

## OCENA WARUNKÓW HYDRAULICZNYCH W PRZEPLAWCE SZCELINOWEJ JAZU GŁÓWNEGO ZBIORNIKA WODNEGO W ZESŁAWICACH NA RZECE DŁUBNI

## THE APPRAISAL OF THE EFFICIENCY OF THE SLOTTED FISH-PASS OF THE WEIR OF THE MAIN WATER RESERVOIR IN ZESŁAWICE ON THE RIVER DŁUBNIA

Bogusław Michalec

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono opracowanie wyników pomiarów hydrometrycznych i obliczeń jednostkowego strumienia energii wody w komorach przepławki w celu określenia warunków hydraulicznych. Badania wykonano w dniu 10.11.2011 roku w przepławce szczelinowej jazu zbiornika wodnego w Zesławicach na rzece Dłubni. Stwierdzono, że zapewnienie optymalnych warunków migracji ryb przez przepławkę ze względu na prędkości przepływu wody przez szczeliny przepławki, jest możliwe przy otwarciu tylko jednego otworu wlotowego od strony górnego stanowiska jazu. W poszczególnych komorach przepławki panują zróżnicowane warunki hydrauliczne przy danym natężeniu przepływu, o czym świadczą różne napelnienia i znaczne zróżnicowanie prędkości przepływu w poszczególnych szczelinach i komorach przepławki. Obliczony jednostkowy strumień energii wody  $E$  przekracza wartość dopuszczalną  $E = 200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$ , która, jak podają Mokwa i Tarnawski [2008], wskazuje na brak optymalnych warunków hydraulicznych w przepławce umożliwiających migrację silnych gatunków ryb.

**Abstract.** The study of results of hydrometric measurements and the calculations of the unit energy stream of water in the lock of fish-pass were introduced in this work. The efficiency qualification of fish-pass was the aim of the work. Investigations were carried out in the day 10.11.2011 in the slotted fish-pass of the weir of the water reservoir in Zesławice on the river Dłubnia. It was affirm, that the ensure of the optimum conditions of fish migration throughout the fish-pass taking into account the flow velocity of water through the slots of fish-pass, there is only possible near the opening one inlet from the side of the upper water of the weir. It was showed that diverse hydraulic conditions in the individual lock of fish-pass were by the given flow, about what provide in the individual water depths and the considerable differentiation of the flow velocity in individual slots and the locks

of fish-pass. The calculated unit energy stream of water  $E$  exceeds the permissible value  $E = 200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$ , showing on the low efficiency of fish-pass.

**Słowa kluczowe:** przepławka, natężenie przepływu wody, jednostkowy strumień energii wody

**Key words:** fish-pass, intensity of the water flow, unit energy stream of water

## WSTĘP

Budowle wodne, których wysokość piętrzenia niekoniecznie jest znaczna i wynosi zaledwie kilkadziesiąt centymetrów, stanowią przeszkodę nie do pokonania przez większość gatunków ryb. Takie przerwanie ciągłości migracji ryb może prowadzić do ograniczenia ich liczebności, a nawet do wyginięcia gatunku. Aby do tego nie dopuścić, przegradzając koryto rzeczne budowlą wodną, należy zapewnić swobodne przemieszczanie się ryb przez przeszkodę, zgodnie z zapisem w Rozporządzeniu Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa dotyczącym warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich usytuowanie [Rozporządzenie... 1996]. Swobodne przemieszczanie się ryb przez budowlę wodną mają zapewnić przejścia dla ryb. Mogą to być rozwiązania techniczne w postaci rynien lub przepławek albo rozwiązania tzw. ekologiczne.

Przejścia techniczne dla ryb dzieli się ogólnie na przepławki komorowe, szczelinowe, o prądzie wstecznym, rynny węgorzowe oraz śluzy i wyciągi dla ryb. Przepławki komorowe są najstarszym typem przejść dla ryb. Natomiast przepławki szczelinowe stanowią jedną z form przepławek komorowych, posiadających ścianę przegrodową ze szczelinowym wycięciem, tworzącym szczelinę przesmykową na całej wysokości komory. Prawidłowe funkcjonowanie przepławek wymaga m.in.: wytworzenia tzw. prądu wabiącego na wlocie i wylocie z przepławki, zapewnienia możliwości odpoczynku rybom pokonującym przepławkę. Zachowując zróżnicowanie prędkości przepływu wody w przepławce, nie można przekraczać dopuszczalnej prędkości przepływu wody dla najsłabszego gatunku ryb występującego w rzece. Projektując przepławki szczelinowe, należy w przypadku przepławki jednoszczelinowej lokalizować wycięcia w ścianach przegrodowych zawsze po jednej stronie komory, a także należy zachować różnice wysokości położenia zwierciadła wody w komorach wynoszące około 15 cm, nie przekraczając 20 cm. Przelewy pomiędzy komorami powinny działać jako niezatopione. Natężenie przepływu wody przez przepławkę powinno być mniejsze od  $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , z prędkością przepływu wody nieprzekraczającą  $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , przy czym minimalna szerokość komór wynosi 0,8 m. Minimalne napelnienia w komorach przepławki wynoszą 0,5 m, a wyjątkowo nie powinny być mniejsze od 0,35 m. Minimalna szerokość otworu górnego w przepławkach powinna wynosić 0,30–0,40 m dla łososi i troci wędrownych i 0,20 m dla pstrągów [Mokwa 2007]. Prędkości na wlocie od wody górnej nie powinny przekraczać  $1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ponieważ ryby wypływając z przepławki są już zmęczone wędrówką pod prąd cieku, pokonawszy wszystkie komory przepławki. Natomiast prędkość wody wpływającej wylotem od strony wody dolnej może dochodzić do  $1,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , ponieważ ryby, namierzając drogę do pokonania przegrody, kierują się wytworzonym tam prądem wabiącym. Wszelkiego rodzaju przejścia dla ryb powinny być zabezpieczone przed dostępem osób postronnych i zwierząt.

Prawidłowe funkcjonowanie przepławki wymaga zapewnienia nie tylko optymalnych prędkości przepływu wody w przepławce i odpowiedniego prądu wabiącego, lecz również nieprzekroczenia wartości jednostkowego strumienia energii wody, większej od  $200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$  dla silnych i dobrze pływających ryb, a dla gatunków małych i narybku  $100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$  [Mokwa i Tarnawski 2008]. Jednostkowy strumień energii wody  $E$  ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-3}$ ) w komorze przepławki określa dysypację mocy strumienia wody w przepławce czy też, jak podają Mokwa i Tarnawski [2008], sprawność przepławki:

$$E = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{A \cdot t}$$

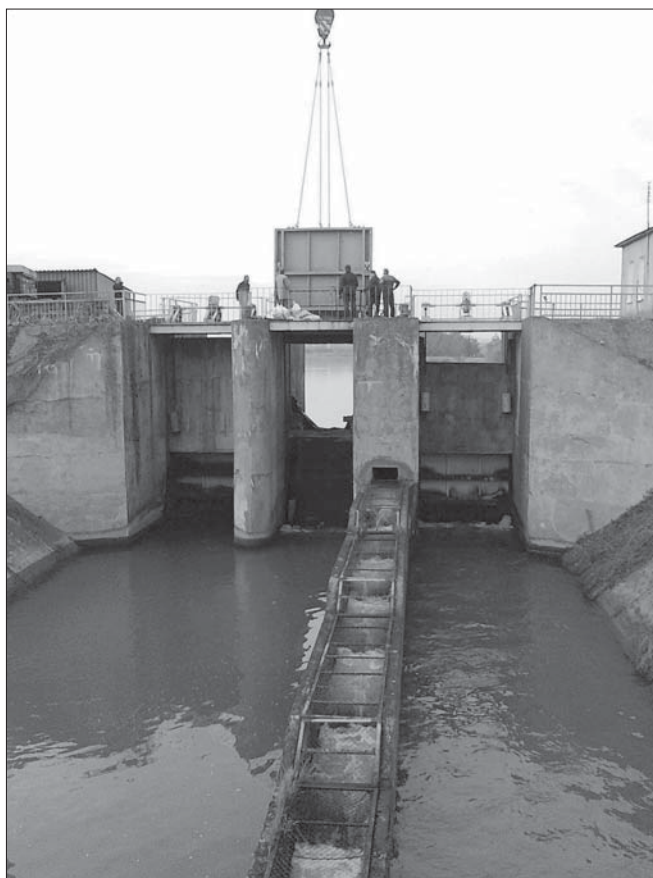
gdzie:

- $H$  – różnica poziomów wody między komorami,
- $Q$  – przepływ wody przez przepławkę,
- $A$  – powierzchnia komory (basenu),
- $t$  – napełnienie w komorze (basenie).

Dotychczas budowane przepławki dla ryb charakteryzują się niską sprawnością, gdyż najczęściej spełniają tylko niektóre zalecenia techniczne i hydrauliczne. Ze względu na warunki wykonawstwa, jak również nieprzestrzeganie wymogów technicznych i hydraulicznych przekroczeniem wartości  $E$  w poszczególnych komorach przepławek charakteryzują się przeważnie starsze budowle wodne, realizowane w ubiegłym stuleciu. Jednym z takich obiektów jest przepławka szczelinowa jazu zbiornika wodnego w Zesławicach na rzece Dłubni. Ze względu na opinię eksploatatora zbiornika wodnego (oddanego do w 1969 roku) dotyczącą niezadawalających warunków funkcjonowania przepławki, jak również ze względu na wymogi stawiane w pozwoleniu wodnoprawnym, dokonano oceny warunków hydraulicznych w przepławce. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów hydrometrycznych i obliczeń jednostkowego strumienia energii wody  $E$  ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-3}$ ) w komorach przepławki w celu określenia sprawności przepławki, a także sformułowano zalecenia, które zostały zaprezentowane eksploatatorowi zbiorników wodnych w Zesławicach – Krakowskiemu Związkowi Spółek Wodnych.

Przejsie dla ryb – w postaci przepławki komorowej – jazu głównego zbiornika wodnego w Zesławicach znajduje się w lewym filarze i przechodzi przez niekę wypadową, która jest dzielona przepławką na całej swojej długości (rys. 1).

Według danych Okręgu Polskiego Związku Wędkarskiego w Krakowie, opracowanych na podstawie wykonanych odłowów badawczych z 2007 roku, w rzece Dłubni występują następujące gatunki ryb: pstrąg potokowy i lipień (rodzina łososiowatych), płoć i karaś srebrzysty (rodzina karpowatych), głowacz pręgopłetwy (rodzina głowaczowatych) i okoń (rodzina okoniowatych).



Rys. 1. Przepływ wody przez przepławkę dla ryb w dniu 27.10.2011  
Fig. 1. Water flow by fish-pass in the day 27.10.2011

## MATERIAŁ I METODY

Pomiary hydrometryczne w przepławce jazu zbiornika wodnego Zesławice na rzece Dłubni wykonano w dniu 10.11.2011 roku, zgodnie z procedurą pomiarową IMGW [Procedura pomiarowa 2002]. Przeprowadzono serię pomiarów dla ustalonych warunków przepływu wody przez przepławki, uzyskanych w wyniku otwarcia wlotów do przepławki, znajdujących się w głowicy górnej wody lewego filara jazu (rys. 2). Pomiary przepływu wody w przepławce wykonano przy zachowaniu stałego poziomu zwierciadła wody w zbiorniku w następujących przekrojach przepławki (rys. 2):

- przed wlotem do przepławki od strony dolnej wody (przekrój 1–1),
- w przekrojach: 2–2 (komora I), 3–3 (II), 4–4 (III), 5–5 (VIII), 6–6 (IX),
- w szczelinie nr 1 ściany działowej komór I i II, 2 (II i III), 3 (III i IV), 8 (VIII i IX) i 9 (IX i X).



Przed przystąpieniem do wykonania pomiarów hydrometrycznych, stwierdzono znaczne przecieki przez zasuwę zamknięć wlotów do przepławki, znajdujących się w głowicy filara od strony górnej wody. Uwzględniając nieszczelności zamknięć otworów wlotowych do przepławki, przyjęto następujące schematy pomiarowe i obliczeniowe:

- 1) wykonanie pomiarów hydrometrycznych przy zamkniętych otworach wlotowych do przepławki w głowicy filara, w celu określenia natężenia przepływu wody w przepławce spowodowanego przeciekami zamknięć,
- 2) wykonanie pomiarów hydrometrycznych przy otwarciu jednego otworu wlotowego do przepławki w głowicy filara, poprzez podniesienie jednej zasuwę zamknięcia na 0,5 wysokości otworu wlotowego, tj. wysokość otwarcia wynosiła około 17,5 cm, a głębokość zanurzenia środka ciężkości otworu w stosunku do wody górnej wynosiła  $H_1 = 0,46$  m,
- 3) wykonanie pomiarów hydrometrycznych przy całkowitym otwarciu jednego otworu wlotowego do przepławki w głowicy filara, tj. wysokość otwarcia wynosiła 35 cm, a głębokość zanurzenia środka ciężkości otworu w stosunku do wody górnej wynosiła  $H_2 = 0,38$  m,
- 4) wykonanie pomiarów hydrometrycznych przy otwarciu dwóch otworów wlotowych do przepławki w głowicy filara, przy czym w jednym z otworów zasuwę zostaje podniesiona na 0,5 wysokości otworu wlotowego ( $H_1 = 0,46$  m), a zasuwę drugiego otworu wlotowego zostaje całkowicie podniesiona ( $H_2 = 0,37$  m),
- 5) wykonanie pomiarów hydrometrycznych przy otwarciu całkowitym dwóch otworów wlotowych do przepławki w głowicy filara ( $H_1 = H_2 = 0,46$  m).

Wymiary otworu wlotowego: szerokość 0,42 m i wysokość 0,35 m, przyjęto według opracowania Zbiornik Zesławice [1991].

## WYNIKI I DYSKUSJA

Opracowanie pełnej oceny warunków hydraulicznych przepływu wody w analizowanej przepławce wymagało określenia napełnień w komorach, natężenia przepływu wody, prędkości przepływu wody w szczelinach i komorach, a także wykonania obliczeń jednostkowego strumienia energii wody  $E$  w komorach przepławki.

W trakcie otwarcia jednego zamknięcia otworu wlotowego, podnosząc zasuwę zamknięcia na 0,5 wysokości otworu wlotowego (tab. 1 – schemat pomiarowy 2), w komorach III, VIII i IX stwierdzono napełnienia niższe od minimalnego, wynoszącego 0,35 m. Całkowite otwarcie okna wlotowego zapewnia uzyskanie minimalnych napełnień w przepławce, warunkujących dogodne warunki migracji ryb (tab. 1). Nie wykonano pomiarów napełnienia w komorach przy przepływach według schematów 4 i 5, gdyż prędkości przepływu wody uniemożliwiały w warunkach gwarantujących bezpieczeństwo wykonujących pomiar.

Natężenie przepływu wody przez przepławkę obliczono na podstawie wyników pomiarów prędkości przepływu wody pomierzonej w szczelinach nr 1, 2, 3 oraz 8 i 9 (tab. 2).

Tabela 1. Maksymalne napełnienia w komorach przepławki określone w trakcie pomiarów realizowanych według schematów pomiarowych

Table 1. Maximal water depth in lock of the fish-pass determined during the of measurements realized according to measuring schemes

Przekrój Cross-section	Napełnienie, $h$ , m Water depth, $h$ , m				
	Schemat pomiarowy 1 Measuring scheme 1	Schemat pomiarowy 2 Measuring scheme 2	Schemat pomiarowy 3 Measuring scheme 3	Schemat pomiarowy 4 Measuring scheme 4	Schemat pomiarowy 5 Measuring scheme 5
1-1	0,56	0,59	0,59	–	–
2-2	0,34	0,59	0,65	–	–
3-3	0,36	0,41	0,50	–	–
4-4	0,20	0,40	0,50	–	–
5-5	0,20	0,40	0,51	–	–
6-6	0,22	0,40	0,50	–	–

Tab. 2. Natężenie przepływu wody przez przepławkę określone na podstawie pomiarów prędkości przepływu wody w szczelinach przepławki

Table 2. The intensity of the water flow by fish-pass determined on the basis of the measurements of the water flow velocity in the slots of fish-pass

Szczelina Slot	Natężenie przepływu wody, $Q$ , $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ The intensity of the water flow, $Q$ , $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$		
	Schemat pomiarowy 1 Measuring scheme 1	Schemat pomiarowy 2 Measuring scheme 2	Schemat pomiarowy 3 Measuring scheme 3
Nr 1 – No. 1	0,025	0,172	0,317
Nr 2 – No. 2	0,024	0,175	0,312
Nr 3 – No. 3	0,025	–	–
Nr 8 – No. 8	0,025	0,172	0,302
Nr 9 – No. 9	0,024	0,175	0,301
$Q$ średnie – average	0,025	0,174	0,308

Średnie natężenie przepływu, określone w 1 schemacie pomiarowym, tj. przy zamkniętym wlocie do przepławki od strony górnego stanowiska, wynoszące  $0,025 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (tab. 1), stanowi przecieki przez nieszczelne zamknięcia zasuwowe otworów wlotowych znajdujących się w filarze jazu zapory. W przypadku szczelnych zamknięć wlotu natężenie przepływu w przepławce wynosiłoby odpowiednio:

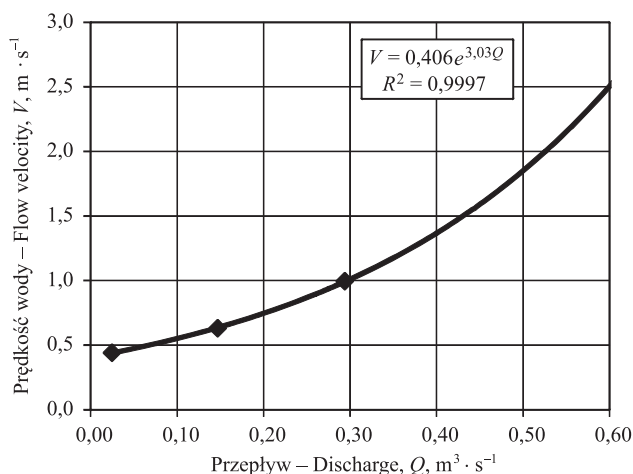
- $0,151 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  – schemat pomiarowy 2; otwarcie na wysokość ok. 17,5 cm jednego otworu wlotowego;
- $0,284 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  – schemat pomiarowy 3; otwarcie całkowite, tj. na wysokość ok. 35 cm jednego otworu wlotowego.

Podane wartości przepływów dotyczą eksploatacji przepławki w normalnych warunkach, tj. bez przecieków przez zasuwę wlotów do przepławki.

W przepławce szczelinowej najistotniejszym przekrojem, w którym prędkości przepływu wody nie powinny być większe od dopuszczalnych dla danego gatunku ryb, jest szczelina przepławki. Jak podają Mokwa i Tarnawski [2008] według opracowania *Fish Passes Design* (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. – DVWK), prędkości przepływu wody w przepławce nie powinny przekraczać w przypadku małych i młodych ryb  $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , w przypadku ryb łososiowatych  $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , a w przypadku ryb reofilnych (w tym głowaczowatych i karpowatych)  $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Ryby ubikwistyczne (m.in. okoniowate) nie zostały wyszczególnione

Przyjmując wytyczne DVWK, należy zapewnić w przepławce warunki hydrauliczne warunkujące nieprzekroczenie prędkości  $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , co jest możliwe przy otwarciu zasuwę otworu wlotowego na 0,5 wysokości otworu wlotu – wskazują na to wyniki pomiarów według schematu pomiarowego 2. Gdy zostanie całkowicie otwarty jeden otwór wlotowy, prędkości w szczelinach wzrosną do wartości przekraczających  $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  (schemat pomiarowy 3). Aby określić prędkości przepływu wody w szczelinach przy przepływach odpowiadających schematom pomiarowym 4 i 5, wynoszącym  $0,440$  i  $0,587 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , określono związek pomiędzy przepływem  $Q$  a średnią prędkością wody w szczelinach (ryc. 3), którą wyznaczono na podstawie pomiarów. Natężenia przepływów wynoszące  $0,440$  i  $0,587 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  zostały określone na podstawie obliczeń wzorami teoretycznymi.

Jak wynika z opracowanej zależności, przy otwarciu całkowitym jednego wlotu i połowicznym otwarciu wlotu drugiego do przepławki przepływ będzie wynosił  $0,440 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , a średnia prędkość przepływu wody w szczelinach przepławki będzie równa ok.  $1,50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Gdy zostaną otwarte dwa wloty do przepławki –  $Q = 0,587 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , średnia prędkość



Ryc. 3. Zależność średniej prędkości przepływu wody w szczelinach od natężenia przepływu wody w przepławce

Fig. 3. The relationship of the average water flow velocity in slots and the intensity of the water flow in fish-pass



przepływu wody w szczelinach przepławki będzie równa ok.  $2,40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Są to prędkości przepływu wyższe od dopuszczalnych dla ryb głowaczowatych ( $V = 0,65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) i dla pstrągów ( $V = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

Obliczenia jednostkowego strumienia energii wody  $E$  wykonano dla komór I, II, VIII i IX, znając ustaloną w trakcie pomiarów różnicę poziomów wody między komorami  $H$ . W celu obliczenia wartości  $H$  posłużono się rzędnymi dna poszczególnych komór (rys. 2) i napełnieniami w tych komorach, określonymi w trakcie pomiarów (tab. 1). Obliczenia wykonano dla przepływów odpowiadających schematom pomiarowym 2 i 3, w trakcie których otwarty był tylko jeden otwór wlotowy, odpowiednio z zasuwą podniesioną na 0,5 wysokości otworu wlotowego i podniesioną całkowicie. Wyniki obliczeń zamieszczono w tabeli 3.

Tabela 3. Wartości jednostkowego strumienia energii wody  $E$  dla komór I, II, VIII i IX  
Table 3. The value of the unit energy stream of water  $E$  for lock I, II, VIII and IX

Schemat pomiarowy Measuring scheme	Przepływ Water flow $Q, \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	Jednostkowa energia wody, $E, \text{W} \cdot \text{m}^{-3}$ The unit energy stream of water, $E, \text{W} \cdot \text{m}^{-3}$			
		Komora I Lock I	Komora II Lock II	Komora VIII Lock VIII	Komora IX Lock IX
2	0,174	78 ( $H = 0,06 \text{ m}$ )	355 ( $H = 0,19 \text{ m}$ )	325 ( $H = 0,17 \text{ m}$ )	249 ( $H = 0,13 \text{ m}$ )
3	0,309	188 ( $H = 0,09 \text{ m}$ )	571 ( $H = 0,21 \text{ m}$ )	462 ( $H = 0,17 \text{ m}$ )	293 ( $H = 0,11 \text{ m}$ )

## WNIOSKI

Przepławka komorowa dla ryb jazu zbiornika wodnego Zesławice na rzece Dłubni, zaliczana do przepławek szczelinowych, wymaga zagwarantowania przepływów wody o natężeniu od  $0,15$  do  $0,60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Jak wykazały wyniki pomiarów hydrometrycznych i obliczeń hydraulicznych, zapewnienie optymalnych warunków migracji ryb przez przepławkę ze względu na prędkości przepływu wody przez szczeliny przepławki jest możliwe przy otwarciu tylko jednego otworu wlotowego od strony górnego stanowiska jazu. Ze względu na wymiary tego otworu wlotowego otwarcie jego zamknięcia powinno być nie mniejsze niż 0,5 wysokości okna, umożliwiając tym samym wpłynięcie do przepławki większych ryb. Otwarcie jednocześnie dwóch zasuw otworów wlotowych do przepławki spowoduje uzyskanie prędkości przepływu wody uniemożliwiających wędrówkę ryb.

W poszczególnych komorach przepławki panują zróżnicowane warunki hydrauliczne przy tym samym przepływie – świadczą o tym różne napełnienia (tab. 1) oraz znaczne zróżnicowanie prędkości przepływu w poszczególnych szczelinach przepławki. Na znaczne zróżnicowanie warunków hydraulicznych wskazują wartości jednostkowego strumienia energii wody  $E$  (tab. 3). Obliczony jednostkowy strumień wody  $E$  przekracza wartość dopuszczalną  $E = 200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3}$ , wskazując na przekroczenie warunków granicznych dla ryb. Jedynie w komorze I, będącej komorą z zatopioną ścianą działową,

stosunek mocy strumienia do objętości wody jest mniejszy od wartości dopuszczalnej. Przyczyną tego stanu jest konstrukcja przepławki, charakteryzująca się różnymi wysokościami poszczególnych ścian działowych (od 22 do 28 cm) i niejednakową różnicą rzędnych dna sąsiednich komór. Stwierdzono również, że ściany działowe są zbyt niskie i przy każdym przepływie wody przez przepławkę następuje przelewnie się wody nad ścianami działowymi.

Poprawienie niekorzystnych warunków hydraulicznych przepływu wody przez przepławkę, objawiających się wysokimi wartościami jednostkowego strumienia energii wody w komorach jest możliwe poprzez zwiększenie powierzchni komory, co można osiągnąć poprzez zlikwidowanie co drugiej ściany działowej w przepławce. Spowoduje to teoretycznie dwukrotne zmniejszenie wartości mocy strumienia, obliczonego dla objętości wody w danej komorze. Jednakże taka przebudowa przepławki spowoduje zwiększenie różnicy poziomów wody pomiędzy powiększonymi komorami, wpływając na zwiększenie prędkości przepływu wody w szczelinach ścian działowych. Określenie wpływu przebudowy przepławki wymaga przeprowadzenia odrębnych obliczeń hydraulicznych.

## PIŚMIENNICTWO

- Michalec B., Tarnawski M., 2011. Wykonanie pomiarów i oceny hydrotechnicznej przepławki dla ryb na jazie zbiornika wodnego Zesławice na rzece Dłubni. Opracowanie wykonane na zlecenie Krakowskiego Związku Spółek Wodnych w Krakowie, z dnia 10.10.2011. Maszynopis, Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, UR Kraków.
- Mokwa M., 2007. Przepławki dla ryb na stopniach regulacyjnych potoków górskich. *Infrastr. Ekol. Ter. Wiejs.* 4(2), 279–287.
- Mokwa M., Tarnawski K. 2008. Ocena hydrauliczna działania przepławki dla ryb przy stopniu wodnym Brzeg Dolny. *Infrastr. Ekol. Ter. Wiejs.* 7, 131–142.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 20 grudnia 1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich usytuowanie. *Dz.U.* z 1997 r. Nr 21, poz. 111.
- Procedura pomiarowa. Pomiar natężenia przepływu za pomocą młynka hydrometrycznego – wykonany w bród. IMGW/PSHM/SPO/POM/2002, maszynopis.
- Zbiornik Zesławice. Dokumentacja jednostadiowa remontu jazu. BSiPBWiM Kraków, 1991.