



Paweł Szczerbik

MONITORING ICHTIOFAUNY W RZEKACH – PROBLEMY, BŁĘDY, NIEDOSKONAŁOŚCI

Fish monitoring in rivers – problems, mistakes and imperfections

ABSTRAKT: W pracy podjęto próbę przedstawienia czynników istotnie wpływających na efektywność elektropołowu ryb w wodach płynących oraz zaproponowano rozwiązania umożliwiające uzyskiwanie bardziej miarodajnych wyników. Przedstawione wątpliwości i propozycje rozwiązań wynikają w głównej mierze z praktyki badań terenowych.

SŁOWA KLUCZOWE: monitoring, pole elektryczne, skuteczność połowu, ryby

ABSTRACT: The article is aimed at presenting significant factors affecting fish capture efficiency in running waters and proposing measures, which enable obtaining more reliable results. All the questions and suggested solutions are based mainly on the field practice.

KEY WORDS: monitoring, electric field, capture efficiency, fish

Wstęp

Monitoring ichtiofauny dostarcza informacji na temat jednego z najważniejszych biologicznych elementów, niezbędnych dla określenia stanu bądź potencjału ekologicznego wód płynących, zgonie z wytycznymi Ramowej Dyrektywy Wodnej (Szlakowski et al. 2004, Adamczyk et al. 2013, Prus et al. 2016). Elektropółów, czyli połów ryb z zastosowaniem specjalnie przystosowanych narzędzi, wytwarzających rozchodzące się w wodzie pole elektryczne, to obecnie podstawowa metoda badań ichtiofaunistycznych oraz monitoringu (Prus et al. 2016).

Zastosowanie prądu elektrycznego uważane jest za metodę bezpieczną dla ryb i innych organizmów wodnych. U ryb łowionych w ten sposób nie dochodzi (jak w przypadku połowów sieciowych) do uszkodzania powłok zewnętrznych, skrzel i płetw (Kołder 1951, Świerzowski 1974, Hopkins i Cech 1992).

Elektropółów jest możliwy dzięki dwóm zjawiskom, obserwowanym w polu elektrycznym (Świerzowski 1974):

- Elektrotaksji dodatniej (reakcji anodowej) – polegającej na kierowaniu się ryb w stronę elektrody dodatniej (anody), przy czym zazwyczaj jest ona zespolona z kasarkiem umożliwiającym pochwylenie ryby;
- Elektronarkozy – w momencie, gdy ryba znajduje się blisko anody zapada w krótkotrwałe bezruchy.

Zasięg elektrotaksji i obszaru, w którym następuje elektronarkoza zależy od szeregu czynników, wśród nich parametrów wody (zwłaszcza przewodności) oraz wielkości ryby. Nowoczesne urządzenia połowowe umożliwiają połów ryb różnej wielkości oraz pozwalają na dostosowanie parametrów generowanego pola (napięcie, natężenie, częstotliwość i długość impulsów prądu) do parametrów fizykochemicznych wody i hydromorfologicznej charakterystyki badanych

cieków. Niemniej, metodyka ta może być źródłem danych niekompletnych, czy wręcz błędnych (Ricker 1958, Mann i Penczak 1984, Flotemersch i Blocksom 2005, Oliveira et al. 2014). W niniejszej pracy podjęto próbę scharakteryzowania czynników, które mogą w istotny sposób modyfikować efekt połowu, jednocześnie zwracając uwagę na sposoby eliminacji błędów i niedoskonałości.

Wielkość rzeki i urozmaicenie koryta

Skuteczność elektropołowu w wodach płynących w znacznej mierze uzależniona jest od wielkości ciek. Oprócz szerokości i głębokości koryta, istotnym czynnikiem jest jego urozmaicenie. Obecność kryjówek i przeszkód (także sztucznych) umożliwia łowienie ryb oddalających się od przemieszczającej się w wodzie ekipy połowowej, gdyż zatrzymują się one lub ukrywają w pobl-

żu wymienionych wyżej struktur. Różnice te powodują, że dla cieków o szerokości od 1 do 10 m (oraz różnej głębokości i innych parametrach hydromorfologicznych) skuteczność jednokrotnego przejścia szacowana jest na poziomie od 40 do 100% (Hartman 1959, Iwaszkiewicz 1964). Najtrudniej poławia się ryby w uregulowanych rzekach o jednolitym przekroju koryta, w których ryby mogą, a właściwie (z racji braku kryjówek), są zmuszone do oddalania się od łowiącego. Szczególnie kłopotliwe mogą okazać się niewielkie rzeki na terenach rolniczych. Często są one całkowicie uregulowane, a profilowane koryto bywa zbyt głębokie, by umożliwić brodzenie, natomiast spływanie za pomocą łodzi lub pontonu jest niemożliwe z powodu małej szerokości (fot. 1). Zastosowanie mini-pontonu wędkarskiego nie daje pozytywnych rezultatów, gdyż jest on zbyt podatny na ruchy anodokasarka, który działa jak wiosło, co bardzo utrudnia manewrowanie,



Fot. 1. Mała rzeka na terenach rolniczych. Mała szerokość koryta, przy dużej głębokości wody uniemożliwiają efektywny elektropółow (fot. Paweł Szczerbik).

Photo 1. Small river in a rural area. Narrow width and considerable depth make effective electric fishing impossible (photo by Paweł Szczerbik).

przemieszczanie się oraz sam połów (fot. 2). W uregulowanych, ale płytkich rzekach często jedynym sposobem okazuje się brodzenie poniżej sztucznych budowli (progów, jazów), pod którymi gromadzą się ryby płoszone przez ekipę połowową.

Uważa się, że skuteczność jednokrotnego przejścia w rzece o szerokości 6-7 m, wynosi nie więcej niż 65% dla ryb karpiowatych (Penczak i Zalewski 1973, Skorzyński 2015), natomiast dla lepiej reagujących na pole elektryczne i przez to łatwiejszych do złowienia pstrągów potokowych (Świerzowski 1974) jest ona wyższa, aczkolwiek wciąż trudna do oszacowania. W badaniach w dorzeczu Nidy wykazano (Skorzyński 2015), że skuteczność elektropołowu przy pojedynczym przejściu w górę ciekłu może być dramatycznie niska i w rzekach o szerokości ok. 10 m nie pozwalać na odłowienie nawet 20% ryb aktualnie znajdujących się w obrębie stanowiska (tab. 1). Oznacza to oczywiście, że w większych rzekach efektywność połowu jest jeszcze mniejsza. Skuteczny zasięg urządzenia nie przekracza zazwyczaj 2 m, często jest jeszcze mniejszy (Prus i Wiśniewolski 2013). Wydaje się, że o skuteczności sięgającej 50% możemy

mówić jedynie w przypadku cieków o szerokości poniżej 5 m (tab. 1). Należy dodać, że w badaniach stanu/potencjału ekologicznego wód płynących w Polsce standardowo stosuje się metodę jednokrotnego elektropołowu (Prus et al. 2016).

Problemem, wynikającym ze zmniejszającej się wraz ze wzrostem szerokości (i głębokości) ciekłu skuteczności połowu, nie jest jednak tylko trudność w oszacowaniu faktycznego zagęszczenia ryb. Większym niebezpieczeństwem może być pominięcie gatunków mało licznych, tymczasem wśród nich mogą znaleźć się ryby o niewielkich rozmiarach, ale dużym znaczeniu (na przykład objęte różnymi formami ochrony).

Ryby przebywające w głębokich partiach dużych rzek pozostają poza zasięgiem elektrycznych narzędzi połowowych - w rzeczywistości skuteczny połów ogranicza się do strefy brzegowej. W związku z dobowymi zmianami zespołów ryb w siedliskach przybrzeżnych, możemy w nich w ciągu doby obserwować różne zagęszczenia i odmienną strukturę gatunkową ichtiofauny (Copp i Jurajda 1999, Nowak et al. 2016). Zazwyczaj (w dużym uproszczeniu i nie we wszystkich przy-



Fot. 2. Próba połowu z zastosowaniem mini-pontonu wędkarskiego (fot. Michał Duc).

Photo 2. An attempt at fishing with the use of an angler mini-pontoon (photo by Michał Duc).

Tab. 1. Skuteczność pojedynczego elektropołowu w warunkach połowu brodzonego w górę cieku, w wybranych ciekach w dorzeczu Nidy (Skorzyński 2015).

Tab. 1. Efficiency of a single run of electric fishing by wading upstream in selected streams of the Nida River catchment area (Skorzyński 2015).

Parametr / Parameter	Mierzawa	Morawka	Mierzawka
Szerokość cieku [m] River width [m]	10,5	10	3,3
Skuteczność pierwszego przejścia [%] Efficiency of the first run [%]	11,3	13,3	77,8

padkach) obserwowano wzrost liczebności i bogactwa gatunkowego ryb na przybrzeżnych płycznach w porze nocnej. W związku z tymi obserwacjami niektórzy autorzy proponują uzupełnianie badań elektropołowami przeprowadzanymi nocą, zwłaszcza w rzekach o głębokości powyżej 4 m (Paragamian 1989, Sanders 1992, Flotemersch i Blocksom 2005). Nie ulega wątpliwości, iż monitoring ichtiofauny dużych rzek jest o wiele trudniejszy niż cieków płytkich, umożliwiających brodzenie, a pozyskiwane wyniki należy traktować z dużą dozą ostrożności (Mann i Penczak 1984, Malvestuto i MeEdith 1989, EFI+ Consortium 2009).

Połów z łodzi i połów brodzony

W rzekach dostatecznie szerokich, w których możliwy jest połów za pomocą łodzi z umieszczonym na niej agregatem, zazwyczaj jednokrotne swobodne spłynięcie z nurtem rzeki uważa się za wystarczające. W wielu przypadkach brodzenie okazuje się niemożliwe, ze względu na głębokość wody. Niemniej, jeśli tylko pozwalają na to warunki (zwłaszcza względy bezpieczeństwa), dodatkowe przeprowadzenie połowu metodą brodzenia może okazać się co najmniej cennym uzupełnieniem wyników, zwłaszcza w świetle wspomnianych wcześniej wątpliwości co do monitoringu dużych rzek.

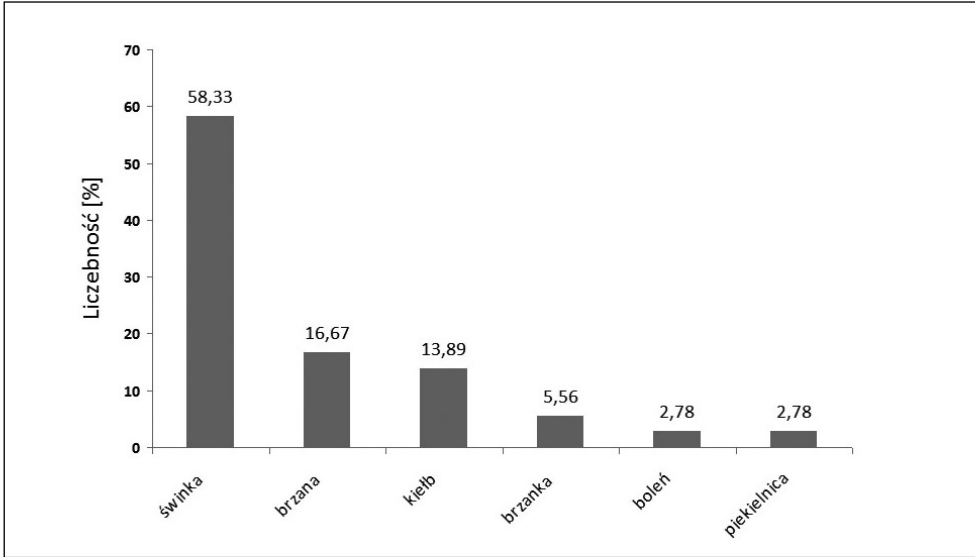
Niejednokrotnie okazuje się, że połów łodziowy i brodzony dostarcza niemal zupełnie innych danych na temat ichtiofauny badanego fragmentu rzeki. Przykładem mogą być dane pozyskane w ramach prac Katedry Ich-

tiobiologii i Rybactwa na rzece San w rejonie Dynowa. Połów za pomocą łodzi pozwolił na stwierdzenie występowania sześciu gatunków ryb (ryc. 1), natomiast traktowany pierwotnie jako jedynie uzupełniający, połów brodzony umożliwił stwierdzenie aż sześciu nowych gatunków (ryc. 2), w tym dwóch „naturowych”: kielb Kesslera *Romanogobio kesslerii* i koza złotawa bałtycka *Sabanejewia baltica*. Warto także zwrócić uwagę, że w połowie brodzonym nie stwierdzono niektórych gatunków złowionych z łodzi: świnki *Chondrostoma nasus*, brzana *Barbus barbus*, bolenia *Leuciscus aspius* (Szczerbik i Mikołajczyk 2010).

Połów z brzegu w wielu przypadkach pozwala na dotarcie do siedlisk pomijanych w czasie spływu łodzi, przede wszystkim wymusza skupienie się na miejscach płytszych i gatunkach o mniejszych rozmiarach. Natomiast w czasie połowu z łodzi, szczególnie na szybko płynącej rzece, łowiący, niejako instynktownie, skupia się na łowieniu większych okazów. Zatem wydaje się, że zawsze, o ile pozwala na to głębokość wody, połów na dużych rzekach powinien być uzupełniany obłowieniem strefy płytszej wody metodą przejścia (brodzenia) w górę rzeki.

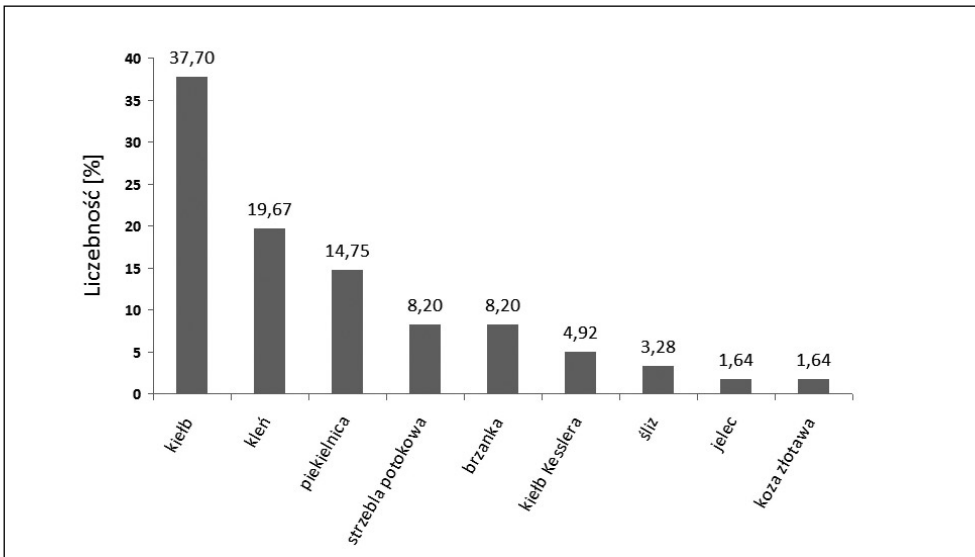
Rozmiary i gatunek ryby

Reakcja ryby w polu elektrycznym zależy także od jej wielkości, a nawet gatunku. Reakcja ta jest tym silniejsza, im większa jest różnica potencjałów pomiędzy głową a ogonem ryby, w praktyce oznacza to, że lepiej, a przede wszystkim z większej odległości, udaje się skierować w stronę anody osobniki większe



Ryc. 1. Liczebność poszczególnych gatunków ryb pozyskanych za pomocą elektrołowu z łodzi w rzece San w rejonie Dynowa (Szczerbik i Mikołajczyk 2010).

Fig. 1. The numbers of fish species captured by electric fishing from a boat in the San River near Dynów (Szczerbik & Mikołajczyk 2010).



Ryc. 2. Liczebność poszczególnych gatunków ryb pozyskanych za pomocą elektrołowu metodą jednokrotnego przejścia w górę ciek w rzece San w rejonie Dynowa (Szczerbik i Mikołajczyk 2010).

Fig. 2. The numbers of fish species captured by electric fishing in single run of wading upstream in the San River near Dynów (Szczerbik & Mikołajczyk 2010).

(Świerzowski 1974, Dolan i Miranda 2003). Uważa się, że łatwiejsze do złowienia są ryby będące sprawniejszymi i silniejszymi pływakami (łososiwate), niż karpowate, a ryby o masywnej budowie ciała gorzej reagują na prąd elektryczny (Świerzowski 1974). W badaniach Katerzy Icthiobiologii i Rybactwa obserwowano to zjawisko zwłaszcza u dużych linów *Tinca tinca*, które bez trudu wypływały poza zasięg pola elektrycznego, podczas gdy przebywające obok niewielkie okonie *Perca fluviatilis* i szczupaki *Esox lucius* z łatwością dawały się złowić (Szczerbik, dane niepublikowane). Z kolei dla stwierdzenia obecności larw minogów konieczna jest dłuższa ekspozycja na działanie prądu elektrycznego w rejonie potencjalnych siedlisk, czyli piaszczysto-humusowych odsypisk. Ryby ukrywające się w pobliżu dna, pod kamieniami i korzeniami drzew mogą zostać porażone w swoich kryjówkach i nie wypłynąć w stronę anody - dotyczy to, między innymi, węgorza *Anguilla anguilla* i miętusa *Lota lota* (Penczak 1967, Kujawa et al. 2002, Dixon i Vokoun 2009).

Niektóre gatunki ryb są łatwiejsze do złowienia przy brodzeniu w dół cieku, co praktykuje się na przykład przy pozyskiwaniu tarłaków lipienia *Thymallus thymallus* (Szczerbik, dane niepublikowane).

Różna reakcja ryb w zależności od wielkości osobników (w ramach gatunku), jak i specyficzne właściwości różnych gatunków to czynniki bez wątpienia istotnie modyfikujące efekt uzyskiwany za pomocą elektropołowu (Ricker 1958, Świerzowski 1974, Lapointe et al. 2006, Dixon i Vokoun 2009, Oliveira et al. 2014).

Przewodność wody

Połów w wodach o wysokiej przewodności elektrolitycznej (a takie są chociażby wody Wisły w rejonie Krakowa) jest znacznie utrudniony, jednak możliwy za pomocą najnowocześniejszych urządzeń, w których zastosowano systemy pozwalające na uniknięcie przeciążenia przystawki (czyli elementu kształtującego prąd elektryczny generowany przez agregat spalinowy) wysokim natężen-

niem prądu. W innych urządzeniach próba połowu w wodach o wysokiej przewodności kończy się spalaniem bezpiecznika, wyłączeniem urządzenia, a nawet jego uszkodzeniem. Rozwiązaniem może być także zmniejszenie rozmiarów katody, co jednak nieuchronnie kończy się ograniczeniem zasięgu pola elektrycznego, a zatem i skuteczności połowu, zwłaszcza, że im wyższa jest przewodność wody, tym większy prąd jest wymagany dla uzyskania reakcji ryb (Świerzowski 1974). Znaczna część powszechnie stosowanych narzędzi nie pozwala na efektywny połów w wodach o dużej przewodności, a uzyskiwane za ich pomocą wyniki trudno uznać za miarodajne, zwłaszcza w przypadku dużych rzek. Rzadziej spotykanym w wodach Polski problemem jest zbyt niska przewodność wody (np. w wysokogórskich potokach), także utrudniająca przeprowadzenie skutecznego elektropołowu (Schill i Griffith 1984, Bonneau et al. 1995, Penczak et al. 1997).

Pozostałe wątpliwości i podsumowanie

Jednym z istotnych czynników, wpływających na skuteczność elektropołowu są umiejętności łowiącego. Wspomniane w pierwszej części pracy zjawiska zachodzące w polu elektrycznym (elektrotaksja i elektronarkoza), nie powodują bynajmniej, że ryby łowią się same. Elektropołów także wymaga refleksu i – zwłaszcza przy połowie łodziowym w głębokich rzekach, z wykorzystaniem długiej tyczki anodokasarka, zakończonej dużą obręczą – również dobrej kondycji fizycznej. Pomimo, że elektropołów uznawany jest za mało szkodliwy dla ryb, niewprawna obsługa urządzenia może u niektórych osobników powodować poważne uszkodzenia, w tym zwłaszcza krwawienia i uszkodzenia kręgosłupa (Kujawa 2008, Habera et al. 1999, Janáč i Jurajda 2011).

Osoby realizujące badania monitoringowe muszą dysponować umiejętnością identyfikacji wszystkich poławianych ryb, włączając w to gatunki bardzo rzadkie i nowo przybyłe gatunki inwazyjne. Ze względów praktycznych najlepiej, jeśli w grupie połowowej znaj-

duje się kilka osób bezbłędnie rozpoznających ryby. W przypadkach wątpliwych (bardzo małe osobniki, nietypowe hybrydy międzygatunkowe) umożliwi to przeprowadzenie konsultacji. Wspomnianą umiejętność należy wypracować nie inaczej, jak podczas pracy w terenie. Mało doświadczony badacz może mieć problemy chociażby z rozróżnieniem poszczególnych gatunków z rodzaju *Gobio* i *Romanogobio* (fot. 3). Sprawna identyfikacja umożliwi szybkie uwolnienie ryb, a zwłaszcza skraca czas ich przebywania poza wodą. W szeregu badań, dotyczących, między innymi, tak zwanej „śmiertelności powędkarskiej” (*post-angling mortality*) wykazano, że przedłużanie ekspozycji ryb na powietrze w olbrzymim stopniu przyczynia się do wzrostu śmiertelności (Ferguson i Tufts 1992, Mitton i McDonald 1994, Schreer et al. 2005)

Wyniki uzyskiwane drogą elektropołowu często w niewielkim stopniu odpowiadają strukturze połowów wędkarskich. Te drugie należy traktować jako informujące bardziej o preferencjach wędkarzy (i, co bardzo ważne, wielkości presji), nie zaś o faktycznej strukturze gatunkowej (Wołos 2008, Czerniejewski et al. 2015).

W dużych rzekach nizinnych warto rozważyć możliwość uzupełnienia danych za pomocą narzędzi sieciowych, zwłaszcza włoków narybkowych, które nadają się do obławiania płytkich przybrzeżnych półek (fot. 4). Zastosowanie tego narzędzia pozwala na wykrycie części „trudnołownych” gatunków o mniejszych rozmiarach, bądź stadiów narybkowych większych gatunków ryb (Gauch 1982, Lapointe et al. 2006, Nowak et al. 2016). Tego typu sieci należą zresztą do podstawowych narzędzi stosowanych przez badaczy w USA i Kanadzie, a także w Ameryce Południowej (Pierce et al. 1990, Lapointe et al. 2006). Inną, nader ciekawą metodą jest „*snorkel survey*”, czyli obserwacja podwodna z wykorzystaniem podstawowego sprzętu do nurkowania (maska z rurką). Jest ona wykorzystywana zwłaszcza w płytkich (a nawet bardzo płytkich) strumieniach, dla obserwacji tarlaków, gniazd tarłowych i narybku ryb łososiowatych, przy czym znajduje też zastosowanie w głębszych rzekach, pod warunkiem dużej przejrzystości

wody (Hillman et al. 1992, Dolloff et al. 1996, Pinnix et al. 2016). W metodzie tej badacz przemieszcza się w górę cieku, często czołgając się po jego dnie (Thurrow 1994). Warto wspomnieć, że inwentaryzacja (liczenie) gniazd tarłowych (także poprzez obserwację z brzegu) pozwala uzyskać istotne informacje na temat liczebności stad tarłowych ryb łososiowatych i minogów oraz, pośrednio, także jakości oraz produktywności obszarów tarliskowych (Lejk i Martyniak 2011, Raczyński 2012). Także narzędzia pułapkowe (żaki, mieroże) i haczykowe mogą mieć zastosowanie w badaniach (Oliveira et al. 2014).

Zastosowanie komplementarnych metod połowu może mieć szczególne znaczenie w rzekach, których koryta charakteryzują się dużym urozmaiceniem (słabo przekształconych), w związku z tym wyróżniających się większą mozaiką siedlisk (Lapointe et al. 2006, Oliveira et al. 2014). W takich przypadkach, prócz siedlisk korytowych, należy poświęcić uwagę także bocznym odnogom i starorzeczom (Prus et al. 2016), co jednak nie zawsze jest możliwe, chociażby ze względu na fakt, że mogą one znajdować się na prywatnym (bądź uznawanym za prywatny) terenie.

Przy podejmowaniu badań całych systemów rzecznych lub obwodów rybackich badany obszar powinien zostać pokryty odpowiednią liczbą stanowisk, reprezentujących zmienność hydromorfologii i bogactwo potencjalnych siedlisk różnych gatunków. Wybór stanowisk powinien być poprzedzony analizą map topograficznych i zdjęć satelitarnych, a jeszcze lepiej obserwacją w terenie. Warto dodać, że dostęp do dobrej jakości zdjęć satelitarnych jest obecnie niezwykle ułatwiony dzięki aplikacjom internetowym. Poszczególne stanowiska powinny być oddalone od siebie o nie więcej niż 10 km (Penczak et al. 2008). W mniejszych (krótszych) ciekach warto spróbować bardziej zagęścić sieć stanowisk (co ok. 5 km). Monitoring JCWP (jednolitych części wód powierzchniowych) w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), wymaga z kolei wytypowania w ramach danej części wód jednego lub kilku stanowisk o parametrach najlepiej odpowiadających charaktery-



Fot. 3. Trzy różne gatunki ryb złowione na jednym stanowisku. Od lewej: *Gobio gobio*, *Romanogobio kesslerii*, *Romanogobio belingi* (fot. Paweł Szczerbik).

Photo 3. Three fish species captured at one site. From the left: *Gobio gobio*, *Romanogobio kesslerii*, *Romanogobio belingi* (photo by Paweł Szczerbik).



Fot. 4. Połów za pomocą włoka narybkowego na krakowskim odcinku Wisły (fot. Artur Klaczak).

Photo 4. Fishing with the use of fry trawl, the Vistula in Kraków (photo by Artur Klaczak).

stycie odpowiedniej JCWP (EFI+ Consortium 2009, Prus et al. 2016).

Długość stanowiska elektropołowu, według „Przewodnika metodycznego do monitoringu ichtiofauny w rzekach” (Prus

et al. 2016) powinna odpowiadać 10 – 20-krotności szerokości rzeki, przy minimalnej długości 100 m (w najmniejszych ciekach), natomiast przy połowie z łodzi stanowisko powinno mieć długość (w zależności od wiel-

kości rzeki) od 250 do 1000 m. Wspomniany podręcznik jest dostosowany do pozyskiwania danych dla określania stanu/potencjału ekologicznego w ramach jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP). W Polsce wyznaczono dla rzek ponad 4,5 tysiąca JCWP, a w latach 2011-2015 oceną objęto 834 z nich, co wymagało wyznaczenia aż 937 stanowisk (Prus et al. 2013, 2016). Tak duża liczba stanowisk (oraz konieczność realizacji badań nie rzadziej niż co sześć lat) stwarza konieczność ujednoczenia i uproszczenia metodyki - w tym przyjęcie jako standardu jednokrotnego elektropołowu (Prus et al. 2013). Natomiast podczas wykonywania waloryzacji dla oceny oddziaływania na środowisko, planów ochrony itp. możliwe (i wskazane) wydaje się zastosowanie bardziej „autorskiej” metodyki, zakładającej np. badania w kilku terminach, zastosowanie innych (niż elektryczne) narzędzi połowowych i dłuższych, bądź gęściej rozmieszczonych stanowisk.

Pomimo szeregu zastrzeżeń, to właśnie elektropółow pozostanie zapewne jednym z najważniejszych narzędzi badań ichtiofaunistycznych i monitoringu, z uwagi na dużą, mimo wszystko, uniwersalność i relatywnie mało skomplikowaną metodykę. Niemniej,

na podstawie wymienionych obserwacji uzasadnione wydaje się sformułowanie następujących wniosków praktycznych:

- Wyniki pojedynczego elektropołowu nie są wystarczające dla określenia zagęszczenia ryb w wodach płynących (wielkość tę można jedynie próbować oszacować, zakładając odpowiednią skuteczność w zależności od parametrów cieku);
- Należy pamiętać o odmiennej wrażliwości ryb na pole elektryczne, w zależności nie tylko od ich rozmiarów, ale także gatunku, zwłaszcza, że znając te zależności można ulec pokusie manipulowania wynikami połowu;
- Także w dużych rzekach powinno się podejmować próbę połowu brodzonego, dla uzupełnienia wyników pozyskanych z łodzi, warto także rozważyć połów na przybrzeżnych płycznach za pomocą włoka;
- Wraz ze wzrostem urozmaicenia koryta rzeki rośnie także bogactwo gatunkowe ryb, jednak stwierdzenie poszczególnych gatunków może niekiedy wymagać zmiany strategii lub narzędzia połowu.

W pracy wykorzystano dane z badań finansowanych z funduszu DS 3202/KIiR.

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.
- BONNEAU J. L., THUROW R. F., SCARNECCHIA D. L. 1995. Capture, marking, and enumeration of juvenile bull trout and cutthroat trout in small, low-conductivity streams. *N. Am. J. Fish. Manage.* 15: 563-568.
- COPP G. H., JURAJDA P. 1999. Size-structure and diel use of river banks by fish. *Aquat. Sci.* 16: 75-91.
- CZERNIEJEWSKI P., WAWRZYŃIAK W., BROCKI W. 2015. Presja połowów rekreacyjnych na wybrane jeziora w północno-zachodniej Polsce. *Europa Regionum*. Tom 24: 75-84.
- DIXON C. J., VOKOUN J. C. 2009. Burbot resource selection in small streams near the southern extent of the species range. *Ecol. Freshwat. Fish* 18: 234-246.
- DOLAN C. R., MIRANDA L. E. 2003. Immobilization thresholds of electrofishing relative to fish size. *T. Am. Fish. Soc.* 132: 969-976.
- DOLLOFF A., KERSHNER J., THUROW R. 1997. Underwater observation. Chapter 18. In: MURPHY B. R., WILLISS D. W. (Eds.). *Fisheries Techniques*. 2nd edition. American Fisheries Society. Bethesda: 533-554.
- EFI+ CONSORTIUM. 2009. Manual for the application of the new European Fish Index – EFI+. A fish-based method to assess the ecological status of European running waters in support of the Water Framework Directive. June 2009.

- FERGUSON R. A., TUFTS B. L. 1992. Physiological effects of brief air exposure in exhaustively exercised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): implications for “catch and release” fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1157-1162.
- FLOTEMERSCH J. E., BLOCKSOM K. A. 2005. Electrofishing in boatable rivers: does sampling design affect bioassessment metrics? *Environ. Monit. Assess.* 102: 263-283.
- GAUCH H. G., JR. 1982. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press, New York.
- HABERA J. W., STRANGE R. J., SAXTON A. M. 1999. AC electrofishing injury of large brown trout in low-conductivity streams. *J. Fish. Manage.* 19: 120-126.
- HARTMAN W. L. 1959. *Biology and vital statistics of rainbow trout in the Finger Lakes Region* New York. *N. Y. Game Fish J.* 6: 121-177.
- HILLMANN T. W., MULLAN J. W., GRIFFITH J. S. 1992. Accuracy of underwater counts of juvenile Chinook salmon, Coho salmon, and steelhead. *N. Am. J. Fish. Manage.* 12, 3: 598-603.
- HOPKINS T. E., CECH J. J. Jr. 1992. Physiological effects of capturing striped bass in gill nets and fyke traps. *T. Am. Fish. Soc.* 121: 819-822.
- IWASZKIEWICZ M. 1964. Przebieg naturalnej regeneracji ichtiofauny w odcinku strumienia wyrzobionego eksperymentalnie prądem elektrycznym. *Pr. Kom. Nauk Roln. i Leśn. Pozn.* TPN 18, 1: 1-41.
- JANÁČ M., JURAJDA P. 2011. Mortality induced by electrofishing and handling in five young-of-the-year cyprinids: effect of the fish size, species and anode size. *J. Appl. Ichthyol.* 27: 990-994.
- KOŁDER W. 1951. Połowy pstrągów przy użyciu elektryczności. *Gosp. Rybna* 5: 8-11.
- KUJAWA R., KUCHARCZYK D., MAMCARZ A. 2002. *Miętus*. Wyd. IRŚ, Olsztyn.
- KUJAWA R. 2008. Praktyczne zastosowanie elektropołów w wodach powierzchniowych. In: MAMCARZ A., TARGOŃSKA K. (Eds.). *Wybrane aspekty rozrodu karpioatych ryb reofilnych w warunkach kontrolowanych*. Wyd. Mercurius Kaczmarek Andrzej, Olsztyn, 15-29.
- LAPOINTE N. W. R., CORKUM L. D., MANDRAK N. E. 2006. Comparison of methods for sampling fish diversity in shallow, offshore waters of large rivers. *N. Am. J. Fish. Manage.* 26: 503-513.
- LEJK A. M., MARTYNIAK A. 2011. Ocena możliwości naturalnego rozrodu troci wędrownej *Salmo trutta m. trutta* L. w środkowym fragmencie dorzecza rzeki Łęby. *Rocz. Nauk. PZW* 24: 147-162.
- MALVESTUTO S. P., MEEDITH E. K. 1989. Assessment of the Niger River fishery in Niger (1983-1985) with implications for management. In: DODGE D. P. (Ed.). *Proceedings of the Large River Symposium*. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106: 533-544.
- 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.
- MITTON C. J. A., McDONALD D. G. 1994. Effects of electroshock, air exposure, and forced exercise on swim performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 1799-1803.
- NOWAK M., KLACZAK A., SZCZERBIK P., POPEK W. 2016. Fish assemblages in shallow sandy habitats of the Middle Vistula River (Poland). In: PATOKA J., KALOUS L., PETRÝL M. (Eds.). *Sborník abstraktů z XV. České rybářské a ichtyologické konference (RybIKon 2016)*, Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze: 53.
- OLIVEIRA A. G., GOMES L. C., LATINI J. D., AGOSTINHO A. A. 2014. Implications of using a variety of fishing strategies and sampling techniques across different biotopes to determine fish species composition and diversity. *Nat. Conservacao* 12, 2: 112-117.
- PARAGAMIAN V. L. 1989. A comparison of day and night electrofishing: size structure and catch per unit effort for smallmouth bass. *N. Am. J. Fish. Manage.* 9: 500-503.
- PENCZAK T. 1967. Biologiczne i techniczne podstawy połowu ryb stałym prądem elektrycznym. *Przeł. Zool.* 11: 114-131.
- PENCZAK T., ZALEWSKI M. 1973. Efektywność połowu ryb prądem wyprostowanym pulsującym w strefach rzeki średniej wielkości oceniona metodą połowów następczych. *Acta Hydrobiologia* 15, 4: 343-355.
- PENCZAK T., AGOSTINHO A. A., GŁOWACKI Ł., GOMES L. C. 1997. The effect of artificial increases in water conductivity on the efficiency of electric fishing in tropical streams (Parana, Brazil). *Hydrobiologia* 350: 189-202.

- PENCZAK T., KRUK A., MARSZAŁ L., ZIĘBA G., GALICKA W., TSZYDEL M., TYBULCZUK S., PIETRASZEWSKI D. 2008. Monitoring ichtiofauny systemu rzeki Gwdy: trzecia dekada badań. Roczn. Nauk. PZW 21: 61-89.
- PIERCE C. L., RASMUSSEN J. B., LEGGET W. C. 1990. Sampling litoral fish with a seine: corrections for variable capture efficiency. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 1004-1010.
- PINNIX W. D., DE JULIO K., PETROS P., SOM N. A. 2016. Feasibility of snorkel surveys for determining relative abundance and habitat associations of juvenile Chinook salmon on the mainstem Trinity River, California. Yurok Tribal Fisheries Program, Hoopa Valley Tribal Fisheries Department, U. S. Fish and Wildlife Service, Arcata Fish and Wildlife Office, Arcata Fisheries Technical Series Report Number TR 2016-24, Arcata, California.
- PRUS P., ADAMCZYK M., BURAS P., WIŚNIEWOLSKI W. 2013. Metody oceny stanu środowiska rzek w oparciu o ichtiofaunę. In: CIECIERSKA H., DYNOWSKA M. (Eds.). Biologiczne metody oceny stanu środowiska. Tom 2. Ekosystemy wodne. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn: 199-236.
- PRUS P., WIŚNIEWOLSKI W. (Eds.). 2013. Monitoring ichtiofauny w rzekach. Przewodnik metodyczny GIOŚ. Maszynopis.
- PRUS P., WIŚNIEWOLSKI W., ADAMCZYK M. (Eds.). 2016. Przewodnik metodyczny do monitoringu ichtiofauny w rzekach. Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- RACZYŃSKI M. 2012. 1099 Minóg rzeczny *Lampetra fluviatilis* (Linnaeus, 1758). In: MAKOMASKA-JUCHIEWICZ M., BARAN P. (Eds.). Monitoring gatunków zwierząt. Przewodnik metodyczny. Część III. GIOŚ, Warszawa: 70-100.
- RICKER W. E. 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd Can. 119.
- SANDERS R. E. 1992. Day versus night electrofishing catches from near-shore waters of the Ohio and Muskingum rivers. Ohio J. Sci. 92, 3: 51-59.
- SCHILL D. J., GRIFFITH J. S. 1984. Use of underwater observations to estimate cutthroat trout abundance in the Yellowstone River. N. Am. J. Fish. Manage. 4: 479-487.
- SCHREER, J. F., RESCH D. M., GATELY M. L., COOKE S. J. 2005. Swimming performance of brook trout after simulated catch and release angling: looking for air exposure thresholds. N. Am. J. Fish. Manage. 25: 1513-1517.
- SKORZYŃSKI S. T. 2015. Ocena wielkości populacji miętusa (*Lota lota*) w wybranych dopływach Nidy. Praca magisterska, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie.
- SZCZERBIK P., MIKOŁAJCZYK T. 2010. Raport z badań monitoringowych ichtiofauny obwodu rybackiego San nr 6 wykonanych na zlecenie Okręgu Polskiego Związku Wędkarskiego w Przemysłu. Maszynopis. Katedra Ichtiologii i Rybactwa UR, Kraków.
- SZLAKOWSKI J., WIŚNIEWOLSKI W., BURAS P. 2004. Wskaźnik Integralności Biotycznej (IBI) jako narzędzie do waloryzacji rzek w oparciu o zespoły ichtiofauny. In: HEESE T., PUCHAŁSKI W. (Eds.). Bliskie Naturze Kształtowanie Dolin Rzecznych, Monografia. Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin: 245-262.
- ŚWIERZOWSKI A. 1973. Wpływ prądu elektrycznego na ryby i bezkręgowce zwierzęta wodne (Próba syntezy danych). Roczn. Nauk Rol. 95, H-4: 141-149.
- THUROW R. F. 1994. Underwater methods for study of salmonids in the Intermountain West. U.S. Forest Service, Intermountain Research Station, General Technical Report INT-GTR-307, Ogden, Utah.
- WOŁOS A. 2008. Rejestracja połowów wędkarskich a konieczność prowadzenia racjonalnej gospodarki rybackiej na przykładzie wybranych okręgów Polskiego Związku Wędkarskiego. Użytkownik rybacki. Nowa rzeczywistość. Wydawnictwo PZW, Warszawa: 102-119.

Summary

The principles of fish monitoring in running waters have been known for tens of years. Today, electric devices are considered the basic fishing tools, while a single run of wading upstream and, in case of large rivers – fishing from a boat floating downstream, are usually the standard survey procedures. The quality of the results is crucial for the implementation of conservation plans, activities undertaken by fishery managers and assessing species threat status. However, data obtained in the monitoring can be modified by numerous factors, significantly influencing the final effect. The efficiency of electric fishing depends, inter alia, on the river size, hydromorphological parameters of the river channel, conductivity of the water, but also on the fishing group's skills. Low efficiency can result in overlooking some scarce species. The reaction of fish to phenomena in the electric field is diverse and depends on the fish size (length) and species; it can also be modified by the fishing person. Capture efficiency is particularly low and difficult to estimate in large rivers. In favourable conditions boat sampling should be supplemented with electric fishing by wading and other methods, including net fishing.

Adres autora:

Paweł Szczerbik
Katedra Ichtiologii i Rybactwa
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
ul. Prof. Teodora Spiczakowa 6, 30-199 Kraków
e-mail: pawel.szczerbik@urk.edu.pl