INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND EKOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 4/2/2007, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 289–298
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Marian Mokwa, Robert Kasperek, Wiesław Wiśniewolski

PROGRAM BADAŃ LABORATORYJNYCH ZASTOSOWANIA BARIERY ELEKTRYCZNO--ELEKTRONICZNEJ DO OCHRONY ICHTIOFAUNY

LABORATORY RESEARCH PROGRAM OF THE ELECTRIC-ELECTRONIC BARRIER APPLICATION OF ICHTIOFAUNA PROTECTION

Streszczenie

Praca dotyczy przedstawienia programu eksperymentów laboratoryjnych zastosowania barier elektryczno-elektronicznych wchodzących w skład Elektronicznego Systemu Odstraszania Ryb do ich ochrony przed negatywnym działaniem urządzeń hydrotechnicznych. Badania zostaną przeprowadzone w Laboratorium Hydraulicznym Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu i będą miały na celu określenie optymalnych parametrów technicznych testowanych urządzeń dla określonych warunków hydraulicznych w obrębie budowli wodnych. Unijna Dyrektywa Wodna oraz uregulowania krajowe narzucają wymogi ochrony ryb wód śródlądowych. Swobodna wędrówka ryb dwuśrodowiskowych w rzekach skanalizowanych może być realizowana za pomocą modernizacji budowli wodnych polegająca na budowie przepławek przyjaznych dla środowiska oraz montażu urządzeń elektryczno-elektronicznych w postaci barier. Wg autorów bariery te powinny umożliwić wędrówkę ryb w górę i w dół, a ich usytuowanie i konstrukcja powinny zapewnić łatwiejsze przejście przez przepławki. Publikacja została sfinansowana ze środków projektu badawczego nr 00029-61535-OR0100002/06 pt. „Badania skuteczności urządzeń do kierowania zachowaniem się ryb na wlotach do ujęć wody i przepławek", realizowanego przez Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu. Projekt ten jest finansowany przez Unię Europejską oraz budżet państwa w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego „Rybołówstwo i przetwórstwo ryb 2004–2006".

Słowa kluczowe: rzeka, ryby, badania laboratoryjne, bariery elektryczno--elektroniczne

Summary

Paper concerns show of laboratory experiment program of the electric-electronic barrier application ingoing to Electronic Deterrent Fish System to its protection against negative influence of hydrotechnical facilities. Investigations have been performed at Hydraulic Laboratory of Wrocław University of Environmental and Life Sciences, and will be tend towards determination of optimal technical parameters of the tested facilities for specified hydraulic conditions within the water plants. The Union Water Instruction and national controls determined requirements fish protection of inland waters. Free two-environment fish migration in canalized rivers can be realised by water plant modernization based on construction of fish passes friendly for environmental and assembly of electric-electronic facilities as barriers. In our opinion these barriers should be enable fish migration upwards and downwards, and its localization and construction should be secure simpler passage across fish passes. This publication has been coasted from the research project means No. 00029-61535-OR0100002/06 on "Efficiency studies of the facilities to control of fish behaviour at inlets to water intakes and fish passes", realised by Wrocław University of Environmental and Life Sciences. This project is financed by European Union and national budget in frame of Sectorial Operating System on "Fishery and Fish processing 2004-2006".

***Key words**: river, fish, laboratory studies, electric-electronic barriers*

WPROWADZENIE

Potrzeby zachowania, względnie odtwarzania ekologicznej ciągłości rzek, umożliwiającej rybom dotarcie do położonych w ich górnym biegu miejsc rozrodu nikt już współcześnie nie kwestionuje. Liczne są pozycje literatury opisującej znaczenie rzek jako korytarzy migracyjnych ichtiofauny [Jungwirth 1998; Vannote i in. 1980; Wiśniewolski 2002], a także rozwiązania techniczne przepławek, urządzeń stosowanych w celu umożliwienia rybom pokonywanie piętrzenia. Obserwowany w tej dziedzinie postęp wiedzy sprawia, że powstają coraz lepsze konstrukcje przepławek dostosowanych do biologicznych wymagań ryb i spełniających określone dla nich zadanie. W niektórych sytuacjach, aby wspomóc skuteczność działania przepławek, konieczny staje się montaż dodatkowych urządzeń ułatwiających rybom odnalezienie drogi do przepławki [Adam i in. 2002; Gebler 1991; Krüger i in. 1993; Wiśniewolski 2003].

Pomimo, że problem zapewnienia rybom swobodnych wędrówek w górę rzeki jest coraz częściej pomyślnie rozwiązywany, jakby nieco w cieniu pozostaje zagadnienie swobodnych migracji ryb w dół rzeki. Ciągle jeszcze w niedostatecznym stopniu docenia się potrzebę zapewnienia dorosłym rybom bezpiecznego powrotu po odbytym tarle do miejsc, skąd wędrówkę rozpoczęły; tam też spłynąć musi również ich dorastające potomstwo. Na swej drodze napotykają one na różnego rodzaju ujęcia poboru wody, spośród których szczególne zagrożenie stanowią dla nich elektrownie wodne, będące przyczyną dużych strat

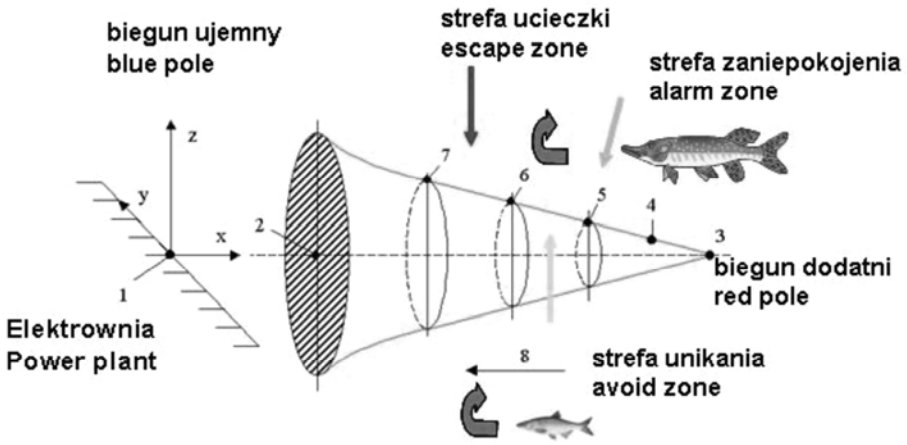
wśród ryb spływających w dół biegu rzeki [Bartel i in. 1996; Berg i in. 1995; Jens i in. 1997; Juszczyk 1951; Kulmatycki 1930]. Ryby wpływają do komory turbin, gdzie są kaleczone, a część ich również zabijana przez obracające się łopatki turbin. Na podstawie przeprowadzonych eksperymentów przechodzenia ryb przez turbiny elektrowni stwierdzono, że w zależności od wysokości piętrzenia i typu turbiny w stanie nieuszkodzonym przechodziło przez nie od 40,1% do 87,1% ryb [Bieniarz, Epler 1977]. Spośród ryb przechodzących przez turbiny elektrowni Zbiornika Rożnowskiego uszkadzanych było od 15,7% do 46,2% osobników [Juszczyk 1951]. Równie groźne są turbiny dla spływających smoltów łososia i troci, na co jednoznacznie wskazują chociażby wyniki obserwacji na elektrowniach zlokalizowanych w systemie rzeki Słupia (tab. 1).

Tabela 1. Wyniki badań uszkodzeń pstrąga przez turbiny elektrowni na rzece Słupia [Zioła, Wiśniewolski 2007]
Table 1. Study results of the trout damages by power plant turbines on river Słupia [Zioła, Wiśniewolski 2007]

Elektrownia Power plant	Ryby zabite lub uszkodzone (%) Killed and damaged fishes (%)			Suma strat (%) Sum of losses (%)
	1989	1990	1992	
Krzynia	19,1–32,1	21,9–34,0	31,2–37,0	19,1–37,0
Kondratowo	41,5-54,5	41,0-51,0	38,3–45,4	50,1–71,3
Gałęźna Mała	_	_	40,9–48,5	70,5–85,2
Soszyca	_	_	45,5–53,9	83,9–93,2

Zarówno krajowe, jak i unijne regulacje prawne związane z ochroną wód śródlądowych i ekosystemu wodnego, precyzują zasady gospodarowania tymi zasobami. W miarę upływu lat nastąpiła wyraźna zmiana podejścia do gospodarowania i ochrony tych zasobów. Ramowa Dyrektywa Wodna ustalająca ramy działań UE w zakresie polityki wodnej wprowadziła jednoznaczną zasadę: „Woda nie jest produktem handlowym, takim jak każdy inny, ale raczej dziedziczonym dobrem, które musi być chronione i traktowane jako takie". W Polsce szczegółowe cele gospodarki wodnej formułuje Prawo Wodne, m.in. w zakresie ochrony zasobów wodnych przed zanieczyszczeniem, niewłaściwą lub nadmierną eksploatacją oraz tworzenia warunków dla energetycznego, transportowego oraz rybackiego wykorzystania wód. Również polskie rozporządzenia dotyczące budowli inżynierskich na rzekach oraz obiektów budowlanych gospodarki wodnej jasno i wyraźnie precyzują potrzebę ochrony środowiska przyrodniczego, w tym również zasobów wodnych „Budowle hydrotechniczne przegradzające

rzekę powinny być wyposażone w urządzenia zapewniające swobodne przedostawanie się ryb przez przeszkodę, a zbiorniki wodne powinny być tak ukształtowane, aby były pozostawione ostoje i tarliska dla ryb". W sposób szczególny zagrożone są niszczeniem przez turbiny spływające na tarło dorosłe węgorze, które ze względu na swą długość uszkadzane są prawie w 100% [Lundbeck 1927]. Duże znaczenie ma w tym względzie typ turbiny. Przy jej prędkości poniżej 100 obrotów na minutę uszkadzanych było poniżej 35% dostających się do jej kanału węgorzy, przy obrotach 125 na minutę straty sięgały 40–60% ryb, natomiast przy obrotach 150 na minutę uszkadzanych było 50–90% wpływających ryb [Jens et al. 1997]. Przytoczone przykładowe wyniki obserwacji wskazują na konieczność stosowania urządzeń, które nie tylko będą ułatwiały swobodę wędrówek ichtiofauny, lecz również uniemożliwiały będą rybom dostawanie się do miejsc, w których mogą zostać okaleczone lub uśmiercone. Od dawna próbowano stosowania odstraszających urządzeń elektrycznych, które miały nie tylko trzymać ryby z dala od turbin lecz również kierować je w określone miejsce [Chmielewski 1966; Einsele 1957; Halsband, Halsband 1992; Jens i in. 1997]. Głównym czynnikiem ograniczającym efektywność stosowania tej metody była jej stosunkowo niska skuteczność w warunkach silnego prądu wody. Napływające z nim szybko ryby nie są wówczas w stanie odpowiednio wcześnie zareagować ucieczką na działanie pola elektrycznego i wpływają w obszar jego rażenia [Jens i in. 1997]. Dotychczas stosowane przegrody elektryczne były urządzeniami jednofazowymi, względnie trójfazowymi. Te, których zadaniem było odstraszanie ryb spływających z prądem wody, zasilane były pulsacyjnie prądem zmiennym [Chmielewski 1966]. Skuteczność działania tych urządzeń była bardzo zróżnicowana, co jest konsekwencją sposobu i miejsca ustawienia bariery w lokalnych warunkach jej zastosowania, zwłaszcza w odniesieniu do przepływu wody. Prawidłowa, względnie nieprawidłowa lokalizacji przegrody elektrycznej decyduje bowiem o skuteczności jej działania. Duże nadzieje wiązane są z Elektronicznym Systemem Odstraszania Ryb (ESOR). Pozwala on na wytwarzanie niejednorodnego modulowanego impulsowego pola elektrycznego niskiego napięcia o natężeniu pola niższym od 0,1 $V \cdot cm^{-1}$, które oddziaływuje na układ nerwowo-mięśniowy ryb. Trafiając w takie pole jeszcze daleko od chronionego miejsca, zarówno ryby dorosłe, jak i narybek nie są porażane, lecz odczuwając nieprzyjemne, czy wręcz bolesne oddziaływanie pola elektrycznego (rys. 1), zmieniają kierunek ruchu, uciekając z obszaru jego oddziaływania [Zioła, Wiśniewolski 2007].



Rysunek 1. Zasada działania urządzenia elektryczno-elektronicznego [Elektrotim 2007]
Figure 1. Principle of operation of the electric-electronic equipment [Elektrotim 2007]

CEL PRACY

Celem pracy jest przedstawienie fazy przygotowań do eksperymentów laboratoryjnych służących opracowaniu optymalnych parametrów technicznych systemu ESOR przy określonych warunkach hydraulicznych przepływu wody. Zazwyczaj w artykułach naukowych otrzymujemy gotowy produkt w postaci wyników badań z krótkim opisem metodyki badawczej. Właściwe zaplanowanie eksperymentu w dużym stopniu redukuje przypadkowość, wykonywanie zbędnych doświadczeń i prowadzi do osiągnięcia celu. Częstym błędem popełnianym przez początkujących badaczy jest realizacja jak największej liczby doświadczeń, a następnie wybór tych wyników, które układają się w logiczny ciąg. Przy takim podejściu, często w łańcuchu zdarzeń, może zabraknąć istotnego ogniwa. Badania systemu ESOR będą uwzględniały m.in.:

– zmienne napięcie pola elektrycznego,
– różne prędkości przepływu wody,
– różne rozmiary i kształt ryb w zależności od gatunku i etologii.

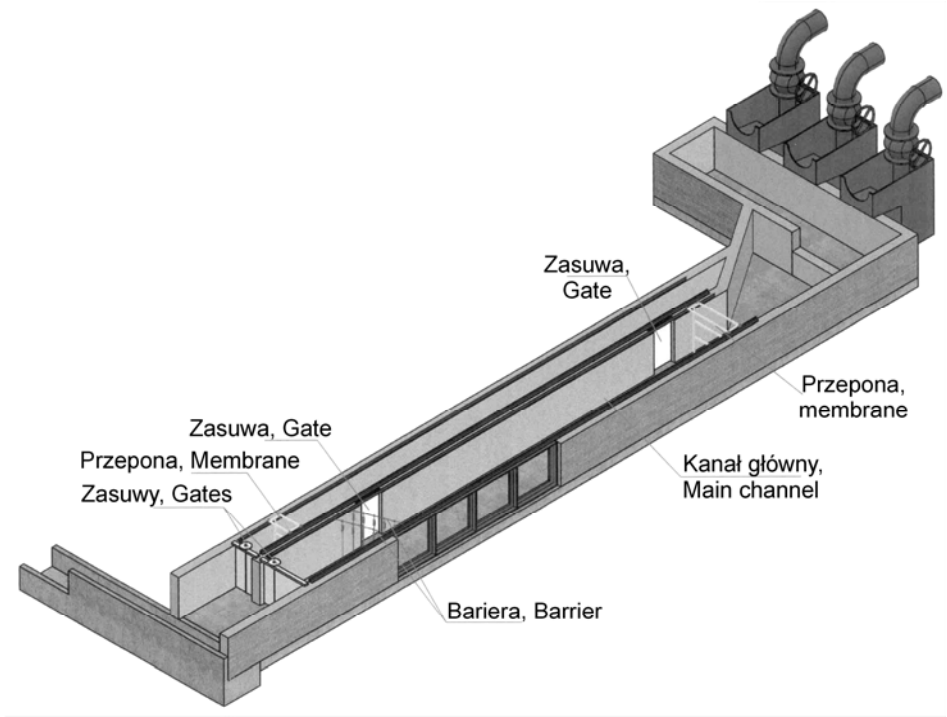
Wyniki tych badań będą stanowić podstawę do dalszych pomiarów terenowych zachowania się ryb w obrębie budowli i urządzeń hydrotechnicznych oraz umożliwią opracowanie metody kierowania ich zachowaniem w warunkach naturalnych.

PROCEDURY BADAWCZE

Przyjęta procedura badawcza określona jest celem, który w następstwie realizacji badań planuje się osiągnąć. Ponieważ zamierzenie niesie w sobie zarówno aspekty poznawcze, pozwalające na poszerzenie wiedzy o zachowaniach ryb w polu elektrycznym niskiego napięcia, jak również wdrożeniowe w zakresie gospodarki rybackiej oraz ochrony przyrodniczych zasobów wód z możliwością finalnego zastosowania jako metody ochrony ichtiofauny na ujęciach poboru wód powierzchniowych, procedura badawcza podzielona została na dwa etapy – badań laboratoryjnych [Raport 2a 2007] oraz testowania urządzenia elektryczno-elektronicznego w terenie na wybranym, pracującym obiekcie. W niniejszej pracy autorzy skoncentrowali się jedynie na metodyce badawczej dotyczącej eksperymentów z urządzeniem elektryczno-elektronicznym w skali laboratoryjnej.

CHARAKTERYSTYKA STANOWISKA BADAWCZEGO I METODYKA POMIAROWA

Badania przeprowadzone zostaną w kanale doświadczalnym [Raport 2b 2007] przygotowanym specjalnie w tym celu w Instytucie Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu (rys. 2). Koryto przepływowe o długości 15 m i głębokości 1 m podzielone zostanie wzdłuż na dwie części. Pierwsza jego część o szerokości 1 m odpowiadała będzie warunkom przepływu w korycie głównym rzeki, natomiast druga część o szerokości 0,5 m będzie imitować przepławkę obejściową. W kanale głównym umieszczona zostanie bariera ESOR, a po obydwu jej stronach wykonane zostaną prowadnice przeznaczone do wstawiania ramek siatkowych (ok. 5 mm), zamykających dla migracji ryb poszczególne partie koryta. Pozwoli to w chwili rozpoczynania eksperymentu na zgromadzenie ryb w górnym fragmencie koryta, przy braku ryb w jego pozostałych fragmentach. Przegrody wyjmowane zostaną dopiero po włączeniu bariery, co pozwoli na ocenę jej ochronnego działania w sytuacji, gdy po usunięciu ramek siatkowych teoretycznie ryby będą mogły swobodnie przemieszczać się na całym obszarze koryta. W przegrodzie działowej oddzielającej obydwie równoległe części koryta pozostawione zostanie okno, przystosowane do zamykania za pomocą ramki z siatką lub wodoszczelnej przegrody. Okno to zlokalizowane będzie powyżej bariery od wody górnej i będzie przystosowane do przepuszczania wydatku wody rzędu 10% całego przepływu wody w korycie głównym oraz będzie pełniło rolę hipotetycznej przepławki lub swobodnego przelewu, którędy spłynąć będą mogły napływające z wodą ryby.



Rysunek 2. Planowane stanowisko badawcze w Laboratorium Hydraulicznym [Raport 2b 2007]
Figure 2. Planned research station at Hydraulic Laboratory [Raport 2b 2007]

Testowanie przeprowadzone zostanie na wybranych gatunkach ryb występujących w rzekach Polski, włącznie z takimi diadromicznymi gatunkami, jak węgorz i certa. Każdy gatunek reprezentowany będzie przez 5–10 osobników o zróżnicowanej długości, tj. od 8 cm do 30 cm. Badana będzie reakcja ryb na oddziaływanie niejednorodnego modulowanego impulsowego pola elektrycznego niskiego napięcia o wartości około 80 V (zakres modyfikowany zależnie od potrzeb), testowanego przy prędkościach przepływu wody od 0,1 $m \cdot s^{-1}$ do 1,0 $m \cdot s^{-1}$ oraz kąta ustawienia bariery względem prądu wody 90°, 60°, 40° i 30°. Poszczególne obserwacje realizowane będą w cyklu 3-godzinnym (weryfikowane w cyklu 10-godz.), dla warunków ochrony ryb płynących z prądem wody oraz powtórzone dla migracji ryb pod prąd wody, przy napięciu pola 80 V (zakres modyfikowany zależnie od potrzeb) i ustawieniu bariery pod kątem 60°. W trakcie eksperymentu rejestrowane będą podstawowe właściwości fizykochemiczne wody w korycie, takie jak: temperatura (^oC), nasycenie tlenem

($mgO_2 \cdot dm^{-1}$), odczyn pH oraz przewodnictwo elektrolityczne. Całość eksperymentu laboratoryjnego realizowana będzie według schematu podanego w tabeli 2. Dla celów analizy statystycznej przewidywane jest powtórzenie wariantów oraz realizacja wariantu zerowego, tj. bez włączonego pola elektrycznego.

Tabela 2. Schemat doświadczeń laboratoryjnych z barierą elektryczno-elektroniczną [Raport 2a 2007]
Table 2. Diagram of laboratory experiments with the electric-electronic barriers [Raport 2a 2007]

Wariant Variant	Bariera, barrier		V ($m \cdot s^{-1}$)	T (h)	Parametry wody Water parameters				Efekt ochrony ryb Effect of fish protection		
	U (V)	α (°)			T (°C)	O_2 ($mg \cdot l^{-1}$)	pH	p ($\mu S \cdot cm^{-1}$)	Z	P	O
1a	80	90	0,1	4							
1b	80	60	0,1	4							
1c	80	40	0,1	4							
1d	80	30	0,1	4							
–	–	–	–								
9a	80	90	0,9	4							
9b	80	60	0,9	4							
9c	80	40	0,9	4							
9d	80	30	0,9	4							
10a	80	90	1,0	4							

Gdzie:

U – napięcie pola elektrycznego (*voltage of electric field*),
A – kąt ustawienia bariery (*barrier-angle setting*),
V – prędkość przepływu wody (*discharge velocity*),
T – czas badania (*research time*),
T – temperatura wody (*water temperature*),
O_2 – zawartość tlenu (*oxygen content*),
pH – odczyn wody (*water reaction*),
p – przewodność (*conductivity*),
Z – ilość zatrzymanych ryb (*amount of stopped fishes*),
P – ilość przepuszczonych ryb (*amount of passed fishes*),
Z – ilość oprowadzonych ryb (*amount of showed round*).

PODSUMOWANIE

Na podstawie badań innych autorów oraz własnych została przedstawiona metodyka eksperymentów laboratoryjnych urządzeń do kierowania zachowaniem się ryb na wlotach do ujęć wody i przepławek. Autorzy proponują testo-

wanie tych urządzeń w korycie hydraulicznym dla określonych wariantów, uwzględniających zmieniające się warunki przepływu wody, zmienne parametry techniczne i elektryczne barier oraz różne gatunki ryb i ich etologię.

Następnymi etapami związanym z zastosowaniem barier ochronnych w rzekach będą eksperymenty laboratoryjne w korycie hydraulicznym oraz badania na Bobrze w rejonie zbiornika Krzywaniec. Wyniki tych eksperymentów będą przedstawione na konferencjach i zostaną opublikowane w czasopismach tematycznie związanych z ochroną ichtiofauny śródlądowej. Z zastosowaniem barier – elektryczno-elektronicznych do ochrony ichtiofauny w obrębie budowli i urządzeń hydrotechnicznych na rzekach są wiązane duże nadzieje. Tylko po II wojnie światowej w środkowym i górnym biegu Odry wyginęły cztery cenne gatunki ryb: jesiotr, łosoś, troć i certa. Dodatkowym argumentem uzasadniającym i przemawiającym za opracowaniem metodyki badan laboratoryjnych i ich wykonastwem jest aktualnie wprowadzany w życie program udrażniania rzek w Polsce, dotowany przez Unię Europejską do 2013 roku. Jest to wielka szansa, by opracować metodyczne i badawcze podstawy do stosowania barier elektryczno-elektronicznych przy elektrowniach wodnych, stopniach, zbiornikach, zaporach, jazach i progach. Aby bariery te mogły funkcjonować poprawnie oraz spełniać założone cele muszą być odpowiednio przebadane, najpierw w warunkach laboratoryjnych, a następnie w terenie.

BIBLIOGRAFIA

Adam B., Bosse R., Dumont U., Gebler R. J., Geitner V., Hass H., Krüger F., Rapp R., Sanzin W., Schaa W., Schwevers U. i Steinberg L. *Fish passes - Design, dimensions and monitoring.* FAO & DVWK. Rome, 2002, s. 118.

Bartel R., Bieniarz K. i Epler P. *Przechodzenie ryb przez turbinę elektrowni Kamienna na rzece Drawie.* Rocz. Nauk. PZW, 9, 1996, s. 23–28.

Berg R., Bohl E., Haß H., Kroll L., Rathcke P.-C., Schultze D., Schulz U., Seybold I., Stemmer B. i Wetzlar H.-J. *Kleinwasserkraftanlagen und Gewässerökologie*. Schriftenreihe, Verband Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter u. Fischereiwissenschaftler e. V., heft 9, 1995, s. 95.

Bieniarz K. i Epler P. *Przechodzenie ryb przez turbiny elektrowni wodnych w Polsce*. Gosp. Ryb. 3, 1997, s. 12–13.

Chmielewski A. *Trójfazowa przegroda elektryczna typu M6 dla ryb w wodach śródlądowych*. Zesz. Nauk. Politechniki Poznańskiej, Elektryka, 7, 1966, s. 79–140.

Einsele W. *Flussbiologie Kraftwerke und Fischerei*. Schriften des Österreichischen Fischereiverbandes, Zugleich Heft 8/9 Aug./Sept., 10 Jahrg., 1957, s. 63.

Elektrotim SA. *Zgłoszenie patentowe systemu ESOR*. Wrocław 2007.

Gebler R. J. *Naturgemässe Bauweisen von Sochlenbauwerken und Fischaufstiegen zur Vernetzung der Fliessgewässer*. Mitteilungen, Inst. f. Wasserbau u. Kulturtechnik, Universität Fridericiana Karlsruhe, 1991, s. 145.

Halsband E. i Halsband I. *Die Entwicklung der Elektrofischereianlagen von den Anfängen bis zur* Hi-Tech der Gegenwert und ihr Einsatz in der Praxis. Fischer & Teichwirt 2/92-9/92, 1992.

Jens G., Born O., Hohlstein R., Kämmereit M., Klupp R., Labatzki P., Mau G., Seifert K. i Wondrak P. *Fischwanderhilfen. Notwendigkeit, Gestaltung, Rechtsgrundlagen*. Schriftenreihe, Verband Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter u. Fischereiwissenschaftler e. V., 11, 1997, s. 114.

Jungwirth M. *River continuum and fish migration – going beyond the longitudinal river corridor in understanding ecological integrity.* Fish Migration and Fish Bypasses, Fishing News Books, 1998, s. 19–32.

Juszczyk W. *Przepływ ryb przez turbiny Zapory Rożnowskiej*. Rocz. Nauk Rol., 57, 1951, s. 307–335.

Krüger F., Labatzki P. i Steild J. *Naturnahe Gestaltung von Fischaufstgsanlagen. Beispiele in Brandenburg*. Wasserwirtschaft/Wassertechnik, 1, 1993, s. 27–33.

Kulmatycki W. *Ryby i turbiny*. Państwowy Instytut Nauk Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach, 1930, s. 83.

Lundbeck J. *Untersuchungen über die Beschädigung von Fischen, besonders Aalen, in den Turbinen des Kraftwerkes Friedland*. Zeit. f. Fisch., 1927, XXV.

Raport 2a pt. *„Metodyka realizacji cyklu badań laboratoryjnych" w ramach projektu "Badania skuteczności urządzeń do kierowania zachowaniem się ryb na wlotach do ujęć wody i przepławek".* Maszynopis, UP we Wrocławiu, 2007.

Raport 2b pt. *„Projekt stanowiska badawczego w Laboratorium Wodnym Instytutu Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu" w ramach projektu "Badania skuteczności urządzeń do kierowania zachowaniem się ryb na wlotach do ujęć wody i przepławek".* Maszynopis, UP we Wrocławiu, 2007.

Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., Sedell J. R. i Cushing C. E. *The river continuum concept*. Can. J. Fish. Ag. Sci., 37, 1980, s. 130–137.

Wiśniewolski W. *Czynniki sprzyjające i szkodliwe dla rozwoju i utrzymania populacji ryb w wodach płynących*. Suppl. ad Acta Hydrobiol., 3, 2002, s. 1–28.

Wiśniewolski W. *Możliwości przeciwdziałania skutkom przegradzania rzek i odtwarzania szlaków migracji ryb*. Suppl. ad Acta Hydrobiol., 6, 2003, s. 45–64.

Zioła S., Wiśniewolski W. *Potrzeby i możliwości stosowania barier elektryczno-elektronicznych do ochrony ryb. W: Stan rybactwa w jeziorach, rzekach i zbiornikach zaporowych w 2006 roku.* Monografia (red. Maciej Mickiewicz), wydawnictwo IRS Olsztyn, 2007, s. 91–101.

Dr hab. inż. Marian Mokwa, prof. UP we Wrocławiu
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska
50-363 Wrocław, Pl. Grunwaldzki 24
tel. 071 3205583, e-mail: mokwa@ozi.ar.wroc.pl

Dr inż. Robert Kasperek
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska
50-363 Wrocław, Pl. Grunwaldzki 24
tel. 071 3205501, e-mail: kasp@iis.ar.wroc.pl

Doc. dr hab. Wiesław Wiśniewolski
Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie
10-719 Olsztyn, ul. Oczapowskiego 10
Tel. 089 5240171

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Tadeusz Bednarczyk*