

*Marian Mokwa, Krzysztof Tarnawski*

## **OCENA HYDRAULICZNA DZIAŁANIA PRZEPLAWKI DLA RYB PRZY STOPNIU WODNYM BRZEG DOLNY**

---

### ***ASSESSMENT OF THE BRZEG DOLNY DAM FISHPASS HYDRAULIC PERFORMANCE***

#### **Streszczenie**

Stopień wodny Brzeg Dolny, wybudowany w 1959 roku składa się z pięcioprzęsłowego jazu, śluzy, elektrowni oraz przepławki dla ryb. Przepławka jest konstrukcją komorowej schodkowej, w której dno każdej kolejnej komory licząc od wlotu na górnej wodzie, jest obniżone o około 30 cm w stosunku do poprzedniej. Przepławka składa się z 26 komór oddzielonych od siebie pionowymi ścianami z przelewami (górnymi) i otworami przesmykowymi (dolnymi) umieszczonymi naprzemiennie. Doprowadzenie wody na stanowisku górnym odbywa się przez cztery otwory z zasuwami rozmieszczone obok siebie z przewyższeniem co 30 cm. Przepławka połączona jest ze stanowiskiem dolnym trzema otworami rozmieszczonymi jeden nad drugim. Taki układ doprowadzenia i odprowadzenia wody z przepławki umożliwia jej działanie w dużym zakresie zmienności poziomu wody górnej i dolnej.

Przeprowadzone pomiary w naturze oraz analiza hydrauliczna działania przepławki umożliwiły ocenę jej działania w warunkach zmienionego poziomu piętrzenia z rzędnej 108,00 m npm do 107,50 m npm oraz obniżonego poziomu wody dolnej będącej skutkiem erozji dna. Badania wykazały, że przepławka zachowała dotychczasową swoją funkcję. W pracy przedstawiono także wskazania poprawy funkcjonowania przepławki poprzez przebudowanie jej na szczelinową oraz zamontowanie barier elektryczno-elektronicznych, chroniących ryby przed dostawianiem się do turbin i kierujących je do przepławki.

**Słowa kluczowe:** Stopień w Brzegu Dolnym, przepławka komorowa, drożność Odry

### **Summary**

*The Brzeg Dolny Dam functioning since the year 1959 consists of a five-gate weir, sluiceway, powerhouse and a fishpass. The concrete pool pass has 26 chambers separated by vertical cross-walls each with one top notch and one submerged bottom orifice positioned alternately. The bottom of each following chamber, beginning from the inlet, drops by approx. 30 cm. Connection with tailwater is available through 3 entrances one above the other, what enables water supply within a wide range of head- and tailwater levels.*

*Field studies and hydraulic analysis of the pass permitted to estimate its operation effectiveness confronted with the changed water level on the weir from 108.00 m.a.s.l. to 107.50 m.a.s.l. and lowered tailwater level due to river bottom erosion. The study showed that the fishpass sustained its function. This paper also presents recommendations towards the improvement of the pass functioning by its conversion into vertical slot pass and by the use of electric-electronic barriers protecting fishes from getting into turbines and directing them to the pass.*

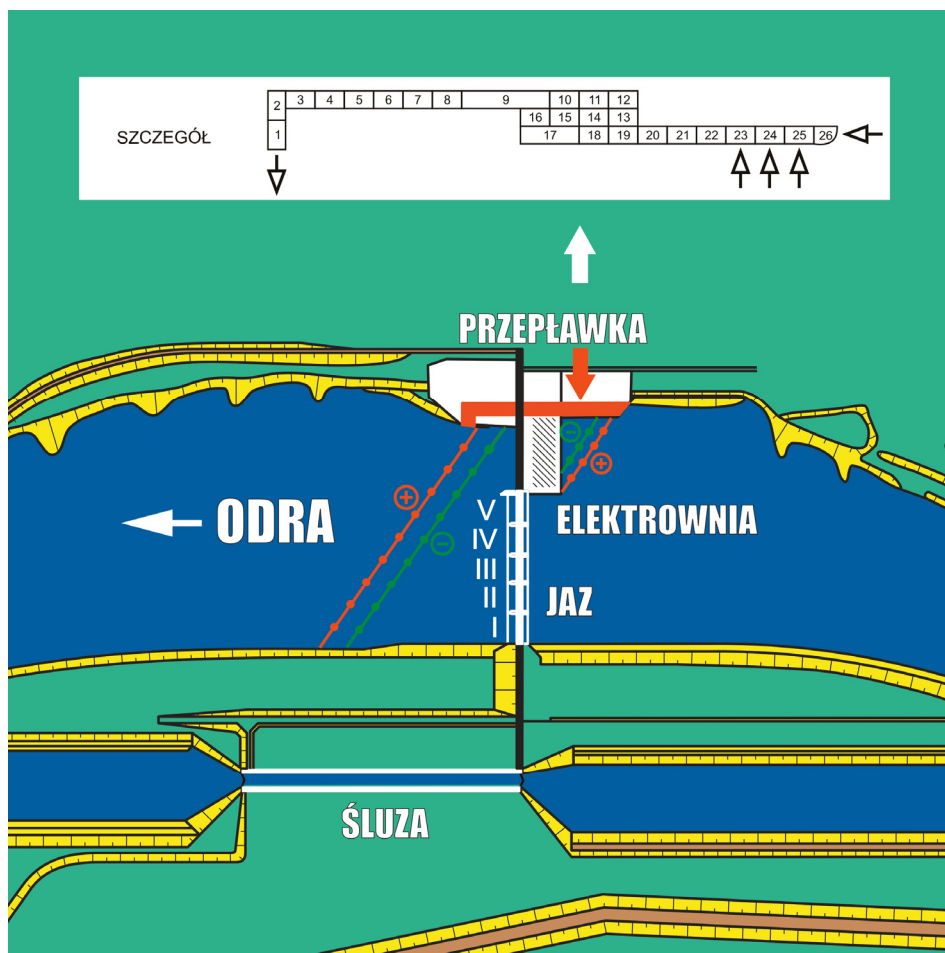
**Key words:** *Brzeg Dolny Dam, pool pass, the Odra River continuity*

### **WSTĘP**

Drożność podłużna koryta rzecznego dla ryb, innych organizmów, osadów itp. to jedna z podstawowych cech prawidłowo funkcjonującej doliny rzecznej. Odra i jej dopływy zostały przegrodzone ponad 300 progami, jazami lub zaporamai [Kotusz i in. 2006], które utrudniają lub całkowicie uniemożliwiają wędrówki ryb dwuśrodowiskowych, a także rezydentalnych reofilnych ryb do ich dawniejszych terenów tarliskowych [Witkowski 2004]. Sforsowanie tych przeszkód przez część ryb jest możliwe tylko w okresie wysokich stanów wody, kiedy otwierane są zasuwy jazów lub podczas śluzowania statków [Lubieniecki 2003]. Programy zakładające restytucję jesiotrów, łososi, cietrzyc czy renaturyzację ekosystemów narzucają konieczność podjęcia prób udroźnienia dorzecza Odry. W związku z tym realna stała się szansa przywrócenia Odrze i niektórym jej dopływom gatunków ryb, które naturalnie występowały tu przed kilkudziesięciu laty [Witkowski 2002]. Stopień wodny Brzeg Dolny w km 281+600 biegu rzeki (licząc od ujścia Opawy) jest pierwszą przegrodą od morza, która stoi na drodze migracji ryb w górę Odry i jej dorzecza. Sprawność funkcjonowania przepławki przy tej budowli ma więc kluczowe znaczenie dla zachowania podstawowej ciągłości ekologicznej korytarza Odry.

### **PODSTAWOWE DANE O STOPNIU WODNYM BRZEG DOLNY**

Stopień Brzeg Dolny na wysokości miejscowości Wały został oddany do użytkowania w 1959 r. W jego skład (rys. 1) wchodzi jaz z pięcioma przesłami o świetle 23 m każde, zamykanymi zasuwami powłokowymi z obrotowymi kłapami podłużnymi.



**Rysunek 1.** Plan sytuacyjny stopnia Brzeg Dolny z przepławką dla ryb (oraz szczegół przepławki) z zaznaczonymi barierami elektryczno – elektronicznymi do kierowania ryb

**Figure 1.** Outlook plan of the Brzeg Dolny Dam with marked electric – electronic barriers for fish directing

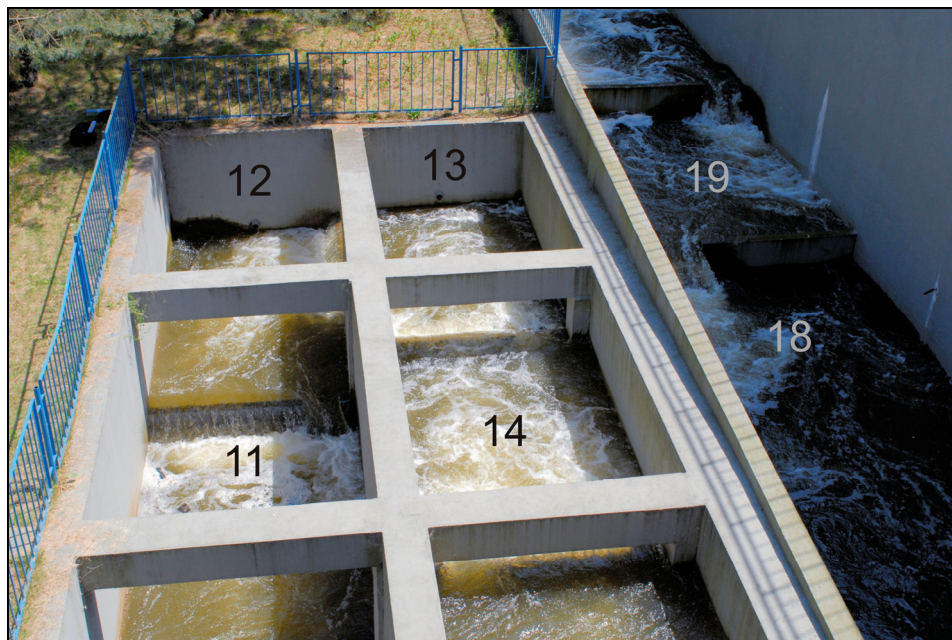
Lewy przyczółek jazu połączony jest z wałem rozdzielczym usytuowanym wzdłuż kanału żeglugowego. Na kanale żeglugowym zlokalizowana jest śluza jednokomorowa długości 220 m i szerokości 12 m, zamykana wrotami wspornymi, napelniana systemem czołowym. Przy stopniu funkcjonuje elektrownia wodna typu przepływowego wyposażona w cztery turbiny typu Kaplana, każda o średnicy 4,5 m, maksymalnym przepływie  $60 \text{ m}^3/\text{s}$  i mocy zainstalowanej 2.7 MW. Pobór wody dla elektrowni o maksymalnej wielkości  $240 \text{ m}^3/\text{s}$  w okresach

średnich i niskich przepływów Odry może powodować obniżenie poziomu wody powyżej budowli [Mokwa 1995]. W skład stopnia wodnego wchodzi również przepławka dla ryb typu komorowego-schodkowego z końca lat pięćdziesiątych XX w. (fot. 2). Użytkownikami przepławki przy stopniu Brzeg Dolny są Jeleniogórskie Elektrownie Wodne – Zespół Elektrowni Wodnych Wrocław. Dla omawianego stopnia przepływ najniższy wynosi  $NNQ = 33,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , średni niski  $SNQ = 66,9 \text{ m}^3/\text{s}$ , średni roczny  $SSQ = 170 \text{ m}^3/\text{s}$ . Do przepływu  $1300 \text{ m}^3/\text{s}$  możliwe jest utrzymanie stałego normalnego poziomu piętrzenia (NPP)  $108,00 \text{ m npm}$ , na który zaprojektowane zostały urządzenia stopnia. Przepływy wyższe skutkują wzrostem piętrzenia na jazie. W wyniku zmian eksploatacyjnych stopnia obniżeniu uległ poziom piętrzenia na stanowisku górnym, a wskutek erozji dna nastąpiło obniżenie poziomu wody dolnej. Na obecnym etapie eksploatacji stopnia wodnego Brzeg Dolny NPP ustalony został na rzędnej  $107,50 \text{ m npm}$ .



**Fotografia 1.** Wloty do przepławki od wody górnej (komory nr 25, 24, 23)  
(fot. M. Mokwa)

**Photo 1.** Headwater fishpass inlets (chambers no 25, 24, 23) (Photo: M. Mokwa)



**Fotografia 2.** Część górna przepławki (fot. M. Mokwa)

**Photo 2.** Fishpass upper part (Photo: M. Mokwa)

### PRZEPLAWKI TYPU KOMOROWEGO

Przepławki typu komorowego należą do najstarszych konstrukcji umożliwiających rybom wędrówkę w górę i w mniejszym stopniu w dół rzeki. Współczesne tendencje w budowie tego typu urządzeń jako najskuteczniejsze wskazują poprzeczne budowle hydrotechniczne naśladujące warunki naturalne [Błachuta 2007, Bojarski i in. 2005]. Dotychczas wykonywane przepławki na Odrze mają tradycyjną konstrukcję komorową schodkową, w której dno każdej kolejnej komory, licząc od góry, jest obniżone o około 0,30 m w stosunku do poprzedniej. Komory oddzielone są od siebie ścianami z przelewami górnymi i dolnymi otworami przesmykowymi umieszczonymi naprzemiennie przy lewej i prawej stronie przepławki. Otwory w przegrodach wymiarowane są w taki sposób, aby różnica poziomów wody w komorach odpowiadała różnicy poziomów dna. Drugim kryterium hydraulicznym determinującym wielkość otworów jest prędkość wypływającej wody, która powinna być dostosowana do gatunków ryb korzystających z przepławki. Minimalna szerokość otworu górnego w przepławkach dla ryb diadromicznych powinna wynosić: 0,60 m dla jesiotrów, 0,30–0,40 m dla łososi i troci wędrownych i 0,20 m dla pstrągów. Minimalna powierzchnia przesmyków dolnych powinna wynosić 0,20 m<sup>2</sup> dla jesiotrów (0,45 m x 0,45 m), 0,09–0,10 m<sup>2</sup> dla łososi i troci wędrownych oraz 0,04 m<sup>2</sup> dla pstrągów. Do zalet

przeprawek komorowych należy niewielki pobór wody potrzebny do ich działania (w zależności od wielkości otworów przesmykowych od 0,05 do 0,50 m<sup>3</sup>/s). Budowle tego typu muszą być systematycznie nadzorowane z powodu częstego zatykania się otworów przesmykowych niesionymi wodą przedmiotami. Uzasadnione jest kontrolowanie stanu przepławki co najmniej raz na dobę. Na okres występowania silnych wezbrań lub powodzi przepławka może być zamykana w celu niedopuszczenia do powstawania jej zamulenia i zanieczyszczenia.

Dopuszczalne prędkości wody w przepławkach dla podstawowych grup odrzańskiej ichtiofauny przedstawiają się następująco:

- ryby łososiowate (np. łosoś, troć) < 2 m/s,
- reofilne ryby karpiozate (np. boleń, kleń, brzana, certa) < 1,5 m/s,
- ryby małe i młode < 1 m/s.

Prędkości na wlocie od wody górnej nie powinny przekraczać 1,2 m/s, ponieważ ryby wypływając z przepławki są już zmęczone wędrówką pod prąd cieką, a w szczególności pokonaniem wszystkich komór przepławki. Natomiast prędkość wody wpływającej wylotem od strony wody dolnej może dochodzić do 1,9 m/s ponieważ ryby, namierzając drogę do pokonania przegrody, kierują się wytworzonym tam prądem wabiącym. Często najsilniejszy prąd wabiący ma woda wypływająca z turbin elektrowni. W związku z tym zaleca się lokalizowanie tam wlotu do przepławki, najlepiej przy granicy pola turbulencji wody wpływającej.

W sytuacji gdy wytworzenie prądu wabiącego jest trudne stosuje się bariery naprowadzające ryby do przepławki. Są one również stosowane od strony wody górnej, chroniąc ryby przed dostawaniem się do turbin elektrowni i kierując je do przepławki [Zioła, Malinowski 2008].

#### **CHARAKTERYSTYKA BADANEJ PRZEPLAWKI BRZEG DOLNY**

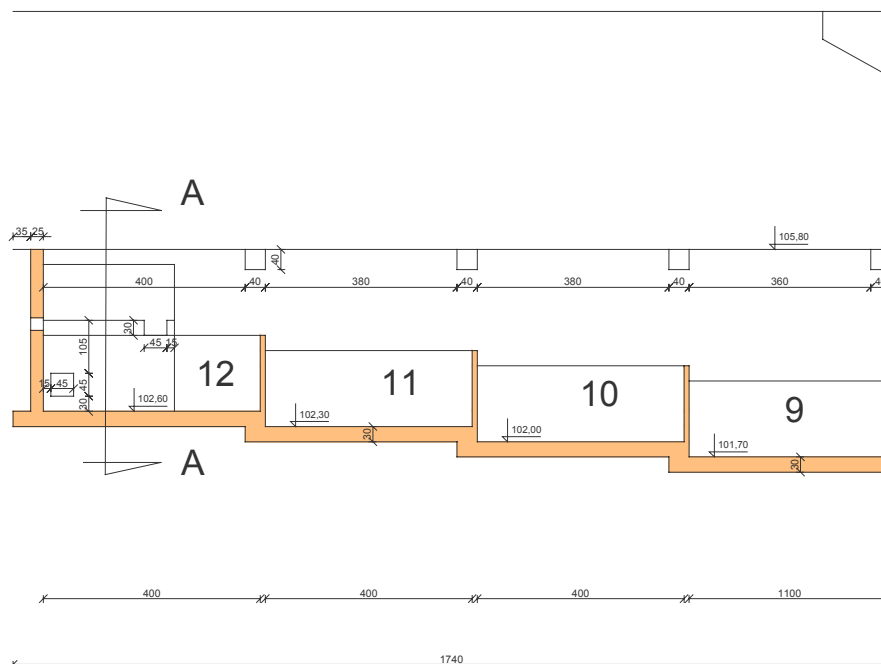
Rzędna dna komory nr 26 pierwszej od górnej wody jest równa 106,50 m nrm, a komory nr 1 pierwszej od dolnej wody 99,30 m nrm. Dno każdej następnej komory w stosunku do poprzedniej obniżone jest o 0,30 m (rys. 2 i 3). Doprrowadzenie wody do przepławki od strony stanowiska górnego (fot. 1) odbywa się przez cztery wloty do komór:

- nr 26 o rzędnej górnej krawędzi wlotu 108,30 m nrm,
- nr 25 o rzędnej górnej krawędzi wlotu 108,00 m nrm,
- nr 24 o rzędnej górnej krawędzi wlotu 107,70 m nrm,
- nr 23 o rzędnej górnej krawędzi wlotu 107,40 m nrm.

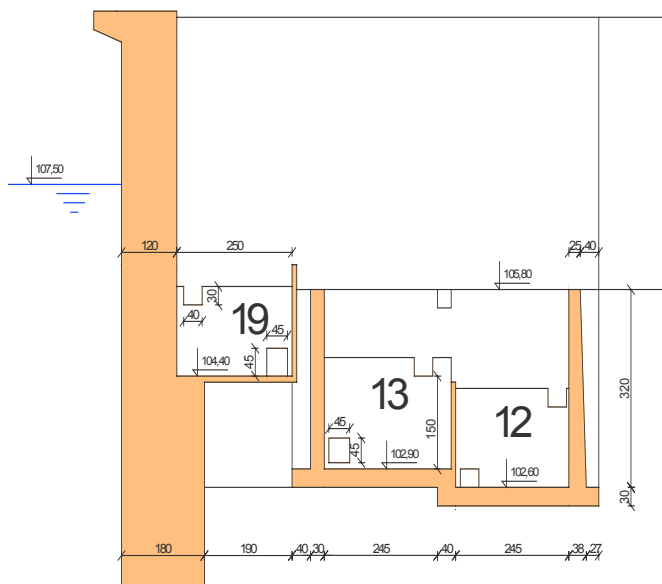
Światło wlotów regulowane jest pionowymi zasuwami podnoszonymi lub opuszczanymi manualnie poprzez wyciąg śrubowy. Wloty regulują ilość wody wpływającej do przepławki oraz stanowią otwór wejściowy i wyjściowy dla ryb. Ta druga funkcja narzuca zachowanie minimalnej wysokości otworów równej 0,45 m.

**Tabela 1.** Podstawowe parametry badanej przepławki  
**Table 1.** Main characteristics of the studied fishpass

ilość komór (numeracja od dolnego do górnego stanowiska) number of chambers	26
długość jednej komory chamber length	4,20 m
długość komory wypoczynkowej (nr 9 i 17) resting chamber length (no 9 and 17)	12,0 m
szerokość komory chamber width	2.50 m
wymiary otworu dolnego (przesmykowego) bottom orifice diameters	0,45 x 0,45 m
wymiary otworu górnego (przelewowego) top notch diameters	0,45 x 0,30 m
spad między dwoma kolejnymi komorami hydraulic drop between two sequencing chambers	0,3 m
wysokość przegród między komorami (przy napelnieniu) height of walls separating chambers (when full)	1,5 m
wymiary czterech otworów wlotowych od wody górnej diameters of four headwater inlets, upstreams	0,45 x 1,50 m
wymiary trzech otworów wlotowych od wody dolnej diameters of three tailwater entrances, downstreams	0,45 x 0,45 m.



**Rysunek 2.** Przekrój podłużny części przepławki  
**Figure 2.** Longitudinal section of a part of the fishpass



**Rysunek 3.** Przekrój A-A górnego stanowiska przepławki  
**Figure 3.** A-A section headwater-part of the fishpass

### ANALIZA HYDRAULICZNA I OCENA DZIAŁANIA PRZEPLAWKI

Badania terenowe przepławki przeprowadzono w czerwcu 2008 r. Polegały one na obserwacji funkcjonowania obiektu, wykonaniu pomiarów stanów i prędkości wody w głównych urządzeniach przepławki, dokumentacji fotograficznej obiektu oraz przeprowadzeniu wywiadu z pracownikami stopnia wodnego. W dniu pomiaru stan wody na wodowskazy górnym wynosił 107,40 m npm, a na wodowskazy dolnym 100,70 m npm. Poziom wody górnej był równy górnej krawędzi wlotu do komory nr 23. Średnie prędkości zmierzone w przekroju wlotowym w funkcji podniesienia zasowy przedstawiono poniżej (tab. 2):

**Tabela 2.** Średnie prędkości i wydatki otworu wlotowego  
**Table 2.** Mean velocities and discharges of the inlet

Wysokość otworu [m] Inlet height [m]	Prędkość w otworze [m/s] Velocity in the inlet [m/s]	Wydatek otworu [ m <sup>3</sup> /s] Inlet discharge [m <sup>3</sup> /s]
0,1	2,5	0,12
0,2	2,4	0,22
0,4	1,8	0,33
0,5	1,7	0,38



Ze względów technicznych (duża turbulencja strumienia) zamiast wykonywania pomiarów prędkości w otworach przegród międzykomorowych posłużono się wzorami empirycznymi [Mokwa 2008]:

1. Wydatek otworu przesmykowego (dolnego)

– powierzchnia otworu  $F = 0,45 \times 0,45 \sim 0,2 \text{ m}^2$ ,

– różnica poziomów wody w komorach  $H = 0,3 \text{ m}$ ,

– współczynnik wydatku otworu  $\mu = 0,608$

$$Q = \mu \cdot F \sqrt{2gH}$$

$$Q = 0,608 \cdot 0,2 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,3}$$

$$Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = Q/F = 1,5 \text{ m/s}$$

2. Wydatek otworu przelewowego (górnego)  $\mu = 0,6$

– szerokość otworu  $b = 0,45 \text{ m}$ ,

– wysokość otworu  $H = 0,3 \text{ m}$ ,

– współczynnik wydatku otworu  $\mu = 0,6$

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2gH^3}$$

$$Q = \frac{2}{3} 0,6 \cdot 0,4 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,3^3}$$

$$Q = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = Q/F = 1,0 \text{ m/s}$$

3. Sumaryczny wydatek otworów w przegrodach komór wynosi:

$$Q \text{ cał.} = 0,3 + 0,13 = 0,43 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Przy podniesieniu zasuwy wlotu do komory nr 23 na wysokość 0,55 m zwiększeniu ulega dopływ wody do przepławki do wartości  $Q = 0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Wówczas prędkość na wlocie do komory maleje do 1,7 m/s. Poszczególne komory przepławki (tzn. do górnej krawędzi przegrody) wypełniają się całkowicie wodą. Prędkość w otworze przelewowym górnym wynosi wtedy  $v = 1,0 \text{ m/s}$ , a w otworze przesmykowym dolnym  $v = 1,5 \text{ m/s}$ . W przepławkach komorowych, wg danych literaturowych zaleca się przepływ między komorami tylko dolnym otworem przesmykowym. W badanym obiekcie wydatek dolnego otworu wynosi  $Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  przy napełnieniu komory do dolnej krawędzi przelewu górnego i powinien mu odpowiadać taki sam dopływ do przepławki. Dlatego zasuwa na wlocie do komory 23 powinna być podniesiona do wysokości ok. 0,4 m.

4. Prędkość wypływu wody z przepławki na dolne stanowisko (prąd wabiący):

- wydatek otworu  $Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ ,
- powierzchnia otworu  $F \sim 0,2 \text{ m}^2$ ,
- prędkość  $v = 1,5 \text{ m/s}$ . Jest to prędkość równa zalecanej  $v = 1,5 \text{ m/s}$ .

5. Sprawność przepławki obrazuje parametr jednostkowej energii wody  $E$  w komorze. Wielkość tego wskaźnika nie powinna przekraczać  $200 \text{ W/m}^3$  dla silnych i dobrze pływających ryb, a dla gatunków małych i narybku  $100 \text{ W/m}^3$  [Larinier 2000]. Parametr  $E$  obliczono za pomocą wzoru:

$$E = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{A \cdot t} \quad [\text{W/m}^3]$$

gdzie:

- H – różnica poziomów wody między komorami ( $H = 0,3 \text{ m}$ ),
  - Q – przepływ wody przez przepławkę ( $Q = 0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ),
  - A – powierzchnia komory (basenu) ( $A = 2,5 \times 4,2 = 10,5 \text{ m}^2$ ),
  - t – napełnienie w komorze (basenie) ( $t = 1,5 \text{ m}$ ).
- $E = 74 \text{ W/m}^3$ .

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Zasady dobrego projektowania przepławk wskazują że przepławka powinna być sprawna przy wszystkich poziomach wód umożliwiających migrację ryb. W przypadku stopnia wodnego Brzeg Dolny oznacza to zapewnienie połączenia pomiędzy wodą górną na poziomie NPP a najniższym z możliwych poziomów wody na stanowisku dolnym.

2. Obniżenie rzędnej na stanowisku górnym o  $0,50 \text{ m}$ , tj. do rzędnej  $107,50 \text{ m npm}$  oraz obniżenie w wyniku erozji rzędnej zwierciadła wody dolnej o ponad  $1,00 \text{ m}$  nie wpłynęło w sposób zasadniczy na właściwe funkcjonowanie przepławki pod względem hydraulicznym. Należy stwierdzić, że zachowała ona dotychczasową swoją funkcję.

3. Projektanci zaproponowali 4 wloty na stanowisku górnym usytuowane na różnych rzędnych uwzględniając możliwość zmian piętrzenia. To samo dotyczy stanowiska dolnego. Trzy otwory położone na różnych wysokościach zapewniają właściwe działanie przepławki przy różnych poziomach wody dolnej.

4. Zmiana poziomów zwierciadła wody górnej i dolnej nie ma także istotnego wpływu na rozkłady prędkości. Na stanowisku górnym prędkości na wlocie mogą być regulowane do wartości jakie występowały przy piętrzeniu NPP =  $108,00 \text{ m npm}$  poprzez odpowiednie ustawienie zasuw. Na stanowisku dolnym wskutek obniżenia zwierciadła wody w korycie prędkości na wylocie z przepławki nieznacznie wzrosły w stosunku do projektowanych, ale są możli-

we do pokonania przez ryby. Ten wzrost prędkości wytworzył intensywniejszy prąd wabiący do przepławki.

5. Z przeprowadzonych badań i analiz wynika, że przy obniżonym piętrzeniu wody na jazie do rzędnej NPP 107,50 m npm przepławka powinna być napełniana wlotem do komory nr 23 (otwór najbliższy elektrowni), w którym zasuwa powinna być podniesiona do wysokości 0,40 m. Wówczas przepływ przez przepławkę będzie wynosił  $Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , a prędkości w otworach przesmykowych (dolnych)  $v = 1,5 \text{ m/s}$ , zaś na wlocie od wody górnej  $v = 1,8 \text{ m/s}$  (otwór przelewowy górny w przegrodach międzykomorowych będzie nieczynny).

6. Prędkości występujące w przepławce umożliwiają jej pokonywanie przez ryby anadromiczne (certa, troć wędrowną, łosoś) oraz takie gatunki ryb, jak kleń, boleń, brzana, leszcz, okoń, płoć. Problemатyczne może być pokonywanie przepławki przez osobniki małe.

7. Poziom wody dolnej przy przepływach niskich w rzece może obniżyć się do rzędnej 100,35 m npm. Wówczas górna krawędź najniższego wlotu do przepławki od wody dolnej będzie usytuowana 60 cm ponad zwierciadłem wody. W przypadku planowanego oddania do eksploatacji stopnia wodnego Malczyce [Hydroprojekt 2006], cofka statyczna zwierciadła wody osiągnęłaby w Brzegu Dolnym rzędna 101,40 m npm, wówczas dolny wlot do przepławki znajdowałby się pod lustrem wody we wszystkich warunkach przepływu.

8. Stwierdzono, że wylot z przepławki do dolnej wody został źle zaprojektowany. Znajduje się on zbyt blisko turbin, w strefie wzmożonej turbulencji, co utrudnia rybom znalezienie wejścia. Dlatego wskazane jest zainstalowanie przy budowli barier elektroniczno-elektrycznych w sposób pokazany na schemacie (rys. 1).

9. Należy zapewnić całodobowy monitoring przepławki w celu wyeliminowania częstego kłusownictwa oraz nadzorować drożność otworów między komorami.

## BIBLIOGRAFIA

- Błachuta J. *Wpływ zabudowy hydrotechnicznej rzek na ryby*. Jak skutecznie chronić przyrodę dolin rzecznych? Towarzystwo na rzecz Ziemi. Polska Zielona Sieć. Materiały szkoleniowe. 2007, s. 32–37.
- Bojarski A. i inni. *Zasady dobrej praktyki w utrzymaniu rzek i potoków górskich*. Wyd. Ministerstwo Środowiska. Departament Zasobów Wodnych. 2005.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK). Fish Passes Design, Dimensions and Monitoring. Rome 2002.
- Hydroprojekt Wrocław. *Stopień Wodny Malczyce na rzece Odrze*. Raport oddziaływania na środowisko inwestycji do decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji przedsięwzięcia z uwzględnieniem oddziaływania na obszar NATURA 2000. 2006
- Lubieniecki B. *Przepławki i drożność rzek*. Wydawnictwo Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie. 2003.

- Kotusz J. i inni. *Fish migrations in a large lowland (Odra R., Poland) – based on fish pass observations*. Folia Zool. – 2006, 55(4).
- Larinier M. *Dams and fish migration*. Contributing paper. Dams, ecosystem functions and environmental restoration. World Commission on Dams, 2000.
- Mokwa M. *Określenie warunków hydraulicznych funkcjonowania przepławki przy jazie Brzeg Dolny dla różnych rzędnych wody górnej i dolnej*. Maszynopis RZGW, Wrocław 2008.
- Mokwa M. *Instrukcja eksploatacji stopnia wodnego Brzeg Dolny*. Maszynopis, RZGW Wrocław 1995.
- Witkowski A. i inni. *Przechodzenie ryb przez przepławkę „Waty Śląskie” na Odrze*. Komunikaty Rybackie Nr 3, 2004
- Witkowski A. i inni. *Realizacja projektu restytucji ryb dwuśrodowiskowych w górnym i środkowym dorzeczu Odry*. Komunikaty Rybackie Nr 3, 2002.
- Zioła S., Malinowski M. *Urządzenie do kierowania zachowaniem się ryb w środowisku wodnym NEPTUN*. Monografia. Dolnośląskie Wydawnictwa Edukacyjne. Wrocław – Dychów 2008.

Marian Mokwa, Krzysztof Tarnawski  
Instytut Inżynierii Środowiska  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Recenzent: *Prof. dr hab. Włodzimierz Parzonka*