

Terenowe badania funkcjonowania przepławki dla ryb na zbiorniku Michalice

Robert Kasperek

Uniwersytet Przyrodniczy, Wrocław

Mirosław Wiatkowski

Uniwersytet Opolski

1. Wstęp

Przepławki są rzecznymi budowlami lub urządzeniami, które powinny umożliwiać rybom wędrownym w drodze na tarło i z powrotem, przejście przez zaporę, stopień piętrzący, elektrownię, wodospad, i są uznawane za urządzenia specjalne przy tych budowlach. Składa się ona zwykle z szeregu umieszczonych kaskadowo basenów, niekiedy z rynien o dużym spadku, wyciągów podnoszonych mechanicznie (podnośnie komorowe), śluz, przez które przepływa woda. Przepływ wody i to dość obfity jest niezbędny, gdyż inaczej ryby te nie znajdują kierunku płynięcia w górę rzeki. Zamiast budowy przepławek, co do działania których istnieją czasami poważne zastrzeżenia, stosuje się sztuczne zarybianie oddzielnych stanowisk w rzece. Pewne gatunki ryb, m.in. łososiowate i jesiotrowate, najbardziej poszukiwane na rynku, żyją w morzu lub przy ujściach rzek, a w celu rozmnażania udają się w górę rzek, gdzie składają ikrę. Wędrówka ta nazywa się migracją ryb. Jeżeli rybom tym nie umożliwi się przejścia na wody płytkie o odpowiedniej temperaturze, to nie złożą one ikry, co grozi wyginięciem danego gatunku. Każda budowla piętrząca stanowi więc przeszkodę migracji, a wysokie zapory w ogóle ją uniemożliwiają. Mimo budowy przepławek często funkcjonują one nieprawidłowo. Ryby mają problemy ze znalezieniem wlotu do przepławek, tracą wiele energii i czasu by do nich trafić. Autorzy przeprowadzili badania funkcjonowania przepławki Michalice, ocenili jej podstawowe parametry hydrauliczne i konstrukcyjne, oraz wykonali analizę po-

równawczą wyników pomiarów terenowych z wytycznymi, jakim powinny odpowiadać prawidłowo i skutecznie działające przejścia dla ryb.

2. Regulacje prawne

Unijne i krajowe regulacje prawne związane z ochroną wód śródlądowych i ekosystemu wodnego [7], 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, że „Woda nie jest produktem handlowym takim jak każdy inny, ale raczej dziedzicznym dobrem, które musi być chronione i traktowane jako takie”.

W Polsce szczegółowe cele gospodarki wodnej formułuje Prawo Wodne z 2001 r. [6], m.in. w zakresie ochrony zasobów wodnych przed zanieczyszczeniem, niewłaściwą lub nadmierną eksploatacją oraz w zakresie tworzenia warunków dla energetycznego, transportowego oraz rybackiego wykorzystania wód. W ustępie 1 i 2 artykułu 63 Prawa Wodnego jest mowa, że:

1. Przy projektowaniu, wykonywaniu oraz utrzymywaniu urządzeń wodnych należy kierować się zasadą zrównoważonego rozwoju, a w szczególności zachowaniem dobrego stanu wód i charakterystycznych dla nich biocenoz, potrzebą zachowania istniejącej rzeźby terenu oraz biologicznych stosunków w środowisku wodnym i na terenach podmokłych.
2. Budowle piętrzące powinny umożliwiać migrację ryb, o ile jest to uzasadnione lokalnymi warunkami środowiska.

Również polskie Rozporządzenie z 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie, w paragrafie 18, następująco precyzuje potrzebę ochrony ryb w wodach śródlądowych, tj. „Budowle piętrzące przegradzające rzekę wyposaża się w urządzenia zapewniające swobodne przedostawanie się ryb przez przeszkodę, o ile jest to uzasadnione warunkami lokalnymi, a zbiorniki wodne kształtuje się tak, aby pozostawić ostoje i tarliska dla ryb”.

3. Charakterystyka badanego obiektu

Zbiornik Michalice jest zlokalizowany w środkowym biegu rzeki Widawy, ok. 1,5 km od miasta Namysłów (woj. opolskie, rys. 1). Został on oddany do eksploatacji w 2001 r., i jest drugim na tej rzece, oprócz zbiornika Stradomia położonego w górnym biegu rzeki. Widawa jest nizinnym prawobrzeżnym dopływem Odry i uchodzi do niej we Wrocławiu. Całkowita powierzchnia jej zlewni wynosi 1760 km². Spadek rzeki w rejonie Namysłowa waha się w grani-

cach 0,3÷0,5‰. Widawa na terenie gminy Namysłów jest kontrolowana za pomocą wodowskazów umieszczonych: w strefie cofkowej zbiornika Michalice, przy zaporze czołowej tego zbiornika oraz przy moście w Namysławie.

Przepływy charakterystyczne i prawdopodobne w Widawie w przekroju zbiornika Michalice są następujące:

- przepływ dozwolony $Q_{\text{doz}} = 7,5 \text{ m}^3/\text{s}$,
- przepływ dopuszczalny $Q_{\text{dop}} = 18,14 \text{ m}^3/\text{s}$,
- przepływ nienaruszalny $Q_n = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}$,
- przepływ średni roczny $SSQ = 2,26 \text{ m}^3/\text{s}$,
- przepływ średni niski $SNQ = 0,58 \text{ m}^3/\text{s}$,
- $Q_{1\%} = 18,14 \text{ m}^3/\text{s}$,
- $Q_{0,5\%} = 18,63 \text{ m}^3/\text{s}$.

Zapora zbiornika Michalice jest obiektem IV klasy ważności. Całkowita długość zapory wynosi 455 m wraz z urządzeniami zrzutowymi. Przekrój zapory jest trapezowy. Nachylenie skarp od strony odpowietrznej 1:2,5, od strony odwodnej 1:3,5. Skarpa odpowietrzna ubezpieczona jest przez humusowanie i obsiew. Od strony odwodnej skarpa ubezpieczona narzutem kamiennym przechodzącym w parapet. Po koronie zapory poprowadzono drogę o nawierzchni asfaltowej. Przy stopie skarpy odpowietrznej wykonano rów opaskowy z odprowadzeniem do niecki przelewu i upustu. Zapora wykonana jest z materiału miejscowego – piaski gliniaste. Rzędna korony zapory wynosi 155,70 m n.p.m., a maksymalna wysokość 4,0 m. Na zaporze założono 3 przekroje pomiarowe z reperami powierzchniowymi i wgłębными [2, 3].

Zbiornik Michalice jest jednym z 8 istniejących zbiorników małej retencji w województwie opolskim [8]. Główną jego funkcją jest transformacja fali powodziowej w Widawie oraz zapewnienie wody na potrzeby rolnictwa. Ponadto stwarza on warunki do wypoczynku i rekreacji.

Przepławka Michalice (rys. 2) jest konstrukcją żelbetową, składa się z ośmiu komór o wymiarach $2 \times 2 \text{ m}$, przedzielonych przegrodami o wysokości 1,15 m. W górnej części przegród wykonano przelewy o kształcie kołowym bądź trójkątnym, natomiast w dolnej części przegród są prostokątne otwory dla migracji ryb, o wymiarach $0,34 \times 0,36 \text{ m}$. W przegrodach sąsiadujących ze sobą otwory odpływowe są wykonane naprzemiennie, tak aby w każdej z komór była strefa spokojnej wody o małej prędkości przepływu do $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, gdzie ryby mogą odpoczywać. Natężenie przepływu wody kierowanego na przepławkę wg projektu powinno wynosić $0,19 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, przy rzędnej płyty dennej na wlocie 152,75 m n.p.m., rzędnej wlotu do przepławki 153,25 m n.p.m., i normalnym poziomie piętrzenia NPP 153,50 m n.p.m. Spadek dna wszystkich komór jest rzędu 1‰, a różnica położenia zwierciadła wody między górnym i dolnym sta-

nowiskiem przepławki 2,70 m. W Instrukcji zbiornika Michalice [2, 3] przyjęto, że przepławka powinna być czynna w okresie od 15.03 do 31.10, a w pozostałym okresie na jej wejściu i wylocie zakładane są szandory.



Rys. 1. Lokalizacja zbiornika Michalice na rzece Widawie

Fig. 1. Location of Michalice reservoir on Widawa river

Z dostępnych materiałów dotyczących aktualnego stanu ichtiofauny w rzece Widawie oraz w zbiorniku Michalice (rys. 3) wynika, że znajdują się tu przedstawiciele krainy leszcza oraz brzany (gatunki karpiorowate wszędobylskie i reofilne-prądolubne) [1]. W górnym biegu rzeki, aż do zbiornika Michalice, gdzie dno jest piaszczysto-muliste, koryto uregulowane, występują gatunki stagnofilne i ubikwistyczne, osiągające największe zagęszczenia w wodach stojących. Poniżej zbiornika Michalice rzeka ma charakter krainy brzany z gatunkami reofilnymi (kleń, jaź, jelec, koza złotawa i boleń). W ostatnim stuleciu na obszarze zlewni Widawy oraz w środkowym biegu Odry wyginęły m.in. jesiotr ostronosy, łosoś atlantycki, aloza, stynka, ciosa, piekielnica i minóg morski. Na wyginieciu są: pstrąg potokowy, troć wędrowna, sum, certa, koza złotawa i minóg rzeczny. Od 2001 roku następuje zarybianie rzeki Widawy i zbiornika karpem, amurem, szczupakiem, sandaczem, węgorzem, jaziem i sumem.

4. Wyniki badań i dyskusja

Autorzy przeprowadzili badania na przepławce Michalice w okresie 2006-2008. Dotyczyły one m.in.:

- obserwacji, w jakich okresach przepławka pracowała, a w jakich była nieczynna,
- pomiarów - we wszystkich ośmiu komorach przepławki, na przelewach i w otworach odpływowych - prędkości wody, głębokości wody, natężenia przepływu wody w przepławce [4],
- pomiarów temperatury wody, zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie i nasycenia tlenem,
- oceny, które komory były nasłonecznione, a które zacienione,
- oceny, czy przelewy były zatopione czy niezatopione,
- obserwacji, w jaki sposób układał się nurt wody w przepławce.



Rys. 2. Przepławka na zbiorniku Michalice (Foto M. Wiatkowski, 2007)

Fig. 2. Fish pass on Michalice reservoir (Photo M. Wiatkowski, 2007)

Z badań wynika, że na przykład w roku 2006 przepławka pracowała następująco:

- w styczniu, lutym i 16 marca nie działała,
- 27.03 pracowały przelewy na przegrodach, wskutek wezbrania na Widawie,
- w kwietniu, grubość wody h_p na przelewie I-szej przegrody wynosiła 2 cm,
- w maju $h_p = 8$ cm,
- w czerwcu
- w lipcu nie działała,

- w sierpniu $h_p = 6$ cm,
- we wrześniu również $h_p = 6$ cm,
- w październiku $h_p = 3$ cm,
- w listopadzie nie działała,
- w grudniu nie działała.



Rys. 3. Ryby na wejściu do przepławki Michalice od wody dolnej (Foto R. Kasperek, 2008)

Fig. 3. Fishes on entry to Michalice pass from tail water (Photo R. Kasperek, 2008)

Natężenie przepływu wody w przepławce wykonano w czerwcu 2008 r. przez podstawienie wycechowanego naczynia i pomiar czasu napełnienia, oraz przy pomocy przelewów i otworów na przegrodach. Wydatek przepławki obliczony ww. metodami był taki sam i wynosił $6 \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$, co jest znacznie mniej niż projektowane $190 \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$.

Z pomiarów głębokości wody (tab. 1) w poszczególnych komorach wynika, że największe były w I-szej i II-giej (idąc w dół przepławki), odpowiednio 42 cm i 36 cm. W pozostałych sześciu komorach były one znacznie niższe i zmieniały się od 3 cm do 11 cm.

Prędkości wody w komorach zmieniały się od $0,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $0,57 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, na przelewach od $0,284 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $0,482 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, i w otworach od $0,204 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $0,305 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Trzy pracujące przelewy na przegrodach 1, 2 i 3 były nie zatopione.

Temperatura wody w komorach zmieniała się od $22,2^\circ\text{C}$ do $22,8^\circ\text{C}$. Odczyn wody pH był rzędu 8,6 (na wylocie na górną wodę) – 8,4 (na wlocie od

dolnej wody). Zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie oscylowała między 8,00 mg O₂·dm⁻³ (komora V) a 8,78 O₂·dm⁻³ (komora I). Nasylenie tlenem najwyższe było w komorach I, II i III, odpowiednio 102,8÷104%; 101,2% i 100,7%, do których jedynie docierało słońce. Pozostałe komory były zacienione, a nasylenie wahało się od 96% do 98%.

Tabela 1. Wartości wybranych cech fizykochemicznych wody i parametrów strumienia w przepławce Michalice

Table 1. Values of selected physical-chemical parameters of water parameters and parameters of stream in Michalice fish pass

Nr komory No. of chamber	h (cm)	Δh (cm)	v (m·s ⁻¹)	t (°C)	pH	S	N (%)	Ś
Wylot na górną wodę, outlet	65	53			8,6			
I	42	34	0,11-0,40	22,7-22,8		8,75-8,78	102,8-104,0	Jest
II	36		0,06-0,43	22,6		8,66	101,2	Jest
III	7	57	0,22-0,50	22,6		8,57	100,7	Jest
IV	6	30	0,26	22,2		8,50	98,4	Brak
V	11	27	0,31	22,3		8,00	93,0	Brak
VI	6	28	0,31-0,57	22,5		8,35	98,0	Brak
VII	3	31	0,25	22,5		8,40	98,3	Brak
VIII	5	23	0,27	22,4		8,42	97,8	Brak
Wlot od dolnej wody, inlet	18	28		22,6	8,4	8,26	96,6	Brak

gdzie: *h* – głębokość wody, *flow depth*, *Δh* – różnica wysokości położenia zwierciadła wody w komorach, *height difference of water surface elevation in chambers*, *v* – prędkość przepływu, *flow velocity*, *t* – temperatura wody, *water temperature*, *pH* – odczyn wody, *water reaction*, *S* – zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie, *content of dissolved oxygen in water (mg O₂dm⁻³)*, *N* – nasylenie tlenem, *oxygenation*, *Ś* – naświetlenie, *exposure*

6. Wnioski

Prawidłowe funkcjonowanie przepławek dla ryb ma miejsce wtedy, gdy spełnione są podstawowe zasady ich konstruowania, opracowane przez badaczy, w czasie wieloletnich pomiarów na modelach fizycznych i numerycznych [5, 9]. Przepławka Michalice typu komorowego na rzece Widawie pełni ważną rolę, gdyż umożliwia migrację ryb dwuśrodowiskowych w górę rzeki przez zaporę zbiornika. Z własnych badań terenowych na tej przepławce, przeprowadzonych w latach 2006÷2008, wynikają następujące wnioski i zalecenia:

- Prędkości wody wzdłuż przepławki są zróżnicowane. Występują zarówno strefy o szybko płynącej wodzie, jak i strefy spokojnej wody, gdzie ryby mogą odpoczywać. Z pomiarów prędkości w różnych miejscach komór i przegród wynika, że najniższe są rzędu $0,06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, a najwyższe dochodzą do $0,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Obserwacje przepływu wody wzdłuż przepławki oraz analiza zmienności prędkości wskazują, że nurt w niektórych komorach zanika, co może prowadzić do utraty orientacji przez ryby.
- Różnice położenia zwierciadła wody w poszczególnych komorach są wysokie, rzędu 23÷57 cm, i powodują, że ryby mają duże trudności z przedostawaniem się do komór wyżej położonych.
- Przelewy kołowe w przegrodach między komorami są nie zatopione i działają prawidłowo.
- Dno komór jest betonowe. Autorzy zalecają jego wyłożenie materiałem rzeczny z Widawy - przyjaznym dla ryb – tj. piaskiem, żwirem i otoczkami.
- Głębokości wody są bardzo zróżnicowane i zmieniają się od 3 cm do 42 cm. Są one zdecydowanie za małe – dotyczy to przede wszystkim komory III, IV, V, VI, VII i VIII -i nie spełniają warunków dla prawidłowego bytowania i migracji ryb w przepławce.

Badania fizykochemiczne wody w przepławce wskazują, że:

- Odczyn jest alkaliczny, rzędu 8,4÷8,6.
- Zawartość rozpuszczonego tlenu w wodzie waha się od $8,00 \text{ mg O}_2 \text{dm}^{-3}$ do $8,79 \text{ mg O}_2 \text{dm}^{-3}$. Najwyższe wartości odnotowano w komorach I, II i III, do których dociera światło słoneczne ($8,57 \div 8,78 \text{ mg O}_2 \text{dm}^{-3}$), a najniższe tam, gdzie jest jego brak (komory IV, V, VI, VII i VIII; $8,00 \div 8,42 \text{ mg O}_2 \text{dm}^{-3}$). Również nasycenie tlenem najwyższe jest w komorach dobrze naświetlonych, rzędu 100,7÷104,0%, a najniższe w zacienionych (93,0÷98,4%).

Autorzy planują również prowadzenie monitoringu migracji ryb na przepławce Michalice, celem oceny skuteczności jej działania oraz opracowania naukowych konstrukcyjno-hydraulicznych podstaw dla prawidłowego działania przepławek typu komorowego.

Reasumując, należy stwierdzić, że ostatnie obserwacje autorów z czerwca i lipca 2008 r. na przepławce Michalice wskazują, że jej skuteczność jest niewielka. Głównymi przyczynami są za małe głębokości wody na wejściu do przepławki od dolnej wody oraz w komorach, a także za niskie jej zasilanie lub jej brak. Jest to bardzo ważne w okresie wędrówek oraz tarła ryb.

Wg autorów gospodarka wodna na zbiorniku Michalice powinna uwzględniać również niezbędne zapotrzebowanie przepławki w wodę, szczególnie w ww. okresach.

Literatura

1. **Blachuta J. i inni:** *Środowiskowe uwarunkowania realizacji programu małej retencji wodnej w województwie dolnośląskim – prognoza*. Wrocław 2006.
2. *Instrukcja eksploatacji i utrzymania zbiornika retencyjnego Michalice, cz. I,II,III,IV,V*. Namysłów (wyk. Dziuba A.), 2000.
3. *Instrukcja gospodarowania wodą na zbiorniku Michalice* (wyk. Dziuba A.), Namysłów 2006.
4. **Kasperek R., Wiatkowski M.:** *Pomiary rozkładu prędkości w komorach przepławki dla ryb na zbiorniku Michalice*. Wrocław-Opole 2008.
5. **Krüger F., Labatzki P., Steidl J.:** *Naturnahe Gestaltung von Fischaufstiegsanlagen; Beispiele in Brandenburg*. Wasserwirtschaft/Wassertechnik, 1/93, 27-33, 1993.
6. Prawo Wodne. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. oraz ustawa zmieniająca z 3 czerwca 2005 r.
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie wymagań jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych. Dz. U. nr 176, Poz. 1455.
8. **Wiatkowski M., Głowski R., Kasperek R., Kościański S.:** *Ocena sposobu użytkowania zbiorników zaporowych małej retencji na terenie województwa opolskiego*. Nauka Przyroda Technologie, Melioracje i Inżynieria Środowiska, Tom 1, Zeszyt 2, Poznań, 249-257, 2007.
9. **Żbikowski A., Żelazo J.:** *Ochrona środowiska w budownictwie wodnym, Materiały informacyjne*. Ministerstwo Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa 1993.

Field Studies of Fish Pass Operation on Michalice Reservoir

Abstract

The Michalice fish pass of chamber type on Widawa river (right tributary of Odra river, downstream Wrocław city) plays important function – enables two-environmental fish migration through the reservoir dam. From the field observations of this fish pass, performed by Kasperek and Wiatkowski in years 2006-2008, the following conclusions and recommendations appear:

- Flow velocities along fish pass are diversified. There are both the zones of speed flow, and the quiet zones, where fishes can relax. Flow velocity measurements in different places of chambers show: the lowest are about $0.06 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, and the highest about $0.6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. The observations of water flow along fish pass and analysis of velocity variation showed that midstream in some chambers dies, and cause loss of fish orientation.
- Differences of water surface elevation in several chambers are high, about 23-57 cm. Fishes have the big problems with migration to chambers upstream.
- Circular overflow in fish-weirs between chambers are not inundated and work correctly.
- Chamber bed is made of concrete. Authors recommend to put on fish pass bed fluvial sediment from river Widawa, which is amicable for fishes, e.g. sand, gravel and cobbles.
- Flow depths are very diversified and vary from 3 cm to 42 cm, and are decidedly small, it concerns first of all the chamber No. III, IV, V, VI, VII and VIII, and don't satisfy the conditions for correct behavior and migration of fishes in pass.

Physical-chemical analyses of water in the fish pass showed that:

- Reaction is alkaline, about 8.4-8.6.
- Contents of dissolved oxygen in water oscillates from $8.00 \text{ mg O}_2\text{dm}^{-3}$ to $8.79 \text{ mg O}_2\text{dm}^{-3}$. The highest values have been noted in chamber No. I, II and III, which are insulated ($8.57\text{-}8.78 \text{ mg O}_2\text{dm}^{-3}$), and the lowest in chambers with lack of light (No. IV, V, VI, VII and VIII; $8.00\text{-}8.42 \text{ mg O}_2\text{dm}^{-3}$). The oxygen saturation is also the highest in chambers with good exposure (100.7-104.0%), and the lowest in shadow (93.0-98.4%).

Authors plan monitoring of the fish migration on Michalice pass, in order to estimate its operation efficiency and to elaborate scientific constructional and hydraulic principles for correct work of chamber type fish passes.

Reassuming, should be stated that the last observations of authors made on June and July of 2008 on Michalice fish pass show that its efficiency is small. The main causes are too low water depth at the entrance to fish pass to tail water and inside of chambers, and also too low water supply of pass or lack of it. It is very important during fish migration and spawning time. In authors' opinion water management on Michalice reservoir should take into account also demand for water requirement by the fish pass, particularly during mentioned periods.