do podstawowego arkusza wejściowego. Sposób wprowadzania danych do arkusza wejściowego programu EFI+IBI_PL (plik_wsadowy.xls, arkusz „Wsadowy”) oraz ich format przedstawiono w Tab. 4. Część parametrów zawiera zamkniętą listę zmiennych, co ułatwia prawidłowe wprowadzenie danych. Dotyczy to w szczególności parametrów uwzględnianych przez wskaźniki ichtiologiczne, które muszą być wprowadzone w formie odczytywanej przez oprogramowanie – niewłaściwe wprowadzenie danych skutkuje komunikatem o błędzie. Zamknięte listy parametrów znajdują się w drugim arkuszu pliku wejściowego (plik_wsadowy.xls, arkusz „Kody”). W podstawowym pliku wejściowym dane wprowadzane są w ten sposób, że jeden wiersz odpowiada jednemu gatunkowi ryb zarejestrowanemu na danym stanowisku, dane charakteryzujące stanowisko kopiowane są w tylu wierszach, ile gatunków zarejestrowano. W zbiorczej wynikowej bazie Access taki układ danych występuje w tabeli „Gatunek”, natomiast w tabeli „Stanowisko” jednemu wierszowi odpowiadają dane z jednego stanowiska.

Dane do arkusza podstawowego wprowadza się zasadniczo zgodnie z formatami zaleconymi w podręczniku metody EFI+ (EFI+ Manual, 2009), z uwzględnieniem modyfikacji związanych ze specyfiką warunków rzek Polski (Adamczyk i in. 2013). Modyfikacje te dotyczą w szczególności:

- Przypisania całego obszaru Polski do trzech ekoregionów (Karpaty, Równiny Centralne, Wyżyny Centralne), z wyłączeniem wyróżnionego przez Illiesa (1978) ekoregionu Równiny Wschodnie, którego obszar w Polsce obejmuje prawobrzeżną część zlewni Wisły oraz niewielkie dorzecza Niemna i Pregocy. Ze względów praktycznych, związanych z podobieństwem ichtiofauny (Backiel i in. 2000), należy włączyć ten obszar do ekoregionu Równin Centralnych.
- Przypisania niewielkiego obszaru dorzecza Dniestru (w Polsce zlewnia rzek Strwiąż i Mszanka) do dorzecza Wisły, w związku z brakiem dorzecza Dniestru w opcjach wyboru programu EFI+. Jest to uzasadnione, ze względu na zbliżoną strukturę zespołów ryb tych dorzeczy (Kukuła i Bylak 2010).
- Nazwy gatunkowe ryb (w języku łacińskim) wprowadza się zgodnie z zamkniętym wykazem podanym w tabeli 3.

Po wprowadzeniu do podstawowego arkusza wejściowego (plik_wsadowy.xls) kompletu danych aplikacja programu EFI+IBI_PL eksportuje zmienne do modułu obliczeniowego pro-

gramu EFI+ lub programu IBI_PL oraz przenosi zawarte w arkuszu wejściowym informacje do odpowiednich kolumn bazy danych. Oprócz podstawowego arkusza wejściowego konieczne jest wypełnienie dodatkowego arkusza wejściowego dotyczącego ryb wędrownych, w osobnym pliku (plik_IRS_D.xls). W arkuszu tym dla każdego stanowiska wprowadzane są podstawowe dane (kod stanowiska, współrzędne geograficzne, nazwa stanowiska, nazwa rzeki, data połowu oraz typ abiotyczny rzeki – w identycznej kolejności stanowisk jak w arkuszu podstawowym) a następnie wypełniane są pola z informacją o historycznym i aktualnym występowaniu ryb dwuśrodowiskowych (Tab. 5). Informacje te uzyskuje się z literatury (Świerżowski 1975, Brylińska 2000, Wiśniewolski i Engel 2006, Błachuta i in. 2010) i innych dostępnych źródeł, w tym danych od rybackich użytkowników wód, dotyczących np. zarybień gatunkami dwuśrodowiskowymi. Dane o historycznym zasięgu części gatunków dwuśrodowiskowych (jesiotr, łosoś, troć wędrowna, cęta, sieja wędrowna, węgorz) są dobrze udokumentowane w cytowanej wyżej literaturze, jednak dla takich gatunków jak np. minóg rzeczny i morski, aloza, parposz informacje te są mniej precyzyjne i często konieczne jest sięgnięcie do bardziej specjalistycznej literatury, lub informacji ze źródeł lokalnych (np. okręgi PZW, rybacy zawodowi). Ogólna zasada, przyjęta dla potrzeb monitoringu zakłada, że jeśli badana rzeka znajduje się w historycznym zasięgu gatunku i występują w niej, lub w jej dopływach powyżej stanowiska dogodne tarliska (np. odcinki o dnie żwirowym i chłodnej wodzie w przypadku ryb łososiowatych, minogów i certy) lub żerowiska (jeziora – w przypadku węgorza), to gatunek należy uznać za obecny historycznie w badanej rzece. Z kolei gatunek należy uznać za obecny aktualnie, jeśli istnieją dane o jego występowaniu do badanej rzeki w celu wędrówki na tarliska lub żerowiska albo o występowaniu naturalnego rozrodu w zlewni powyżej stanowiska. Jeśli gatunek anadromiczny (rozradzający się w rzece) występuje współcześnie głównie dzięki zarybieniu, to należy uważać go za aktualnie obecny jeżeli ma on możliwość dotarcia do morza i powrotu na tarliska zlokalizowane w zlewni badanej rzeki. O aktualnym występowaniu gatunku decyduje więc praktycznie drożność szlaku migracyjnego między badanym odcinkiem rzeki a morzem oraz zachowanie przynajmniej części potencjalnych tarlisk w zlewni rzeki powyżej stanowiska. W odniesieniu do węgorza, który jest gatunkiem katadromicznym (rozradzającym się w morzu) dopuszcza się uznanie gatunku za aktualnie obecny nawet przy braku drożności szlaku migracyjnego dla osobników wstępujących. Warunkiem jest, aby węgorz występował licznie w zlewni badanej rzeki dzięki systematycznym zarybieniom oraz by przynajmniej część osobników miała możliwość odbycia wędrówki tarłowej do morza, co przyczynia się do zachowania światowej populacji tego gatunku (Szlakowski i in. 2013).

Informacje dotyczące występowania ryb dwuśrodowiskowych służą obliczeniu wskaźnika D, wykorzystywanego przy ocenie rzek należących do typów abiotycznych nr 0–21 i 26. Aplikacja programu EFI+IBI_PL oblicza wartość wskaźnika diadromicznego (D) i przenosi wynik do odpowiedniej kolumny arkusza „Stanowisko” w bazie danych Access. Dla typów nr 23, 24, 25 (rzeki organiczne i śródjeziorne), w których ryby wędrowne odgrywają mniejszą rolę, wskaźnika D nie oblicza się. Dla stanowisk, dla których wskaźnik D nie jest obliczany w arkuszu wsadowym (plik_IRS_D.xls) wprowadza się „Brak danych” dla wszystkich gatunków ryb wędrownych.

Tab. 4. Parametry wejściowe oraz dane połowowe niezbędne do wypełnienia arkusza wejściowego (plik_wsadowy.xls) oraz obliczenia wartości wskaźników EFI+PL i IBI_PL. Parametry obligatoryjne dla obliczenia wskaźnika pogrubiono

Parametr	Zakres wartości	Opis	Baza danych	EFI+PL	IBI_PL
Lp.	1 do n	Kolejny nr wiersza	Tak	Nie	Nie
NR	SM1 do SMn	Kolejny numer stanowiska	Tak	Nie	Nie
Kod_stan	Wolne pole tekstowe	Kod do 15 znaków rozpoczynający się od PL_M dla stanowisk onitringowych lub od PL_R dla stanowisk referencyjnych	Tak	Tak	Tak
Dług_geogr_E	14.070000–24.080000	Wartość w stopniach i dziesiątych, układ WGS 84	Tak	Tak	Tak
Szer_geogr_N	49.000000–4.500000	Wartość w stopniach i dziesiątych, układ WGS 84	Tak	Tak	Tak
Nazwa_stanowiska	Wolne pole tekstowe	Np. nazwa najbliższej miejscowości	Tak	Tak	Tak
Rzeka	Wolne pole tekstowe	Nazwa badanej rzeki	Tak	Tak	Tak
Rzędowość	1 do n	Wg Czarnecka 2005	Tak	Nie	Nie
Kod_JCWP	Lista zamknięta	Kod jednolitej części wód powierzchniowych	Tak	Nie	Nie
Kod_ppk	Lista zamknięta	Kod punktu pomiarowo-kontrolnego	Tak	Nie	Nie
Województwo	Lista zamknięta	Nazwy 16 województw, wielkie litery	Tak	Nie	Nie
HMWB	Lista zamknięta	Kategoria JCWP: NAT – naturalna, HMWB – silnie zmieniona, AWB – sztuczna	Tak	Nie	Nie
Typ_abiotyczny	0–26	Wg rozporządzenia (Dz. U. 2011, nr 258 poz. 1549)	Tak	Tak	Tak
Typ_geologiczny	calcareous, siliceous, organic	Typ geologiczny rzeki: calcareous – wapienna, siliceous – krzemianowa, organic – organiczna	Tak	Nie	Nie
Recypient	Wolne pole tekstowe	Nazwa rzeki lub akwenu, do którego uchodzi badana rzeka	Tak	Nie	Nie
Dorzecze	Lista zamknięta	Główne dorzecza rzek Polski: Morze Bałtyckie (wybrzeże kontynentalne), Wisła, Odra, Dunaj, Niemen, Łaba	Tak	Tak	Nie
Ekoregion	9, 10, 14	Dostępne opcje wyboru: 9 – Wyżyny Centralne, 10 – Karpaty, 14 – Równiny Centralne	Tak	Tak	Nie
Dz.	1 do 31	Data połowu	Tak	Tak	Tak
M-c	1 do 12	Data połowu	Tak	Tak	Tak
Rok	4 cyfry	Data połowu	Tak	Tak	Tak

Parametr	Zakres wartości	Opis	Baza danych	EFI+PL	IBI_PL
Odleg_od_źródeł_km	1,00–1100,00	Mierzona wzdłuż rzeki w oparciu o mapy 1:25 000 lub z Atlasu Hydrologicznego Polski IMGW (Czarnecka 2005)	Tak	Tak	Nie
Wys. n.p.m_m	-2,0–2500,0	Wysokość stanowiska	Tak	Tak	Tak
Szer_rzeki_m	0,00-n	Pomiar w czasie odłowu, zwykle jesienią, przy niskim stanie wód, format liczbowy	Tak	Tak	Nie
Zbiorniki_pow.	Tak / Nie / Brak danych	Obecność zbiorników zaporowych powyżej stanowiska, mogących potencjalnie wpływać na ichtiofaunę	Tak	Nie	Nie
Jeziora_pow.	Tak / Nie / Brak danych	Obecność jezior powyżej stanowiska, mogących potencjalnie wpływać na ichtiofaunę	Tak	Tak	Tak
Typ_geomorfologiczny	Lista zamknięta	Informacja w 5 kategoriach do wyboru: Sinusoidalna, Meandrująca regularnie, Silnie meandrująca, Warkoczowa, Naturalnie prosta; dane na podstawie obserwacji w terenie i map, dla segmentu rzeki obejmującego stanowisko.	Tak	Tak	Nie
Dawna_dolina_zalewowa	Tak / Nie / Brak danych	Czy występuje lub występowała dolina zalewowa	Tak	Tak	Nie
Źródło_zasilania_w_wodę	Deszczowe, Śniegowe, Wody podziemne	Informacja w 3 kategoriach. W Polsce przeważa typ zasilania deszczowy, pozostałe mogą występować lokalnie	Tak	Tak	Nie
Zakłócenia_przepływu	Tak / Nie / Brak danych	Czy występują zakłócenia przepływu związane z działalnością człowieka	Tak	Nie	Nie
Dorzecze_km ²	1,00–200000,00	1,00–200000,00	Tak	Tak	Tak
Śred_rocz_temp_powietrza_°C	od -5,00 do 15,00	Średnia roczna temperatura powietrza w °C z ostatnich 10 lat. Dane z najbliższego punktu pomiarowego IMGW	Nie	Tak	Nie
Śred_temp_powietrza_styczeń	od -15,00 do 5,00	Średnia miesięczna temperatura powietrza w °C dla stycznia. Dane z najbliższego punktu pomiarowego IMGW	Nie	Tak	Nie
Śred_temp_powietrza_lipiec	od 5,00 do 25,00	Średnia miesięczna temperatura powietrza w °C dla lipca. Dane z najbliższego punktu pomiarowego IMGW	Nie	Tak	Nie

Parametr	Zakres wartości	Opis	Baza danych	EFI+PL	IBI_PL
Temp_wody	0,00–30,00; Brak danych	Temperatura wody na stanowisku w °C	Tak	Nie	Nie
Dług_stan_m	100–2000	Długość odłowionego odcinka rzeki	Tak	Nie	Nie
Strefa_połowu	cała szerokość; 1 brzeg; 2 brzegi; nurt; nurt, 1 brzeg; nurt, 1 brzeg, starorzecze	Strefa rzeki objęta połowem	Tak	Nie	Nie
Szer_strefy_połowu_m	0,1–50,0	Szerokość strefy odławianej	Tak	Nie	Nie
Pow_połowu_m ²	100–100000	Długość stanowiska × szerokość strefy połowu	Tak	Tak	Tak
Śred_głęb_cm	0–500, Brak danych	Średnia głębokość strefy odławianej	Tak	Nie	Nie
Spadek_‰	0,001–200,000	Pierwotny spadek liczony jako różnica wysokości podzielona przez długość cieką, dla segmentu rzeki obejmującego stanowisko	Tak	Tak	Nie
Umiejscowienie_stanowiska	Koryto Starorzecze Mieszane	Położenie stanowiska w przekroju doliny rzeki	Tak	Tak	Nie
Umocnienia_brzegu	Tak / Nie / Brak danych	Czy występują umocnienia brzegów	Tak	Nie	Nie
Drzewa	Tak / Nie / Brak danych	Czy występują drzewa oceniające rzekę	Tak	Nie	Nie
Krzewy	Tak / Nie / Brak danych	Czy występują krzewy nadbrzeżne	Tak	Nie	Nie
Dno_urozmaicenie_1–3–5	1–3–5, Brak danych	1 – mało zróżnicowane, 3 – średnio zróżnicowane, 5 – bardzo zróżnicowane	Tak	Nie	Nie
Struktura_dna	Organiczny Muł/glina Piasek Żwir/kamienie Głazy	Granulacja: Muł/glina: <0,2 mm, Piasek: 0,2–2,0 mm, Żwir/kamienie: 2–200 mm, Głazy: >200 mm	Tak	Tak	Tak
V_przepływu_m/s	0,00–10,00, brak danych	Prędkość wody mierzona na stanowisku	Tak	Nie	Nie
Przewodność_μS/cm	Liczbowy	Przewodność elektrolityczna wody mierzona na stanowisku	Tak	Nie	Nie
Bliskie_otoczenie	Lista zamknięta	Otoczenie stanowiska – pokrycie terenu: las, łąki, pola, stawy, zabudowa/drogi	Tak	Nie	Nie
Zespół_badawczy	Wolne pole tekstowe	Skrócona nazwa zespołu	Tak	Nie	Nie
Typ_agregatu	Stacjonarny, Plecakowy	Typ agregatu	Tak	Nie	Nie
Moc_kW	1,0–10,0	Moc agregatu	Tak	Nie	Nie

Parametr	Zakres wartości	Opis	Baza danych	EFI+PL	IBI_PL
Amper	1,0–15,0	Natężenie prądu	Tak	Nie	Nie
Volt	12–1000	Napięcie prądu	Tak	Nie	Nie
Sposób łowienia	Lista zamknięta	Sposób prowadzenia połowu: brodzenie, łódź, mieszany	Tak	Tak	Tak
Gatunek	Lista zamknięta, brak ryb, brak wody	Lista gatunków patrz Tab. 3	Tak	Tak	Tak
Osobn	Liczbowy	Liczba złowionych ryb danego gatunku	Tak	Tak	Tak
Masa_g	Liczbowy	Masa złowionych ryb danego gatunku	Tak	Nie	Nie
Osobn_≤150_mm	Liczbowy	Liczba złowionych ryb danego gatunku <i>l.t.</i> ≤150 mm	Tak	Tak	Nie
Osobn_>150_mm	Liczbowy	Liczba złowionych ryb danego gatunku <i>l.t.</i> > 150 mm	Tak	Tak	Nie
Ryby_z_anomaliami_hybridy_Osobn	Liczbowy	Liczba złowionych ryb danego gatunku wykazujących anomalie lub hybryd	Tak	Nie	Tak

Tab. 5. Informacja o historycznym i współczesnym występowaniu gatunków dwuśrodowiskowych w Polsce. Podstawa obliczenia wskaźnika D

Nazwa gatunkowa	Obecny historycznie	Obecny aktualnie
<i>Acipenser sturio</i> / <i>Acipenser oxyrinchus</i>	(Tak, Nie, Brak danych)	(Tak, Nie, Brak danych)
<i>Alosa alosa</i>		
<i>Alosa fallax</i>		
<i>Anguilla anguilla</i>		
<i>Lampetra fluviatilis</i>		
<i>Petromyzon marinus</i>		
<i>Osmerus eperlanus</i>		
<i>Salmo salar</i>		
<i>Salmo trutta trutta</i>		
<i>Platichthys flesus</i>		
<i>Coregonus spp. diadr. form</i>		
<i>Vimba vimba</i>		

Obliczenia wskaźników i arkusz bazodanowy

Aplikacja programu EFI+IBI_PL wymaga komputera wyposażonego w program MS Office 2007, lub nowszy. Program wymaga także obecności „Net framework 4.0”, platformy programistycznej Microsoft, obejmującej środowisko uruchomieniowe (*Common Language Runtime* – CLR) oraz biblioteki klas dostarczające standardowej funkcjonalności dla aplikacji. Instalator *on-line* dla tego oprogramowania dostępny jest w załączonym katalogu „InstalacjaEFI+IBI_PL” – plik: dotNetFx40_Full_setup.exe. Aplikacja programu EFI+IBI_PL dostępna jest w wersji

32- i 64-bitowej. Aby zainstalować aplikację obliczeniową z modułami wskaźników EFI+PL, IBI_PL i IRS_D z uzyskanej z GIOŚ płyty CD (lub innego nośnika danych) należy postępować według podanego niżej schematu:

- 1) zainstalować środowisko języka R (plik: R-3.0.1-win.exe),
- 2) skopiować pliki programu z płyty CD z katalogu „Narzędzie Bazodanowe” na dysk komputera do katalogu: C:\EFI+IBI,
- 3) utworzyć skrót na pulpicie do programu EFI+IBI_PL.exe,
- 4) wynikowa baza danych w formacie Access wypełniana jest w podanym wyżej katalogu na dysku C komputera (na którym zainstalowany jest system operacyjny) jako plik „EFI.accdb”,
- 5) po instalacji programu baza znajduje się w wersji wyjściowej (pustej) i zostaje wypełniona przez aplikację EFI+IBI_PL na podstawie pliku wsadowego, przy czym program pozostawia kopię pustej bazy danych (plik: EFI.kopia.accdb),
- 6) do programu załączony jest również podstawowy plik wsadowy w formacie MS Excel – w wersji pustej (plik_wsadowy.xls) oraz wsadowy plik dla obliczania wskaźnika D (plik_IRS_D.xls).

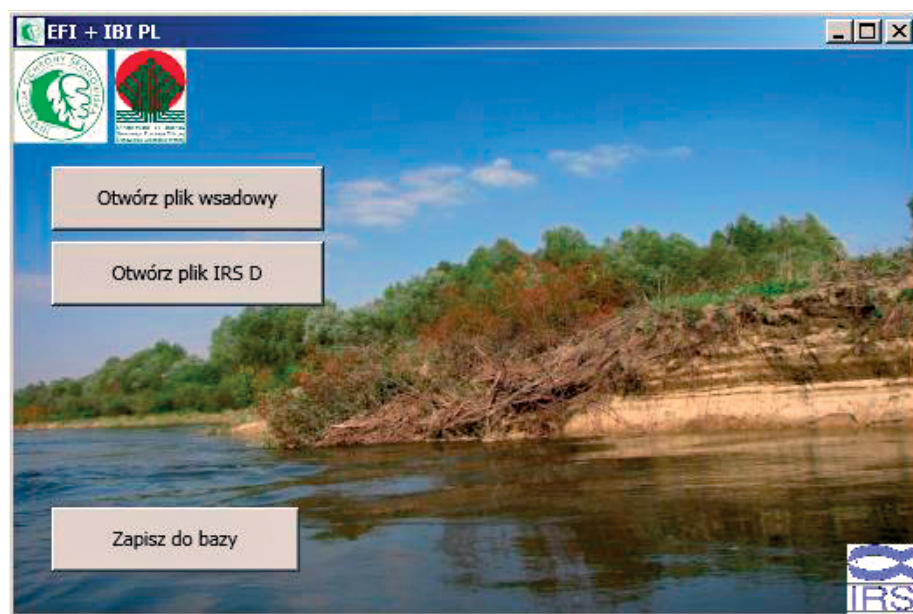
Wprowadzenie danych wejściowych wymaga użycia pola „Otwórz plik wsadowy” (Ryc. 9) w oknie dialogowym programu, po czym należy wybrać wypełniony uprzednio plik wsadowy. Następnie aplikacja obliczeniowa EFI+IBI_PL generuje wyniki skryptu EFI+PL, w formie arkusza MS Excel zawierającego podstawowe parametry stanowiska oraz szereg zmiennych składowych oceny EFI+PL i komunikat „Sukces !”. Jeżeli w pliku wsadowym znajdują się błędy – zamiast komunikatu „Sukces !” pojawia się odpowiedni komunikat z opisem błędu.

Kolejnym krokiem jest użycie pola „Otwórz plik IRS D”, w celu obliczenia wskaźnika dla ryb dwuśrodowiskowych, przez wybranie wypełnionego uprzednio arkusza: „plik_IRS_D.xls”. Następnie należy wybrać opcję „Zapisz do bazy”, co spowoduje przeniesienie informacji z pliku wsadowego oraz wyników obliczeń wskaźników EFI+PL, IBI_PL i D do odpowiednich pól bazy danych. Jeśli nie występują błędy pojawia się komunikat „Sukces !”.

Do części wynikowej Tabeli „Stanowisko” w bazie danych aplikacja obliczeniowa przenosi dane z pliku wsadowego, a także szereg parametrów stanowiących wynik oceny oraz niezbędnych do jego interpretacji. W kolejnych kolumnach (Tab. 7) są to:

- 1) liczba gatunków ryb stwierdzonych na stanowisku;
- 2) liczba ryb złowionych na stanowisku;
- 3) masa ryb złowionych na stanowisku;
- 4) udział (%) gatunków wrażliwych, charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (Procent_ST-Species – Tab. 6);
- 5) propozycja klasyfikacji stanowiska do rzek z dominacją ryb łososiowatych lub karpio-watych (Proponowana_kategoria_rzeki);
- 6) informacja o weryfikacji kategorii rzeki na podstawie udziału gatunków z grupy *ST-species* oraz parametrów abiotycznych (spadek, rodzaj substratu dennego), nato-

Ryc. 9. Okno aplikacji
EFI+IBI_PL
z polami wyboru
do obsługi programu
(fot. J. Ligęza)



miast w przypadku, gdy proponowana kategoria rzeki jest prawidłowa – w kolumnie tej wprowadzana jest wartość „NA” (*not applicable*);

- 7) wynik wskaźnika obliczony jako średnia z metryk charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (*Wartosc_EFIplus_pl_Salmonid*);
- 8) wynik wskaźnika obliczony jako średnia z metryk charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb karpowatych (*Wartosc_EFIplus_pl_Cyprinid*);
- 9) kolejna kolumna zawiera klasę stanu/potencjału ekologicznego (*Klasa_EFIplus_pl*). Klasa ta określana jest przez program obliczający wskaźnik na podstawie przedziałów wartości zgodnych z proponowaną klasyfikacją stanowiska do rzek typu *Salmonid* lub *Cyprinid*. W przypadku rzek typu *Cyprinid* – przedziały są zróżnicowane także ze względu na metodę połowu: brodzenie (w tym metoda mieszana) lub połów z łodzi (Tab. 8). Przypisanie stanowiska do kategorii rzek z dominacją ryb łososiowatych *Salmonid* lub rzek z dominacją ryb karpowatych *Cyprinid* przez wskaźnik EFI+ wymaga weryfikacji (EFI+ Manual, 2009). Program weryfikuje przyporządkowanie stanowiska proponowane przez wskaźnik EFI+PL na podstawie udziału gatunków z grupy *ST-species* oraz parametrów abiotycznych (spadek rzeki, rodzaj substratu dennego). Program obliczający wskaźnik EFI+PL skonstruowany jest w ten sposób, że jako podstawową traktuje kategorię rzek z dominacją ryb łososiowatych *Salmonid*, która jest proponowana przez wskaźnik w zdecydowanej większości kombinacji warunków abiotycznych i proporcji gatunków z grupy *ST-Species* (Tab. 9). Stąd ryzyko błędnego przypisania stanowiska dotyczy w praktyce przede wszystkim kategorii rzek *Cyprinid*, które są błędnie oznaczone jako *Salmonid*. Weryfikacja klasyfikacji stanowiska opisanego jako *Salmonid* jest wprowadzana jeżeli udział gatunków wrażliwych, charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (*ST-species*) jest mniejszy niż 0,5. W takim przypadku, jeśli spełnione są jednocześnie następujące

warunki: 1) w kolumnie bazy danych „Struktura_dna” znajduje się wartość: „Organiczny”, „Muł/glina” lub „Piasek”; 2) w kolumnie „Spadek_%” wartość nie przekracza 2,0‰ – program wprowadza automatycznie zmianę proponowanej kategorii rzeki na *Cyprinid*. Zapis taki jest wówczas automatycznie generowany w kolumnie „Weryfikacja_kategorii_rzeki”. Ocena klasy wskaźnika EFI+PL jest dalej obliczana przez program według przedziałów określonych dla rzek z kategorii *Cyprinid*. Dla stanowisk ocenianych metodą IBI_PL w kolumnie Klasa_EFIplus_pl wprowadzana jest wartość „NA”;

- 10) wartość wskaźnika IBI_PL jest automatycznie wprowadzana do bazy danych przez aplikację obliczeniową w kolumnie (Wartosc_IBI_pl);
- 11) aplikacja wprowadza klasę IBI_PL przypisaną na podstawie wartości wskaźnika IBI_PL i typu abiotycznego, zgodnie z przedziałami granic klas (Tab. 8) w kolejnej kolumnie (Klasa_IBI_pl). W odróżnieniu od wskaźnika EFI+PL ocena ta nie wymaga weryfikacji eksperckiej, gdyż metoda IBI_PL została opracowana specyficznie dla określonych typów abiotycznych rzek.

Tab. 6. Lista występujących w Polsce gatunków wrażliwych (*ST-species*), charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (*Salmonid*), według EFI+ Manual 2009

Gatunki rodzime	Gatunki nierodzime
<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

Kolejnym składnikiem oceny stanu/potencjału ekologicznego jest wskaźnik diadromiczny D, związany z występowaniem ryb dwuśrodowiskowych. Wskaźnik ten stanowi dostosowaną do warunków Polski modyfikację modułu Diadromous z oryginalnego Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego EFI+. Aplikacja obliczeniowa wprowadza do bazy danych w kolumnie Wskaznik_IRS_D (Tab. 7) wartość tego wskaźnika, odpowiadającą proporcji liczby gatunków dwuśrodowiskowych obecnie występujących w badanej rzece do ich liczby notowanej historycznie. Wskaźnik ten przyjmuje zatem wartości od 0 do 1. Jeżeli wartość wskaźnika D jest mniejsza niż 0,5 – program EFI+IBI_PL dokonuje korekty oceny stanu/potencjału ekologicznego, obniżając wynik uzyskany za pomocą metody EFI+PL (dla wszystkich typów rzek) lub IBI_PL (dla

wielkich rzek nizinnych typu 21 oraz cieków w dolinie wielkiej rzeki nizinnej – typu 26) o 1 klasę (Tab. 8). Jeżeli wskaźnik D przyjmuje wartość większą lub równą 0,5, albo nie został obliczony z uwagi na brak danych (komunikat „NA”) – ocena EFI+PL lub IBI_PL nie ulega zmianie i stanowi końcową ocenę stanu/potencjału ekologicznego dla badanego stanowiska. Program wprowadza wartość ostatecznej oceny odpowiednio do kolumny: Klasa_stanu_ekologicznego lub Klasa_potencjału_ekologicznego, w zależności od statusu objętej badaniami JCWP. Program automatycznie wprowadza też wartość „NA” do kolumny, która nie stosuje się dla danego stanowiska ze względu na status JCWP (naturalna, silnie zmieniona lub sztuczna część wód).

Standardowa procedura zbioru materiałów w ramach monitoringu zakłada wyznaczenie jednego stanowiska w ramach każdej badanej JCWP. Jednak w praktyce zachodzi nieraz potrzeba wyznaczenia w ramach jednej JCWP dwóch lub więcej stanowisk monitoringowych, szczególnie w przypadku jednolitych części wód o znacznej długości lub obejmujących rzeki o zróżnicowanych warunkach abiotycznych i różnym stopniu przekształcenia antropogenicznego. W takim przypadku aplikacja EFI+IBI_PL oblicza wartość średniej arytmetycznej z ocen EFI+PL albo IBI_PL dla wszystkich stanowisk zlokalizowanych w danej JCWP i wprowadza tę wartość do odpowiednich kolumn bazy danych (Srednia_dla_JCWP_wartosc_EFIplus_PL albo Srednia_dla_JCWP_wartosc_IBI_PL) przy każdym ze stanowisk. Następnie program dokonuje oceny klasy stanu/potencjału ekologicznego w oparciu o przedziały wyznaczone dla stosowanej metody oceny (Tab. 8), uwzględniając wartość wskaźnika diadromicznego D i wprowadza końcową ocenę stanu/potencjału JCWP, identyczną przy wszystkich stanowiskach monitoringowych położonych w jednej JCWP, do odpowiednich kolumn bazy danych (Stan_ekologiczny_JCWP albo Potencjał_ekologiczny_JCWP) (Tab. 7). Jeżeli w ramach jednej JCWP stanowiska zakwalifikowano do różnych kategorii rzek (*Salmonid* i *Cyprinid*), lub odławiano zróżnicowaną metodyką (brodzenie, połów z łodzi) – do wartości średniej stosuje się zawsze surowszy zakres przedziałów klas – tzn. przewidziany dla rzek kategorii *Salmonid* lub dla stanowisk łowionych metodą brodzenia (Tab. 8). Analogicznie, w przypadku zróżnicowanych wartości wskaźnika D dla stanowisk w obrębie jednej JCWP uwzględnia się przy ocenie średniej wartość najniższą. Takie zróżnicowanie może wystąpić np. w przypadku istnienia nieprzekraczalnych barier dla migracji ryb dwuśrodowiskowych w obrębie badanej JCWP. Należy podkreślić, że nie występuje możliwość oceny stanowisk w ramach jednej JCWP za pomocą różnych wskaźników (EFI+PL i IBI_PL), gdyż wybór metody oceny uzależniony jest od typu abiotycznego, który przypisany jest do całej jednolitej części wód.

W sytuacji, gdy zgodnie ze standardową metodą odłowiono pojedyncze stanowisko dla jednej JCWP – aplikacja EFI+IBI_PL przenosi uzyskaną dla stanowiska wartość wskaźnika EFI+PL albo IBI_PL odpowiednio do kolumny „Srednia_dla_JCWP_wartosc_EFIplus_PL” lub „Srednia_dla_JCWP_wartosc_IBI_PL”.

Następnie program dokonuje oceny klasy stanu/potencjału ekologicznego JCWP w oparciu o przedziały wyznaczone dla stosowanej metody oceny (Tab. 8), uwzględniając wartość indeksu diadromicznego D i wprowadza końcową ocenę stanu/potencjału JCWP do odpowiednich kolumn w bazie danych (Tab. 7). Ocena końcowa danej JCWP w oparciu o ichtiofaunę

jest wówczas identyczna z oceną dla stanowiska. Program automatycznie wprowadza wartość „NA” do kolumny „Klasa_stanu_ekologicznego_JCWP”, lub „Klasa_potencjału_ekologicznego_JCWP”, która nie stosuje się dla danego stanowiska ze względu na status JCWP (naturalna, silnie zmieniona lub sztuczna).

Tab. 7. Objasnienia kolumn służących ustalaniu i gromadzeniu w bazie danych końcowych wyników oceny stanu/potencjału ekologicznego w oparciu o ichtiofaunę

Nagłówek kolumny	Objasnienie
Liczba_gatunkow	Liczba gatunków stwierdzonych na stanowisku
Liczba_ryb	Liczba odłowionych na stanowisku ryb
Masa_ryb	Łączna masa ryb odłowionych na stanowisku (g)
Procent_ST-Species	Udział (% osobników) gatunków z grupy <i>ST-species</i> (Tab. 6)
Proponowana_kategoria_rzeki	Kategoria rzeki <i>Salmonid</i> lub <i>Cyprinid</i>
Weryfikacja_kategorii_rzeki	Kategoria rzeki zweryfikowana w oparciu o warunki abiotyczne (Spadek_%, Struktura_dna) i % udział gatunków charakterystycznych <i>ST-species</i> dla rzek z dominacją ryb łososiowatych <i>Salmonid</i>
Wartosc_EFIplus_pl_Salmonid	Wartość wskaźnika obliczona na podstawie metryk dla kategorii rzek <i>Salmonid</i> (Tab. 10)
Wartosc_EFIplus_pl_Cyprinid	Wartość wskaźnika obliczona na podstawie metryk dla kategorii rzek <i>Cyprinid</i> (Tab. 10)
Klasa_EFIplus_pl	Klasy stanu/potencjału ekologicznego dla stanowiska według wskaźnika EFI+PL (Tab. 8)
Wartosc_IBI_pl	Wartość wskaźnika IBI_PL obliczona w oparciu o metryki dla danego typu lub podtypu abiotycznego rzeki (Tab. 13)
Klasa_IBI_pl	Klasa stanu/potencjału ekologicznego wg wskaźnika IBI_PL (Tab. 8)
Wskaznik_IRS_D	Wartość wskaźnika D dla ryb dwuśrodowiskowych, stosowana w ocenie wybranych typów abiotycznych rzek (Tab. 8)
Klasa_stanu_ekologicznego	Końcowa klasa stanu ekologicznego dla stanowiska (Tab. 8)
Klasa_potencjału_ekologicznego	Końcowa klasa potencjału ekologicznego dla stanowiska (Tab. 8)
Srednia_dla_JCWP_wartosc_EFIplus_PL	Wartość wskaźnika EFI+PL uśredniona dla stanowisk monitoringowych położonych w jednej JCWP
Srednia_dla_JCWP_wartosc_IBI_PL	Wartość wskaźnika IBI_PL uśredniona dla stanowisk monitoringowych położonych w jednej JCWP
Stan_ekologiczny_JCWP	Końcowa klasa stanu ekologicznego dla JCWP z uwzględnieniem klasy ustalonej w oparciu o uśrednioną wartość wskaźnika EFI+PL lub IBI_PL oraz wartości wskaźnika D (Tab. 8)
Potencjał_ekologiczny_JCWP	Końcowa klasa potencjału ekologicznego dla JCWP z uwzględnieniem klasy ustalonej w oparciu o uśrednioną wartość wskaźnika EFI+PL lub IBI_PL oraz wartości wskaźnika D (Tab. 8)
Uwagi	Informacje dodatkowe, np. o zastrzeżeniach dotyczących: liczby ryb odłowionych na stanowisku mniejszej niż 30, występowania jednego gatunku na stanowisku, braku ryb w odłowieniu lub braku oceny (w przypadku rzek typu nr 22).

Tab. 8. Zakres wartości wskaźników oceny stanu/potencjału ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny*. Wskaźnik EFI+PL – przedziały klas wg podręcznika metody (EFI+ Manual 2009), dla typów abiotycznych rzek** nr 0–20. Wskaźnik IBI_PL dla typów: 21, 23, 24, 25 i 26 – przedziały klas opracowane dla określonych typów abiotycznych rzek. Wskaźnik diadromiczny (D), obliczony przez program EFI+IBI_PL, stanowi uzupełnienie oceny o parametr związany z obecnością ryb wędrownych dwuśrodowiskowych. Typ abiotyczny nr 22 nie podlega ocenie w oparciu o ichtiofaunę. Przedziały klas są jednolite dla oceny stanu i potencjału ekologicznego

Nazwa wskaźnika oceny stanu/potencjału ekologicznego rzek	Zakresy wartości wskaźnika oceny stanu/potencjału ekologicznego rzek				Wskaźnik diadromiczny (D)		
	bardzo dobry	dobry	umiarkowany	slaby	zły	0,50–1,00	<0,50
Wskaźnik EFI+PL dla rzek z dominacją ryb łososiowatych <i>Salmonid</i>	0,911–1,000	0,755–0,911	0,503–0,755	0,252–0,503	0,000–0,252	b.z.	minus 1 klasa
Wskaźnik EFI+PL dla rzek z dominacją ryb karpiowatych <i>Cyprinid</i>	0,939–1,000	0,655–0,939	0,437–0,655	0,218–0,437	0,000–0,218	b.z.	minus 1 klasa
	0,917–1,000	0,562–0,917	0,375–0,562	0,187–0,375	0,000–0,187	b.z.	minus 1 klasa
Wielkie rzeki nizinne (typ 21)*	0,854–1,000	0,688–0,853	0,500–0,687	0,250–0,499	0,000–0,249	b.z.	minus 1 klasa
Wskaźnik IBI_PL	0,791–1,000	0,646–0,790	0,520–0,645	0,375–0,519	0,000–0,374	nie stosuje się	
	0,791–1,000	0,646–0,790	0,520–0,645	0,375–0,519	0,000–0,374	b.z.	minus 1 klasa

* W ramach projektu „Badania ichtiofauny w latach 2014–2015 dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód wraz z udziałem w europejskim ćwiczeniu interkalibracyjnym – rzeki” zweryfikowano granice klas dla metody IBI_PL. Zmiany granic klas wskaźnika powinny zostać uwzględnione w nowelizacji obowiązującego rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz średniookresowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1187). Sugerowana jest również zmiana stosowanego w rozporządzeniu symbolu wskaźnika z „EFI+PL” na „EFI+PL”.

** Typ abiotyczny rzeki, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych (Dz. U. z 2011 r. nr 258 poz. 549).

Tab. 9. Zestawienie wariantów wyboru opcji wskaźnika EFI+PL: dla rzek z dominacją ryb łososiowatych *Salmonid* i dla rzek z dominacją ryb karpiowatych *Cyprinid*. Podano % gatunków wrażliwych *ST-species*, charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych *Salmonid* – (Tab. 5)*

Wstępna klasyfikacja stanowiska – w oparciu o parametry abiotyczne	Udział % gatunków wrażliwych <i>ST-species</i> , charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych <i>Salmonid</i>			
	[0–20%]	[20–50%]	[50–80%]	[80–100%]
Rzeki wstępnie sklasyfikowana jako sprzyjająca występowaniu ryb łososiowatych (<i>Salmonid type rivers</i>)	Ryzyko błędnej klasyfikacji warunków abiotycznych. Proponowany wskaźnik <i>Salmonid</i>. Program weryfikuje kategorię na <i>Cyprinid</i> jeżeli: substrat jest inny niż „Żwir/kamienie” lub „Głazy” i spadek rzeki < 2,0‰.	Ryzyko błędnej klasyfikacji warunków abiotycznych. Proponowany wskaźnik <i>Salmonid</i>. Program weryfikuje kategorię na <i>Cyprinid</i> jeżeli: substrat jest inny niż „Żwir/kamienie” lub „Głazy” i spadek rzeki < 2,0‰.	Zalecany wskaźnik <i>Salmonid</i>	Poprawna klasyfikacja. Wskaźnik <i>Salmonid</i> powinien być zastosowany
Rzeki wstępnie sklasyfikowana jako sprzyjająca występowaniu ryb karpiowatych (<i>Cyprinid type rivers</i>)	Poprawna klasyfikacja. Wskaźnik <i>Cyprinid</i> powinien być zastosowany	Wzrost udziału gatunków wrażliwych z grupy <i>ST-species</i> prawdopodobnie wynika z antropopresji (zarybienia). Proponowany wskaźnik <i>Salmonid</i>, program weryfikuje kategorię na <i>Cyprinid</i> jeżeli: substrat jest inny niż „Żwir/kamienie” lub „Głazy” i spadek rzeki < 2,0‰.	Istnieje ryzyko błędnej klasyfikacji warunków abiotycznych; w niektórych przypadkach wzrost udziału gatunków wrażliwych z grupy <i>ST-species</i> może także wynikać z silnej antropopresji. Zalecany wskaźnik <i>Salmonid</i>	Wysokie ryzyko błędnej klasyfikacji warunków abiotycznych. Zalecany wskaźnik <i>Salmonid</i>

* Według EFI+ Manual 2009, zmienione.

Granice klas dla metody EFI+IBI_PL

Zasady wyznaczania granic klas poszczególnych wskaźników były odmienne dla metody EFI+PL, IBI_PL oraz dla uzupełniającego indeksu D. Dla wskaźnika EFI+PL przyjęto przedziały klas ustalone dla oryginalnego Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego EFI+ (EFI+ Manual 2009). Przedziały te są zróżnicowane dla rzek z dominacją ryb łososiowatych *Salmonid* oraz z dominacją ryb karpiowatych *Cyprinid*. Dla tej kategorii rzek granice klas są dodatkowo zróżnicowane w zależności od sposobu łowienia: brodzenie lub połów z łodzi (Tab. 8).

W przypadku metody IBI_PL granice klas zostały pierwotnie wyznaczone metodą ekspercką, w oparciu o dane z literatury (Karr, 1981; Karr i in. 1986). Takie granice przyjęto w metodzie IBI_PL w 2013 r. (Dz. U. z 2014 r. poz. 1482, Prus i Wiśniewolski 2013) i są one stosowane w PMŚ również obecnie (Dz. U. z 2016 r. poz. 1187). W toku kolejnego projektu realizowanego w latach 2014–2016 zweryfikowano granice klas wskaźnika IBI_PL w oparciu o analizę statystyczną zestawu danych ze 161 stanowisk ocenianych tą metodą (z wyłączeniem wielkich rzek). Skutkowało to zarówno zmianami przedziałów granic klas, jak i wyników oceny wykonywanej wcześniejszą wersją programu EFI+IBI_PL. W odniesieniu do wielkich rzek zmianie uległ natomiast sposób przeliczania punktacji wskaźnika IBI_PL do przedziału 0–1, ze względu na wprowadzone modyfikacje metryk. Skutkowało to zmianami przedziałów granic klas, jednak nie miało wpływu na wyniki oceny wykonywanej wcześniejszą wersją programu EFI+IBI_PL. Weryfikacja granic klas IBI_PL dla wielkich rzek będzie kontynuowana w ramach międzynarodowego ćwiczenia interkalibracyjnego. Aktualne granice klas metody EFI+IBI_PL przedstawiono w tabeli 8. Zmiany granic klas wskaźnika powinny zostać uwzględnione w nowelizacji obowiązującego rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1187).

Zmieniono także sposób oceny rzek typu abiotycznego nr 26 (ciek w dolinie wielkiej rzeki nizinnej) ze wskaźnika EFI+PL na IBI_PL, jako lepiej dostosowany do ujściowych odcinków cieków wpadających do wielkich rzek. Do oceny rzek typu 26 przyjęto zestaw metryk opracowanych dla rzek organicznych i międzyjeziornych (bez ryb łososiowatych) oraz utrzymując stosowanie wskaźnika pomocniczego D.

Ponadto zrezygnowano z oceny na podstawie ichtiofauny rzek typu abiotycznego nr 22 (rzeka przyujściowa pod wpływem wód słonych), ze względu na swoisty skład zespołów ryb, w których brak jest charakterystycznych gatunków wskaźnikowych wrażliwych na czynniki antropopresji.

Dla wskaźnika D granice dwóch klas przyjęto metodą ekspercką w toku poprzedniego projektu realizowanego w latach 2011–2013. Dla stanowisk gdzie wartość wskaźnika D jest niższa niż 0,5 dokonuje się obniżenia oceny wskaźnika podstawowego (EFI+PL lub IBI_PL) o 1 klasę. Dla stanowisk gdzie wartość wskaźnika D jest większa bądź równa 0,5 ocena wskaźnika podstawowego nie ulega zmianie. Wskaźnik D uwzględniono dla wszystkich stanowisk ocenianych metodą EFI+PL oraz dla części stanowisk ocenianych metodą IBI_PL – dla rzek typu abiotycznego nr 21 (wielka rzeka nizinna) oraz nr 26 (ciek w dolinie wielkiej rzeki nizinnej) (Tab. 8).

INTERPRETACJA WYNIKÓW OCENY STANU/POTENCJAŁU EKOLOGICZNEGO Z ZASTOSOWANIEM WSKAŹNIKA EFI+PL

Metoda EFI+ jest to wielokryterialny wskaźnik oparty na modelu probabilistycznym, odwzorowującym warunki referencyjne z uwzględnieniem typologii wód płynących. W procesie tworzenia oryginalnego wskaźnika EFI+ warunki referencyjne 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 rzek. W przypadku braku takich stanowisk dla niektórych typów rzek, w celu określenia referencyjnych zespołów ryb korzystano z danych historycznych i modelowania. Na podstawie warunków abiotycznych oraz składu ichtiofauny stwierdzonego w odłowie, wskaźnik klasyfikuje stanowisko do jednego z dwóch typów rzek: 1) z dominacją ryb łososiowatych *Salmonid* lub 2) z dominacją ryb karpiowatych *Cyprinid*. Jeżeli występuje rozbieżność między zestawem warunków abiotycznych a zarejestrowanym udziałem gatunków charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych, konieczna jest weryfikacja wyboru wariantu wskaźnika (Tab. 7, 9). Weryfikacji tej dokonuje program EFI+IBI_PL, zgodnie z zasadami przedstawionymi w Tabeli 9. Moduł obliczeniowy EFI+PL szacuje różnice pomiędzy zespołem referencyjnym ichtiofauny a wynikiem połowu w oparciu o odpowiednią parę metryk (Tab. 10). Metryki wskaźnika EFI+ wykazują stosunkowo niską korelację wewnętrzną – współczynnik Pearsona poniżej 0,65 (EFI+ Manual 2009). Zwraca jednak uwagę znaczny stopień podobieństwa między zestawami gatunków w poszczególnych parach metryk (Bady i in. 2009) (Tab. 11). Dla rzek Polski z dominacją ryb łososiowatych w aktualnej wersji obu metryk występuje 67% wspólnych gatunków, natomiast dla rzek z dominacją ryb karpiowatych udział wspólnych dla obu metryk gatunków wynosi 63%.

Wskaźnik EFI+PL wykorzystuje moduł obliczeniowy Europejskiego Wskaźnika Ichtiologicznego EFI+. Moduł ten stanowi skrypt w programie R, wbudowany w aplikację obliczeniową wskaźnika EFI+IBI_PL operującą w programie C# i transponującą dane z pliku wejściowego oraz wyniki oceny wskaźnika EFI+PL do zbiorczej, otwartej bazy danych w programie Access.

Metryki wskaźnika EFI+PL

Metryki wskaźnika EFI+ zostały określone na podstawie funkcjonalnych grup gatunków (gildii), odwzorowujących główne cechy ekologiczne i biologiczne zespołów ryb (Tab. 10).

Poważny problem przy interpretacji wyników oceny za pomocą oryginalnego wskaźnika EFI+ stanowi grupa gatunków obcych dla polskiej ichtiofauny, których obecność może wpływać na podniesienie wyniku oceny, ze względu na ich przynależność do gildii uwzględnionych w metrykach wskaźnika EFI+ (Tab. 11). W warunkach Polski dotyczy to 10 gatunków: pstrąga tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*), pstrąga źródlanego (*Salvelinus fontinalis*), palii alpejskiej

(*Salvelinus alpinus*), pelugi (*Coregonus peled*) tołpygi białej (*Hypophthalmichthys molitrix*) amura (*Ctenopharyngodon idella*), sumika czarnego (*Ameiurus melas*), muławki bałkańskiej (*Umbra krameri*), babki byczej (*Neogobius melanostomus*) i babki rurkonosej *Proterorhinus semilunaris* (Tab. 11). Wyniki odłowów przeprowadzonych w ramach monitoringu w latach 2011–2012 na 493 stanowiskach wskazywały wprawdzie, że udział gatunków wsiedlonych i inwazyjnych, występujących w omawianych metrykach, stanowił zaledwie 0,32% z ogólnej liczby ponad 127 tysięcy złowionych ryb, jednak w celu uniknięcia potencjalnego zawyżenia oceny w aktualnej wersji programu (EFI+PL) ich wpływ na metryki został zablokowany.

Z kolei grupa 9 gatunków: boleń (*Aspius aspius*), ciosa (*Pelecus cultratus*), rozpiór (*Aramis ballerus*), aloza (*Aloza aloza*), parposz (*Aloza fallax*) strzebla błotna (*Eupallasella perenurus*), piskorz (*Misgurnus fossilis*), różanka (*Rhodeus amarus*) i lin (*Tinca tinca*) nie jest charakterystyczna dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (patrz Tab. 11). Gatunki te znalazły się w metrykach dla tego typu rzek, ponieważ spełniają ogólne kryteria ekologiczne wyróżnionych gildii. W aktualnej wersji programu (EFI+PL) ich wpływ na metryki został zablokowany, podobnie jak w przypadku gatunków obcych.

Metryka Ni.O2.Intol, wykorzystywana do oceny rzek z dominacją ryb łososiowatych, odnosi się do zagęszczeń osobników (liczba osobników na 100 m² odłowionej powierzchni stanowiska) gatunków wrażliwych na niedobory tlenu. W ichtiofaunie Polski wstępuje łącznie 28 gatunków zaliczonych przez oryginalny wskaźnik EFI+ do tej metryki. Jednak 4 z nich są gatunkami obcymi dla ichtiofauny Polski, zaś kolejne 4 – to gatunki niecharakterystyczne dla rzek z dominacją ryb łososiowatych typu *Salmonid*. Gatunki te zostały usunięte z omawianej metryki podczas prac nad udoskonaleniem wskaźnika EFI+PL. Stąd w aktualnej wersji programu EFI+PL w metryce tej uwzględnia się 20 rodzimych gatunków ryb, charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (Tab. 11).

Z kolei metryka (Ni.Hab.Intol.150) odnosi się do zagęszczenia ryb w klasie długości całkowitej do 150 mm nietolerujących degradacji siedlisk, wobec czego łączy ona cechy metryki ilościowej z informacją o strukturze wielkościowej i – pośrednio – wiekowej zespołu ichtiofauny. Jest ona również wykorzystywana do oceny rzek z dominacją ryb łososiowatych. Metryka ta obejmuje 35 gatunków występujących w Polsce. Jednak 4 z nich są gatunkami obcymi dla ichtiofauny Polski, zaś kolejne 6 – to gatunki niecharakterystyczne dla rzek z dominacją ryb łososiowatych typu *Salmonid*. Gatunki te zostały usunięte z omawianej metryki podczas prac nad udoskonaleniem wskaźnika EFI+PL. Stąd w aktualnej wersji programu EFI+PL w metryce tej uwzględnia się 25 rodzimych gatunków ryb, charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (Tab. 11).

Metryka Ric.RH.Par, służąca do oceny rzek z dominacją ryb karpiowatych dotyczy bogactwa gatunkowego ryb wymagających do rozrodu środowiska lotycznego. W warunkach Polski występuje 37 gatunków ryb i minogów o cechach ekologicznych charakterystycznych dla tej metryki. Jednak 6 z nich to gatunki obce dla ichtiofauny Polski, które zostały usunięte z omawianej metryki podczas prac nad udoskonaleniem wskaźnika EFI+PL. Stąd w aktualnej wersji programu EFI+PL w metryce tej uwzględnia się 31 rodzimych gatunków ryb (Tab. 11).

Metryka Ni.LITHO, również służąca do oceny rzek z dominacją ryb karpiowatych, uwzględnia 37 gatunków występujących w Polsce. Jednak 6 z nich to gatunki obce dla ichtiofauny Polski, które zostały usunięte z omawianej metryki podczas prac nad udoskonaleniem wskaźnika EFI+PL. Stąd w aktualnej wersji programu EFI+PL w metryce tej uwzględnia się 31 rodzimych gatunków ryb (Tab. 11).

Generalnie metryki wskaźnika EFI+PL wykazują wrażliwość na przekształcenia środowiska rzecznoego, w szczególności związane ze zmianą rodzaju substratu dennego, np. zamulanie, zwłaszcza w rzekach o dnie żwirowym (gatunki litofilne uwzględnione w metryce Ni.LITHO), zmiany prędkości i temperatury wody (gatunki reoparyczne w metryce Ric.RH.Par i gatunki wrażliwe na deficyty tlenu w metryce Ni.O2.Intol). Z kolei metryka Ni.Hab.Intol.150 wykazuje wrażliwość na przekształcenia siedlisk rzecznych, a w szczególności na ubytek tarlisk (uwzględnienie osobników mniejszych niż 150 mm).

Należy zwrócić uwagę, że ocena stanu/potencjału ekologicznego w oparciu o ichtiofaunę nie jest możliwa dla stanowisk, na których nie odłowiono ryb. Brak ryb na stanowisku połowowym wskazuje niewątpliwie na bardzo silne zaburzenia stanu środowiska, jednak wobec braku danych nie ma możliwości dokonania oceny w oparciu o ten element biologiczny. Również w przypadku stanowisk o niskiej liczbie gatunków i małej liczbie odłowionych ryb ocena w oparciu o ichtiofaunę powinna być traktowana ostrożnie. EFI+ Manual (2009) przyjmuje takie zastrzeżenie dla stanowisk, na których odłowiono ryby należące tylko do jednego gatunku, lub w odłowieniu zanotowano łącznie mniej niż 30 ryb. Aplikacja EFI+IBI_PL automatycznie kontroluje w odpowiednich kolumnach części wynikowej bazy danych (Tab. 7) liczbę gatunków i łączną liczbę odłowionych ryb i w przypadku podanych wyżej wartości wprowadza w kolumnie Uwagi zastrzeżenie: „Jeden gatunek”, lub „Niska liczba ryb”. Wyniki oceny stanu/potencjału ekologicznego w oparciu o ichtiofaunę dla takich stanowisk można podawać w zestawieniach, jednak nie należy włączać ich do oceny zbiorczej elementów biologicznych.

Tab. 10. Metryki stosowane do obliczenia wskaźnika EFI+ dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (*Salmonid*) i dla rzek z dominacją ryb karpiowatych (*Cyprinid*) – wg EFI+ Manual (2009), zmienione

Kategoria rzeki – wskaźnik	Symbol metryki	Rozwinięcie nazwy metryki – grupy ekologiczne
Rzeki z dominacją ryb łososiowatych – <i>Salmonid</i>	Ni.O2.Intol	Zagęszczenie (liczba osobn. na 100 m ² w jednokrotnym elektropoławie) gatunków nie tolerujących deficytów tlenu (wymagania >6 mgO ₂ dm ⁻³).
	Ni.Hab.Intol.150	Zagęszczenie (liczba osobn. na 100 m ² w jednokrotnym elektropoławie) osobników mniejszych niż 150 mm (<i>l.t.</i>) gatunków nie tolerujących degradacji siedlisk.
Rzeki z dominacją ryb karpiowatych – <i>Cyprinid</i>	Ric.RH.Par	Bogactwo (liczba gatunków w jednokrotnym elektropoławie) ryb wymagających do rozmnażania środowiska lotycznego (reoparycznych).
	Ni.LITHO	Zagęszczenie (liczba osobn. na 100 m ² w jednokrotnym elektropoławie) gatunków wymagających do składania ikry twardego substratu: żwiru, skał, głazów, otoczków różnej frakcji (litofilnych). Wylęg tych gatunków wykazuje reakcję stresową na światło.

Tab. 11. Lista występujących w Polsce gatunków ryb uwzględnianych przez metryki oryginalnego wskaźnika EFI+, Gatunki obce dla wód Polski zaznaczono kolorem czerwonym. Gatunki nie należące do grupy charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb lososiowatych zaznaczono czcionką wytłuszczoną. We wskaźniku EFI+PL te dwie grupy gatunków nie mają wpływu na obliczane wartości metryk – I część

NI.O2.Intol – Zagęszczenie gatunków nie tolerujących deficytów tlenu		NI.Hab.Intol.150 – Zagęszczenie osobników mniejszych niż 150 mm (lt.) gatunków nie tolerujących degradacji siedlisk	
Nazwa łacińska	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Nazwa polska
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	piekielnica	<i>Abramis ballerus</i>	rozpiór
<i>Alosa alosa</i>	aloza	<i>Acipenser oxyrinchus</i>	jesiotr ostronosy
<i>Alosa fallax</i>	parposz	<i>Acipenser sturio</i>	jesiotr zachodni
<i>Aspius aspius</i>	boleń	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	piekielnica
<i>Barbus cyclolepis</i>	brzanka karpacka	<i>Alosa alosa</i>	aloza
<i>Barbus peloponnesius</i>	brzanka	<i>Barbus barbus</i>	brzana
<i>Barbus petenyi</i>	brzanka	<i>Barbus cyclolepis</i>	brzanka karpacka
<i>Coregonus albuls</i>	sielawa	<i>Barbus meridionalis</i>	brzanka
<i>Coregonus lavaretus</i>	sieja	<i>Barbus peloponnesius</i>	brzanka
<i>Cottus gobio</i>	głowacz białopletwy	<i>Barbus petenyi</i>	brzanka
<i>Cottus poecilopus</i>	głowacz przęgopletwy	<i>Chondrostoma nasus</i>	świnka
<i>Eudontomyzon mariae</i>	minóg ukraiński	<i>Coregonus albula</i>	sielawa
<i>Gobio kesslerii</i>	kiełb Kesslera	<i>Coregonus lavaretus</i>	sieja
<i>Hucho hucho</i>	głowacica	<i>Cottus gobio</i>	głowacz białopletwy
<i>Lampetra planeri</i>	minóg strumieniowy	<i>Cottus poecilopus</i>	głowacz przęgopletwy
<i>Lota lota</i>	miętus	<i>Eudontomyzon mariae</i>	minóg ukraiński
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	pstrąg tęczowy	<i>Eupallasea perenurus</i>	strzebla błotna

Tabela 11. Metryki wskaźnika EFI+PL. Wskaźnik dla rzek z dominacją ryb łososiowatych (<i>Salmonid Index</i>)			
Nazwa łacińska	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Nazwa polska
<i>Pelecus cultratus</i>	ciosa	<i>Gobio kesslerii</i>	kielb Kesslera
<i>Phoxinus phoxinus</i>	strzebla potokowa	<i>Hucho hucho</i>	głowacica
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	babka rurkonosa	<i>Lampetra fluviatilis</i>	minóg rzeczny
<i>Romanogobio vladykovi</i>	kielb białopłetwy	<i>Lampetra planeri</i>	minóg strumieniowy
<i>Salmo salar</i>	łośoś atlantycki	<i>Misgurnus fossilis</i>	piskorz
<i>Salmo trutta fario</i>	pstrąg potokowy	<i>Phoxinus phoxinus</i>	strzebla potokowa
<i>Salmo trutta lacustris</i>	troć jeziorowa	<i>Proterorhinus semilunaris</i>	babka rurkonosa
<i>Salmo trutta trutta</i>	troć wędrowną	<i>Rhodeus amarus</i>	różanka
<i>Salvelinus alpinus</i>	palia	<i>Salmo salar</i>	łośoś atlantycki
<i>Salvelinus fontinalis</i>	pstrąg źródłany	<i>Salmo trutta fario</i>	pstrąg potokowy
<i>Thymallus thymallus</i>	lipień	<i>Salmo trutta lacustris</i>	troć jeziorowa
		<i>Salmo trutta trutta</i>	troć wędrowną
		<i>Salvelinus alpinus</i>	palia
		<i>Salvelinus fontinalis</i>	pstrąg źródłany
		<i>Thymallus thymallus</i>	lipień
		<i>Tinca tinca</i>	lin
		<i>Umbra krameri</i>	muławka bałkańska
		<i>Vimba vimba</i>	certa
Ni.O2.Intol – Zagęszczenie gatunków nie tolerujących deficytów tlenu		Ni.Hab.Intol.150 – Zagęszczenie osobników mniejszych niż 150 mm (lt.) gatunków nie tolerujących degradacji siedlisk	

Tab. 11. Lista występujących w Polsce gatunków ryb uwzględnianych przez metryki oryginalnego wskaźnika EFI+. Gatunki obce dla wód Polski zaznaczono kolorem czerwonym. Gatunki nie należące do grupy charakterystycznych dla rzek z dominacją ryb łososiowatych zaznaczono czcionką wytuszoną. We wskaźniku EFI+PL te dwie grupy gatunków nie mają wpływu na obliczane wartości metryk – II część

Tabela 11 – Metryki wskaźnika EFI+PL. Wskaźnik dla rzek z dominacją ryb karpiowatych (Cyprinid Index)			
Nazwa łacińska	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Nazwa polska
<i>Abramis sapa</i>	sapa	<i>Abramis ballerus</i>	rozpiór
<i>Acipenser oxyrinchus</i>	jesiotr ostrosony	<i>Abramis sapa</i>	sapa
<i>Acipenser sturio</i>	jesiotr zachodni	<i>Acipenser oxyrinchus</i>	jesiotr ostrosony
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	piekielnica	<i>Acipenser sturio</i>	jesiotr zachodni
<i>Alosa alosa</i>	aloza	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	piekielnica
<i>Alosa fallax</i>	parposz	<i>Ameiurus melas</i>	sumik czarny
<i>Aspius aspius</i>	boleń	<i>Aspius aspius</i>	boleń
<i>Barbus barbus</i>	brzana	<i>Barbatula barbatula</i>	śliz
<i>Barbus cyclolepis</i>	brzanka karpacka	<i>Barbus barbus</i>	brzana
<i>Barbus meridionalis</i>	brzanka	<i>Barbus cyclolepis</i>	brzanka karpacka
<i>Barbus peloponnesius</i>	brzanka	<i>Barbus meridionalis</i>	brzanka
<i>Barbus petenyi</i>	brzanka	<i>Barbus peloponnesius</i>	brzanka
<i>Chondrostoma nasus</i>	świnka	<i>Barbus petenyi</i>	brzanka
<i>Cottus gobio</i>	głowacz białopłetwy	<i>Chondrostoma nasus</i>	świnka
<i>Cottus poecilopus</i>	głowacz przegopłetwy	<i>Coregonus albula</i>	sielawa
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	amur	<i>Coregonus lavaretus</i>	sieja
<i>Eudontomyzon mariae</i>	minóg ukraiński	<i>Coregonus peluga</i>	peluga

Ric.RH.Par – Bogactwo (liczba gatunków) ryb wymagających do rozmazania środowiska lotycznego (repartycyjnych)

!LITHO – Zagęszczenie gatunków wymagających do składania ikry twardego substratu: żwiru, skał, głazów, otoczeków różnej frakcji (litofilnych)

Tabela 11 – Metryki wskaźnika EFI+PL. Wskaźnik dla rzek z dominacją ryb karpiowatych (<i>Cyprinid Index</i>)			
Nazwa łacińska	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Nazwa polska
<i>Gobio gobio</i>	kielb	<i>Eudontomyzon mariae</i>	minóg ukraiński
<i>Gobio kesslerii</i>	kielb Kesslera	<i>Hucho hucho</i>	głowacia
<i>Hucho hucho</i>	głowacia	<i>Lampetra fluviatilis</i>	minóg rzeczny
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	tołpyga biała	<i>Lampetra planeri</i>	minóg strumieniowy
<i>Lampetra fluviatilis</i>	minóg rzeczny	<i>Leuciscus cephalus</i>	kleń
<i>Lampetra planeri</i>	minóg strumieniowy	<i>Leuciscus leuciscus</i>	jelec
<i>Leuciscus cephalus</i>	kleń	<i>Lota lota</i>	miętus
<i>Leuciscus leuciscus</i>	jelec	<i>Neogobius melanostomus</i>	babka bycza
<i>Neogobius melanostomus</i>	babka bycza	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	pstrąg tęczowy
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	pstrąg tęczowy	<i>Osmerus eperlanus</i>	stynka
<i>Petromyzon marinus</i>	minóg morski	<i>Petromyzon marinus</i>	minóg morski
<i>Romanogobio vladykovi</i>	kielb białołetywy	<i>Phoxinus phoxinus</i>	strzebla potokowa
<i>Salmo salar</i>	łośoś atlantycki	<i>Salmo salar</i>	łośoś atlantycki
<i>Salmo trutta fario</i>	pstrąg potokowy	<i>Salmo trutta fario</i>	pstrąg potokowy
<i>Salmo trutta lacustris</i>	troć jeziorowa	<i>Salmo trutta lacustris</i>	troć jeziorowa
<i>Salmo trutta trutta</i>	troć wędrowną	<i>Salmo trutta trutta</i>	troć wędrowną
<i>Salvelinus alpinus</i>	palia	<i>Salvelinus alpinus</i>	palia
<i>Salvelinus fontinalis</i>	pstrąg źródlany	<i>Salvelinus fontinalis</i>	pstrąg źródlany
<i>Thymallus thymallus</i>	lipień	<i>Thymallus thymallus</i>	lipień
<i>Vimba vimba</i>	certa	<i>Vimba vimba</i>	certa

Ric.RH.Par – Bogactwo (liczba gatunków) ryb wymagających do rozmazania środowiska lotycznego (reparacyjnych)

NI.LITHO – Zagęszczenie gatunków wymagających do składania ikrzy twardego substratu: żwiru, skał, głazów, otoczek różnej frakcji (litoflitych)

INTERPRETACJA WYNIKÓW OCENY STANU/POTENCJAŁU EKOLOGICZNEGO Z ZASTOSOWANIEM WSKAŹNIKA IBI_PL

Dla grupy typów abiotycznych rzek, dla których metoda oceny stanu ekologicznego z wykorzystaniem wskaźnika EFI+PL nie znajduje zastosowania, rekomendowane jest wykorzystanie wskaźnika integralności biotycznej IBI, w wersji dostosowanej do warunków Polski (IBI_PL). Dla poszczególnych typów abiotycznych lub ich grup przygotowane zostały oddzielne matryce, pozwalające na ocenę stanu/potencjału ekologicznego.

Wskaźnik Integralności Biotycznej IBI, bazujący na zespołach ryb, ocenia je w wersji oryginalnej poprzez system 12 składników zgrupowanych w trzech kategoriach opisujących 1) bogactwo i skład gatunkowy, 2) strukturę troficzną, 3) liczebność i kondycję zespołu ryb (Karr, 1981; Karr i in. 1986).

Wskaźnik IBI_PL jest obliczany dla następujących typów i podtypów abiotycznych rzek:

- Typ 21a wielkie rzeki nizinne z dnem piaszczystym – powierzchnia zlewni >10 000 km²;
- Typ 21b wielkie rzeki nizinne z dnem żwirowym – powierzchnia zlewni >10 000 km²;
- Typ 23 rzeki nizinne organiczne – powierzchnia zlewni <100 km²;
- Typ 24 rzeki nizinne organiczne – powierzchnia zlewni 100–10 000 km²;
- Typ 25a rzeki śródzieżerne bez występowania ryb łososiowatych – powierzchnia zlewni <100km² i 100–10 000 km²;
- Typ 25b rzeki śródzieżerne z obecnością ryb łososiowatych – powierzchnia zlewni <100km² i 100–10 000 km²;
- Typ 26 ciek w dolinie wielkiej rzeki nizinnej łososiowatych – powierzchnia zlewni <100km² i 100–10 000 km².

Wskaźnik IBI_PL składa się z 12 metryk określających biologiczny stan ichtiofauny, w oparciu o grupy ekologiczne gatunków ryb (Tab. 12), zebranych w 3 kategorie (Tab. 13):

- 1) Bogactwo zespołu ryb i proporcje gatunkowe;
- 2) Proporcje grup troficznych;
- 3) Obfitość i zdrowotność zespołów ryb.

Dla każdego z wymienionych typów i podtypów rzek wybrano po 12 specyficznych metryk, które przedstawiono w 3 kategoriach (Tab. 13). Wyliczone wartości poszczególnych metryk otrzymują punktację jakości: 5 – bardzo dobry; 3 – dostateczny; 1 – słaby. Granice wartości tych metryk dla każdej kategorii punktacji zostały wyznaczone w oparciu o analizę danych monitoringowych z nieprzekształconych stanowisk na rzekach z różnych regionów Polski i stanowią podstawę działania wskaźnika IBI_PL.

Aplikacja obliczeniowa wykorzystuje macierz zawierającą wykaz gatunków ryb i metryk wskaźnika IBI_PL w poszczególnych typach rzek oraz wbudowane równania gdzie:

i-te wiersze określają gatunki ryb,

j-ote kolumny określają wybrane metryki dla ww. typów i podtypów abiotycznych rzek.

W macierzy przyjęto system 0–1 oznaczający, że każdemu gatunkowi przypisano przynależność do określonej grupy ekologicznej (1), lub brak takiej przynależności (0). Przynależność gatunków ryb do grup ekologicznych (gildii) przedstawiono w tabeli 12. Aplikacja obliczeniowa posiada wbudowany moduł IBI_PL z równaniami i funkcjami oraz określonymi granicami wartości metryk wraz z zakresami ich punktacji IBI (1–3–5). W ten sposób przy użyciu programu dokonywane jest zautomatyzowane kwalifikowanie danych empirycznych uzyskanych w terenie do klas jakości według punktacji IBI.

Aplikacja obliczająca wskaźnik IBI_PL ustala typ abiotyczny badanej rzeki wykorzystując dane zawarte w arkuszu podstawowym pliku wejściowego, zaczerpnięte z charakterystyki JCWP w której położone jest stanowisko. Do ustalenia podtypu matrycy IBI_PL aplikacja wykorzystuje informacje dotyczące wysokości n.p.m. oraz dane o charakterze dna rzeki i obecności ryb łososiowatych w połowie (również zawarte w arkuszu podstawowym pliku wejściowego).

Tab. 12. Podstawowe ekologiczne grupy ryb i minogów występujących w systemach rzek Polski uwzględnianych w metrykach wskaźnika IBI_PL

Gatunek		Grupy ekologiczne				Pochodzenie gatunku
nazwa łacińska	nazwa polska	troficzna	rozrodcza	przepływu	siedliskowa	
<i>Abramis ballerus</i>	rozpiór	Ff	Ph	Lm	Wc	N
<i>Abramis bjoerkna</i>	krąp	I	Ph-l	Lm	Wc	N
<i>Abramis brama</i>	leszcz	O	Ph	Lm	B	N
<i>Abramis sapa</i>	sapa	I	Ph-l	R	B	N
<i>Acipenser oxyrinchus</i>	jesiotr ostronosy	I	L	R	B	N
<i>Acipenser sturio</i>	jesiotr zachodni	I	L	R	B	N
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	piekielnica	I	L	R	Wc	N
<i>Alburnus alburnus</i>	ukleja	I	Ph-l	R	Wc	N
<i>Alosa alosa</i>	aloza	Ff	Pe	Lm/R	Wc	N
<i>Alosa fallax</i>	parposz	O/I	Pe	Lm/R	Wc	N
<i>Ameiurus melas</i>	sumik czarny	I	Ph	Lm	B	A
<i>Ameiurus nebulosus</i>	sumik karłowaty	I	Ph	Lm	B	A
<i>Anguilla anguilla</i>	węgorz	P	Spec	Lm	B	N
<i>Aspius aspius</i>	boleń	P	L	R	Wc	N
<i>Barbatula barbatula</i>	śliz	I	PS	R	B	N
<i>Barbus barbus</i>	brzana	I	L	R	B	N
<i>Barbus cyclolepis</i>	brzanka karpacka	I	L	R	B	N
<i>Barbus meridionalis</i>	brzanka	I	L	R	B	N
<i>Barbus peloponnesius</i>	brzanka	I	L	R	B	N

Gatunek		Grupy ekologiczne				Pochodzenie gatunku
nazwa łacińska	nazwa polska	troficzna	rozrodcza	przepływu	siedliskowa	
<i>Barbus petenyi</i>	brzanka	I	L	R	B	N
<i>Carassius auratus</i>	karaś złocisty	O	Ph	Lm	B	A/AI
<i>Carassius carassius</i>	karaś pospolity	O	Ph	Lm	B	N
<i>Carassius gibelio</i>	karaś srebrzysty	O	Ph	Lm	B	A/AI
<i>Chondrostoma nasus</i>	świnka	H	L	R	B	N
<i>Clarias gariepinus</i>	sumik afrykański	O	Ph	Lm	B	AI
<i>Cobitis taenia</i>	koza	I	Ph	R	B	N
<i>Coregonus albula</i>	sielawa	Ff	Ph - PS	Lm	Wc	N
<i>Coregonus lavaretus</i>	sieja	Ff	L/PS	Lm	Wc	N
<i>Coregonus peled</i>	peluga	Ff	PS	Lm	Wc	AI
<i>Cottus gobio</i>	głowacz białopłetwy	I	L	R	B	N
<i>Cottus poecilopus</i>	głowacz przęgopłetwy	I	L	R	B	N
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	amur biały	H	Pe	Lm	Wc	AI
<i>Cyprinus carpio</i>	karp	I	Ph	Lm	B	AI
<i>Esox lucius</i>	szczupak	P	Ph	Lm	Wc	N
<i>Eudontomyzon mariae</i>	minóg ukraiński	Ff	L	R	B	N
<i>Eupallasella perenurus</i>	strzebla błotna	I	Ph	Lm	Wc	N
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	ciernik	I	Ph	Lm	Wc	N
<i>Gobio gobio</i>	kiełb	I	PS	R	B	N
<i>Gobio kesslerii</i>	kiełb Kesslera	I	PS	R	B	N
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	jazgarz	I	Ph-l	Lm	Wc	N
<i>Hucho hucho</i>	głowacica	P	L	R	Wc	AI*
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	tołpyga biała	Ff	Pe	Lm	Wc	AI
<i>Lampetra fluviatilis</i>	minóg rzeczny	Ff	L	R	B	N
<i>Lampetra planeri</i>	minóg strumieniowy	Ff	L	R	B	N
<i>Lepomis gibbosus</i>	bass słoneczny	O	PS	Lm	Wc	AI
<i>Leucaspis delineatus</i>	słonecznica	O	Ph	Lm	Wc	N
<i>Leuciscus cephalus</i>	kleń	I/P	L	R	Wc	N
<i>Leuciscus idus</i>	jaż	O	Ph	R/Lm	Wc	N
<i>Leuciscus leuciscus</i>	jelec	I	Ph-l	R	Wc	N
<i>Lota lota</i>	miętus	I/P	Ps	R/Lm	Wc	N

Gatunek		Grupy ekologiczne				Pochodzenie gatunku
nazwa łacińska	nazwa polska	troficzna	rozrodcza	przepływu	siedliskowa	
<i>Misgurnus fossilis</i>	piskorz	I	Ph	Lm	B	N
<i>Neogobius fluviatilis</i>	babka szczupła	I	L	Lm	B	A
<i>Neogobius gymnotrachelus</i>	babka łysa	I	L	Lm	B	A
<i>Neogobius melanostomus</i>	babka bycza	I/P	L	Lm	B	A
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	pstrąg tęczowy	I/P	L	R	Wc	AI
<i>Oreochromis niloticus</i>	tilapia	H	PS	Lm	Wc	AI
<i>Osmerus eperlanus</i>	stynka	Ff	L-pe	Lm	Wc	N
<i>Pelecus cultratus</i>	ciosa	Ff/I	Pe	R	Wc	N
<i>Perca fluviatilis</i>	okoń	I/P	Ph-l	Lm/R	Wc	N
<i>Perccottus glenii</i>	trawianka	I	Ph	Lm	B	A
<i>Petromyzon marinus</i>	minóg morski	Ff	L	R	B	N
<i>Phoxinus phoxinus</i>	strzebla potokowa	O	L	R	Wc	N
<i>Platichthys flesus</i>	stornia	I	PS	Lm	B	N
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	babka rurkonosa	I	L	Lm	B	A
<i>Pseudorasbora parva</i>	czebaczek amurski	I	Ph-l	R	B	A
<i>Pungitius pungitius</i>	cierniczek	I	Ph	Lm	Wc	N
<i>Rhodeus amarus</i>	różanka	H	OS	Lm/R	Wc	N
<i>Romanogobio vladykovi</i>	kiełb białopłetwy	I	PS	R	B	N
<i>Rutilus rutilus</i>	płóc	O	Ph	Lm	Wc	N
<i>Sabanejewia aurata</i>	koza złotawa	I	Ph-l	R	B	N
<i>Salmo salar</i>	łosoś atlantycki	P/I	L	R	Wc	N
<i>Salmo trutta fario</i>	pstrąg potokowy	I/P	L	R	Wc	N
<i>Salmo trutta lacustris</i>	troć jeziorowa	P/I	L	R	Wc	N
<i>Salmo trutta trutta</i>	troć wędrowna	P/I	L	R	Wc	N
<i>Salvelinus alpinus</i>	palia	I/P	L	R	Wc	AI
<i>Salvelinus fontinalis</i>	pstrąg źródłany	I/P	L	R	Wc	AI
<i>Sander lucioperca</i>	sandacz	P	Ph	Lm/R	Wc	N
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	wzdreğa	H	Ph	Lm	Wc	N
<i>Silurus glanis</i>	sum	P	Ph	R	B	N
<i>Thymallus thymallus</i>	lipień	I	L	R	Wc	N
<i>Tinca tinca</i>	lin	I	Ph	Lm	B	N

Gatunek		Grupy ekologiczne				Pochodzenie gatunku
nazwa łacińska	nazwa polska	troficzna	rozrodcza	przepływu	siedliskowa	
<i>Umbra krameri</i>	muławka bałkańska	O	Ph	Lm	B	AI
<i>Umbra pygmaea</i>	muławka wschodnio-amerykańska	O	Ph	Lm	B	AI
<i>Vimba vimba</i>	certa	I	L	R	B	N

- Ff* – filter feeders – odżywiające się przez filtrację;
P – piscivores – drapieżne;
I – invertivores – odżywiające się fauną bezkręgową;
O – omnivores – wszystkożerne;
H – herbivores – roślinożerne;
L – lithophilous – rozród na substracie żwirowym i kamiennym;
Ph – phytophilous – rozród na substracie roślinnym;
Ph-l – phyto-lithophilous – rozród na substracie roślinnym miękkim lub stałym;
PS – psammophilous – rozród na substracie piaszczystym;
OS – ostracophilous – rozwój ikry w jamie płaszczowej małży;
L-pe – litho-pelagophilous – rozród na kamieniach, ikra unoszona z prądem wody;
Pe – pelagophilous – ikra unoszona z prądem wody;
R – reolimnic – ryby preferujące szybki nurt wody;
Lm – limnophilic – ryby występujące w wolno płynących wodach;
Wc – water column – ryby toni wodnej (nektoniczne);
B – benthic – ryby przydenne;
N – native species – gatunki rodzime;
A – aliens – gatunki obce; *AI* – obce pochodzące z zarybień;
* gatunek rodzimy w zlewni Dunaju.

Sposób obliczania poszczególnych metryk IBI_PL

Kategoria „Bogactwo zespołu ryb i proporcje gatunkowe”

Pierwsze cztery metryki: całkowite bogactwo gatunkowe, bogactwo grupy gatunków toni wody, bogactwo grupy gatunków przydennych oraz bogactwo gatunków typowych dla wielkich rzek (Tab. 13) wyznaczano dwoma sposobami. Dla rzek typu 21a piaszczystego i 21b żwirowego wyznaczono wartości graniczne klas IBI_PL w oparciu o archiwalne dane uzyskane z odłowów ryb, co umożliwiło przeprowadzenie estymacji danych aktualnych z badanych stanowisk i określanie ich punktacji IBI_PL. W przypadku typów 23, 24, 25a i 25b i 26 dla tych metryk wyznaczono prostoliniowe funkcje zależności $y = a + bx$, gdzie:

- y – bogactwo gatunkowe wyrażone liczbą gatunków ryb;
 x – zlogarytmowana (ln) wartość powierzchni dorzecza (km²);
 a i b – parametry funkcji.

Punkty na wykresie zależności między liczbą gatunków ryb a logarytmem powierzchni dorzecza tworzą trójkąt prostokątny. Według klasycznej metody IBI wykres taki dzielono na trzy równe części (trójkąty) i wykreślano trzy linie maksymalnego bogactwa gatunko-

wego (Ryc. 10) określające górne granice liczby gatunków dla danej wielkości i typu rzeki. Nadawano tym granicom punkty jakości IBI według zasady: najwyższej leżąca linia – 5 pkt, środkowa – 3 pkt i najniższa linia 1 – pkt. Były one podstawą do oceny IBI dla stanowiska monitoringowego. Podstawą wyznaczenia funkcji zależności były wcześniej wykreślone linie maksymalnego bogactwa gatunkowego i przebiegające bezpośrednio wzdłuż nich dane (punkty) liczby gatunków skorelowane z wielkością powierzchni dorzecza. Istotą tych funkcji jest określenie modelowego (hipotetycznego) bogactwa gatunkowego wyrażonego liczbą gatunków ryb, odpowiednio dla danego typu rzeki i jej wielkości oraz powierzchni dorzecza. Funkcje te są zatem górnymi granicami zakresów klas jakości IBI określonych punktami: 5 pkt, 3 pkt, 1 pkt (Ryc. 10) i wobec nich prowadzona jest klasyfikacja danych empirycznych z badanych stanowisk.

Wyznaczono 15 takich funkcji dla poszczególnych typów rzek, które następnie zostały wbudowane w moduł IBI_PL komputerowej aplikacji obliczeniowej. Przykładowo, dla metryki „Całkowite bogactwo gatunkowe” dla rzek typ 23, 24 i 26 wyznaczono następujące funkcje w zakresach jakości IBI:

IBI – 5 pkt > funkcji dla 3 pkt

IBI – 3 pkt < $y = 1,7949x + 0,6824$ <

IBI – 1 pkt < $y = 0,9006x - 0,3827$ <

Znak < przed równaniem funkcji oznacza domknięcie zakresu klasy, znak < postawiony za równaniem oznacza otwarcie zakresu klasy w dół, znak > otwarcie zakresu do góry.

Pozostałe metryki w kategorii „Bogactwo zespołu ryb i proporcje gatunkowe” to:

– wskaźnik wyrównania gatunkowego Pielou wyrażony wzorem $E = \frac{H'}{\ln S}$

gdzie: H' to wskaźnik różnorodności ogólnej liczony według wzoru

$$H' = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{N} \right); S - \text{liczba gatunków};$$

- % udział gatunków litofilnych;
- % udział gatunków litofilnych z wykluczeniem łososiowatych;
- % udział gatunków wskaźnikowych dla wielkich rzek;
- % udział gatunków wskaźnikowych;
- % udział szczupaka;
- % udział płoci;
- % udział gatunków eutrofizujących.

Metryki te są odpowiednio dobierane do specyfiki typów rzek. Zachowana jest stała liczba metryk w omawianej kategorii, która dla każdego typu rzeki wynosi 6 (Tab. 13). W strukturę programu wbudowano formuły obliczające określone wcześniej granice klas jakości IBI oraz udziały procentowe gatunków ryb lub grup gatunków:

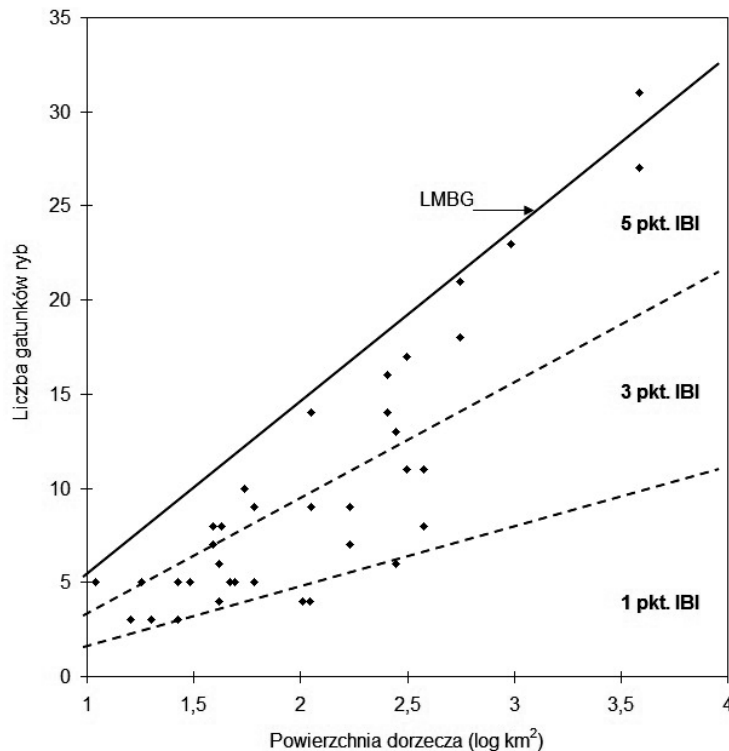
$$\%n_i = \frac{\sum_i^S n_i}{N} \text{ gdzie:}$$

n_i – liczba osobników i – tego gatunku na stanowisku,

N – całkowita liczba osobników ryb na stanowisku,

S – liczba gatunków w danej grupie na stanowisku.

Równanie to zastosowano także do metryk zawartych w kolejnych kategoriach.



Ryc. 10. Zależność między logarytmem powierzchni dorzecza a liczbą gatunków ryb w zespole. Przykład wyznaczenia linii maksymalnego bogactwa gatunkowego (LMBG) dla trzech przedziałów punktacji IBI.

Kategoria „Proporcje grup troficznych”

Ta kategoria zawiera metryki określające grupy ryb związane z ich preferencjami pokarmowymi i procentowy udział osobników należących do tych grup. Wyznaczono w niej 6 metryk, doborzonych stosownie do specyfiki rzek:

- % udział drapieżnych;
- % udział względnie drapieżnych;
- % udział odżywiających się bezkręgowcami i minogów;
- % udział względnie drapieżnych i odżywiających się bezkręgowcami;
- % udział grupy wszystkożernych;
- % udział wszystkożernych z wykluczeniem płoci.

Kategoria „Obfitość i zdrowotność zespołów ryb”

Wyróżniono w tej kategorii trzy metryki dotyczące stanu zdrowotności, ogólnej liczebności zespołu ryb oraz udziału gatunków obcych.

Charakterystyka metryk wskaźnika IBI_PL

Do metryk o charakterze jakościowym zalicza się 4 pierwsze metryki wymienione w grupie „Skład i bogactwo gatunkowe” (Tab. 13). Metryka „Całkowite bogactwo gatunków” odzwierciedla ogólne zróżnicowanie zespołu ichtiofauny, kolejne metryki: „Bogactwo gatunków toni wody” i „Bogactwo gatunków strefy przydennej” odnoszą się do grup ekologicznych związanych z preferencjami siedliskowymi, zaś metryka służąca do oceny stanu środowiska wielkich rzek nizinnych, obejmuje bogactwo gatunków typowych dla dużych rzek, takich jak: sandacz *Sander lucioperca*, boleń *Aspius aspius*, brzana *Barbus barbus*, leszcz *Abramis brama*, sum *Silurus glanis*, jesiotr ostronosy *Acipenser oxyrinchus*, jesiotr zachodni *Acipenser sturio*, parposz *Alosa fallax* i aloza *Alosa alosa*. Kolejną metryką jakościową, wykorzystywaną w metodzie IBI_PL dla wielkich rzek nizinnych o dnie żwirowym, jest wskaźnik wyrównania gatunkowego Pielou E (Głowaciński 1996). Metryka ta odzwierciedla proporcjonalność zespołu ichtiofauny i wykazuje niższe wartości w przypadku znacznej dominacji pojedynczych gatunków.

W metodzie IBI_PL wykorzystywany jest szereg metryk opartych na proporcjach ilościowych, tzn. udziale osobników należących do poszczególnych gatunków wskaźnikowych lub grup ekologicznych czy gatunków charakterystycznych dla typu rzeki. Należą do nich następujące metryki z grupy „Skład i bogactwo gatunkowe” (Tab. 13): % udział gatunków litofilnych, % udział szczupaka, % udział płoci, % udział ryb łososiowatych. Dla wielkich rzek nizinnych piaszczystych wykorzystywany jest ponadto jako metryka % udział gatunków wskaźnikowych, do których należą: jesiotr ostronosy *Acipenser oxyrinchus*, jesiotr zachodni *Acipenser sturio*, szczupak *Esox Lucius*, troć wędrowna *Salmo trutta trutta*, łosoś atlantycki *Salmo salar*, różanka *Rhodeus amarus*, wzdreğa *Scardinius erythrophthalmus*, certa *Vimba vimba*, świnka *Chondrostoma nasus*, minóg morski *Petromyzon marinus*, minóg rzeczny *Lampetra fluviatilis* oraz minóg ukraiński *Eudontomyzon mariae*. Z kolei dla wielkich rzek nizinnych żwirowych zastosowano metrykę opartą o % udział gatunków eutrofizujących, do których zaliczono: płoć *Rutilus rutilus*, ukleję *Alburnus alburnus* i jazia *Leuciscus idus*. Wymienione metryki odzwierciedlają proporcje osobników należących do poszczególnych grup ekologicznych, czy taksonów o charakterze wskaźnikowym w zespole ichtiofauny. Należy zwrócić uwagę, że większy udział niektórych grup czy gatunków (np. ryb łososiowatych), przekłada się na wzrost wartości wskaźnika, a dla niektórych metryk zależność jest odwrotna – np. wzrost udziału gatunków eutrofizujących, czy udziału płoci powoduje zmniejszenie wartości wskaźnika IBI_PL (Tab. 13).

W kategoriach: „Proporcje grup troficznych” oraz „Obfitość i zdrowotność ryb” wszystkie metryki wskaźnika IBI_PL opierają się na proporcjach osobników poszczególnych gatunków

lub ich grup. Kategoria „Proporcje grup troficznych” odnosi się do struktury troficznej zespołu ichtiofauny, przy czym na wzrost wartości IBI_PL dla odpowiednich typów rzek wpływa większy udział gatunków drapieżnych, względnie drapieżnych i odżywiających się bezkręgowcami. Natomiast zwiększony udział gatunków wszystkożernych przekłada się na obniżenie wartości wskaźnika (Tab. 13). Ostatnia kategoria metryk odnosi się do stanu zdrowotnego populacji ryb, udziału gatunków obcych oraz ogólnej liczebności lub biomasy zespołu ichtiofauny w odniesieniu do jednostki nakładu połowowego (*CPUE – catch per unit effort*). W grupie tej jedynie wzrost wartości *CPUE* przekłada się na wyższą ocenę wskaźnika IBI_PL, podczas gdy zarówno zwiększenie udziału hybryd i osobników z anomaliami, jak też udziału gatunków obcych skutkuje obniżeniem wyniku IBI_PL (Tab. 13).

Tab. 13. Metryki stosowane do obliczania wskaźnika IBI_PL. Zaznaczono wpływ zmian wartości metryki na wartość wskaźnika. Grupy ekologiczne ryb – patrz Tab. 12

Metryki	Efekt metryki	Typy abiotyczne rzek				
		Wielkie rzeki typ 21a piaszczysty	Wielkie rzeki typ 21b żwirowy	Rzeki organiczne typ 23, 24, 26	Rzeki międzyjeziorne typ 25a (bez ryb łososiowatych)	Rzeki międzyjeziorne typ 25b (z rybami łososiowatymi)
1. Bogactwo zespołu ryb i proporcje gatunkowe (liczba gatunków lub % udział osobników)						
Całkowite bogactwo gatunków	>	+	+	+	+	+
Bogactwo gatunków toni wody	>	+	+	+	+	+
Bogactwo gatunków strefy przydennej	>	+	+	+	+	+
Bogactwo gatunków typowych dla wielkich rzek ¹⁾	>	+				
Wskaźnik wyrównania gatunkowego E	>		+			
% udział gatunków litofilnych	>		+			
% udział gatunków litofilnych z wykluczeniem łososiowatych						+
% udział gatunków wskaźnikowych dla wielkich rzek ²⁾	>	+				
% udział gatunków wskaźnikowych ³⁾	>			+	+	
% udział szczupaka	>			+	+	+
% udział płoci	<	+		+	+	
% udział gatunków eutrofizujących ⁴⁾	<		+			

Metryki	Efekt metryki	Typy abiotyczne rzek				
		Wielkie rzeki typ 21a piaszczysty	Wielkie rzeki typ 21b żwirowy	Rzeki organiczne typ 23, 24, 26	Rzeki międzyjeziorne typ 25a (bez ryb łososiowatych)	Rzeki międzyjeziorne typ 25b (z rybami łososiowatymi)
2. Proporcje grup troficznych (% osobników)						
% udział drapieżnych	>	+		+	+	+
% udział względnie drapieżnych	>		+			
% udział odżywiających się bezkręgowcami i minogów	>	+	+			
% udział względnie drapieżnych i odżywiających się bezkręgowcami	>			+	+	+
% udział wszystkożernych	<					+
% udział wszystkożernych z wykluczeniem płoci	<	+	+	+	+	
3. Obfitość i zdrowotność zespołów ryb						
% udział osobników z anomaliami i hybryd	<	+	+	+	+	+
Obfitość ryb wyrażona połowem na jednostkę CPUE (liczebność na jednostkę powierzchni)	>	+	+	+	+	+
% udział osobników obcych gatunków	<	+	+	+	+	+

> wzrost wartości metryki odpowiada wzrostowi wartości wskaźnika;

< wzrost wartości metryki odpowiada spadkowi wartości wskaźnika;

¹⁾ *Sander lucioperca*, *Aspius aspius*, *Barbus barbus*, *Abramis brama*, *Silurus glanis*; *Acipenser oxyrinchus*, *Acipenser sturio*, *Alosa fallax*, *Alosa alosa*;

²⁾ *Acipenser oxyrinchus*, *Acipenser sturio*, *Chondrostoma nasus*, *Esox Lucius*, *Eudontomyzon mariae*, *Lampetra fluviatilis*, *Petro-myzon marinus*, *Rhodeus amarus*, *Salmo salar*, *Salmo trutta trutta*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Vimba vimba*;

³⁾ *Misgurnus fossilis*, *Rhodeus amarus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Tinca tinca*;

⁴⁾ *Rutilus rutilus*, *Alburnus alburnus*, *Leuciscus idus*;

CPUE – catch per unit effort – odłów na jednostkę nakładu połowowego;

N – liczba ryb;

B – biomasa ryb.

INTERPRETACJA WYNIKÓW WSKAŹNIKA DLA RYB DIADROMICZNYCH (D) JAKO METODY UZUPEŁNIAJĄCEJ OCENĘ STANU ALBO POTENCJAŁU EKOLOGICZNEGO Z ZASTOSOWANIEM WSKAŹNIKÓW EFI+PL I IBI_PL

Wskaźniki EFI+PL i IBI_PL oceniają stan/potencjał ekologiczny JCWP na podstawie danych o strukturze ichtiofauny na stanowisku zlokalizowanym w punkcie prowadzenia monitoringu. Tymczasem jedną z właściwości ryb jest podejmowanie dłuższych lub krótszych wędrówek w systemie rzeczonym, np. w celu dotarcia na tarliska, żerowiska lub do miejsc zimowania (Wiśniewolski 2002). Szczególną grupę stanowią gatunki diadromiczne (Tab. 5), które do realizacji pełnego cyklu życiowego wymagają zarówno środowiska słodkowodnego jak morskiego. Stanowią one niezwykle cenną grupę wskaźnikową, pozwalającą na oszacowanie wpływu antropogenicznych zaburzeń ciągłości rzek na stan środowiska. Ponieważ gatunki te przemieszczają się często na odcinkach kilkuset kilometrów, ocena ich występowania w badanym punkcie odzwierciedla stan całego systemu rzecznego, traktowanego jako funkcjonalna całość.

Wskaźnik D, oparty na module *Diadromous* metody EFI+, bazuje na porównaniu liczby gatunków diadromicznych notowanych w badanej rzece historycznie i występujących obecnie. Obie te wartości ustalane są na podstawie dostępnych źródeł, przy czym wykorzystywane są nie tylko wyniki odłowów, ale też dane literaturowe, informacje od użytkowników wód itp. Ze względu na znaczny stopień fragmentacji sieci rzecznej Polski (Wiśniewolski i Engel 2006, Błachuta 2010) przyjęto dla tego wskaźnika stosunkowo liberalne granice klas, zakładając, że obecność przynajmniej połowy gatunków notowanych historycznie w badanej rzece pozwala na pozostawienie oceny uzyskanej metodą EFI+PL lub IBI_PL bez zmian. W odniesieniu do stanowisk, dla których notowane jest obecnie mniej niż 50% występujących historycznie gatunków dwuśrodowiskowych, przyjęto korektę oceny wyznaczonej za pomocą wskaźnika podstawowego przez obniżenie klasy stanu/potencjału ekologicznego o jeden. Oznacza to, że obecność mniej niż połowy gatunków diadromicznych uniemożliwia osiągnięcie stanu bardzo dobrego (lub maksymalnego potencjału) i zmniejsza prawdopodobieństwo uzyskania stanu/potencjału dobrego przez JCWP objętą monitoringiem. Należy podkreślić, że przywrócenie ciągłości szlaku migracji gatunków dwuśrodowiskowych, np. przez budowę funkcjonalnych przepławek lub obejść dla ryb (FAO/DVWK/WWF. PL. 2016) na istniejących piętrzeniach w zlewni badanej rzeki, będzie skutkowało podniesieniem wyniku o jedną klasę przy ponownej ocenie JCWP w oparciu o ichtiofaunę, przy założeniu, że stan lokalnych populacji ryb ocenianych wskaźnikiem podstawowym nie ulegnie pogorszeniu.

Jeżeli brak jest informacji na temat historycznego występowania gatunków diadromicznych, wskaźnika D nie oblicza się. Analogicznie postępuje się w przypadku, gdy istnieją dane literaturowe świadczące, że w badanej rzece gatunki takie nie występowały, ze względu na naturalny brak dogodnych siedlisk. Wskaźnik D nie jest stosowany również dla rzek międzyziornych (typ 25) i organicznych (typ 23, 24), w których gatunki dwuśrodowiskowe odgrywały z reguły mniej istotną rolę ekologiczną niż w innych typach rzek.

WYNIKI OCENY STANU/POTENCJAŁU EKOLOGICZNEGO STANOWISK MONITOROWANYCH W LATACH 2011–2015

Oceną stanu ekologicznego lub potencjału ekologicznego objęto 937 stanowisk (Ryc. 11), zlokalizowanych w 834 jednolitych częściach wód powierzchniowych, w których prowadzono monitoring ichtiofauny w latach 2011–2015 (Tab. 14). Nie dokonano oceny 24 stanowisk (2,5%), z czego na: 14 stanowiskach stwierdzono brak ryb, na 6 stanowiskach – brak wody, zaś dla 4 stanowisk należących do typu 22 – oceny nie wykonuje się. Pozostałe stanowiska oceniano następująco: metodą EFI+PL – 707 stanowiska (75,5%), metodą IBI_PL – 206 stanowisk (22%).

Wyniki przeprowadzonej na podstawie ichtiofauny oceny stanu/potencjału monitorowanych 937 stanowiskach (4 stanowiska nie oceniane – typ abiotyczny 22), przedstawiono w tabeli 14. Stanowiska badane metodą EFI+PL w łącznej liczbie 727 sklasyfikowano następująco:

- Klasa I – 13 stanowisk,
- Klasa II – 149 stanowisk,
- Klasa III – 229 stanowisk,
- Klasa IV – 173 stanowiska,
- Klasa V – 143 stanowiska.

Nie ocenione:

- brak ryb – 14 stanowisk,
- brak wody – 6 stanowisk.

Stanowiska oceniane metodą IBI_PL w łącznej liczbie 206 mieściły się w następujących klasach:

- Klasa I – 5 stanowisk,
- Klasa II – 15 stanowisk,
- Klasa III – 73 stanowiska,
- Klasa IV – 84 stanowiska,
- Klasa V – 29 stanowisk.

Co najmniej dobry stan ekologiczny stwierdzono dla 111 stanowisk (22%), zaś co najmniej dobry potencjał ekologiczny odnotowano dla 71 stanowisk (18%). Oznacza to, iż odpowiednio 78 i 82% stanowisk uzyskało ocenę stanu lub potencjału ekologicznego poniżej dobrego (Tabela 14). Rozmieszczenie stanowisk monitorowanych w latach 2011–2015 przedstawiono na rycinie 11, natomiast wyniki oceny stanu/potencjału ekologicznego JCWP ocenionych metoda EFI+PL albo IBI_PL – odpowiednio na rycinach 12 i 13.

Spośród stanowisk ocenianych metodą EFI+PL do bardzo dobrego i dobrego stanu ekologicznego zaklasyfikowanych zostało 24%. Podobnie bardzo dobrym i dobrym potencjałem charakteryzowało się 21% stanowisk. Słabym i złym stanem względnie potencjałem ekologicznym charakteryzował się również taki sam odsetek stanowisk – po 45%.

W ocenie metodą IBI_PL bardzo dobry i dobry stan ekologiczny stwierdzono dla 13% stanowisk, natomiast potencjał tylko dla 7%. Słabym i złym stanem ekologicznym odznaczało

się natomiast 53% ocenianych stanowisk. W odniesieniu do oceny potencjału ekologicznego – słaby i zły stwierdzono dla 57% stanowisk.

W ramach udoskonalenia metody EFI+IBI_PL zweryfikowano granice klas dla wskaźnika IBI_PL, przyjmując niższe przedziały wartości. Pomimo tego wskaźnik IBI_PL w dalszym ciągu wykazuje bardziej surowe oceny niż wskaźnik EFI+PL. W latach 2011–2015 odnotowano blisko dwukrotnie mniejszy udział stanowisk sklasyfikowanych do dobrego stanu ekologicznego metodą IBI_PL niż metodą EFI+PL. W odniesieniu do potencjału ekologicznego różnica ta była trzykrotna. Wskazuje to na potrzebę dalszej kalibracji granic klas wskaźnika IBI_PL w oparciu o szerszy materiał zgromadzony w kolejnych cyklach monitoringowych.

Tab. 14. Wyniki oceny stanu/potencjału ekologicznego przeprowadzona na podstawie ichtiofauny dla 937 stanowisk monitoringu w latach 2011–2015 metodą EFI+IBI_PL

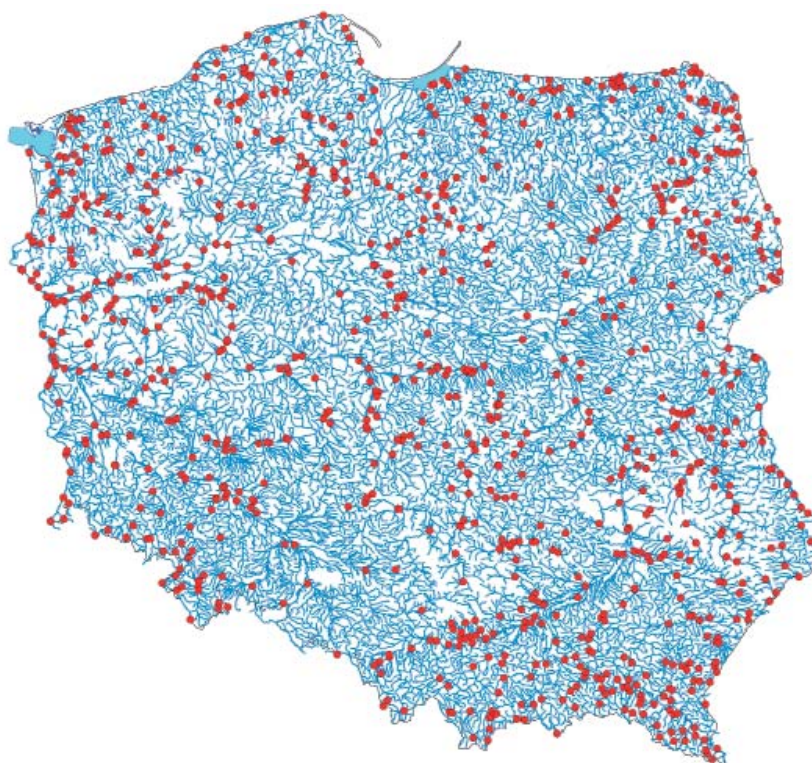
Klasa*	EFI+PL				IBI_PL			
	Stan ekologiczny	%	Potencjał ekologiczny	%	Stan ekologiczny	%	Potencjał ekologiczny	%
1	9	2.2%	4	1.3%	3	2.8%	2	2.0%
2	89	22.0%	60	19.8%	10	9.3%	5	5.1%
3	125	30.9%	104	34.3%	38	35.2%	35	35.7%
4	103	25.5%	70	23.1%	42	38.9%	42	42.9%
5	78	19.3%	65	21.5%	15	13.9%	14	14.3%
Razem ocenione	404	100%	303	100%	108	100%	98	100%
Nie ocenione**	13	–	7	–	0	–	0	–
Brak oceny typ 22	3	–	1	–	0	–	0	–
Razem	420	–	311	–	108	–	98	–

* Klasa oceny: 1 – bardzo dobry/maksymalny, 2 – dobry, 3 – umiarkowany, 4 – słaby, 5 – zły;

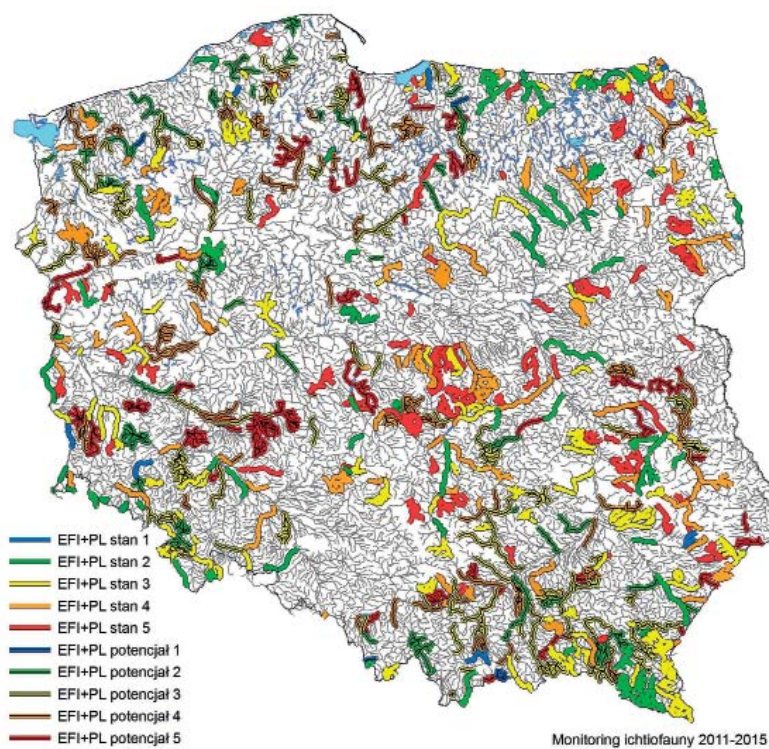
** Brak ryb, brak wody na stanowisku.

Przedstawiona na rycinie 11 lokalizacja punktów monitoringu ichtiofauny odpowiada rozmieszczeniu punktów monitoringu diagnostycznego, wyznaczonych na lata 2011–2015 w ramach założeń PMS. Regionami o największym pokryciu siecią punktów monitoringowych są: Pomorze, Podlasie, Małopolska i południowa część Podkarpacia. Zaznaczają się również rejony niedostatecznie przebadane: wschodnia Wielkopolska, zachodnie Mazowsze i Kujawy, Mazury oraz Górny Śląsk. Regiony te powinny zostać objęte proporcjonalnie gęstszą siecią punktów monitoringu ichtiofauny w kolejnych latach.

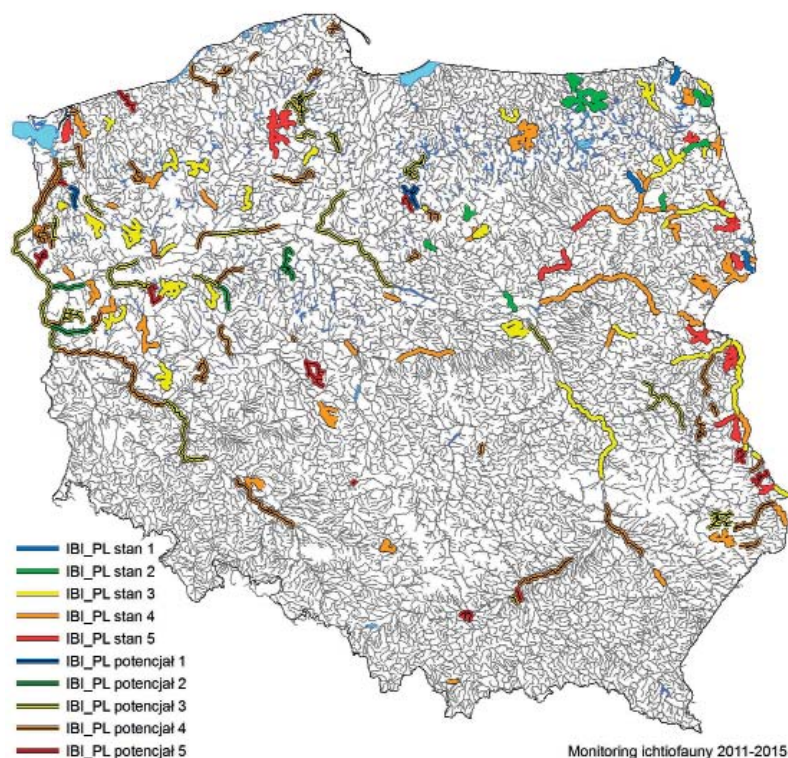
Rozpatrując lokalizację rzek ocenianych za pomocą obydwu metod widoczne jest, że metoda EFI+PL znajduje zastosowanie zarówno do rzek położonych na wyżynach, jak i na terenach nizinnych (Ryc. 12). Natomiast metodą IBI_PL znacznie częściej oceniane są rzeki w regionach nizinnych (Ryc. 13). Wynika to z rozmieszczenia geograficznego typów abiotycznych rzek ocenianych za pomocą poszczególnych wskaźników. Rzeki organiczne i międzyjeziorne występują prze-



Ryc. 11. Rozmieszczenie stanowisk monitoringowych badanych w 2011, 2012, 2014 i 2015 roku



Ryc. 12. Ocena stanu/potencjału ekologicznego JCWP wykonana na podstawie ichtiofauny metodą EFI+PL na stanowiskach monitoringowych w latach 2011, 2012, 2014 i 2015



Ryc. 13. Ocena stanu/potencjału ekologicznego JCWP wykonana na podstawie ichtiofauny metodą IBI_PL na stanowiskach monitoringowych w latach 2011, 2012, 2014 i 2015.

ważnie w północnej i centralnej Polsce (pas pojezierzy), oraz wzdłuż wschodniej granicy kraju. Również stanowiska na wielkich rzekach nizinnych, oceniane metodą IBI_PL, zlokalizowane są w środkowym i dolnym biegu tych rzek, czyli w wymienionych wyżej regionach Polski.

Rozmieszczenie geograficzne JCWP, które uzyskały co najmniej dobry stan/potencjał ekologiczny, wykazuje pewne prawidłowości. Stanowiska ocenione metodą EFI+PL w co najmniej dobrym stanie/potencjale ekologicznym przeważały w południowej i południowo-wschodniej Polsce (rzeki wyżynne i górskie) oraz w pasie pojezierzy (rzeki nizinne). Najniższe oceny uzyskały stanowiska położone w centralnej i wschodniej Polsce (województwo łódzkie, świętokrzyskie, podlaskie i lubelskie) oraz na Śląsku (Ryc. 12). Również w przypadku rzek ocenianych metodą IBI_PL stanowiska sklasyfikowane w co najmniej dobrym stanie lub potencjale ekologicznym znajdowały się przeważnie w pasie pojezierzy i na krańcach północno-wschodnich. Natomiast rzeki w centralnej i południowej Polsce oraz mniejsze ciekły zlokalizowane na Podlasiu i wzdłuż wschodniej granicy kraju wykazywały niski status ekologiczny (Ryc. 13). Rozmieszczenie geograficzne ocen wskaźników ichtiologicznych w znacznej mierze odpowiada poziomowi przekształcenia antropogenicznego rzek i potoków, który jest najwyższy w centralnej, południowej i południowo-zachodniej Polsce, a w odniesieniu do małych cieków w krajobrazie rolniczym – także na Podlasiu i Lubelszczyźnie. Mniej zmienione rzeki i potoki występują natomiast liczniej w terenach górskich (południowa Polska) oraz w rejonie pojezierzy i na krańcach północno-wschodnich.

UZASADNIENIE ODSTĄPIENIA OD OCENY W OPARCIU O ICHTIOFAUNĘ RZEK TYPU ABIOTYCZNEGO NR 22 (RZEKA PRZYUJŚCIOWA POD WPŁYWEM WÓD SŁONYCH)

Rzeki pod wpływem wód słonych stanowią typ abiotyczny o szczególnej charakterystyce warunków środowiskowych oraz specyficznym składzie zespołów organizmów wodnych. W Polsce wyróżniono 16 JCWP tego typu, obejmujących w większości krótkie, ujściowe odcinki rzek przyziemnych, często łączące jezioro przyziemne lub zalew z morzem. Są to rzeki o wolnym nurcie i piaszczystym lub mulistym dnie, z ciepłą, słabo natlenioną wodą. Okresowe wlewy wód morskich (podczas sztormów) powodują zmiany chemizmu wód, w szczególności wzrost zasolenia, a także okresowe odwrócenie kierunku przepływu wody i jej podpiętrzenie w ujściowym odcinku rzeki. Flora i fauna tych środowisk związana jest z piaszczystym i mulistym substratem dennym. Znaczną rolę siedliskotwórczą pełnią makrofity, które zapewniają dogodny kryjówki oraz miejsca żerowania i rozrodu większości taksonów. Rzeki tego typu należą do krainy jazgarza i zasiedlane są przez grupy ekologiczne ryb niewykazujących preferencji odnośnie prędkości nurtu, z przewagą gatunków psammofilnych i fitofilnych. Gatunkami charakterystycznymi dla tego typu abiotycznego rzek są: jazgarz *Gymnocephalus cernuus*, ciernik *Gasterosteus aculeatus*, płoć *Rutilus rutilus*, leszcz *Abramis brama*, krąp *Blicca bjoerkna*, okoń *Perca fluviatilis*, rozpiór *Abramis ballerus* i węgorz *Anguilla anguilla*. Rzeki te są drogą migracji ryb dwuśrodowiskowych, w tym troci wędrownej *Salmo trutta trutta*, minoga rzeczny *Lampetra fluviatilis*, minoga morskiego *Petromyzon marinus* oraz węgorza. Grupa gatunków towarzyszących jest liczna, najbardziej charakterystycznym jest stornia *Platichthys flesus*, często spotykane są również szczupak *Esox lucius*, sandacz *Sander lucioperca* i jaź *Leuciscus idus*. Pozostałe gatunki, w tym litofilne i wrażliwe na przekształcenia siedlisk rzecznych występują nielicznie i tylko w niektórych rzekach tego typu.

W latach 2014 i 2015 odłowiono 4 stanowiska zlokalizowane w 4 spośród 16 JCWP wyróżnionych na rzekach typu abiotycznego nr 22. Pod względem liczby złowionych ryb zdecydowanie dominowały płoć i okoń, liczna była także ukleja i jazgarz (Tab. 15). W masie połowu zdecydowanie dominowała również płoć, natomiast drugim gatunkiem była troć wędrowna, ze względu na znaczne rozmiary osobnicze. Znaczący udział w masie połowów miały również szczupak i jaź. W składzie ichtiofauny omawianej grupy rzek zdecydowanie dominują gatunki eurytopowe, wykazujące szeroki zakres tolerancji warunków fizykochemicznych i siedliskowych. Są one zatem odporne na antropogeniczne zmiany środowiska. Brak jest w wodach tego typu charakterystycznych gatunków wskaźnikowych, poza kilkoma sporadycznie notowanymi przedstawicielami gatunków litofilnych: minóg strumieniowy *Lampetra planeri*, głowacz przęplotwy *Cottus poecilopus*. Spotykane są również gatunki ryb dwuśrodowiskowych, jednak ich występowanie w środowisku rzeczonym ma charakter okresowy – podczas migracji.

Swoisty skład zespołów ryb, w których gatunki reofilne i litofilne występują nielicznie, nie uzasadnia dalszego stosowania wskaźnika EFI+PL, który został wytypowany do oceny rzek

tego typu w ramach projektu „Badania ichtiofauny w latach 2010–2012 dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód wraz z udziałem w europejskim ćwiczeniu interkalibracyjnym – rzeki” (Prus i Wiśniewolski 2013) oraz wskazany w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 5 sierpnia 2016 r. (Dz. U. 2016, poz. 1187). Z kolei niewielka liczba dostępnych danych dla rzek tego typu (jedynie 4 stanowiska monitoringowe odłowione w latach 2014–2015) nie pozwala na przygotowanie odrębnych matryc wskaźnika IBI_PL. Silna dominacja gatunków eurytopowych oraz niewielka liczba jednolitych części wód zaliczonych do omawianego typu (16 JCWP) nie wskazuje na możliwość stworzenia wariantu wskaźnika IBI_PL skutecznie oceniającego rzeki pod wpływem wód słonych nawet po uzyskaniu większej liczby danych połowowych. Z powyższych względów zrezygnowano z przeprowadzania oceny na podstawie ichtiofauny rzek typu abiotycznego nr 22 (Rzeka przyujściowa pod wpływem wód słonych).

Tab. 15. Typ abiotyczny 22 – Rzeka przyujściowa pod wpływem wód słonych. Proporcje liczby i masy ryb poszczególnych gatunków oraz ich frekwencja (F) wyrażona jako % liczby stanowisk, na których stwierdzono dany gatunek. Gatunki dominujące pod względem liczby złowionych ryb oznaczono wytłuszczonym drukiem

Gatunek		Liczba ryb (szt.)	Masa ryb (g)	Liczba ryb %	Masa ryb %	F %
nazwa łacińska	nazwa polska					
<i>Abramis bjoerkna</i>	krąp	2	8	0,18	0,01	25
<i>Abramis brama</i>	leszcz	14	2748	1,25	4,14	50
<i>Alburnus alburnus</i>	ukleja	86	714	7,66	1,08	75
<i>Anguilla anguilla</i>	węgorz	3	1246	0,27	1,88	25
<i>Carassius gibelio</i>	karaś srebrzysty	4	314	0,36	0,47	25
<i>Cobitis taenia</i>	koza	1	2	0,09	<0,01	25
<i>Cottus poecilopus</i>	głowacz przęgopłetwy	9	237	0,8	0,36	25
<i>Esox lucius</i>	szczupak	25	8064	2,23	12,16	100
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	ciernik	2	2	0,18	<0,01	25
<i>Gobio gobio</i>	kiełb	6	169	0,53	0,25	50
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	jazgarz	75	270	6,68	0,41	50
<i>Lampetra planeri</i>	minóg strumieniowy	1	16	0,09	0,02	25
<i>Leuciscus idus</i>	jaź	19	6602	1,69	9,95	100
<i>Lota lota</i>	miętus	15	1995	1,34	3,01	25
<i>Perca fluviatilis</i>	okoń	115	2807	10,25	4,23	100
<i>Platichthys flesus</i>	stornia	4	15	0,36	0,02	25
<i>Rhodeus amarus</i>	różanka	1	2	0,09	<0,01	25
<i>Rutilus rutilus</i>	płoc	722	23596	64,35	35,57	100
<i>Salmo trutta trutta</i>	troć wędrowna	6	16817	0,53	25,35	50
<i>Sander lucioperca</i>	sandacz	1	23	0,09	0,03	25
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	wzdreğa	4	39	0,36	0,06	50
<i>Tinca tinca</i>	lin	7	647	0,62	0,98	50
Razem	22 gatunki	1122	66333	100	100	

ANALIZA PRESJI ANTROPOGENICZNEJ DLA STANOWISK OBJĘTYCH MONITORINGIEM ICHTIOFAUNY

W ramach obu projektów monitoringu ichtiofauny, realizowanych w latach 2011–2015 zespoły badawcze wykonały ekspercką analizę presji na stanowiskach monitoringowych, w oparciu o szereg parametrów, którym przypisano odpowiedni poziom natężenia (Tab. 16). Kompletne dane dotyczące presji zgromadzono dla 892 stanowisk. Następnie opracowano zbiorczą ocenę presji dla stanowisk, według kryteriów zamieszczonych w tabeli 17.

Tab. 16. Kryteria oceny presji stosowane w eksperckiej analizie presji

Parametr	Poziom natężenia presji			
	0	1	2	3
Obecność przegrody w zlewni poniżej (do morza)	brak	jedna	dwie	> 2 przegród
Liczba przegród w segmencie poniżej stanowiska	brak	jedna	dwie	> 2 przegród
Liczba przegród w segmencie powyżej stanowiska	brak	jedna	dwie	> 2 przegród
Piętrzenie w segmencie	brak	jest	–	–
Wpływ zbiornika powyżej stanowiska na przepływ	brak	zbiornik przepływowy	zbiornik retencyjny (zmiana reżimu hydrologicznego)	praca szczytowa elektrowni
Pobór wody (np. rolnictwo, przemysł, komunalne, stawy rybne, naśnieżanie stoków) (segment)	brak	jest	silny (zmieniony reżim hydrologiczny)	–
Stawy rybne – wpływ na ichtiofaunę (segment)	brak	jest wpływ	–	–
Zmiany temperatury wody (przez zbiornik lub stawy powyżej) (stanowisko)	brak	jest wpływ	silny wpływ (zmieniony reżim termiczny)	–
Zmiany temperatury wody (przez inne czynniki niż zbiornik) (stanowisko)	brak	jest wpływ	silny wpływ (zmieniony reżim termiczny)	–
Regulacja, przekształcenie siedlisk w korycie rzeki (segment)	brak	niewielkie zmiany morfologii	odcinek wyprostowany i uregulowany	–
Obecność wałów i umocnień przeciwpowodziowych (segment)	brak	umocnienia odsunięte od rzeki	zmieniona linia brzegowa	–
Zakłócenie reżimu rumowiska (stanowisko)	brak	antropogeniczny ubytek lub gromadzenie rumowiska	zamulanie, utwardzenie osadu	–
Nawigacja	brak	jest	–	–
Ruch turystyczny, sporty wodne	brak	małe natężenie	duże natężenie (np. szlak kajakarski)	–

Parametr	Poziom natężenia presji			
	0	1	2	3
Presja wędkarska (i/lub kłusownicza)	brak	jest	silna	–
Wpływ drapieżników	brak	niewielki wpływ	silny wpływ (np. kolonie kormoranów)	–
Wpływ zarybiania	brak	jest	silny – zmieniony skład ichtiofauny	–

Tab. 17. Kryteria ustalania zbiorczej klasy presji dla stanowiska, przyjęte w ocenie eksperckiej. Podano zakresy natężenia presji dla każdego parametru (Tab. 16) dopuszczalne dla danej klasy. Numeracja klas odpowiada klasom stanu ekologicznego przyjętym w RDW

Parametr	I klasa	II klasa	III klasa	IV klasa	V klasa
Obecność przegrody w zlewni poniżej (do morza)	0–1	0–2	0–3	0–3	0–3
Liczba przegród w segmencie poniżej stanowiska	0	0	0–1	0–2	0–3
Liczba przegród w segmencie powyżej stanowiska	0	0	0–1	0–2	0–3
Piętrzenie w segmencie	0	0	0	0–1	0–1
Wpływ zbiornika powyżej stanowiska na przepływ	0	0	0–1	0–2	0–3
Pobór wody (np. rolnictwo, przemysł, komunalne, stawy rybne, naśnieżanie stoków) (segment)	0	0–1	0–1	0–2	0–2
Stawy rybne – wpływ na ichtiofaunę (segment)	0	0	0–1	0–1	0–1
Zmiany temperatury wody (przez zbiornik lub stawy powyżej) (stanowisko)	0	0	0	0–1	0–2
Zmiany temperatury wody (przez inne czynniki niż zbiornik) (stanowisko)	0	0	0	0–1	0–2
Regulacja, przekształcenie siedlisk w korycie rzeki (segment)	0	0–1	0–1	0–1	0–2
Obecność wałów i umocnień przeciwpowodziowych (segment)	0–1	0–1	0–2	0–2	0–2
Zakłócenie reżimu rumowiska (stanowisko)	0	0	0–1	0–2	0–2
Nawigacja	0	0–1	0–1	0–1	0–1
Ruch turystyczny, sporty wodne	0–1	0–2	0–2	0–2	0–2
Presja wędkarska (i/lub kłusownicza)	0–1	0–2	0–2	0–2	0–2
Wpływ drapieżników	0–1	0–1	0–2	0–2	0–2
Wpływ zarybiania	0–1	0–1	0–2	0–2	0–2

Zbiorcze wyniki oceny presji dla stanowisk monitorowanych w latach 2011–2015 przedstawiono w tabeli 18 w podziale na grupy oceniane metodą EFI+PL lub IBI_PL. Udział stanowisk o niskim stopniu przekształcenia (klasa 1 i 2) był niewielki dla obu grup, nieco wyższy dla stanowisk ocenianych wskaźnikiem IBI_PL (13%). W grupie tej zwraca uwagę znacznie niższy udział stanowisk o umiarkowanym stopniu przekształcenia niż wśród stanowisk ocenianych metodą EFI+PL. Oznacza to, że w przypadku rzek organicznych, międzyjeziornych oraz wielkich rzek nizinnych i mniejszych rzek w ich dolinach ocenianych metodą IBI_PL stanowiska

grupują się albo w klasie o niskiej presji (13%), albo o wysokim poziomie przekształcenia (69%). Natomiast dla pozostałych typów abiotycznych rzek – ocenianych metodą EFI+PL gradient przekształcenia jest bardziej równomierny.

Tab. 18. Wyniki eksperckiej oceny presji dla stanowisk objętych monitoringiem w 2011, 2012, 2014 i 2015 r. ocenianych metodą EFI+PL oraz IBI_PL

Klasa presji	Liczba stanowisk EFI+PL	Udział %	Liczba stanowisk IBI_PL	Udział %	% JCWP o niskim i znacznym stopniu przekształcenia EFI+PL	% JCWP o niskim i znacznym stopniu przekształcenia IBI_PL
1	33	4%	6	4%	11%	13%
2	51	7%	14	9%		
3	204	28%	29	18%	89%	87%
4	205	28%	54	34%		
5	241	33%	55	35%		
Razem	734	100%	158	100%	100%	100%

Wyniki oceny JCWP rzek na podstawie ichtiofauny (metodami EFI+PL i IBI_PL, odpowiednio dla typów abiotycznych rzek) zestawiono z wynikami eksperckiej oceny presji, przeprowadzonej przez zespoły badawcze gromadzące dane w ramach monitoringu (Tab. 19). Zgodność co do klasy między oceną wskaźnika a poziomem presji była zbliżona i umiarkowana dla obu metod (odpowiednio 30 i 27%). Znacznie wyższy poziom zgodności wykazano dla klasyfikacji stanowisk w stanie/potencjale dobrym i powyżej oraz poniżej dobrego (72 i 80%).

Tab. 19. Ocena stanu/potencjału ekologicznego metodą EFI+IBI_PL w odniesieniu do eksperckiej oceny presji – stanowiska monitoringu 2015 r.

EFI+PL 2011–2015 vs Ocena presji N=730 stanowisk	N stanowisk	Udział %
Zgodne co do klasy	220	30%
Zgodne D/PD	526	72%
EFI+PL zaniża	69	9%
EFI+PL zawyża	135	19%
IBI_PL 2011–2015 vs Ocena presji N= 158 stanowisk	N stanowisk	Udział %
Zgodne co do klasy	43	27%
Zgodne D/PD	126	80%
IBI_PL zaniża	17	11%
IBI_PL zawyża	15	9%

Ocena w oparciu o ichtiofaunę skutkowała obniżeniem klasyfikacji JCWP na podstawie analizy presji w 9% przypadków dla wskaźnika EFI+PL oraz w 11% przypadków dla wskaźnika IBI_PL. Z kolei podwyższenie oceny na podstawie ichtiofauny odnotowano dla 19 i 9% odpowiednio dla EFI+PL i IBI_PL. Stwierdzona znaczna zgodność oceny do stanu/potencjału dobrego i powyżej oraz poniżej dobrego na podstawie ichtiofauny z oceną presji antropogenicznej wynika z zastosowania metod dopasowanych do grup typów abiotycznych rzek (EFI+PL i IBI_PL) oraz z włączenia wskaźnika dla ryb wędrownych, reagującego na stopień fragmentacji sieci rzecznej, do oceny końcowej stanu/potencjału ekologicznego. Uzyskane wyniki wskazują też, że metoda IBI_Pl ocenia stanowiska surowiej niż metoda EFI+PL, przy zbliżonym stopniu przekształcenia antropogenicznego (Tab. 18).

Ramowa Dyrektywa Wodna wymaga od państw członkowskich UE przeprowadzenia interkalibracji krajowych metod oceny stanu ekologicznego w celu zapewnienia porównywalności uzyskiwanych wyników. W 2011 roku, a więc jeszcze przed powstaniem polskiej metody oceny stanu ekologicznego rzek w oparciu o ichtiofaunę, zostały zakończone prace międzynarodowej grupy, zajmującej się procesem interkalibracji metod (raport – „*WFD Intercalibration Phase 2: Milestone report – October 2011*”). Obecnie kontynuowane są jedynie prace w ramach europejskiego ćwiczenia interkalibracyjnego, dotyczącego oceny dużych rzek. Wobec powyższego konieczne było przeprowadzenie dla polskiej metody procesu autointerkalibracji, zgodnie z zaleceniami przewodnika „*Guidance Document No. 30. Autointercalibration guidance document 2015. Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration exercise*” (European Union 2015), z wykorzystaniem wyników zakończonego ćwiczenia interkalibracyjnego zawartych w raporcie „*WFD Intercalibration Phase 2: Milestone report – October 2011*” (WFD Intercalibration 2011).

Zadaniem i celem interkalibracji jest porównanie granicznych wartości przedziałów klas stanu ekologicznego: bardzo dobrej/dobrej (H/G) oraz dobrej/umiarkowanej (G/M). Do podstawowych działań należało zdefiniowanie stanowisk referencyjnych wynikiem czego było odpowiednie dostosowanie metod narodowych. Graniczne wartości kategorii powinny odpowiadać takiemu samemu stopniowi przekształcenia środowiska w krajach członkowskich. Z tego względu w proces interkalibracyjny została włączona definicja warunków referencyjnych, ponieważ przekształcenia ekosystemu mierzone są, według zapisów RDW, jako odchylenie od warunków referencyjnych. Wyznaczone w ramach interkalibracji metod stanowiska referencyjne, spełniające ustalone wspólne europejskie kryteria, zostały wykorzystane do kalibracji wartości granic klas, w celu umożliwienia ich bezpośredniego porównywania. Zakładanym efektem końcowym interkalibracji jest zharmonizowanie granicznych wartości kategorii ekologicznych: bardzo dobrej/dobrej i dobrej/umiarkowanej pomiędzy metodami krajowymi.

Wspólnymi metrykami, które w zakończonym ćwiczeniu interkalibracyjnym zostały przyjęte przez grupę nizin centralnych, do której obok Niemiec, Francji, Holandii, Belgii, Litwy i Walii zaliczono również Polskę, są metryki zastosowane w oryginalnym wskaźniku EFI+ (EFI+ Manual 2009). Ostatecznie jako wspólne metryki wybrano po jednej z metryk z grupy *Salmonid* i *Cyprinid* do oceny wszystkich rzek: Ni.O2.Intol oraz Ric.RHt.Par (Tab. 10). W grupie nizin centralnych pomyślnie zinterkalibrowano metody zgłoszone przez Niemcy, Francję, Holandię, Belgię (Walonię) i Litwę. Osobną ścieżkę interkalibracji przeprowadzono dla metody belgijskiej dla Flandrii. Nie było możliwości interkalibracji metody brytyjskiej dla Walii.

W latach 2015–2016 prace w zakresie interkalibracji polskiej metody, służącej do oceny stanu ekologicznego rzek na podstawie ichtiofauny prowadzono dwutorowo: w oparciu o dane monitoringowe zgromadzone w latach 2011–2015 przeprowadzono proces autointerkalibracji

metody EFI+IBI_PL. Równolegle uczestniczono w europejskich ćwiczeniach interkalibracyjnych dotyczących oceny dużych rzek, które rozpoczęły się w końcu 2015 r.

W toku prac przygotowawczych do interkalibracji dokonano zmian w metodzie EFI+IBI_PL, przez zablokowanie oddziaływania gatunków obcych oraz gatunków niecharakterystycznych dla kategorii rzek z dominacją ryb łososiowatych (*Salmonid*) na wartości metryk obliczane przez program (Tab. 11). Zweryfikowano także granice klas dla metody IBI_PL w oparciu o analizę statystyczną zestawu danych ze 161 stanowisk ocenianych tą metodą (Tab. 8). Zmieniono sposób oceny rzek typu abiotycznego nr 26 ze wskaźnika EFI+PL na IBI_PL, jako lepiej dostosowany do ujściowych odcinków nizinnych cieków uchodzących do wielkich rzek (Tab. 13). Ponadto zrezygnowano z oceny na podstawie ichtiofauny rzek typu abiotycznego nr 22 (Rzeka przyujściowa pod wpływem wód słonych), ze względu na swoisty skład zespołów ryb, w których brak jest charakterystycznych gatunków wskaźnikowych wrażliwych na czynniki antropopresji.

Wyniki autointerkalibracji

Pierwszym krokiem procesu autointerkalibracji było przedstawienie założeń proponowanych metod oceny, w kontekście wymogów Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW). Wykazano zgodność metryk stosowanych we wskaźnikach EFI+PL, IBI_PL oraz D z parametrami wymaganymi w RDW dla oceny ryb jako biologicznego elementu. Następnie analizowano zasady obliczania poszczególnych metryk dla uzyskania końcowej oceny obu wskaźników podstawowych oraz pomocniczego indeksu D i wykazano zgodność tej metody z wymogami RDW.

Kolejny punkt procesu autointerkalibracji stanowiło zweryfikowanie stosowanej metody zbioru danych ichtiologicznych i parametrów opisujących stanowisko oraz sposobu analizy danych pod kątem zgodności z wymogami RDW.

Następnym istotnym elementem było ustalenie krajowych warunków referencyjnych w oparciu o wytyczne zawarte w sprawozdaniu z zakończonego ćwiczenia interkalibracyjnego. W oparciu o ekspercką analizę presji dla monitorowanych stanowisk (Tab. 16, 17, 18) wytypowano zbiór potencjalnych stanowisk referencyjnych o mało zmienionych warunkach hydromorfologicznych. Analizę presji uzupełniono o szereg parametrów fizykochemicznych, które dla części stanowisk uzyskano z Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska. W oparciu o całość materiałów ustalono stanowiska referencyjne, spełniające kryteria z listy wymaganych dla stanowisk referencyjnych określonych w europejskim ćwiczeniu interkalibracyjnym. W wyniku tej analizy jedynie 3 stanowiska z dostępnej bazy danych monitoringowych spełniały komplet kryteriów. Główną przyczyną niskiej liczby stanowisk referencyjnych był brak danych o występowaniu priorytetowych substancji toksycznych oraz o stanie chemicznym dla znacznej liczby stanowisk. Z tego względu wytypowano 27 stanowisk spełniających wszystkie pozostałe kryteria referencyjne i przeprowadzono dla tej grupy szczegółową analizę

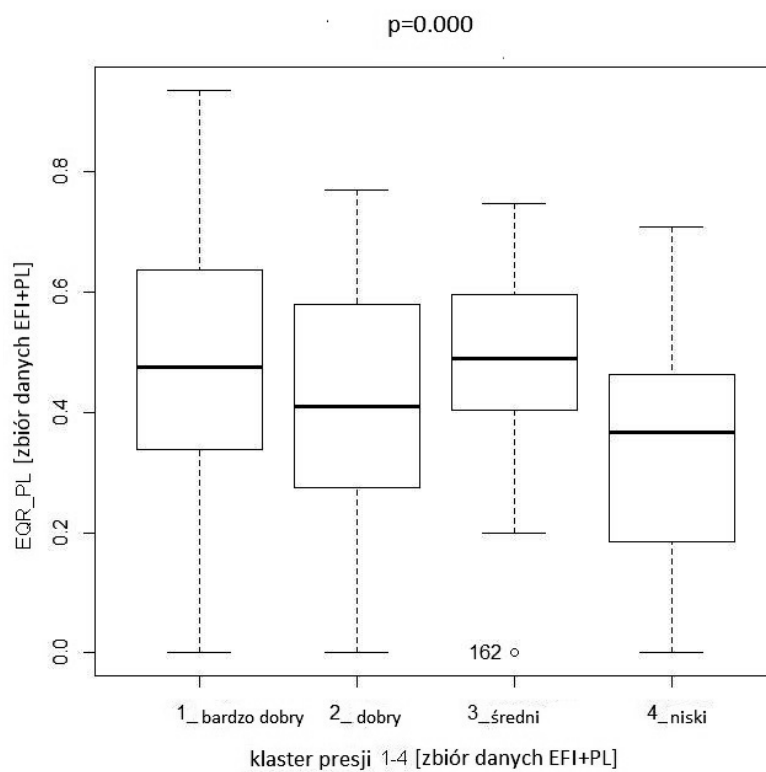
użytkowania zlewni, w celu oceny potencjalnego ryzyka występowania szkodliwych substancji toksycznych oraz pogorszenia stanu chemicznego wód. Na tej podstawie wytypowano 6 dodatkowych stanowisk, które uzupełniły listę punktów referencyjnych. Wszystkie stanowiska referencyjne znajdowały się na rzekach ocenianych metodą EFI+PL, w zbiorze danych IBI_PL brak było stanowisk referencyjnych. Łączna liczba 9 stanowisk referencyjnych dla Polski była wystarczająca do przeprowadzenia standaryzacji wartości wspólnych metryk (*CM benchmark standardization*), ponieważ jest większa niż minimalna liczba stanowisk referencyjnych dla poszczególnych krajów w grupie nizin centralnych zakończonego ćwiczenia interkalibracyjnego. Umożliwiło to wybranie dla dalszej ścieżki autointerkalibracji metody EFI+PL według wariantu A1, zgodnie z przewodnikiem „*Guidance Document No. 30. Autointercalibration guidance document 2015*” (European Union 2015).

Dalszy etap procesu autointerkalibracji polegał na udokumentowaniu zasad wyznaczania granic klas poszczególnych wskaźników (patrz rozdział „Granice klas dla metody EFI+IBI_PL”). Ponadto dokonano przeliczenia (z wykorzystaniem wyznaczonych funkcji wielomianowych) granic klas przyjętych w polskiej metodzie na równe przedziały z interwałem 0,2. Analogiczna rekalkulacja wartości wskaźników EFI+PL i IBI_PL, uzyskanych dla poszczególnych stanowisk, umożliwiła zintegrowanie pomocniczego wskaźnika D w jedną końcową wartość (*Ecological Quality Ratio – EQR*).

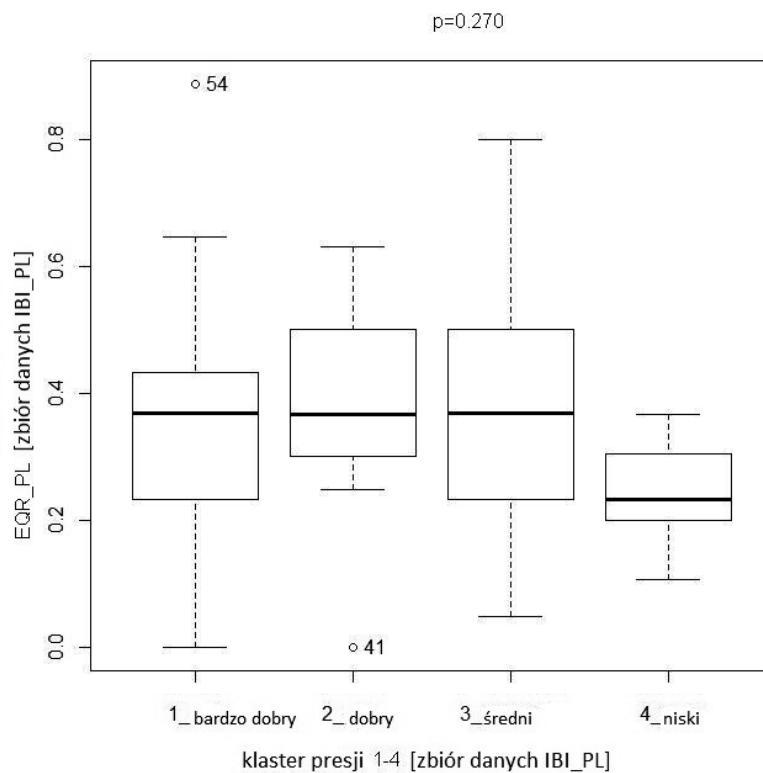
W ramach procesu autointerkalibracji metody EFI+IBI_PL wykonano również szereg analiz, w celu ustalenia korelacji między ocenami stanu i potencjału ekologicznego w oparciu o ichtiofaunę a poziomem presji antropogenicznej. Wykorzystano w tym celu zbiór danych monitoringowych z lat 2011–2015.

Zbiorczy indeks presji został obliczony z wykorzystaniem metod statystycznych przyjętych w zakończonym ćwiczeniu interkalibracyjnym: wielokrotnej analizy korespondencji (*Multiple correspondence analysis – MCA*) oraz klastrowania hierarchicznego (*hierarchical clustering*). Obliczenia wykonano dla zbiorów danych dotyczących stanowisk ocenianych metodami EFI+PL i IBI_PL, dla których dostępne były kompletne informacje o presji (odpowiednio 325 i 91 stanowisk). Zastosowane metody pozwoliły na wyodrębnienie 4 grup stanowisk (klastrow) o zbliżonym poziomie presji w każdym ze zbiorów danych. Następnie wykonano analizę rozkładu wyników oceny metodami EFI+PL i IBI_PL, wartości EQR (zintegrowana ocena wskaźnikiem EFI+PL lub IBI_PL i wskaźnikiem pomocniczym D), jak też wartości wspólnych metryk (*common metrics – CM*) w odniesieniu do wyznaczonych klastrow o zbliżonym poziomie presji. W celu ustalenia istotności statystycznej różnic między klastrami wykorzystano analizę wariancji (ANOVA)(Ryc. 14, 15).

Analiza zależności między poziomem presji a wynikami oceny metodą EFI+PL oraz wartościami EQR_PL (Ryc. 14) a także CM_PL dla zbioru danych EFI+PL wykazała istnienie istotnej statystycznie korelacji. Natomiast dla zbioru danych IBI_PL nie wykazano istotnej zależności między wynikami oceny metodą IBI_PL oraz wartościami EQR_PL (Ryc. 15) jak również CM_PL. Jest to prawdopodobnie spowodowane mniejszą liczbą stanowisk w zbiorze danych IBI_PL (91) oraz małym gradientem presji w tej grupie.



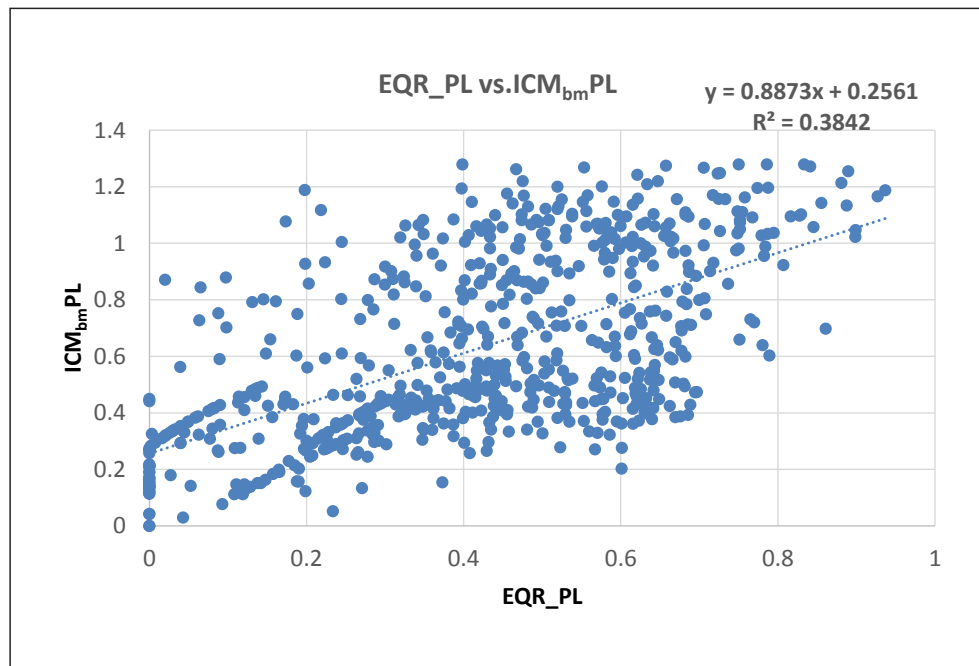
Ryc. 14. Zależność między wartościami EQR_PL a gradientem presji (zbiór danych EFI+PL); p – poziom istotności testu ANOVA



Ryc. 15. Zależność między wartościami EQR_PL a gradientem presji (zbiór danych IBI_PL); p – poziom istotności testu ANOVA

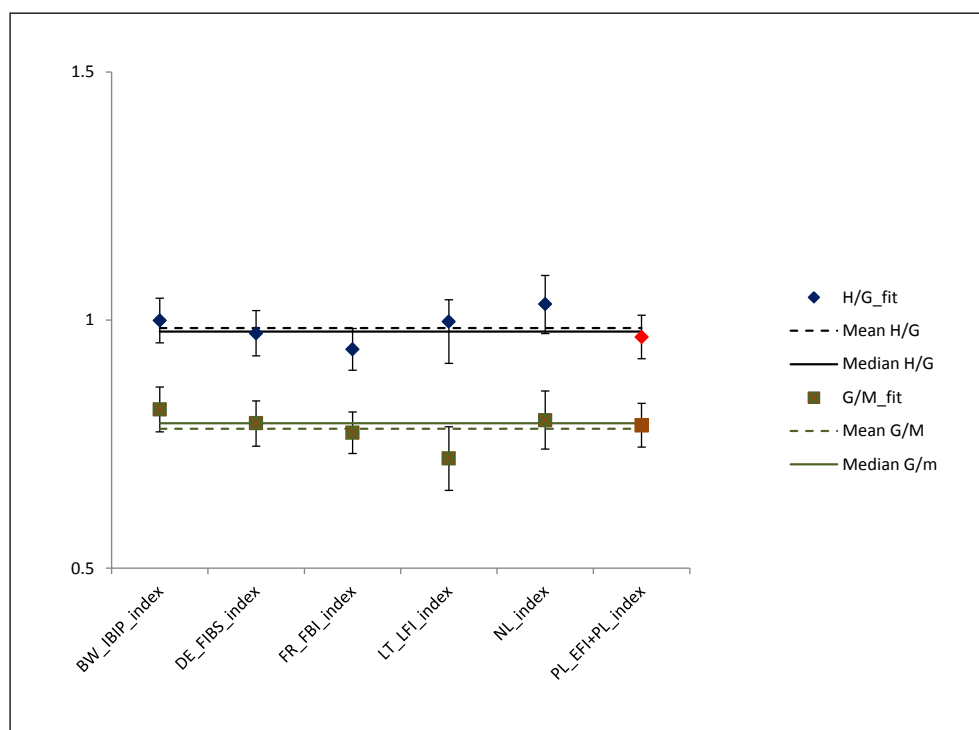
Następnie podsumowano wykonane analizy i określono zgodność proponowanych metod oceny z wymogami RDW, a także ustalono możliwość przeprowadzenia ich interkalibracji. Zgodność z wymogami RDW wykazano dla obu metod (EFI+PL i IBI_PL), wraz ze wspomagającym wskaźnikiem D. Natomiast możliwość przeprowadzenia interkalibracji potwierdzono jedynie dla metody EFI+PL (ze wskaźnikiem D), ponieważ dla metody IBI_PL nie wykazano, przy dostępnym zbiorze danych, istotnej zależności między wynikami oceny a gradientem presji. Wobec powyższego dalsze kroki procesu autointerkalibracji prowadzono wyłącznie dla wskaźnika EFI+PL. Obejmowały one:

- 1) obliczenie wspólnych metryk dla stanowisk z Polski i procedurę standaryzacji danych oraz granic klas w odniesieniu do stanowisk referencyjnych,
- 2) wyznaczenie zależności (regresja liniowa – OLS) między wartościami EQR oraz zestandaryzowanymi wartościami wspólnych metryk (ICM_{bm}PL). Zależność ta opisana jest funkcją: $y = 0,8873x + 0,2561$; $R^2 = 0,3842$ (Ryc. 16). Otrzymane parametry funkcji mieszczą się w zakresie wartości uzyskanych przez 5 metod krajów z grupy nizin centralnych w zakończonym ćwiczeniu interkalibracyjnym, co pozwoliło na podjęcie dalszych kroków procesu interkalibracji.
- 3) wyznaczenie w skali zestandaryzowanych wspólnych metryk przedziałów 25% szerokości klasy dla granicy H/G (stan bardzo dobry/dobry) i G/M (stan dobry/umiarkowany) dla wskaźnika EFI+PL. Ponieważ przedziały te obejmowały dla obu granic klas wartości średniej i mediany ustalone dla 5 metod krajów z grupy nizin centralnych w zakończonym ćwiczeniu interkalibracyjnym – nie było konieczności harmonizacji granic klas dla polskiego wskaźnika.



Ryc. 16. Zależność wartości wskaźnika EFI+PL z uwzględnieniem indeksu D (EQR_PL) a zestandaryzowanymi wartościami wspólnych metryk (ICM_{bm}PL) dla zbioru danych EFI+PL

Wobec spełnienia powyższych warunków polską metodę EFI+PL uznaje się za pomyślnie zinterkalibrowaną (Ryc. 17). Natomiast dla metody IBI_PL w celu interkalibracji konieczne jest zgromadzenie większej liczby danych ze stanowisk prezentujących szerszy gradient presji.



Ryc. 17. Zestawienie (w skali zestandaryzowanych wspólnych metryk) granic klas: H/G (stan bardzo dobry/dobry) i G/M (stan dobry/umiarkowany) dla 5 zinterkalibrowanych metod krajów grupy nizin centralnych oraz dla wskaźnika EFI+PL. Zaznaczono wartości średnie (linie przerywane) oraz mediany (linie ciągłe) a także przedziały 25% szerokości klasy (słupki błędów)

Szczegółowy opis procesu autointerkalibracji metody EFI+IBI_PL zamieszczony został w formularzu „*Template for reporting on Intercalibration of new or revised ecological assessment methods according to finalised Intercalibration results (Gap 2)*”, przekazany do grupy ECOSTAT w 2016 r.

LITERATURA

- Adamczyk M., Prus P., Wiśniewolski W. 2013. Możliwości zastosowania Europejskiego Wskaźnika ichtiologicznego (EFI+) do oceny stanu ekologicznego rzek Polski. *Rocz. Nauk. PZW* 26: 21–51.
- 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>.
- Balon E.K. 1975. Reproductive guilds of fishes: A proposal and definition. *J. Fish. Res. Board Can.* 32: 821–864.
- 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., Ligieża 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*, s. 56.
- Brylińska M. 2000. *Ryby słodkowodne Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 521.
- 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). Monografia. Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 227–244.
- Buras P., Szlakowski J., Wiśniewolski W. 2006. Zespoły ryb jako element biocenozy w ocenie stopnia degradacji środowiska rzek. W: *Rekultywacja i rewitalizacja terenów zdegradowanych*. Monografia (red. J. F. Lemański, S. Zabawa). *Futura. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski w Poznaniu*: 157–171.
- CEN EN 14011, 2003. *Water Analysis: Fishing with Electricity (EN 14011) for wadable and non-wadable rivers*. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, s. 19.
- Czarnecka H. (red.) 2005. *Atlas Podziału Hydrograficznego Polski. Cz. 1. mapy w skali 1:200 000. Cz. 2. Zastawienie zlewni*. IMGW, Warszawa.
- Dussling U., Berg R., Klinger H., Wolter C. 2004. Assessing the Ecological Status of River Systems Using Fish Assemblages. *Handbuch Angewandte Limnologie – 20. Erg. Lfg. 12/04*. s. 84.
- Dz. U. 1980 nr 6 poz. 17. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa z dnia 4 lutego 1980 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w rybactwie śródlądowym. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- Dz. U. z 2015 r. poz. 625. Ustawa o rybactwie śródlądowym z dnia 18 kwietnia 1985 r. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>

- Dz. U. 2010 nr 216 poz. 1423. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 listopada 2010 r. w sprawie wymagań technicznych i wyposażenia statków żeglugi śródlądowej oraz upoważniania podmiotów do wykonywania przeglądów technicznych statków. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- Dz. U. 2011 nr 210 poz. 1260. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym. <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. z 2014 r. poz. 1348 z dnia 6 października 2014 r. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatunkowej zwierząt. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- Dz. U. z 2014 r. poz. 1482 z dnia 22 października 2014 r. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- Dz. U. 2015 poz. 469. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne, z późn. zm. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- Dz. U. 2015 poz. 1651. Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- Dz. U. z 2016 r. poz. 1187. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. <http://www.dziennikustaw.gov.pl/>
- Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:PL:Pdf>
- 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>
- European Union 2015. Guidance Document No. 30. Autointercalibration guidance document 2015. Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration exercise. Technical report – 2015 – 085.
- EU Water Framework Directive, 2000. Directive of the European Parliament and the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities 22.12.2000 L 327/1.
- 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.
- FAO/DVWK/WWF.PL. 2016. Przepławki dla ryb – projektowanie, wymiary i monitoring. Warszawa, s. 128.

- Gąsowska M. 1962. Kręglouste – Cyclostomi, Ryby – Pisces – Klucze do oznaczania kręgowców Polski, 1, s. 240, 168 rys., 23 mapy.
- Głowaciński Z. 1996. Różnorodność gatunkowa – jej interpretacja i obliczanie. W: Różnorodność biologiczna, pojęcia, oceny, zagadnienia ochrony i kształtowania (red. R. Andrzejewski, R.J. Wiśniewski). Instytut Ekologii PAN „Człowiek i Środowisko” Oficyna Wydawnicza, Dziekanów Leśny, 57–70.
- Illies J. 1978. Limnofauna Europaea. 2. Aufl. G.Fischer-Verlag, Stuttgart, s. 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, s. 28.
- Kukuła K., Bylak A. 2010. Ichtiofauna górnego Strwiąza 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.
- Makomaska-Juchniewicz M., Baran P. (red.) 2012. Monitoring gatunków zwierząt. Przewodnik metodyczny cz. III. Biblioteka Monitoringu Środowiska, GIOŚ, Warszawa, s. 748.
- PN-EN 14011. 2006. Jakość wody. Pobieranie próbek ryb z zastosowaniem elektryczności. Polski Komitet Normalizacyjny (PKN), Warszawa, s. 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. Ichtiofauna s. 99–116. W: Ocena stanu ekologicznego wód zlewni rzeki Wel (red. H. Soszka). Wydawnictwo IRS, Olsztyn.
- Prus P., Wiśniewolski W. (red.) 2013. Monitoring ichtiofauny w rzekach. Przewodnik metodyczny GIOŚ (maszynopis).
- Prus P., Wiśniewolski W., Szlakowski J., Borzęcka I., Buras P., Błachuta J., Dębowski P., Jeloniek 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 ichtiofaunę – Europejski Wskaźniki Ichtiologiczny (EFI+). *Nauka, Przyroda, Technologie* 3, s. 15.
- Rolik H., Rembiszewski J.M. 1987. Ryby i kręglouste (*Pisces et Cyclostomata*). Wyd. Polskie Towarzystwo Hydrobiol. PWN, Warszawa s. 316.
- Schinegger R., Trautwein C., Melcher A. Schmutz S. 2011. Multiple human pressures and their spatial patterns in European running waters. *Water and Environment Journal*. Print ISSN 1747–6585, s. 13.
- Schmutz S., Cowx I.G., Haidvogel G., Pont D. 2007. Fish-based methods for assessing European running waters: a synthesis. *Fisheries Management and Ecology*, Vol. 14(6), 369–380.

- Sztrakowski J., Adamczyk M., Ligięza J., Prus P., Wiśniewolski W., Buras P. 2013. Monitoring spływu węgorza srebrzystego z wykorzystaniem tradycyjnych rybackich narzędzi połowowych. W: M. Mickiewicz (red.) Zrównoważone korzystanie z zasobów rybackich na tle ich stanu w 2012 roku. Wyd. IRŚ, Olsztyn, 167–188.
- Sztrakowski 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). Monografia. Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin, 245–262.
- Świerzowski A. 1975. Ogólna analiza połowów węgorza w rzekach i jeziorach dorzecza Narwi. Roczn. Nauk Rol. 96-H-4: 71–85.
- WFD Intercalibration. 2011. Phase 2: Milestone report – October 2011. European Commission Directorate General, JRC Joint Research Centre, Institute of Environment and Sustainability. JRC documents, s. 105.
- Wiśniewolski W. 2002 Czynniki sprzyjające i szkodliwe dla rozwoju i utrzymania populacji ryb w wodach płynących. Supplementa ad Acta Hydrobiologica, vol. 3: 1–28.
- Wiśniewolski w., Engel J. (red.) 2006. Restoring migratory fish and connectivity of rivers in Poland. Wydawnictwo IRS, Olsztyn, s. 81.
- Wiśniewolski W., Błachuta J., Borzęcka I., Buras P., Dębowski P., Jelonek M., Klich M., Kukuła K., Prus P., Przybylski M., Radtke G., Sztrakowski J., Witkowski A., Żurek R. 2006. Przetestowanie Europejskiego Indeksu Rybnego dla potrzeb oceny stanu ekologicznego rzek Polski. IRS, Olsztyn. s. 62.
- Wykaz nazw wód płynących 2016, Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Strona odwiedzona 27.09.2016 r. <http://ksng.gugik.gov.pl/pliki/hydronimy1.pdf>

ISBN: 978-83-61227-85-4