

**Andrzej Kapusta¹, Jacek Perkowski², Łukasz Strzałkowski², Jan Woźniak²,
Marcin Dobrowolski², Piotr Traczuk¹, Tomasz Heese³**

¹Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie

²Okręg Mazowiecki, Polski Związek Wędkarski

³Politechnika Koszalińska

Porównanie wyników trzech metod połowu ryb wykorzystanych do oceny składu gatunkowego i struktury ilościowej zespołu ryb

Wstęp

Dane dotyczące składu gatunkowego i zagęszczenia populacji ryb stają się coraz ważniejsze jako wskaźniki stanu ekologicznego ekosystemów wodnych. Potrzeba oceny stanu ekologicznego jezior na podstawie ichtiofauny wynika z Ramowej Dyrektywy Wodnej, która zobowiązuje kraje członkowskie Unii Europejskiej do przeprowadzenia

takiej oceny (Argillier i in. 2013). Obowiązkowej ocenie podlegają jeziora o powierzchni poniżej 50,0 ha. Polska opracowała i zinterkalibrowała dwie metody oceny stanu ekologicznego jezior. Metoda LFI+ oblicza ocenę punktową i podaje stan ekologiczny jezior na podstawie dziesięcioletnich odłowów rybackich, z kolei metoda LFI-CEN na podstawie jednokrotnych połowów zestawem wontonów norwickich (Chybowski i in. 2016).

Europejskie standardowe normy połowu ryb zostały przygotowane dla większości siedlisk słodkowodnych. Najczęściej połowy ryb prowadzone są według wytycznych dotyczących zakresu i wyboru metod pobierania prób ryb przy użyciu sieci lub elektropołów. Wiarygodne szacunki struktur zespołów ryb w wodach śródlądowych stanowią wyzwanie nawet w małych zbiornikach wodnych. W płytkich ekosystemach wodnych można zastosować kilka metod (Casselman i in. 1990, Erős i in. 2009). Miarodajne informacje na temat ryb mogą wymagać połączenia kilku metod pobierania próbek w różnych siedliskach (Kubečka i in. 2012). Charakterystyka zespołów ryb w ekosystemach wodnych jest trudna, a uzyskane informacje w dużym stopniu zależą od wyboru sprzętu do połowu ryb. Uzyskanie wiarygodnych szacunków wskaźników opisujących ichtiofaunę, takich jak bogactwo gatunkowe, prawie zawsze wymaga stosowania wielu metod połowu ryb. Użycie więcej niż jednej techniki pobierania próbek jest na ogół preferowane w celu uzyskania kompleksowego obrazu struktury zespołu ryb. Dlatego kluczowa jest wiedza na temat porównywalności wyników między różnymi metodami stosowanymi do połowów ryb. W artykule przedstawiono wyniki połowów ryb przeprowadzonych w tym samym jeziorze trzema odmiennymi metodami.

Materiały i metody

Trzy metody połowów ryb zastosowano do określania składu gatunkowego i struktury ichtiofauny w Jeziorze Zdrowskim (powierzchnia 343 ha, głębokość maksymalna 5,3 m). Według polskich standardów jezioro zaliczane jest do zbiorników płytkich, eutroficznych, z niedużą przezroczystością wody oraz dobrze rozwiniętą strefą roślinności wynurzonej. W okresie letnim w jeziorze nie występuje stratyfikacja termiczno-tlenowa, chociaż okresowe spadki zawartości tlenu mogą występować przy dnie.

Połowy ryb przeprowadzono w latach 2016 i 2018. We wrześniu 2016 roku w ciągu dnia wykonano elektropołów (EP) przy użyciu agregatu EFKO FEG 8000 (8kW, 400-600 V, 6-10 A). Ryby łowiono przemieszczając się łodzią wzdłuż brzegu jeziora na odcinku 1000 m. Metoda elektropołów pozwala na przyżyciowe połowy ryb, dlatego wszystkie złowione osobniki zidentyfikowano do gatunku, policzono i wypuszczono w pobliżu miejsca złowienia. W tym samym czasie przeprowadzono połowy ryb zestawem wontonów, według metody opracowanej na potrzeby gospodarki rybacko-wędkarskiej (Heese i in. 2014). Ryby poławiano trzema zestawami sieci składających się z wontonów o bokach oczka od 25 do 70 mm. Długość każdego wontonu wynosiła 50 m, a wysokość 2,5 m. Kolejność sieci o różnych rozmiarach boku oczka (mm) była następująca: 70-50-35-25-35-50-70. Sieci stawiano od strony brzegu w kierunku płosa jeziora. Połowy ryb przeprowadzono w godzinach od 20:00 do 4:00.

W sierpniu 2018 roku przeprowadzono połowy ryb wg normy EN 14757, przy użyciu dennych sieci nordyckich (Appelberg 2000). Powyższa norma została wdrożona do oceny stanu ekologicznego jezior i jest jednym z narzędzi monitoringu ichtiofauny w jeziorach (Chybowski i in. 2016). Denne sieci nordyckie składają się z 12 paneli o długości 2,5 m, wysokości 1,5 m oraz rozmiarach boku oczka od 5 do 55 mm. Liczbę i zakres głębokości, na których należy rozstawić wontony określa norma EN 14757. W Jeziorze Zdrowskim zastosowano 12 sieci dennych. Czas ekspozycji sieci wynosił 12 godzin, a połowy ryb rozpoczynano około godziny 19.

Złowione osobniki identyfikowano do gatunku i policzono, a w przypadku połowów sieciowych także zważono ($\pm 0,1$ g). Dla każdego gatunku wyliczono wskaźnik dominacji (D_i):

$$D_i = 100\% \times n_i \times (\sum n_i)^{-1}$$

gdzie: n_i – liczba osobników gatunku i .

Podobnie określono wskaźnik dominacji na podstawie biomasy (B_i):

$$B_i = 100\% \times w_i \times (\sum w_i)^{-1}$$

określający biomasę gatunku i (w_i) w stosunku do biomasy ryb wszystkich złowionych gatunków.

Podobieństwo faunistyczne ryb złowionych poszczególnymi metodami wyliczono według formuły Sorensena (QS, %):

$$QS = (2c/a+b) \times 100\%$$

gdzie: c – liczba wspólnych gatunków dla metody połowu X i Y , a – liczba gatunków stwierdzona metodą X , b – liczba gatunków w zbiorze Y .

Podobieństwo ilościowe porównywanych metod połowu ryb określono współczynnikiem Renkonena (Re):

$$Re = \sum D_{min} \times 100\%$$

gdzie: D_{min} – minimalne wartości wskaźnika dominacji (D_i) poszczególnych gatunków w porównywanych metodach połowu ryb.

Przy ocenie struktury ryb złowionych różnymi metodami posłużono się wskaźnikami dominacji ilościowej. Obliczenia statystyczne wykonano przy pomocy programu STATISTICA 12.0

Wyniki i dyskusja

W Jeziorze Zdrowskim stwierdzono występowanie 14 gatunków ryb należących do 5 rodzin (tab. 1). Najwięcej przedstawicieli miała rodzina karpiowatych, do której należało 8 gatunków. Pozostałe rodziny miały 1-2 przedstawicieli. Były to gatunki w większości pospolite w różnych ekosystemach wodnych Polski, posiadające status najmniejszej troski. Najwięcej ryb oraz największą liczbę gatunków złowiono zestawem sieci nordyckich wykorzyst-



Węgorz został złowiony tylko metodą elektropołów. Karaś pospolity został złowiony metodą elektropołów i zestawem sieci, ale nie złowiony w sieci nordyckie. Natomiast ukleja została złowiona metodą elektropołów i sieci nordyckich, ale nie występowała w zestawie wontonów. Z kolei karaś srebrzysty, lin i sum europejski zostały złowione w obie metody sieciowe, a nie występowały w elektropołowach. Jazgarz został złowiony tylko w zestaw sieci nordyckich.

Najwięcej ryb złowiono zestawem sieci nordyckich, a najmniej zestawem wontonów. Metoda elektropołów okazała się prawie tak samo skuteczna do oceny składu gatunkowego, jak obie metody wykorzystujące sieci o różnych

wymiarach oczek. Najczęściej jednak metoda elektropołów pozwala na wykrycie większej liczby gatunków niż metody wykorzystujące sieci (Goffaux i in. 2005). Przewagą zestawu wontonów ustawianych w jednym panelu nad zestawem sieci nordyckich jest mniejsza pracochłonność (Heese i in. 2014), jednak nieduża ilość złowionych ryb utrudnia zastosowanie tej metody do oceny struktury populacji. Ryby licznie poławiane w zestaw sieci nordyckich mogą być wykorzystane do analizy różnych elementów cyklu życiowego. Do takich analiz najczęściej potrzebna jest odpowiednia liczba ryb charakteryzujących się różnymi rozmiarami ciała/wiekami. W przypadku sieci nordyckich takich gatunków było aż 8 (66% wszystkich złowionych gatunków), a w zestaw wontonów tylko 3 (27%). W przypadku elektropołów, pomimo najmniejszej liczby złowionych gatunków (10), aż 60% z nich była na tyle liczna, że zapewnia odpowiednią ilość do badań biologicznych.

Metoda połowu miała istotny wpływ na strukturę ilościową ryb złowionych. Struktura ilościowa ryb złowionych metodą elektropołów była istotnie statystycznie różna od określonej na podstawie połowów zestawem wontonów (test Chi kwadrat, $P < 0,001$) oraz zestawem sieci nordyckich (test Chi kwadrat, $P < 0,001$). Także wyniki ilościowe połowów ryb zestawem wontonów różniły się istotnie od wykonanych zestawem sieci nordyckich (test Chi kwadrat, $P < 0,001$).

Ekologiczna waloryzacja efektów połowów trzema metodami wskazuje na zbliżony skład gatunkowy (tab. 4). Wartości wskaźnika podobieństwa gatunkowego Sorensena ryb złowionych metodą elektropołów oraz w oba zestawy sieci wykazały znaczne podobieństwo. Natomiast obie metody połowów ryb w sieci wyróżniały się najwyższą wartością wskaźnika Sorensena, przedstawiającą niemal identyczne podobieństwo gatunkowe (90%). Podobieństwo struktury

TABELA 1

Skład gatunkowy oraz status ochronny według kategorii zagrożenia Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody ryb złowionych w Jeziorze Zdrowskim. CR – gatunek krytycznie zagrożony, NT – gatunek bliski zagrożenia, LC – gatunek najmniejszej troski, GO – gatunek obcy

Rodzina	Gatunek	Status ochronny
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	CR
Cyprinidae	<i>Carassius carassius</i>	NT
	<i>Carassius gibelio</i>	GO
	<i>Tinca tinca</i>	LC
	<i>Abramis brama</i>	LC
	<i>Blicca bjoerkna</i>	LC
	<i>Rutilus rutilus</i>	LC
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	LC
	<i>Alburnus alburnus</i>	LC
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	NT
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	LC
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	LC
	<i>Sander lucioperca</i>	LC
	<i>Gymnocephalus cernua</i>	LC

dominacji cechowało się pewną zbieżnością (tab. 4). Struktura dominacji określona na podstawie połowów zestawem wontonów i zestawem dennych sieci nordyckich wykazywała znaczne podobieństwo (62,9%). Natomiast elektropołowy i pozostałe metody charakteryzowały się przeciętnym podobieństwem struktury dominacji.

Zarówno elektropołowy, jak i różnorodne metody wykorzystujące sieci mogą się wzajemnie uzupełniać (Erős i in. 2009). Skład gatunkowy i struktura ichtiofauny określona różnymi metodami jest odmienna, ale sumaryczne wyniki przedstawiają pełniejszy obraz składu gatunkowego. Mogą odzwierciedlać odmienne relacje ilościowe w różnych siedliskach jeziorowych, szczególnie wśród roślinności wodnej, która utrudnia stosowanie niektórych metod połowu (Sutela i in. 2008). Rechulicz (2006) przedstawił wyniki oceny skuteczności trzech metod połowu ryb w sześciu płytkich jeziorach. Najwięcej gatunków i ich największą biomasę złowił metodą elektropołowów, a najmniejszą skutecznością połowów i największą wybiórczością charakteryzowały się żaki.

Uzyskanie kompleksowego składu zespołów ryb w jeziorach jest trudne. Określenie liczebności każdego gatunku w jeziorze wymaga stosowania różnorodnych metod połowu i technik badawczych. Znormalizowana metoda połowów ryb pozwala na uzyskanie porównywalnych danych oraz przeprowadzenie oceny stanu ekologicznego jezior. Chociaż przy ocenie składu gatunkowego ich-



TABELA 3

Porównanie udziału wagowego (%) gatunków ryb złowionych różnymi metodami w Jeziorze Zdworskim

Gatunek	Zestaw wontonów	Monitoring jezior
Sandacz	30,09	23,35
Leszcz	25,61	11,10
Okoń	10,99	9,52
Karaś srebrzysty	7,91	0,61
Sum	7,91	2,70
Szczupak	6,38	2,63
Płoć	4,00	34,74
Krąp	3,24	1,05
Lin	1,49	0,70
Wzdręga	1,45	5,36
Karaś	0,91	0
Ukleja	0	7,62
Jazgarz	0	0,61

TABELA 2

Porównanie udziału liczbowego (%) gatunków ryb złowionych różnymi metodami w Jeziorze Zdworskim

Gatunek	Elektropołowy	Zestaw wontonów	Monitoring jezior
Płoć	27,03	33,45	33,47
Ukleja	27,03		21,50
Wzdręga	16,89	2,44	0,47
Leszcz	11,82	36,24	10,08
Szczupak	6,76	1,74	0,07
Węgorz	5,74		
Krąp	1,69	5,57	11,93
Karaś	1,69	0,35	
Okoń	1,01	12,20	19,37
Sandacz	0,34	5,57	0,85
Karaś srebrzysty		1,05	0,05
Sum		1,05	0,05
Lin		0,35	0,05
Jazgarz			2,09
Bogactwo gatunkowe	10	11	12
Liczba osobników (szt.)	296	287	5515

TABELA 4

Współczynnik podobieństwa gatunkowego Sorensena (kolor czerwony) oraz podobieństwa dominacji Renkonena (kolor czarny) ryb złowionych różnymi metodami. EP – elektropołowy, ZW – zestaw wontonów, MJ – monitoring jezior.

	EP	ZW	MJ
EP	-	76,2	72,7
ZW	46,4	-	90,0
MJ	40,7	62,9	-

Wartości graniczne wskaźnika podobieństwa gatunkowego Sorensena. >80% – skład gatunkowy ugrupowań niemal identyczny, 50-80% – podobieństwo wyraźne, <50% – podobieństwo małe. Wartości graniczne współczynnika podobieństwa dominacji Renkonena. >70% – ugrupowania jednego typu, 40-70% – znaczne podobieństwo ugrupowań, <40% – ugrupowania znacząco różne

tiofauny należy pamiętać, że użyte sieci są selektywne. Niedoświadczane są gatunki mniej ruchliwe, takie jak szczupak, czy o specyficznym kształcie jak węgorz. Dlatego dla pełnego obrazu struktury ichtiofauny polecane jest użycie elektropołowów w litoralu, czy sieci ciągnionych.

Dokładna weryfikacja przydatności analizowanych metod połowu wymaga większego zbioru danych, przede wszystkim potrzebnych do ustalenia wariancji i nakładu połowowego, tj. liczba sieci, powierzchnia elektropoławów. Różnorodne cele połowów ryb, np. oszacowanie biomasy, określenie składu gatunkowego czy też struktury ilościowej, wymagają także uwzględnienia warunków pogodowych (elektropoławowy) oraz dobowej i sezonowej zmienności rozmieszczenia ryb (Kapusta i Bogacka 2006). Standaryzacja danych zebranych za pomocą wielu metod i w różnych porach roku jest niezbędna do monitorowania ekosystemów wodnych i zapewnia badaczom większą niezawodność w ich interpretacjach i decyzjach podejmowanych na podstawie informacji o zespołach ryb.

Literatura

- Appelberg M. 2000 – Swedish standard methods for sampling freshwater fish with multi-mesh gillnets – Fiskeriverket Information, 33 s.
- Argillier C., Caussé S., Gevrey M., Pédrón S., De Bortoli J., Brucet S., Emmerich M., Jeppesen E., Lauridsen T., Mehner T., Olin M., Rask M., Volta P., Winfield I.J., Kelly F., Krause T., Palm A., Holmgren K. 2013 – Development of a fish-based index to assess the eutrophication status of European lakes – *Hydrobiologia*, 704: 193-211.
- Casselman J. M., Penczak T., Carl L., Mann R. H. K., Holcik J., Woitowich W. A. 1990 – An evaluation of fish sampling methodologies for large river systems – *Pol. Arch. Hydrob.* 37: 521-551.
- Chybowski Ł., Białokoz W., Wotos A., Draszkiewicz-Mioduszevska H., Szlakowski J. 2016 – Przewodnik metodyczny do monitoringu ichtiofauny w jeziorach – Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 52 s.
- Erős T., Specziár A., Bíró P. 2009 – Assessing fish assemblages in reed habitats of a large shallow lake – A comparison between gillnetting and electric fishing – *Fish. Res.* 96: 70-76.
- Goffaux D., Grenouillet G., Kestemont P. 2005 – Electric fishing versus gill-net sampling for the assessment of fish assemblages in large rivers – *Arch. Hydrobiol.* 162: 73-90.
- Heese T., Perkowski J., Komorowski J., Strzałkowski Ł. 2014 – Wstępne wyniki monitoringu ichtiofauny jezior i zbiorników zaporowych z zastosowaniem zestawów wontonów jako narzędzia prowadzenia racjonalnej gospodarki rybactwo-wędkarskiej – W: Zróżnicowane korzystanie z zasobów rybackich na tle ich stanu w 2013 roku (Red.) M. Mickiewicz, A. Wotos, Wyd. IRS, Olsztyn: 83-95.
- Kapusta A., Bogacka E. 2006 – Diel variability in the occurrence of juvenile fish in the shallow littoral zone: do macrophytes impact the structure of fish assemblages? – *Arch. Pol. Fish.* 14: 301-308.
- Kubečka J., Godø O.R., Hickley P., Prchalová M., Říha M., Rudstam L., Welcomme R. 2012 – Fish sampling with active methods – *Fish. Res.* 123-124: 1-3.
- Rechulicz J. 2006 – Effectiveness of fishing in shallow lakes using different methods – *Acta Sci. Pol., Piscaria*, 5: 59-68.
- Sutela T., Rask M., Vehanen T., Westermarck A. 2008 – Comparison of electrofishing and NORDIC gillnets for sampling littoral fish in boreal lakes – *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 13: 215-220.