



Piotr Dębowski¹, Jarosław Gancarczyk²

¹Zakład Ryb Wędrownych, Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie

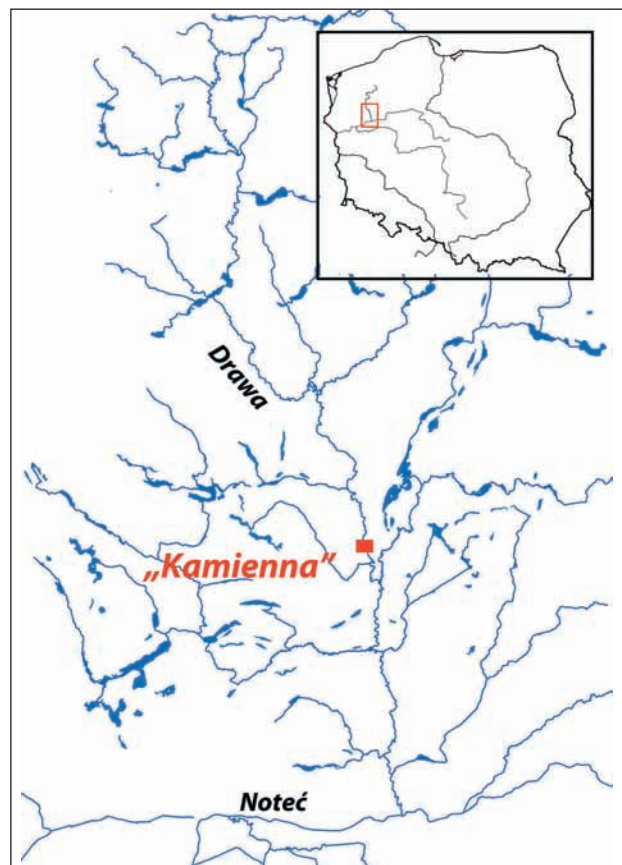
²Drawieński Park Narodowy

Funkcjonowanie przepławki na jazie elektrowni „Kamienna” na rzece Drawie

Wstęp

Łosoś *Salmo salar* L. wyginął w polskich rzekach w latach 80. XX wieku (Bartel 1993, Sych 1998). Tarło ostatniej, i według Kaja (1953) największej po II wojnie światowej w dorzeczu Odry, populacji z rzeki Drawy odbyło się prawdopodobnie w 1985 lub 1986 roku (Chełkowski 1988). W 1995 roku, w ramach programu restytucji ryb wędrownych w Polsce (Sych 1998), rozpoczęto zarybianie Drawy smoltami łososia pochodzącymi ze stada z łotewskiej rzeki Daugawy (Bartel 2001b). Po dwóch latach na dawnych tarliskach drawskiego łososia pojawiły się gniazda tarłowe o rozmiarach wskazujących na tarło łososi (Dębowski i Gancarczyk 1998). Tarło to odbywa się tam od tego czasu regularnie z różną, znacznie jednak mniejszą niż w 1997 roku, intensywnością (niepublikowane materiały Drawieńskiego Parku Narodowego i Instytutu Rybactwa Śródlądowego).

Tarliska łososia zarówno autochtonicznego, jak i pochodzącego z zarybień, w Drawie znajdowały się w dolnym biegu rzeki, przede wszystkim na odcinku poniżej zapory elektrowni „Kamienna” koło Głuska (rys. 1). Zapora ta zdaniem Kaja (1954) stanowiła kres wędrówki łososi w dorzeczu, i to mimo że wyposażona była w przepławkę. Opinię tę podzielali Chełkowscy (Chełkowska i Chełkowski 1974) przez kilkanaście lat prowadzący monitoring tarła łososi w Drawie (m.in. Chełkowski i Chełkowska 1985, Chełkowski 1988). Na ok. 60 km odcinku rzeki do następnej przeszkody, jazu elektrowni w Borowie, znajdują się liczne odcinki o kamienisto-żwirowym dnie i dużym spadku (Dębowski i in. 2000, Wiśniewolski i in. 2004). Przybył (1976) sugeruje, że łososi, które pokonały „Kamienną” mogły odbywać tarło np. w rejonie ujścia dopływu Korytnica. Brak jest jednak danych potwierdzających tarło w Drawie powyżej „Kamiennej”.



Rys. 1. Lokalizacja przegrody w dorzeczu.

Przegroda koło Głuska, była zatem, od momentu pojawienia się tematyki łososia drawskiego w literaturze, rozpoznana jako podstawowy problem w ochronie, utrzymaniu, a później w restytucji tego gatunku w dorzeczu. Nie tylko zresztą tego; historycznie, oprócz łososia, do Drawy migrowały także na tarło inne ryby anadromiczne: jesiotr atlantycki *Acipenser oxyrinchus* Mitchell, troć *Salmo trutta* L. i certa *Vimba vimba* (L.), i rzeka ta ma odegrać istotną

rolę także w ich restytucji (Sych 1998, Wiśniewolski i in. 2004, Arndt i in. 2006). Zapora elektrowni „Kamienna” ograniczała zasięg ich występowania do bardzo niewielkiej części dorzecza, a prace konserwacyjne jazu przeprowadzone w latach 1982-1983 spowodowały okresowe zamulenie tartłisk i uważane są za bezpośrednią przyczynę zniknięcia populacji łososia (Chełkowski 1986, 1988, HELCOM 2011).

Kluczową kwestią była i jest funkcjonalność istniejącej przepławki: opinie cytowanych wcześniej autorów są na ten temat jednoznacznie negatywne, podzielił je w swojej ekspertyzie Wiśniewolski (2008). Nie przedstawiono jednak nigdy wyników badań tej funkcjonalności, nie wiadomo też czy korzystają z przepławki tylko łososie (co wydaje się bezsporne, jako że regularna obecność łososia w rzece powyżej przegrody w ciągu kilkudziesięciu lat nie mogłaby przejść niezauważoną) czy także i inne ryby. W pracy przedstawiono wyniki takich badań przeprowadzonych przez Instytut Rybactwa Śródlądowego we współpracy z Drawieńskim Parkiem Narodowym w latach 1997-1998 i 2008-2010.

Teren i przedmiot badań

Drawa jest prawym dopływem Noteci, prawego dopływu Warty, prawego dopływu Odry. Płyynie z Pojezierza Drawskiego, przez Równinę Drawską, Pojezierze Wąteckie i Kotlinę Gorzowską. Ma 192 km długości i powierzchnię zlewni 3291 km². W dolnym biegu, pomiędzy 68 a 27 km od ujścia, przepływa przez Drawieński Park Narodowy, który obejmuje także prawie cały największy dopływ Drawy – Płociczną. Na odcinku od morza do ujścia Drawy system wodny jest drożny, na samej Drawie przegrody znajdują się na 32, 89, 127 i 156 km od ujścia.

Zaporę na Drawie koło Głuska zbudowano w latach 1896-1903 i trzy lata później obok istniejącej karbidowni uruchomiono elektrownię wodną. Woda Drawy spiętrzona do rzędnej 49,36 m n.p.m. poruszała dwie turbiny Francisa (Borkowska 1990). Bez zasadniczych zmian elektrownia pracuje do tej pory. Obecnie moc zainstalowana elektrowni wynosi 960 kW, przepływ instalowany turbin 21,4 m³/s.



Fot. 1. Widok zapory i elektrowni.



Rys. 2. Rzut przegrody i lokalizacja przepławki (Google Inc.).

Średni przepływ rzeki w tym przekroju, w latach 1961-1999, wg danych IMGW oddz. Poznań, wynosił 12,0 m³/s (Wiśniewolski 2008).

Budując elektrownię wybudowano od razu, po prawej stronie budynku elektrowni i równoległe do przepustu tartew, przepławkę (rys. 2, fot. 1) – miała betonowe koryto i drewniane przegrody. W latach 50. przepławkę zmodernizowano zastępując przegrody drewniane monolitycznymi



Fot. 2. Przepławka (przy częściowo zamkniętej wodzie).

betonowymi. Wiosną 1985 roku, podczas remontu jazu, przepławkę rozebrano (Chełkowski 1986). Była to okazja do gruntownej jej modernizacji, co dyskutowano podczas kilku specjalnych konferencji naukowych (Chełkowski i Chełkowska 1985), ale, niestety, nie zrealizowano. Przepławkę odbudowano praktycznie w dotychczasowej formie.

Przepławka jest konstrukcją betonową typu komorowego (fot. 2), z klasycznym układem ustawionych naprzemiennie otworów – u góry przelewowy (0,40x0,40 m), na dole przesmykowy (0,40x0,45 m). Otwory przesmykowe umiejscowione są około 0,40 m powyżej dna znajdującej się poniżej otworu komory przepławki. Składa się ona z 19 komór o wymiarach: 3,2 m długość, 2,1 m szerokość oraz 2 komór spoczynkowych o wymiarach: 9,8 m długość, 2,48 m szerokość. Głębokość wszystkich komór wynosi 2,3 m. Całkowita długość przepławki wynosi 83,40 m (Wiśniewski 2008).

Podczas badań ichtiofauny Drawieńskiego Parku Narodowego przeprowadzonych w latach 1997-1998 (Dębowski i in. 2000) na ok. 10 km odcinku Drawy powyżej zapory elektrowni „Kamienna” stwierdzono obecność 23 gatunków ryb, zdecydowaną dominację miętusa *Lota lota* (L.) (prawie połowa złowionych ryb) oraz subdominację jelca *Leuciscus leuciscus* (L.) i piekielnicy *Alburnoides bipunctatus* (Bloch). Natomiast na kilku kilometrach poniżej zapory gatunków było 22, dominowała płoć *Rutilus rutilus* (L.) (ponad 40% złowionych ryb), okoń *Perca fluviatilis* L. i miętus. Z gatunków, które były powyżej zapory, poniżej nie było strzebli potokowej *Phoxinus phoxinus* (L.), leszcza *Abramis brama* (L.) i kozy *Cobitis taenia* L., natomiast odwrotnie: narybku łososia (poniżej pochodził z zarybienia) i rozpióra *Ballerus ballerus* (L.).

Metody

Zastosowano dwie różne metody oceny funkcjonowania przepławki: w latach 1997-1998 – połowy ryb w przepławce i w latach 2008-2010 – automatyczny licznik ryb.

Połowy w przepławce

W sumie, w ciągu dwóch lat, przeprowadzono 5 sesji badań, nieregularnie, głównie późną wiosną i późnym latem. Każda sesja polegała na zagrodzeniu wyjścia z przepławki na górną wodę za pomocą kraty o rozstępie 15 mm, następnie po upływie pewnego czasu, najczęściej doby, zagrodzeniu podobną kratą także dolnego okna pierwszej komory spoczynkowej i zamknięciu dopływu wody do przepławki. Woda z przepławki częściowo sphywała, a wraz z nią ryby z górnych komór do komory spoczynkowej (piąta od góry), gdzie utrzymywał się poziom wody umożliwiający odłów ryb za pomocą wólczka. Następnie dolną kratę usuwano, dopływ wody przywracano i połów powtarzano po upływie



Fot. 3. Zamontowany licznik (przy częściowo zamkniętej wodzie).

następnej, najczęściej, doby. Każda sesja składała się z 2 do 6 odłowów. Jest to metoda zbliżona do stosowanej w Polsce w innych podobnych badaniach (Bontemps 1995, Witkowski i in. 2004, Nyk i in. 2004).

Automatyczny licznik ryb

13 września 2008 roku w oknie między pierwszą i drugą komorą (od góry) zainstalowano automatyczny licznik ryb Riverwatcher produkcji islandzkiej firmy VAKI Aquaculture Systems Ltd (fot. 3). Licznik ten wykorzystuje technologię skanowania podczerwieni. Składa się z dwóch płyt 20 na 60 cm, zainstalowanych w ramie w odległości 40 cm od siebie. Na jednej płycie znajdują się diody emitujące wiązki podczerwonego światła odbierane na drugiej płycie. Przepływający obiekt (ryba) przecina tę sieć i na tej podstawie powstaje jego sylwetka; ponieważ są dwa równoległe rzędy diod i odbiorników, są też dwie sylwetki dla każdego obiektu. Są one zapisywane w urządzeniu rejestrującym wraz z dokładnym czasem zdarzenia, kierunkiem i prędkością ruchu oraz wysokością obiektu; jego długość obliczana jest z wysokości i zadanego przez użytkownika stosunku długości do wysokości. A zatem do oszacowania długości zarejestrowanej ryby konieczna jest znajomość jej gatunku. Minimalna wysokość rejestrowanych obiektów wynosi według producenta 40 mm (<http://www.riverwatcher.is/Features/Technicalspecifications/>). Dwa pierwsze w Polsce liczniki Riverwatcher zainstalowano na dwóch przepławkach na Słupi w Słupsku (Dębowski i inni 2008), licznik na Drawie był trzeci – pracował do 11 czerwca 2010 roku.

Licznik rejestruje nie tylko ryby, ale także inne obiekty, takie jak pływające gałęzie, kępy roślinności, różne przedmioty, inne zwierzęta (np. wydry), a nawet turbulencje wody. Ich klasyfikacji dokonano na podstawie sylwetek i prędkości ruchu. Analizowano tylko obiekty o wysokości większej niż 40 mm. Jako ryby zakwalifikowano te obiekty, których co najmniej jedna sylwetka przypomina, nawet silnie zniekształcony,

kształt ryby. Zasadą jest, że sylwetki ryb większych są wyraźniejsze i trafność ich klasyfikacji jest większa. Klasyfikacja ta jest w wielu przypadkach subiektywna i w dużym stopniu zależna od doświadczenia dokonującej jej osoby.

Wyniki

Połowy w przepławce

Skontrolowano łącznie 328 godzin pracy pułapki. Złowiono przy tym 59 ryb należących do 9 gatunków (tab. 1): najczęściej, 18 sztuk, węgorzy *Anguilla anguilla* (L.), głównie w połowie sierpnia 1998 roku, i jeliców, 17 sztuk, głównie w czerwcu 1998 roku.

TABELA 1

Wyniki połowów w przepławce

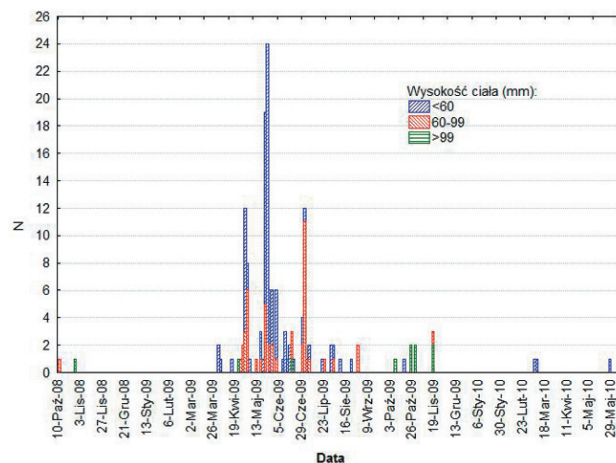
Wstawienie kraty	Kontrola	Ilość godzin	Złowione ryby
27.VIII.1997 8:00	27.VIII.1997 17:00	9	2 x kleń (20 i 30 cm)
	28.VIII.1997 13:00	20	4 x kleń (od 22 do 30 cm) 1 x lipień (24 cm)
26.IX.1997 8:00	26.IX.1997 9:00	1	brak
	27.IX.1997 10:00	25	1 x pstrąg potokowy (10 cm) 1 x głowacz białopłetwy
20.V.1998 20:00	20.V.1998 21:00	1	1 x płoć 3 x kleń 1 x leszcz (35 cm) 1 x pstrąg potokowy (35 cm)
	21.V.1998 18:00	21	2 x płoć, 3 x jelec
	22.V.1998 17:00	23	brak
	25.V.1998 18:00	73	brak
	26.V.1998 16:00	22	brak
	28.V.1998 17:00	49	brak
1.VI.1998 9:00	2.VI.1998 9:00	24	4 x jelec 1 x okoń, 1 x węgorz
	3.VI.1998 9:00	24	6 x jelec 1 x okoń, 2 x węgorz
12.VIII.1998 11:00	13.VIII.1998 9:00	22	4 x płoć 4 x jelec 10 x węgorz (mały)
	14.VIII.1998 9:00	24	1 x płoć 5 x węgorz (mały)

Automatyczny licznik

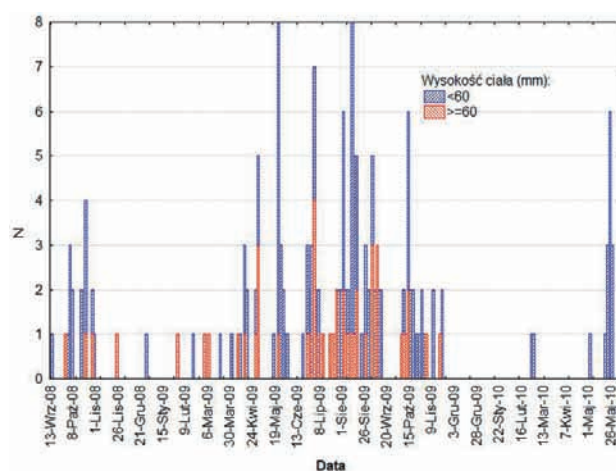
W ciągu 636 dni pracy licznik zarejestrował w sumie 790 obiektów przemieszczających się w górę i 1119 – w dół. Z nich jako ryby zakwalifikowano, odpowiednio 150 i 180.

Miarą wielkości zarejestrowanych ryb jest wysokość ciała. Podzielono zatem zarejestrowane ryby na trzy grupy: małe – od 41 do 59, średnie – od 60 do 99 i duże – powyżej 99 mm. W przypadku troci odpowiada to, w przybliżeniu, przedziałom długości, odpowiednio: do 36, do i powyżej 60 cm. W górę przepłynęło 10 ryb dużych, 46 średnich i 94 małych. W dół, odpowiednio: 0, 52 i 128.

Zdecydowany szczyt migracji w górę miał miejsce w maju i czerwcu 2009 roku, kiedy licznik zarejestrował



Rys. 3. Migracja ryb różnej wielkości w górę przepławki.



Rys. 4. Migracja ryb różnej wielkości w dół przepławki.

dwie trzecie wszystkich ryb, które przeszły przepławką w górę w całym okresie badań (rys. 3). Poza tym okresem, w tym także w maju następnego roku, zapisy były praktycznie pojedyncze. Nieliczne duże ryby przechodziły jednak przepławką głównie w październiku i listopadzie (osiem ryb z dziesięciu). Zimą nie stwierdzano żadnej migracji w górę rzeki.

Ruch ryb w dół przepławki odbywał się mniej więcej przez cały rok (rys. 4). Więcej ryb migrowało w tym kierunku w lecie, a znacznie mniej – zimą.

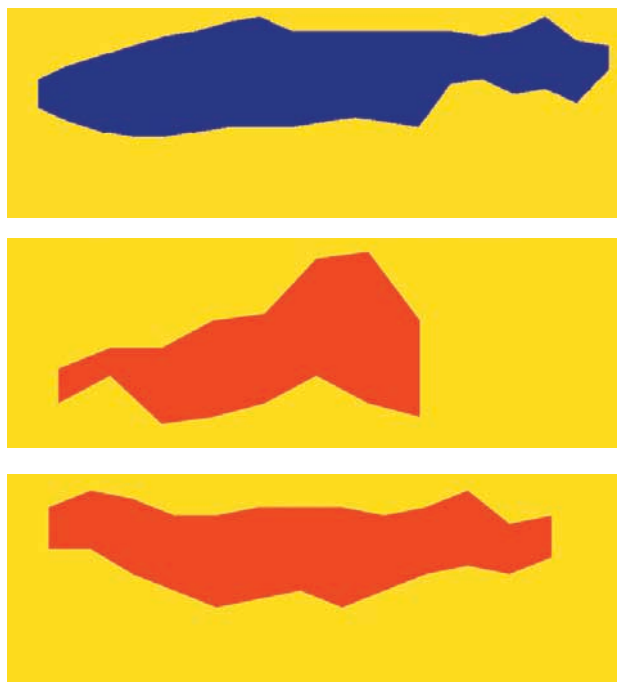
Dyskusja

Metoda zagradzania wyjścia i następnie połowu ryb w przepławce jest stosunkowo prosta i nie wymaga skomplikowanego sprzętu, ale także pracochłonna i trudna do częstego i dłuższego stosowania choćby dlatego, że zakłóca normalne funkcjonowanie przepławki. Wymaga także przyjęcia co najmniej dwóch założeń: (1) ryby mogłyby wyjść na górną wodę, gdyby nie krata i (2) ryby, które doszły do kraty nie cofają się, nawet do dolnej części przepławki. Podczas gdy spełnienie pierwszego warunku

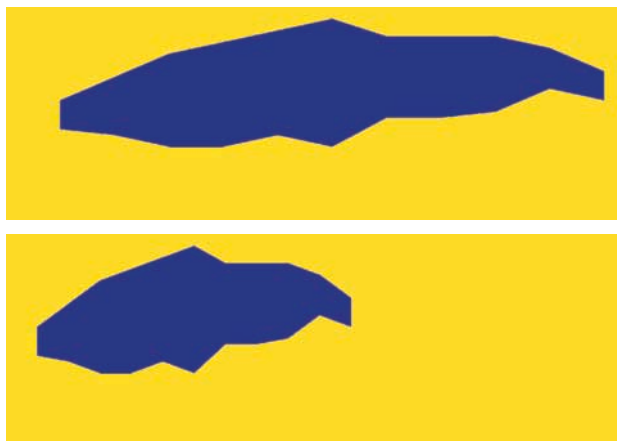
zależy od konkretnej przepławki i często jest spełnione, to drugi z warunków zapewne spełniany jest rzadko. Wiele gatunków ryb w ogóle niechętnie wchodzi do wszelkich pułapek, szczególnie jeśli znajdują się w nich uwięzione ryby. Dodatkową jej wadą jest duży stres ryb wywołany nieudanymi próbami pokonania przepławki, manipulowaniem przepływem i przede wszystkim odłowem (Therrien i Bourgeois 2000). Metoda ta niedoszacowuje liczbę ryb pokonujących przepławkę i to niedoszacowanie, podobnie jak i jego selektywność w stosunku do gatunków i rozmiarów ryb, jest trudne do określenia.

Większości wad poprzedniej metody pozbawione jest zastosowanie automatycznych liczników (Lucas i Baras 2000). Istnieje kilka ich typów (Washburn i in. 2008). Najpopularniejsze w ostatnich latach są liczniki Riverwatcher firmy Vaki, które pracują na ponad trzystu rzekach w kilkunastu krajach (Shardlow i Hyatt 2004, Santos i in. 2008, <http://www.riverwatcher.is/>). Licznik ten skonstruowano w latach 90. we współpracy z Iceland Institute of Freshwater Fisheries w celu monitoringu migracji tarłowych ryb łososiowatych (Shardlow i Hyatt 2004), czyli ryb zazwyczaj dużych. Skuteczność licznika przy takim zastosowaniu, jeśli ryba nie jest bardzo duża, dochodzi do 100% (Shardlow i Hyatt 2004, Baumgartner i in. 2012) i nie obniża jej zmętnienie wody w normalnym zakresie (Baumgartner i in. 2012). Początkowo większość liczników Vaki pracowała w rzekach o ubogiej gatunkowo ichtiofaunie, gdzie przynależność gatunkowa rejestrowanych ryb była znana z góry lub mogła być łatwo zidentyfikowana np. po ich rozmiarach. Rozszerzenie zastosowań na bardziej skomplikowane układy ichtiofaunistyczne pociągnęło za sobą konieczność rozróżniania gatunków rejestrowanych ryb, co zrealizowano przez opcjonalne wyposażenie licznika w zintegrowany z nim system rejestracji obrazu ryb (Dębowski i in. 2008). W tak zmodyfikowanym liczniku do zapisu każdej ryby (m.in. czas, wysokość ciała, oszacowana długość, prędkość ruchu, sylwetka ryby) dodawany jest kilkusekundowy film lub kilka fotografii (<http://www.riverwatcher.is/>).

Licznik zastosowany w omawianych badaniach był w wersji bez zapisu obrazu. A zatem w identyfikacji gatunku ryby można się było posłużyć jedynie jej sylwetką i wielkością. Niestety sylwetki rzadko są wyraźne. Santos i in. (2008), w swoich badaniach nad wielogatunkową migracją ryb przez przepławkę, stwierdzili, że tylko 18% sylwetek przypomina ryby. Podobnie w naszych badaniach sylwetki obiektów zakwalifikowanych jako ryby bywały bardzo różne (rys. 5). Problemem były też proporcje ryb: w zależności od tego jaki przyjmujemy stosunek długości do wysokości ryby, zmieniać się będzie jej sylwetka (rys. 6). Nawet przy poprawnej identyfikacji i odpowiadającej rzeczywistości proporcji, sposób szacowania długości jest bardzo wrażliwy na niedokładności w pomiarze wysokości (Baumgartner i in. 2012).



Rys. 5. Przykładowe sylwetki ryb (program Winari, Vaki AS Ltd).



Rys. 6. Sylwetka tej samej ryby przy założeniu różnych proporcji ciała: 6:1 – górny rysunek i 3,5:1 – dolny rysunek (program Winari, Vaki AS Ltd).

Według danych z licznika przepławką w górę rzeki przepłynęło rocznie sto kilkadziesiąt ryb dłuższych niż 20-25 cm (zależnie od gatunku, czyli od proporcji ciała). Jest to bardzo niewiele. Nie stwierdzono też żadnego wyraźnego ciągu, co najwyżej pewne nasilenie migracji latem. Na temat przynależności gatunkowej tych migrantów możemy tylko spekulować. Kilka największych ryb przeszło jesienią – wielkość, czas migracji oraz sylwetki zapisane przez licznik pozwalają przyjąć, że były to ryby łososiowate w trakcie wędrówki tarłowej, o długościach oszacowanych na 60-78 cm, czyli raczej za małe na łososie (Bartel 2001a), prawdopodobnie trocie. Co do ryb mniejszych pewnych wskazówek dostarczyć mogą wyniki wcześniejszych o kilka lat połówów. Złowiono wówczas pojedyncze ryby różnych gatunków, w większości z rodziny karpowatych: jelce, płocie, klenie *Leuciscus cephalus* (L.). Większe z nich

mogłyby być zarejestrowane przez licznik, mniejsze i węższe (z racji kształtu) – nie. Nawet po krótkim okresie pracy licznika widać bardzo różne wykorzystywanie przepławki w różnych latach: obserwowane w maju 2009 roku nasilenie migracji nie powtórzyło się w następnym roku, przez pierwszą połowę którego nie zarejestrowano niemal w ogóle ryb. Przyczyną tych różnic mogą być różnice w przepływach rzeki; ponieważ Drawa ma stosunkowo bardzo małe wahania przepływów wskazywałoby to na bardzo dużą wrażliwość funkcjonalności przepławki na hydrologię rzeki.

Podobnie mało intensywne były migracje ryb w dół przepławki. Nie wiemy jakie to były ryby, jedynie, że były to ryby małe i że migracje te nie miały wyraźnych szczytów. Górne okno przepławki znajduje się w zbiorniku daleko od głównego nurtu rzeki, który przepływa przez elektrownię, w kącie zbiornika. Dlatego ryby, które schodzą przepławką trafiają do niej zapewne głównie przypadkowo.

Na to, że jaz w „Kamiennej” stanowi znaczącą barierę w przemieszczaniu się ryb, wskazują także znaczne różnice w składzie gatunkowym ichtiofauny poniżej i powyżej jazu.

Przeprowadzone badania pokazują, że przepławka na jazie elektrowni „Kamienna” jest wykorzystywana przez ryby w niewielkim stopniu. Nie odbywają się nią żadne wyraźne migracje, a jedynie przejścia pojedynczych egzemplarzy bardzo różnych gatunków ryb, w tym także anadromicznych ryb łososiowatych, jednak tylko przy sprzyjających warunkach hydrologicznych. 100 lat istnienia takiej sytuacji doprowadziło do powstania dużych różnic pomiędzy ichtiofauną powyżej i poniżej przegrody i ograniczenia zasięgu występowania ryb anadromicznych do części dorzecza poniżej „Kamiennej”.

Możliwe są techniczne, komorowe przepławki, funkcjonalne i nie bardzo selektywne (FAO/DVWK 2002, Larinier 2008), choć obecnie preferowane są przejścia dla ryb o charakterze zbliżonym do naturalnego (Wiśniewolski 2003). Najczęstszą przyczyną złego funkcjonowania wszelkiego typu przepławek lub innych przejść dla ryb jest ich złe usytuowanie i brak prądu wabiącego (Larinier 2008). Wszyscy cytowani wcześniej autorzy wypowiadający się na temat funkcjonalności przepławki na jazie elektrowni „Kamienna” właśnie tym tłumaczyli jej niesprawność. Wyrzutowo przeprowadzane przez autorów za pomocą młynka hydrometrycznego pomiary prędkości strumienia wody w niektórych oknach pokazały wartości przekraczające nawet 3 m/s. Wskazuje to, że dla wielu ryb problemem mogą być także zbyt duże spadki pomiędzy komorami przepławki.

Konkluzja opisywanych badań, jak i cytowanych obserwacji innych autorów, jest jednoznaczna: przepławka na jazie elektrowni „Kamienna” powinna być gruntownie przebudowana. Należy ją przedłużyć, zmniejszając znacznie

spadek, a wejście do niej przenieść w pobliże wylotu wody z elektrowni.

Podziękowania

Autorzy dziękują Panom Dariuszowi Wrzoskowi z Pomorskiego Zespołu Parków Krajobrazowych oraz Jerzemu Papiernikowi i Zbigniewowi Buguckiemu z Drawieńskiego Parku Narodowego za pomoc w połowach oraz instalacji i obsłudze licznika.

Literatura

- Arndt G.M., Gessner J., Bartel R. 2006 – Characteristics and availability of spawning habitat for Baltic sturgeon in the Odra River and its tributaries – J. Appl. Ichthyol. 22 (Suppl. 1): 172-181.
- Bartel R. 1993 – Anadromous fishes in Poland – Bull. Sea Fish. Inst. 1: 3-15.
- Bartel R. 2001a – Return of salmon back to Polish waters – Ecohydrol. Hydrobiol. 1: 377-392.
- Bartel R. 2001b – The restoration of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Poland – Arch. Ryb. Pol. 9: 219-228.
- Baumgartner L.J., Bettanin M., McPherson J., Jones M., Zampatti B., Beyer K. 2012 – Influence of turbidity and passage rate on the efficiency of an infrared counter to enumerate and measure riverine fish – J. Appl. Ichth. 28: 531-536.
- Bontemps S. 1995 – Wstępowanie troci do Drwęcy – Rocz. Nauk. PZW 8: 53-74.
- Borkowska M. 1990 – Elektrownia wodna Kamienna-Głusko na Drawie. Dokumentacja historyczno-architektoniczna – P.P. Pracownie Konserwacji Zabytków, Pracownia Dokumentacji Naukowo-Historycznej, Szczecin.
- Chełkowska B., Chełkowski Z. 1974 – Gospodarka łososiem Drawy w XXX-leciu PRL – Gosp. Ryb. 7: 16-20.
- Chełkowski Z. 1986 – Łosoś w Drawie (XX) – Gosp. Ryb. 10: 18-20.
- Chełkowski Z. 1988 – Łosoś w Drawie (XXII) – Gosp. Ryb. 6: 17-18.
- Chełkowski Z., Chełkowska B. 1985 – Łosoś w Drawie (XIX) – Gosp. Ryb. 11: 7-9.
- Dębowski P., Gancarczyk J. 1998 – Łosoś znowu w Drawie? – Komun. Ryb. 2: 26-27.
- Dębowski P., Sikora B., Miller M., Wrzosek D., Bernas R. 2008 – Automatyczne liczniki ryb w rzece Stupi: jesienna migracja troci w 2006 roku – W: Mokwa M. i Wiśniewolski W. (red.) Ochrona ichtiofauny w rzekach z zabudową hydrotechniczną. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne: 175-179.
- Dębowski P., Terlecki J., Gancarczyk J., Martyniak A., Kozłowski J., Wziątek B., Hliwa P. 2000 – Ichtyofauna rzek Drawieńskiego Parku Narodowego – Rocz. Nauk. PZW. 13: 87-108.
- FAO/DVWK 2002 – Fish passes – Design, dimensions and monitoring – Rome, 119 p.
- HELCOM. 2011 – Sea trout and salmon populations and rivers in Poland – HELCOM assessment of salmon (*Salmo salar*) and sea trout (*Salmo trutta*) populations and habitats in rivers flowing to the Baltic Sea – Balt. Sea Environ. Proc. 126B: 1-59.
- <http://www.riverwatcher.is/>
- <http://www.riverwatcher.is/Features/Technicalspecifications/>
- Kaj J. 1953 – Restytucja łososia (*Salmo salar* L.) w rzekach polskich w oparciu o jego naturalne tarliska w rzece Drawie i Głdzie – Rocz. Nauk. Roln. 67, B, 1; 111-121.
- Kaj J. 1954 – Występowanie i zasięg wędrówek łososi i troci w rzekach Pomorza Zachodniego – Rocz. Nauk. Roln. 68, B, 4: 537-556.
- Larinier M. 2008 – Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France – Hydrobiologia 609: 97-108.
- Lucas M.C., Baras E. 2000 – Methods for studying spatial behaviour of freshwater fishes in the natural environment – Fish and Fisheries, 1: 283-316.
- Nyk J., Połomski S., Rochowicz A., Domagała J. 2004 – Funkcjonowanie przepławki dla ryb na rzece Wieprzy w Darłowie cz.II. Rocz. Nauk. PZW 17: 111-120.
- Przybył A. 1976. Występowanie i możliwości zachowania dwuśrodowiskowych ryb anadromicznych w zlewni środkowej Warty – Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, Ser. C – Zoologia 29: 7-38.
- Santos J.M., Pinheiro P.J., Ferreira M.T., Bochechas J. 2008 – Monitoring fish passes using infrared beaming: a case study in an Iberian river – J. Appl. Ichthyol. 24: 26-30.

- Shardlow T.F., Hyatt K.D. 2004 – Assessment of the counting accuracy of the Vaki infrared counter on chum salmon – N. Am. J. Fish. Manage. 24: 249-252.
- Sych R. 1998 – Program restytucji ryb wędrownych w Polsce – od genezy do początków realizacji – W: Bioróżnorodność w środowisku wodnym. (red.) M. Kraska. Idee Ekologiczne Tom 13, Ser. Szkice 7: 71-86.
- Therrien J., Bourgeois G. 2000 – Fish passage at small hydro sites – Report by Genivar Consulting Group for CANMET Energy Technology Centre, Ottawa: 1-114.
- Washburn E., Gregory J., Claburn P. 2008 – Development of a fish counting system for fish passes – Environment Agency, Rio House, Waterside Drive, Aztec West, Almondsbury, Bristol, BS32 4UD, Science Report – SC050022/SR1: 1-28.
- Wiśniewolski W. 2003 – Możliwości przeciwdziałania skutkom przegradzania rzek i odtwarzania szlaków migracji ryb – Acta Hydrobiol. 6, Suppl.: 45-64.
- Wiśniewolski W. 2008 – Ekspertyza ichtiologiczna dotycząca określenia warunków jakie powinna spełniać konstrukcja przepławki dla ryb na jazie Elektrowni Wodnej Kamienna, w km 32+500 biegu rzeki Drawa – Piaseczno: 1-37.
- Wiśniewolski W., Augustyn L., Bartel R., Depowski R., Dębowski P., Klich M., Kolman R., Witkowski A. 2004 – Restytucja ryb wędrownych a drożność polskich rzek – WWF Polska, Warszawa: 1-42.
- Witkowski A., Kotusz J., Baran M., Błachuta J., Napora K. 2004 – Obserwacje nad przechodzeniem ryb przez przepławkę „Wały Śląskie” na Odrze – Komun. Ryb. 3: 1-4.

Przyjęto po recenzji 01.07.2013 r.

FUNKCJONOWANIE PRZEPŁAWKI NA JAZIE ELEKTROWNI „KAMIENNA” NA RZECE DRAWIE

Piotr Dębowski, Jarosław Gancarczyk

ABSTRACT. The dam of hydropower station “Kamienna” on Drawa River, 32 km from its mouth, is the first barrage from the sea. It's regarded as the end of migration of anadromous fishes in the river system despite of a fish pass built together with the dam one hundred years ago. The aim of the study was to determine effectiveness of the fish pass. Two methods were applied: occasional catch in the fish pass barred from upper water (1997-98 years) and an automatic fish counter Riverwatcher VAKI Aquaculture Systems Ltd. operated between September 2008 and June 2010. There was no distinct fish migration through the fish pass. Only individuals of different species were detected with higher intensity in late spring. Most of fish were small. A few big fish migrating in autumn were recognized as sea trout. Big difference in the ichthyofauna above and below the dam suggests that it prevents exchange between them. Results confirm inefficiency of the fish pass.

Keywords: dam, fish migration, fish pass, fish counter