

Maciej Czarnecki

„Rybitw” Przedsiębiorstwo Badawczo-Rozwojowe w Śremie

Wyniki monitoringu wizyjnego przepławki dla ryb przy MEW na rz. Wdzie w Świeciu-Przechowie w latach 2008-2013

Wstęp

Wda stanowi lewy dopływ Wisły i ze względu na swoje uwarunkowania morfologiczne i jakość wody stwarza warunki do rozrodu ryb dwuśrodowiskowych, w tym o wysokich wymaganiach środowiskowych, co pozwala ją zakwalifikować, zgodnie z koncepcją rzecznych korytarzy ekologicznych, jako II-rzędowy szlak migracji ryb (Jelonek i Wierzbicki 2008). Z tego powodu została zaliczona do grupy cieków wymagających pilnego udrożnienia dla migracji tych organizmów (BIPROWODMEL 2004) i objęta działaniami związanymi z restytucją troci wędrowej (*Salmo trutta m. trutta* L.) i łososia (*Salmo salar* L.).

Rzeka jest dosyć intensywnie wykorzystywana do celów hydroenergetycznych. Aktualnie funkcjonuje na niej 5 elektrowni wodnych. Piętrzenie w Świeciu-Przechowie jest pierwszym stopniem wodnym od ujścia Wdy do Wisły (km 5 + 600). W 2008 r. oddano w tym miejscu do użytku elektrownię wodną. Realizując obowiązujące przepisy prawa i zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, dla zapewnienia możliwości wędrówki ryb inwestor – firma Endico sp. z o.o. wybudowała przepławkę

komorowo-szczelinową (typu Vertical-Slot) połączoną z bystrotokiem przy dolnej wodzie. Podstawowe dane techniczne budowli przedstawiono w tabeli 1. Na rys.1 przedstawiono usytuowanie przepławki.

TABELA 1

Wybrane dane techniczne przepławki dla ryb zlokalizowanej przy MEW na rz. Wdzie w km 5 + 600 w Świeciu-Przechowie

Przepływ wody	0,5-0,6 m ³ s ⁻¹
Długość całkowita przepławki	71,5 m
Długość przepławki komorowej	56,50 m
Długość bystrotoku	15 m
Szerokość komór	2 m
Długość komór	3 m
Długość komory spoczynkowej	6 m
Szerokość szczelin przesmykowych	0,3 m
Różnica poziomów wody pomiędzy komorami	0,18 m
Liczba komór	17

Do realizacji tego przedsięwzięcia wykorzystano środki finansowe z Sektorowego Programu Operacyjnego „Rybołówstwo i przetwórstwo ryb 2004-2006” przeznaczone na ochronę i rozwój ekosystemów wodnych. Elementem projektu był także monitoring stanu zasobów organizmów wodnych związany z istnieniem elektrowni i funkcjonowaniem przepławki. Wyniki badań przedstawione w niniejszym opracowaniu stanowią element tych badań.

Monitoring przyrodniczy, a w szczególności ichtiofauny, wymaga wykorzystania wielu specyficznych metod, narzędzi i instrumentów, które często są projektowane na potrzeby konkretnych obserwacji. Przykładem takich instalacji jest tworzenie systemów monitoringu wizyjnego lub zaawansowanych technicznie systemów do detekcji, liczenia i rejestracji migrujących ryb (<http://www.riverwatcher.is/>, <http://www.biometricstations.com/>). Nawet najnowocześniejsze technologie, które w ostatnim czasie coraz



Rys. 1. Usytuowanie przepławki na rz. Wdzie w Świeciu-Przechowie.

powszechniej znajdują zastosowanie w Polsce, nie są w stanie wyeliminować konieczności analizy zgromadzonego materiału, w tym związanej z identyfikacją gatunkową migrujących ryb. Jak wynika z praktyki (Dębowski i Gancarczyk 2013) metody wykorzystujące skanowanie często nie pozwalają na właściwą identyfikację przepływających przez przepławkę organizmów. Pomocne w tym zakresie są obserwacje prowadzone przy użyciu kamer.

Celem tego opracowania jest przedstawienie wyników badań, a także wynikających z nich wniosków dotyczących funkcjonowania monitoringu wizyjnego na przepławce w Świeciu-Przechowie, prowadzonego w latach 2008-2013 odnośnie ich-tiofauny rzeki Wdy na tym odcinku swojego biegu.

Materiał i metody

Przy planowaniu monitoringu od początku założono, że obserwacje przy użyciu kamery podwodnej będą podstawową metodą badań. Istotnym faktem przemawiającym za tym była stwierdzona stosunkowo wysoka przezroczystość wody oraz korzystne uwarunkowania lokalizacyjne – możliwość podłączenia źródła zasilania oraz sygnału internetowego. Warunki terenowe nie pozwalały na budowę komory z oknem i użycie kamery zewnętrznej. Kamera została zamontowana w tzw. komorze spoczynkowej przepławki (komorze o większych rozmiarach od pozostałych), za pomocą skonstruowanego do tego celu stalowego wysięgnika zapewniającego stabilne zamocowanie, a zarazem umożliwiającego łatwą manipulację i regulację. Pierwotnie urządzenie zostało usytuowane na prawej ścianie komory (patrząc z biegiem nurtu wody), tak aby obiektyw kamery obejmował środkową część komory wraz ze szczeliną wylotową. Przeprowadzone testy wykazały jednak, że istotnym czynnikiem ograniczającym widoczność są turbulencje wody i powstające w efekcie pęcherzyki powietrza. Ukierunkowana przez szczelinę wlotową woda płynęła niemal prosto na kamerę. Po kilku próbach stwierdzono, że optymalnym miejscem montażu będzie przeciwległa (lewa z nurtem wody) ściana komory, w odległości kilkudziesięciu centymetrów za murkiem oporowym szczeliny wlotowej. Konstrukcja przepławki szczelinowej powoduje, że naprzeciw szczelin przesmykowych powstaje wąski pas o znacznie zmniejszonej szybkości przepływu wody i mniejszych turbulencjach. Obiektyw kamery został skierowany w kierunku szczeliny wylotowej. Zapewniło to względnie zadowalającą perspektywę i widoczność oraz wyeliminowało wcześniejsze problemy.

Obserwacje prowadzone były całą dobę (w trybie dziennym i nocnym) przy użyciu kolorowej kamery o rozdzielczości telewizyjnej 420 linii (270 x 300 pikseli). Sygnał z urządzenia był przesyłany do zainstalowanego w budynku elektrowni komputera (wideo-serwera) z rejestratorem oraz wysyłany do Internetu i udostępniany na stronie właściciela elektrowni (<http://www.endico.pl>). Obraz

był rejestrowany na dwóch kartach pamięci PCI (LEADTEK, model WinFast VC100XP). Do udostępniania obrazu z kamer w Internecie zainstalowano na komputerze komercyjną wersją aplikacji webcamXP v5.3.4.110 Build 2437. Program ten zawiera własny serwer www (udostępnianie obrazu w Internecie) i umożliwia zapisywanie obrazu na dyskach w wybranym przez użytkownika formacie pliku. W programie można również zadać długość nagrywanych filmów. Umożliwiało to dzielenie zarejestrowanego materiału na mniejsze fragmenty. Materiał ten zapisywany był na zewnętrznych dyskach pamięci. Stosowano dwa dyski o pojemności 1 Tb, co wystarczało na zapisanie całorocznych rejestracji. Jedna doba obserwacji obejmowała ok. 6 odrębnych plików „filmowych”. Po zapelnieniu się pierwszego dysku zabierany był on do analizy i zastępowany drugim. Zapewniało to ciągłość rejestracji i jednocześnie usprawniało pracę. Uzupełnieniem rejestracji danych były obserwacje obrazu udostępnianego na stronie internetowej prowadzone w czasie rzeczywistym o różnych porach doby. W przypadku zauważenia wędrówki ryb zapisywano godzinę i stwierdzone gatunki, co ułatwiało potem odnalezienie zarejestrowanego fragmentu na dysku i jego dokładniejszą analizę. W czasie obserwacji „on line” możliwe było także „przechwytywanie” obrazu i tworzenie plików zdjęciowych stanowiących uzupełnienie danych. Obraz zarejestrowany na dyskach poddawany był dokładniejszej analizie. Przeglądano sukcesywnie cały zarejestrowany materiał, wykorzystując przy tym pomocniczo zgromadzone wcześniej obserwacje „on line” i możliwość szybkiego odtwarzania obrazu. Interesujące ujęcia były rejestrowane w formie obrazu lub filmu.

Jakość obrazu w większości przypadków pozwalała na identyfikację gatunków ryb na podstawie cech morfologicznych. Trudniejsze było to w przypadku obserwacji nocnych (brak kolorów i odbijanie światła od ciała ryb). Wówczas identyfikowano poszczególne gatunki głównie na podstawie kształtu ciała, a także w drodze analogii do obserwacji dziennych (migracje tych samych gatunków w trakcie ciągu trwającego dniami i nocą). W przypadku troci wędrownej oraz łososia jednoznaczne oznaczenie gatunku, w warunkach badań, było utrudnione. Dlatego zarejestrowane duże ryby łososiowate zakwalifikowano jako jedną grupę. W czasie analizy zebranego materiału (lub bezpośrednich obserwacji) zwracano szczególną uwagę na rozpoznanie gatunku, określenie liczebności i częstości migracji poszczególnych gatunków w różnych porach roku, wielkość ryb (tzn. czy migrowały osobniki młode, czy dorosłe) oraz zachowanie się ryb w przepławce. Do określenia wielkości przepływających ryb zmierzono kilka kamieni znajdujących się w pobliżu kamery. Dzięki temu możliwe było oszacowanie rozmiarów ryb na podstawie porównania proporcji. Metoda ta choć prymitywna okazała się przydatna i wystarczająca przy zakładanym stopniu dokładności.

Oprócz tego szacowano wiek na podstawie charakterystycznych cech morfologicznych, takich jak: wielkość, proporcje ciała, ubarwienie (charakterystyczne np. dla stadium „parr” i „smolt” ryb łososiowatych). Liczebność i częstość występowania była badana na podstawie uproszczonego szacunku usystematyzowanego w okresach miesięcznych danego roku. Na potrzeby prowadzonych obserwacji określono 3 rodzaje liczebności i częstości występowania.

Liczebność:

- p – występowanie pojedynczych osobników (do 15 osobników na miesiąc),
- l – liczne występowanie (16-50 osobników na miesiąc),
- bl – bardzo liczne występowanie (> 50 osobników na miesiąc).

W przypadku łososia i troci liczono zauważone osobniki.

Częstość:

- s – sporadyczne występowanie migracji (do 7 dni w miesiącu),
- cz – częste występowanie migracji (8 – 15 dni w miesiącu),
- bcz – bardzo częste występowanie migracji (> 15 dni w miesiącu).

W trakcie prowadzonych badań od 2011 r. w pierwszej – górnej komorze zamontowano dodatkową kamerę, której zadaniem było rejestrowanie ryb pokonujących całą przepławkę „pod prąd” lub wpływających z nurtem. Należy jednak od razu nadmienić, że w przeciwieństwie do pierwszej kamery, instalacja tego urządzenia nie była planowana w czasie budowy przepławki, dlatego istniała ograniczona możliwość jej montażu, co rzutowało na wyniki obserwacji. Niemniej kamera ta dostarczyła również ciekawych informacji, choć niestety z uwagi na trudne warunki pracy ulegała częstym awariom. Na załączonych fotografiach przedstawiono wybrane ujęcia zarejestrowane przez obie kamery.

Istotnym elementem prowadzonych obserwacji było zapewnienie sprawności funkcjonujących urządzeń oraz ich konserwacja i pielęgnacja. Elementy optyki czyszczone były 2-3 razy w tygodniu za pomocą szmatki. Raz w roku dokonywano gruntownego czyszczenia obudowy kamery.

Obserwacje rozpoczęto w połowie listopada 2008 r. Zaobserwowano wówczas w przepławce pojedyncze pstrągi potokowe (*Salmo trutta* m. *fario* L.), które migrowały do końca miesiąca. Z uwagi na to, że okres tych obserwacji był krótki i nie obejmował pełnego miesiąca nie uwzględniono ich w wynikach badań.

Wyniki

Obserwacje dotyczące migracji

W trakcie prowadzonych badań w przepławce stwierdzono 16 gatunków ryb i jeden gatunek minoga. Były to: płoć

(*Rutilus rutilus* L.), ukleja (*Alburnus alburnus* L.), wzdręga (*Scardinius erythrophthalmus* L.), kleń (*Leuciscus cephalus* L.), jelec (*Leuciscus leuciscus* L.), kietb (*Gobio gobio* L.), brzana (*Barbus barbus* L.), lin (*Tinca tinca* L.), certa (*Vimba vimba* L.), okoń (*Perca fluviatilis* L.), szczupak (*Esox lucius* L.), miętus (*Lota lota* L.), węgorz (*Anguilla anguilla* L.), pstrąg potokowy (*Salmo trutta* m. *fario* L.), troć wędrowną (*Salmo trutta* m. *trutta* L.), łosoś (*Salmo salar* L.) oraz minóg rzeczny (*Lampetra fluviatilis* L.). Oprócz tego wykazano pokonywanie przepławki (pod prąd!) przez kormorana czarnego (*Phalacrocorax carbo* L.). Jako ciekawostkę należy również podać, że w urządzeniu tym schwytano także żółwia czerwonolicego (*Trachemys scripta elegans* L.). Oszacowaną liczebność oraz częstość występowania poszczególnych gatunków przedstawiono w tabelach 2 i 3.

Najliczniej i najczęściej migrującym gatunkiem był pstrąg potokowy, który w przepławce był obserwowany niemal stale od połowy marca do końca listopada. Największe nasilenie wędrówki występowało w okresie wiosennym i wczesnojesiennym. Obserwowano głównie osobniki młode o szacunkowej długości całkowitej (l.t.) ok. 150- 250 mm. Spotykano również ryby w pierwszym roku życia, z charakterystycznym ubarwieniem dla tego okresu. Pstrągi obserwowane były w przepławce głównie za dnia. Nocą migrowały pojedyncze ryby.

Częstym i licznie obserwowanym gatunkiem była również ukleja. Jednak intensywność jej migracji charakteryzowała się dużą zmiennością. W okresie od końca maja do początku lipca notowane były kilkudniowe, bardzo intensywne ciągi migracyjne tego gatunku. Obserwowano wówczas jednorazowo (w komorze z zamontowaną kamerą) ławice liczące setki ryb, które dzień i noc bez przerwy migrowały w górę przepławki.

Płoć również należała do często i licznie spotykanych gatunków. Wiosną obserwowano grupy dorosłych, dużych osobników o liczebności od kilkunastu do kilkudziesięciu sztuk, które wędrowały w górę rzeki. Migracja ta trwała z reguły około tygodnia. W późniejszych okresach obserwowano pojedyncze, głównie niewielkie ryby. Wędrówki tego gatunku występowały w ciągu całej doby.

Okoń był także często spotykany, ale obserwowano głównie pojedyncze osobniki, a tylko czasem niewielkie ławice liczące najwyżej kilkanaście ryb. Wędrowały głównie osobniki niewielkie o szacunkowej długości (l.t.) 150-180 mm. W okresie badań zaobserwowano stopniowe zwiększanie się częstości i liczebności występowania tego gatunku w przepławce.

Mniej licznie, niż wymienione wcześniej gatunki, ale stosunkowo często – zwłaszcza wiosną, obserwowano klenie (nierzadko dorosłe osobniki).

Ryby takie jak: jelec, kietb, lin, wzdręga, brzana, miętus, szczupak obserwowane były sporadycznie. Osobną grupę stanowią gatunki dwuśrodowiskowe. Najliczniej wystę-

Obserwacje migracji ryb w przepławce przy MEW na rz. Wdzie w km 5+600 w latach 2009-2013 – liczebność

Rok	Miesiąc	Gatunek																
		P	U	W	K	J	Ki	L	B	C	M	O	Sz	Wę	Pp	T/Ł	Mi	
2009	III										p		p		p			
	IV	p	p								p				bl		bl	
	V	bl	bl		l									p	bl			
	VI	l	bl		p	p							p		bl			
	VII	l	bl		p								p		l			
	VIII	p	l	p	p				p				p		l			
	IX	p											p		l			
	X														p	p(4)		
	XI														p	P(9)		
	2010	IV	p											p		p		
V		bl	bl		l					p		p			bl			
VI		l	bl		p					p		p			bl			
VII		l	bl	p	p	l		p		p		l	p		l			
VIII		p	l	p		p	p			p		p			l	p(9)		
IX		p										p			l	p(2)		
X		p			p						p	p	p		p	p(10)		
XI															p		bl	
2011	III												p				p	
	IV	bl								l		p			l		l	
	V	bl	bl		l					l					bl		bl	
	VI	l	bl	p	p	p									l			
	VII	p	l	p	p										l			
	VIII	p	l	p	p										l	p(1)		
	IX	p	p												bl			
	X	Awaria kamery																
	XI													p		p	p(1)	
	2012	III														p		
IV		p								p		p	p		l		l	
V		l	bl		l		l			bl		p			l			
VI		l	bl		l					l		l			l			
VII		l	bl		p							p			l			
VIII		Spadek przezroczystości wody – widoczne jedynie poj. okonie i pstrągi potokowe																
IX		p			p								p			p		
X		p			p								l			p	p(15)	
XI																	p(7)	
2013		III														p		
	IV	p			p							p	p		p		p	
	V	bl	bl		l					l		l			l		l	
	VI	l	bl							l		p			p			
	VII	p	l	p								p			p			

Objaśnienia: P – płoć, U – ukleja, W – wzdrega, K – kleń, J – jelec, Ki – kietb, L – lin, B – brzana, C – certa, M – miętus, O – okoń, Sz – szczupak, Wę – węgorz, Pp – pstrąg potokowy, T/Ł – troć wędrowną lub łosoś, Mi – minóg rzeczny
p – pojedyncze, l – liczne, bl – bardzo liczne; (1), (2)...(15) – liczba osobników troci lub łososa

pującym był minóg rzeczny. Jego migracje miały charakter typowych ciągów tartowych. W latach 2009-2011 odnotowano najliczniejsze migracje. W okresach największego nasilenia ciągu obserwowano jednego dnia setki osobników tego gatunku, z tym że wędrówki te występowały w określonych terminach – wiosną, od końca marca do początku czerwca (z największym nasileniem na przełomie kwietnia i maja) lub jesienią – w listopadzie (w 2010 r. zaobserwowano bardzo intensywny, kilkudniowy ciąg przerwany nagłym spadkiem temperatury powietrza). Migracje miały charakter całodobowy.

Kolejny obserwowany gatunek dwuśrodowiskowy to certa. W trakcie badań stwierdzono stopniowy wzrost liczby migrujących ryb. W 2009 r. nie odnotowano ani jednego osobnika tego gatunku. W 2010 r. zaobserwowano spora-

dyczne migracje kilkunastu dorosłych cert. W kolejnych latach notowano już znacznie liczniejsze ciągi tartowe. Ryby były w charakterystycznej szacie godowej i migrowały głównie w maju, zarówno dniem, jak i nocą (ale z mniejszym natężeniem).

Ważnymi gatunkami dwuśrodowiskowymi obserwowanymi w przepławce były troć wędrowną i łosoś. Wiosną 2009 r. zarejestrowano spływanie z nurtem ryb łososiowatych o szacunkowej długości całkowitej (łt.) 200-250 mm. Były to prawdopodobnie smolty troci i/lub łososa pochodzące z zarybienia, o którym wspomniano wcześniej, ponieważ w kolejnych latach nie zaobserwowano takich migracji. W okresie 2009-2012 zidentyfikowano w przepławce 58 ryb dorosłych o szacunkowej długości całkowitej (łt.) w przedziale 500-1000 mm, które były łoso-

TABELA 3

Obserwacje migracji ryb w przepławce przy MEW na rz. Wdzie w km 5+600 w latach 2009-2013 – częstość

Rok	Miesiąc	Gatunek															
		P	U	W	K	J	Ki	L	B	C	M	O	Sz	Wę	Pp	T/Ł	Mi
2009	III										s		s		s		
	IV	cz	s				s								bcz		bcz
	V	bcz	cz		cz									s	bcz		
	VI	bcz	cz		cz	s						cz			bcz		
	VII	cz	bcz		s							cz			bcz		
	VIII	cz	cz	s	s				s			cz			bcz		
	IX	p										cz			bcz		
	X														bcz	s	
2010	IV	cz										cz			bcz		
	V	bcz	cz		cz					s		cz			bcz		
	VI	bcz	cz		cz					s		cz			bcz		
	VII	cz	cz	s	s	s		s		s		cz	s		bcz		
	VIII	cz	cz	s		s	s			s		cz			bcz	s	
	IX	s										cz			bcz	s	
	X	s			s						s	s	s		cz	s	
2011	III											s					s
	IV	bcz								cz		cz			bcz		bcz
	V	cz	bcz		cz					cz					bcz		cz
	VI	cz	bcz	s	cz	s									bcz		
	VII	cz	bcz	s	cz										cz		
	VIII	s	cz	s	s										bcz	s	
	IX	s	s												bcz		
2012	X	Awaria kamery															
	XI												s		cz	s	
	III														s		
	IV	cz								cz		cz	s		bcz		s
	V	bcz	bcz		cz		s			bcz		cz			bcz		
	VI	bcz	bcz		cz					cz		bcz			bcz		
	VII	cz	bcz		cz							bcz			bcz		
2013	VIII	Spadek przezroczystości wody – widoczne jedynie poj. okonie i pstrągi potokowe															
	IX	s			s							bcz			bcz		
	X	s			s							cz			cz	s	
	XI															s	
	III														s		
	IV	cz			s							cz	s		bcz		cz
2013	V	cz	cz		cz					cz		bcz			bcz		cz
	VI	cz	bcz							cz		bcz			bcz		
	VII	cz	bcz	s								bcz			bcz		

Objaśnienia: P – płoć, U – ukleja, W – wzdrega, K – kleń, J – jelec, Ki – kielb, L – lin, B – brzana, C – certa, M – miętus, O – okoń, Sz – szczupak, Wę – węgorz, Pp – pstrąg potokowy, T/Ł – troć wędrowną lub łososa, Mi – minóg rzeczny
s – sporadycznie, cz – często, bcz – bardzo często

siami lub trociami. Ryby migrowały w górę rzeki w okresie od sierpnia do końca listopada. Należy nadmienić, że obserwacje w 2011 r. zakłócone zostały awarią kamery w październiku – miesiącu wysokiego prawdopodobieństwa migracji. Najwięcej ryb zaobserwowano w 2010 i 2012 r. – odpowiednio 21 i 22 osobniki. Migracje troci i łososi obserwowano tylko za dnia. Zauważono, że wiele ryb zaatakowanych było przez pasożyty zewnętrzne – prawdopodobnie pijawkę rybią (*Piscicola geometra* L.).

Węgorz był zaobserwowany tylko raz w nocy w maju 2009 r. Wśród obserwowanych migracji ryb zdecydowaną większość stanowiła wędrówka ryb w górę rzeki. Spływanie ryb z nurtem wody rejestrowano sporadycznie w przypadku

szczupaka, miętusa i węgorza oraz smoltów troci wędrownej i/lub łososa na początku obserwacji w kwietniu 2009 r. po zarybieniach.

Obserwacje dotyczące zachowania się migrujących gatunków

Istotnym elementem prowadzonych badań była obserwacja zachowania się ryb i minogów w przepławce. Zauważono, że podczas typowych ciągów tarłowych osobniki tego samego gatunku cechowały się większą, niż w innych okresach roku determinacją w pokonywaniu przepławki. Poza sezonem migracji rozrodczych, te same gatunki przejawiały często inne zachowania. Wielokrotnie odnotowano np.

pstrągi, okonie, ukleje, płocie, kielbie, które godzinami przebywały w komorze przepławki nie podejmując intensywniejszych prób przedostania się do kolejnej komory. Takie zachowanie wynikało prawdopodobnie z tego, że ryby reagując na wabiący nurt przepławki dopływały do miejsca, do którego dotarcie nie sprawiało im dużej trudności, a potem zostawały w nim opierając się nurtowi i nie podejmowały zdecydowanych prób wędrówki wyżej. Niektóre nie czyniły tego, ponieważ prawdopodobnie traktowały przepławkę, jako miejsce okresowego bytowania (np. obserwowano niejednokrotnie pojedyncze pstrągi, które pozostawały w jednym miejscu przepławki przez wiele godzin). Możliwe, że dla części ryb ograniczeniem były ich niewielkie rozmiary uniemożliwiające pokonanie piętrzenia. Jednak nie było to regułą, gdyż np. ukleja bardzo szybko i sprawnie pokonywała przepławkę (fot. 1 i 2).

Interesująca obserwacja dotyczyła minoga rzeczno. W dniu 10.05.2013 r. w godzinach południowych zarejestrowano (fot. 3) nietypowe zachowanie tych zwierząt. Minogi zaczęły grupować się w jednym miejscu na dnie przepławki, owijały się wokół siebie wykonując energiczne ruchy, rozgrzebując przy tym intensywnie dno pokryte substratem skalnym o zróżnicowanym uziarnieniu. Dotychczas przemieszczanie się minogów polegało na wykonywaniu krótkich „skoków” i przysysaniu się do kamieni lub ścianek przepławki. Zarejestrowane zachowanie znacznie różniło się od tego. Poczynione obserwacje pozwalają przypuszczać, że minogi przystąpiły do tarła. Za tezę tą przemawia również fakt, że w kolejnych dniach ich migracja ustała.

Kolejną ciekawą obserwacją stanowiło odnotowanie podwodnej migracji 3 kormoranów czarnych (fot. 4) w górę przepławki (Czarnecki 2012). Ptaki bardzo sprawnie (znacznie szybciej niż ryby) przedostały się w dalszą część przepławki. Należy nadmienić, że dalszy odcinek budowli wchodzi w tunel pod budynkiem znajdującego się nad nim młyna. Nie zniechęciło to kormoranów do dalszego przemieszczania się. Jeden z osobników uległ nurtowi wody i został zniesiony z powrotem, natomiast pozostałe najprawdopodobniej przedostały się dalej. Ta nietypowa migracja była z pewnością związana z polowaniem na ryby znajdujące się w dalszych komorach przepławki.

Dyskusja

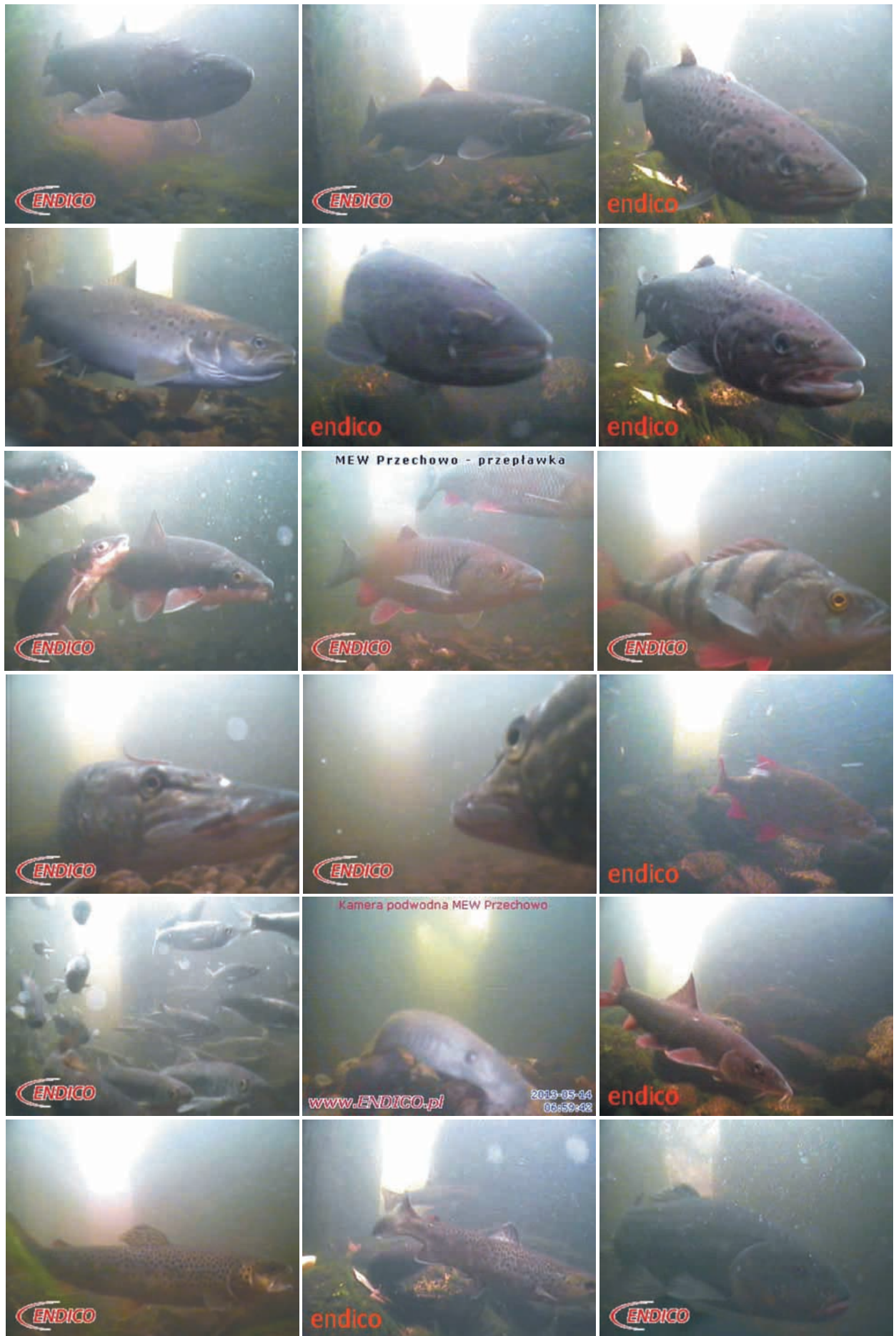
Zebrane informacje wskazują, że generalnie migracje ryb charakteryzowały się powtarzalnością w kolejnych latach, tzn. w podobnych terminach te same gatunki z podobną intensywnością i liczebnością pojawiały się w przepławce. Wyjątek stanowi tu minóg rzeczny, który podejmował migracje o różnych porach roku (wiosna i jesień), a ich intensywność była zróżnicowana. Obserwacje pozwoliły na wyznaczenie okresów największej aktywności migracyjnej ryb. Wykazano, że najintensywniejsze i najliczniejsze migracje miały miejsce od kwietnia do pierw-

szej połowy lipca, kiedy to odbywały się ciągi tarłowe większości gatunków ryb i minoga rzeczno. W okresie jesiennym (wrzesień – listopad) odnotowywano ciąg troci i/lub łososia oraz jednokrotnie minoga rzeczno. Od grudnia do połowy marca nie obserwowano żadnych migracji ryb. Zbliżone wyniki uzyskali Dębowski i Gancarczyk (2013) na rzece Drawie. Poza tymi okresami rejestrowano sporadyczne wędrówki pojedynczych ryb z rodziny karpioatych (Cyprinidae), pstrąga potokowego i okonia.

Obserwacje podwodne pozwoliły stwierdzić, że niektóre ryby karpioate (ukleja, płoć, kleń, certa) w czasie migracji rozrodczych pokonywały silny nurt wody równie sprawnie, jak ryby łososiowate. Zgodnie z podawanym w literaturze (m.in. Bojarski i in. 2005, Zgrabczyński 2007) podziałem ryb na 3 grupy ze względu na możliwości pokonywania nurtu wody, ukleja i płoć znalazłyby się w ostatniej grupie. Tymczasem, jak wykazały obserwacje, ryby te dobrze radziły sobie w warunkach predestynujących raczej ryby łososiowate (maksymalna prędkość przepływu wody obliczona na podstawie parametrów technicznych przepławki – ok. $1,8 \text{ ms}^{-1}$). Należy pamiętać, że obliczenia maksymalnej prędkości przepływu wody dotyczą jej powierzchni. Wg doświadczeń Lubienieckiego (2008) przy przepływie maksymalnym wody z prędkością ok. 2 ms^{-1} w warstwie przydennej prędkość spadała do $0,5\text{-}0,8 \text{ ms}^{-1}$ (badania dotyczyły pochylni kamiennych). Jelonek i Wierzbicki (2008) podają, że w przepławkach szczelinowych prędkość ta może wynosić nawet poniżej $0,4 \text{ ms}^{-1}$. W przedmiotowej sytuacji konstrukcja przepławki oraz zalegające na jej dnie kamienie (pełniące funkcję deflektorów) umożliwiały migracje ryb, pomimo teoretycznie niesprzyjających warunków.

Odnutowane prawdopodobnie tarło minoga w przepławce wpisuje się w koncepcję tarłisk zastępczych. Bojarski i in. (2005) przedstawiają możliwość wspierania naturalnego tarła ryb reofilnych poprzez konstruowanie tzw. kanałów tarłowych i przytaczają z literatury (za Cooper 1977 i Graybill 1991) parametry takiej budowli – zbliżone do budowy przepławek (np. wielkość komór, rodzaj substratu dennego). Chociaż poczyniona obserwacja miała charakter incydentalny, to sam fakt stwierdzenia takiego zjawiska może stanowić przyczynek dla przyszłych, ewentualnych rozważań w tym zakresie.

Pewne zastanowienie w aspekcie prowadzonych obserwacji budzi mała liczba migracji „w dół” przepławki. Wpływ na ten fakt może mieć błąd obserwacji wynikający m.in. z ustawienia kamery i określonej perspektywy obserwacji oraz możliwego przeoczenia pewnych sekwencji w czasie przeglądania zgromadzonego materiału. Należy nadmienić, że wlot wody do turbiny, zlokalizowanej przy przepławce elektrowni, jest zabezpieczony kratami. W okresie prowadzenia monitoringu okresowo zachodziła konieczność otwierania śluzy piętrzącej z uwagi na stany



Fot. 1. Ujęcia z kamery w komorze spoczynkowej przepławki.



Fot. 2. Ujęcia z kamery w 1 komorze (wlot wody do przepławki).



Fot. 3. Pokonywanie przepławki przez kormorana – ujęcie z kamery w komórce spoczynkowej.



Fot. 4. Tartogobius w komórce spoczynkowej przepławki.

powodziowe, co stwarzało możliwość „niekontrolowanego” spływu ryb. Istotnym faktem jest również to, że w odległości zaledwie niespełna 6 km w górę rzeki – w Kozłowie, niemal równocześnie z inwestycją, o której mowa w niniejszym opracowaniu, powstała nowa elektrownia wodna nie posiadająca przepławki (!), co mogło mieć wpływ na migracje ryb z wyżej położonych odcinków rzeki.

Prowadzony monitoring wizyjny przepławki pozwolił również w pewnym stopniu ocenić strukturę ichtiofauny rzeki Wdy. Należy przy tym wziąć pod uwagę fakt specyfiki tego przyujściowego (5,6 km do ujścia do Wisły) odcinka rzeki. Uzyskane wyniki zestawiono z danymi literaturowymi. Radtke i inni (2003), na podstawie elektropołów określili skład gatunkowy dorzecza Wdy, w tym samej rzeki na 19 odcinkach. Badania wykazały obecność 24 gatunków ryb i minoga rzeczno-egzozojicznego. Na 2 ostatnich odcinkach badawczych, związanych z lokalizacją omawianej przepławki (Kozłowo – Świecie – ujście do Wisły), złowiono w niewielkiej liczbie jedynie 9 gatunków ryb i minoga rzeczno-egzozojicznego (tab. 4), w tym pomiędzy piętrzeniami w Kozłowie i Świeciu tylko 4. Wśród złowionych ryb występowały 4 gatunki, których nie udało się zaobserwować w przepławce. Były to: jaź (*Leuciscus idus* L.), koza (*Cobitis taenia* L.), ciernik (*Gasterosteus aculeatus* L.) i różanka (*Rhodeus sericeus amarus* L.). W porównaniu z wynikami odłowów z 1998 r. aktualna sytuacja przedstawia się znacznie korzystniej. Należy jednak pamiętać, że zaskakująco mała liczba gatunków stwierdzonych na tym odcinku rzeki wynika prawdopodobnie nie tylko z ówczesnego, złego stanu ichtiofauny, ale również z ograniczeń metodycznych – niedoskonałości elektropołów, jako metody inwentaryzacji ichtiofauny w dużych rzekach oraz terminu przeprowadzania tych połówów. Wskazuje na to np. zupełny brak pospolitych gatunków rzecznych, takich jak płoć czy kleń.

TABELA 4

Wyniki odłowów kontrolnych na rz. Wdzie na odcinku Kozłowo – ujście do Wisły (Radtke i in. 2003)

Lp.	Gatunek	Odcinek biegu rzeki (km)	
		11,4 - 5,6	5,6 - 0,0
1.	Minóg rzeczny	-	X
2.	Jelec	-	X
3.	Jaź	-	X
4.	Okoń	-	X
5.	Szczupak	X	X
6.	Koza	X	X
7.	Ciernik	X	X
8.	Różanka	X	-
9.	Kiełb	X	X
10.	Miętusi	-	X

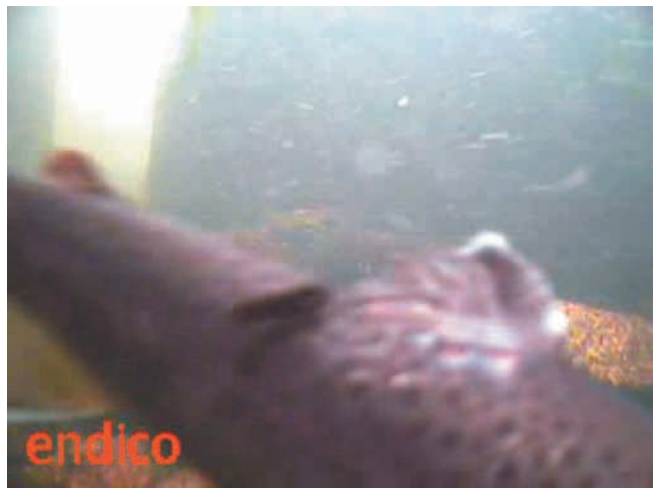
Oprócz ww. gatunków można założyć występowanie, co najmniej kilku innych ryb, które są powszechne i charakterystyczne dla ichtiofauny rzek nizinnych, ale nie podejmowały migracji lub nie udało się jej zarejestrować. Są to

m.in.: leszcz (*Abramis brama* L.), krap (*Abramis bjoerkna* L.), jazgarz (*Gymnocephalus cernua* L.), sandacz (*Sander lucioperca* L.), sum (*Silurus glanis* L.) i boleń (*Aspius aspius* L.). Na podstawie tych danych można stwierdzić, że Wda na tym odcinku charakteryzuje się stosunkowo dużą różnorodnością gatunkową.

Analizując liczebność i częstość występowania gatunków, które podejmują migrację przez przepławkę można stwierdzić, że dominowały: pstrąg potokowy, ukleja, płoć, okoń, kleń i okresowo minóg rzeczny. Oczywiście fakt, że były to gatunki najczęściej rejestrowane w przepławce nie potwierdza, że są to gatunki dominujące w rzece. Pozwala to jednak ocenić stan populacji tych gatunków. Zdziwienie budzi to, że najczęściej i najliczniej obserwowanym gatunkiem na tym odcinku cieku był pstrąg potokowy. Można zakładać, że skoro w rzece panują warunki do tak liczego bytowania gatunku o wysokich wymaganiach środowiskowych powinno się odnotować również inny, towarzyszący zwykle pstrągowi gatunek – lipienia (*Thymallus thymallus* L.). Jednak nie zaobserwowano żadnego osobnika. Licznemu bytowaniu gatunków łososiowatych nie sprzyja także aktualna zabudowa hydrotechniczna (niedrożna przegroda w Kozłowie na 11,4 km od ujścia do Wisły). Prowadzi to do przypuszczenia, że liczna populacja pstrąga jest w dużym stopniu efektem zarybień.

W kwietniu 2009 r. obserwacje zbiegły się z intensywnymi zarybieniami rzeki Wdy materiałem ryb łososiowatych w bezpośrednim sąsiedztwie piętrzenia. Fakt ten miał istotne znaczenie dla uzyskanych obserwacji. Ryby wpuszczono bezpośrednio powyżej piętrzenia w Świeciu-Przechowie i następnie zalecono otwarcie śluzy piętrzącej. Część ryb od razu spłynęła z nurtem rzeki, a część pozostała w miejscu wpuszczenia. Rejestrowano w tym okresie migrację wpuszczonych ryb przez przepławkę w obu kierunkach. Zaobserwowano ryby w stadium „smolt” i „parr” oraz osobniki posiadające ubarwienie zbliżone do pstrągów potokowych. Z literatury (Bartel i Kardela 2010) uzyskano informację, że do Wdy wpuszczono w 2009 r. 26500 smoltów (w wieku 2+) i 300000 szt. wylęgu troci oraz 34500 smoltów (w wieku 1+ i 2+) łososia. Od momentu wpuszczenia ryb do końca jesieni obserwowano intensywne migracje w górę rzeki osobników o szacunkowej długości całkowitej (l.t.) 180-250 mm, z typowym dla pstrąga potokowego ubarwieniem (obserwacje te potwierdzały także martwe osobniki znajdowane na brzegu w okolicy miejsca zarybienia). Z tego samego źródła (Bartel i Kardela 2010) wynika, że część wpuszczonych wówczas ryb (800 smoltów troci wędrowniej w wieku 2+) została oznakowana znaczkami Carlin. Zaobserwowany w przepławce jeden oznakowany osobnik nie posiadał ubarwienia charakterystycznego dla typowych smoltów (fot. 5).

Poczynione obserwacje w powiązaniu z danymi dotyczącymi zarybień pozwalają przypuszczać, że przy-



Fot. 5. Mała troć lub pstrąg potokowy ze znaczkim Carlin.

najmniej w części, obserwowane w przepławce ryby, rozpoznane jako pstrągi potokowe, to trocie. Część pochodzących z zarybienia ryb nie spłynęła do morza i wytworzyła formę „osiadłą”. Na przedmiotowym odcinku rzeki nie panują warunki odpowiednie do bytowania licznej, naturalnej populacji pstrąga potokowego. Wskazują na to przytoczone wyżej wyniki wcześniejszych odłowów kontrolnych i praktycznie zupełny brak obserwacji (w ramach niniejszych badań) migracji dużych osobników pstrąga. Można zatem postawić hipotezę, że występująca w tym miejscu populacja pstrąga jest kształtowana przez zarybienia trocią wędrowną. Zagadnienie to jednak wykracza poza zakres tej pracy i w celu potwierdzenia przedstawionych przypuszczeń wymagałoby podjęcia odrębnych badań. Z uwagi na to, że w warunkach prowadzonych obserwacji, odróżnienie pstrągów i „osiadłych” troci wędrownych było niemożliwe, wszystkie mniejsze ryby łososiowate o określonych cechach fenotypowych kwalifikowano jako pstrągi potokowe.

Obserwacje za pomocą kamery podwodnej potwierdziły migrację dużych ryb łososiowatych – troci lub łososia, jednak liczba ryb była daleka od oczekiwanej. Można założyć, że część ryb mogła nie odnaleźć wejścia do przepławki, chociaż ta wykonana została zgodnie z wytycznymi obowiązującymi w tym zakresie, zwłaszcza jeśli chodzi o konstrukcję i parametry hydrauliczne oraz umiejscowienie wejścia do niej (Turzański 2006). Liczba zarejestrowanych osobników, zwłaszcza w 2010 i 2012 r. (w większości prawdopodobnie troci), teoretycznie mogła być wystarczająca do odbycia naturalnego rozrodu. Jednak jest mało prawdopodobne, że ryby przystąpiły do tarła na odcinku ok. 6 km do następnego piętrzenia, tym bardziej że Wda nie posiada tu dopływów, które umożliwiałyby rozród troci lub łososia.

Prowadzone zarybienia rzeki Wdy przyczyniają się do wzrostu/zachowania populacji troci i łososia w Bałtyku, natomiast przy obecnej sytuacji hydrotechnicznej (brak przepławki w Kozłowie) trudno liczyć na wytworzenie się

stada, które odbywałoby rozród w tej rzece. Materiał zarybieniowy wpuszczany jest do przyujściowego odcinka rzeki, co powoduje, że smolty szybko spływają do Wisły i prawdopodobnie tę rzekę zapamiętują, jako miejsce powrotu. Bez udrożnienia piętrzenia w Kozłowie nie można myśleć o efektywnym tarle troci i łososia we Wdzie.

Większą nadzieję, w świetle uzyskanych wyników badań, budzi sytuacja certy. W trakcie monitoringu odnotowano stopniowy wzrost liczby migrujących ryb, a z odrębnych obserwacji wynika, że gatunek ten prawdopodobnie odbywał tarło powyżej piętrzenia. Pozwala to mieć nadzieję na dalszą odbudowę populacji tego gatunku w dorzeczu Wisły.

Wnioski

Prowadzone obserwacje potwierdziły, że monitoring wizyjny stanowi istotny element monitoringu ichtiologicznego przepławki i, jeśli to możliwe (przezroczystość wody, warunki lokalizacyjne i logistyczne), powinien być stosowany powszechnie. Jest to metoda stosunkowo tania i prosta. Uzyskane obserwacje (wyniki) i możliwe na ich podstawie do sformułowania wnioski pozwalają na ocenę funkcjonowania przepławki oraz stanu ichtiofauny cieków (przynajmniej w zakresie gatunków dwuśrodowiskowych). Połączenie monitoringu wizyjnego z innymi nowoczesnymi technikami w tym zakresie (np. skanery) umożliwia uzyskanie jeszcze dokładniejszych i bardziej wiarygodnych wyników, nie tylko dotyczących ilości migrujących ryb, lecz również dokładniejszego rozpoznania gatunkowego, płci oraz stanu zdrowotnego ryb (w tym np. porażenia pasożytami zewnętrznymi). Wadą metody jest konieczność żmudnej analizy zarejestrowanego materiału.

W przypadku monitoringu wizyjnego ważny jest także aspekt informacyjny i edukacyjny. Możliwość udostępniania bezpośrednich transmisji, bądź nagranych sekwencji obrazu, czy zdjęć w Internecie umożliwia zapoznanie z tematyką i edukację społeczeństwa oraz stanowi pewną

formę reklamy dla tego rodzaju inwestycji. Pamiętać należy jednak, że w niektórych przypadkach udostępnianie takich informacji może przynosić również nieoczekiwane, negatywne skutki, np. informować kłusowników o ciągach tarłowych ryb. Dlatego bezpośrednia transmisja obrazu powinna dotyczyć obiektów właściwie zabezpieczonych przed tym procederem.

Obserwacje fluktuacji migracji ryb w poszczególnych miesiącach roku dostarczyły również informacji pozwalających na racjonalne (z przyrodniczego i ekonomicznego punktu widzenia) planowanie wykorzystywania wód rz. Wdy oraz innych podobnych cieków, do celów hydroenergetycznych. Biorąc pod uwagę rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną ze źródeł odnawialnych i związane z tym zobowiązania Polski wobec Unii Europejskiej, można rozważyć możliwość zwiększonego poboru wody przez elektrownie w okresie braku migracji ryb w miesiącach jesienno-zimowych (grudzień – luty).

Literatura

- Bartel R., Kardela J. 2010 – Zarybienia polskich obszarów morskich w roku 2009 wraz z restytucją jesiotra ostronosego – Komun. Ryb. 6: 27-36.
- BIPROWODMEL sp. z o.o. 2004 – Program ochrony i rozwoju zasobów wodnych w województwie kujawsko-pomorskim (udrażnianie rzek dla ryb dwuśrodowiskowych). Zarz. Woj. Kuj.-Pom: 22-24.
- Bojarski A. i in. 2005 – Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich – Min. Środ. Dep. Zas. Wod.: 84-89.
- Czarnecki M. 2012 – Jeszcze o kormoranie – Przegl. Ryb. 4: 38.
- Dębowski P., Gancarczyk J. 2013 – Funkcjonowanie przepławki na jazie elektrowni „Kamienna” na rzece Drawie- Komun. Ryb. 4: 1-7.
<http://www.biometricstations.com/>
<http://www.endico.pl>
<http://www.riverwatcher.is/>
- Jelonek M., Wierzbicki M. 2008 – Prezentacja technicznych możliwości przywrócenia wędrówek ryb w rzekach na podstawie wybranych przykładów inwestycji zrealizowanych we Francji i Niemczech oraz USA – Prezentacja ze śr. MRiRW: 13, 14, 43, 46, 47. (<http://www.wrotamalopolski.pl/NR/rdonlyres/6DDEF55F-F4CF-4FCB-B79C-8BEFB5-AAACB6/522413/Wizytastudyjna.pdf>)
- Lubieniecki B. 2008 – Przepławki i drożność rzek – Wyd. IRS, Olsztyn: 28
- Turzański A. 2006 – Projekt budowlany przepławki dla ryb dwuśrodowiskowych - Dokumentacja projektowa budowy MEW w Świeciu – Przechowanie.
- Zgrabczyński J. 2007 – Identyfikacja i ocena sprawności przepławek dla ryb w regionie wodnym Warty - Nauka Przyroda Technologie. Wyd. AR im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu: 1 (2): 6.

Przyjęto po recenzji 17.02.2014 r.

RESULTS OF VISUAL MONITORING OF THE FISH LADDER AT THE SMALL HYDRO POWER PLANT ON THE WDA RIVER IN ŚWIECIE-PRZECHOWO IN 2008-2013

Maciej Czarnecki

ABSTRACT. A vertical slot fish ladder was constructed at the small hydro power plant in Świecie-Przechowo on the Wda River, a left tributary of the Vistula River. From 2008 to 2013, fish migration was recorded with a submerged video camera, the images were saved on memory devices, and the video was released on the Internet. This study analyzes the recorded material. Sixteen species of migrating fish were identified in the recordings, among which were diadromous vimba breams, eels, migratory sea trouts, salmon, and river lampreys. A great cormorant was also recorded using the ladder. The analyses permitted estimating the abundance and frequency of the migrations of various fish species through the ladder by month and also to observe fish behavior as they moved through the ladder. The behavior of fish immediately following stocking release was also observed. In May 2011, river lampreys were recorded that probably spawned in the ladder. The most numerous, frequently identified species was brown trout. At least some of the fish population identified as brown trouts were probably migratory sea trouts that had been released as stocking material but had not descended the river to the sea thus creating a “local” population. Large salmonid fishes (migratory sea trouts and/or salmon) migrated in fall, when 58 specimens were noted. Increasing numbers of vimba breams were noted annually. Fish migrating through the fish ladder were recorded mainly from April to July, and no fish were recorded from December to February. The analyses indicated that visual monitoring is an effective method with which to monitor fish. Combining this with other observation techniques permits obtaining even more precise, accurate information not only with regard to the numbers of migrating fish, but also regarding fish species identification, sex, and condition.

Keywords: fish ladder monitoring, fish migration, ichthyofauna of the Wda River