

Autor:
mgr Kamil Mazur

mgr Kamil Mazur, ichtiolog, który wykształcenie w tym zakresie uzyskał na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie, na Wydziale Bioinżynierii Zwierząt, w Katedrze Ichtiologii

**Opinia ichtiologiczna dla przepławki realizowanej w ramach przedsięwzięcia pn.
„Rozbudowa i przebudowa budowli piętrząco-upustowej na rzece Sole w Żywcu –
budowa przepławki dla ryb oraz obiektu energetyki wodnej”**

Zgodnie z zebranymi informacjami, na omawianym odcinku rzeki występują następujące gatunki ryb: brzana *Barbus barbus*, brzanka (*Barbus meridionalis*), certa *Vimba vimba*, jelec (*Leuciscus leuciscus*), kiełb (*Gobio gobio*), kleń (*Squalius cephalus*), lipień (*Thymallus thymallus*), okoń (*Perca fluviatilis*), płoć (*Rutilus rutilus*), pstrąg potokowy (*Salmo trutta m. fario*), sandacz *Zander lucioperca*, strzebla potokowa (*Phoxinus phoxinus*), sum *Silurus glanis*, śliz (*Barbatula barbatula*), świnka *Chondrostoma nasus*, ukleja (*Alburnus alburnus*), węgorz (*Anguilla anguilla*).

Zgodnie z wytycznymi publikowanymi w opracowaniu „Przepławki dla ryb. Projektowanie, wymiary i monitoring”, które jest polskim tłumaczeniem „Fish passes – Design, dimensions and monitoring” opracowanym przez FAO ONZ (The Food and Agriculture Organization of the United Nations) w porozumieniu z DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.) z uwzględnieniem szeregu niemieckich norm i publikacji, przepławka szczelinowa projektowana na rzece Sole w miejscowości Żywiec, dla wyżej wymienionych gatunków powinna posiadać następującą charakterystykę:

Tab. 1. Porównanie wymaganych i projektowanych parametrów przepławki

OPIS	PARAMETR	NORMOWE (lipień, leszcz, kleń i inne)	PROJEKTOWANE	JEDNOSTKA
1	2	3	4	5
szerokość szczeliny	s	0,15 – 0,30	0,15	[m]
szerokość komory	b	1,20 – 1,80	1,20	[m]
długość komory	lb	1,90 – 3,00	1,90	[m]
*MAKSYMALNA różnica poziomów	Δh	max. 0,20	< 0,20	[m]
*Wymagany przepływ przy MAX. Δh	Q	0,14 – 0,16	> 0,14	[m ³ /s]

* Maksymalna różnica poziomu wody wynosząca 20 cm generuje maksymalną prędkość przepływu tj. 2 m/s np. przy zwężeniach i w przegrodach i tym samym zapotrzebowanie na funkcjonowanie przepławki wynosi maksymalną jej wartość tj. ok. 0.14 m³/s. Im niższa różnica pomiędzy komorami tym wymagany przepływ odpowiednio maleje.

Zastosowane parametry przepławki spełniają wymagane normy. W celu zaprojektowania prawidłowych parametrów przepławki i gwarancji jej działania dokonano stosownych obliczeń.

Poniżej w rozdziale zestawiono wzory użyte do obliczeń parametrów charakteryzujących występujące warunki hydrauliczne oraz obliczono pozostałe parametry projektowanej przepławki. Obliczenia bazują na *Nawrocki P. redakcja, Przepławki dla ryb - projektowanie, wymiary i monitoring (tyt. org. Fish passes - desingn, dimensions and monitoring) FAO of the United Natins by the WWF Poland 2016.*

DANE WEJŚCIOWE

<i>s</i>	– szerokość szczeliny	–	0,15	m
<i>b</i>	– szerokość komory	–	1,20	m
<i>lb</i>	– długość komory	–	1,90	m
<i>WD min</i>	– woda dolna minimalna przyjęto	–	350,10	m n.p.m.
<i>WG min</i>	– woda górna minimalna przyjęto	–	353,75	m n.p.m.

OBJAŚNIENIA:

<i>WG</i>	– poziom wody górnej,	m
<i>WD</i>	– poziom wody dolnej,	m
<i>hc</i>	– różnica pomiędzy wodą górną, a dolną,	m
<i>n</i>	– liczba komór,	
<i>Δh</i>	– różnica pomiędzy zwierciadłami wody w komorach,	m
<i>hu</i>	– głębokość wody w komorze od strony górnej,	m
<i>ho</i>	– głębokość wody w komorze od strony dolnej,	m

LICZBA BASENÓW PRZEPLAWKI:

Liczbę basenów (komór) przepławki można obliczyć zgodnie z poniższego wzoru:

$$n = \frac{h_c}{\Delta h} - 1 [-]$$

gdzie:

h_c – różnica poziomów pomiędzy wodą górną, a dolną, [m],

Δh – maksymalna różnica poziomów wód, [m].

$$n = \frac{3,65}{0,20} - 1 = 18 \text{ basenów}$$

Ze względu na różnicę poziomów zwierciadła wody, która przekracza 2,0 m należy wykonać komorę odpoczynku, dlatego:

$$n = 19 \text{ basenów}$$

PREDKOŚĆ PRZEPLYWU WODY W SZCZELINACH:

Przyjmuje się, że dopuszczalna prędkość wody w przepławce wynosić powinna maksymalnie 2,0 m/s. Prędkość oblicza się na podstawie wzoru poniżej:

$$v_s = \sqrt{2g \cdot \Delta h} \text{ [m/s]}$$

gdzie:

v_s – prędkość przepływu wody w szczelinach, m/s;

Δh – maksymalna różnica poziomów wód, m;

g – Przyspieszenie ziemskie, m/s².

$$v_s = \sqrt{2g \cdot 0,20} = 1,98 \text{ m/s}$$

$$v_s \leq v_{s,dop}$$

warunek spełniony

GLEBOKOŚCI WODY W BASENACH:

Najmniejsza wymagana głębokość wody uwzględnia rozmiary spodziewanych gatunków ryb oraz ich możliwości pływackie. Przyjęto średnią głębokość wody w przepławce 50 cm.

PRZEPLYW WODY W PRZEPLAWCE:

Wielkość przepływu w przepławce zdeterminowana jest przez warunki hydrauliczne w szczelinach i szacuję się ją na podstawie poniższego wzoru:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu_r \cdot s \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

gdzie:

s – szerokość szczeliny, m,

g – przyspieszenie ziemskie, m/s²,

h_u – głębokość wody w komorze od strony dolnej, m; $h_u = 0,50$ m,

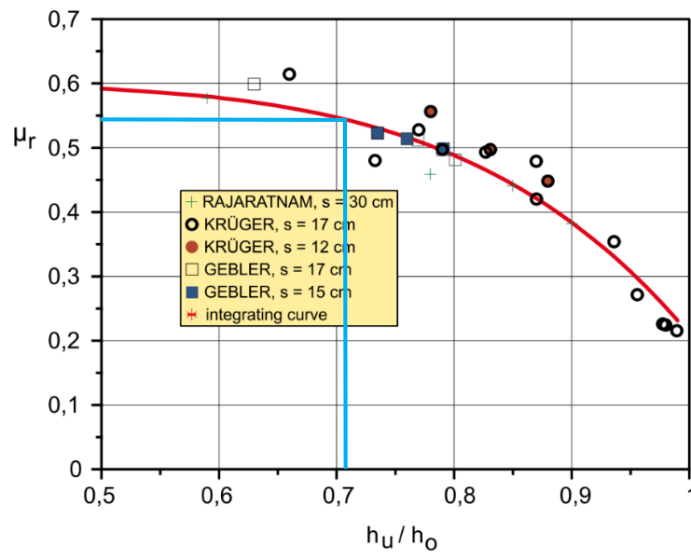
h_o – głębokość wody w komorze od strony górnej, m:

$$h_u = h_o + \Delta h \text{ [m]}$$

$$h_u = 0,5 + 0,20 = 0,70 \text{ m}$$

μ_r – współczynnik wydatku przelewu (rys. 2.):

$$\mu_r = f(h_u / h_o)$$



Rysunek 1 Wykres do doboru współczynnika wydatku dla szczeliny o ostrych krawędziach

$$\frac{h_u}{h_o} = \frac{0,50}{0,70} = 0,71 \quad \text{odczytano } \mu_r = 0,54$$

PRZEPIY W WODY W PRZEPLAWCE:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,54 \cdot 0,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 0,70^{\frac{3}{2}} = 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

OBJETOŚCIOWE ROZPROSZENIE ENERGII (OBJETOŚCIOWA DYSSYPACJA ENERGII):

W celu zapewnienia niskiej turbulencji w komorach przepławki, ilość rozpraszanej energii strumienia, przypadająca na jednostkę objętości komory obliczono poniżej.

$$E \approx \frac{\rho \cdot g \cdot \Delta h \cdot Q}{b \cdot h_m (l_b - d)} \text{ [W/m}^3\text{]}$$

gdzie:

E – objętościowe rozproszenie energii (dyssypacji objętościowej), W/m^3 ;

P – gęstość wody, kg/m^3 ;

g – przyspieszenie ziemskie, m/s^2 ;

Δh – różnica poziomów wody pomiędzy komorami, m^3/s ;

Q – natężenie wody w przepławce, m ;

B – szerokość przepławki, m ;

h_m – średnia głębokość wody, m ;

$$h_m = h_u + \Delta h/2$$

$$h_m = 0,5 + 0,7/2 = 0,85 \text{ m}$$

h_u – głębokość wody w komorze od strony dolnej komory, m ;

l_b – długość komory, m .

Objętościowe rozproszenie energii (dyssypacji objętościowej) dla projektowanej przepławki wynosi:

$$E = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,10 \cdot 0,14}{1,20 \cdot 0,85 \cdot (1,9 - 0,1)} = 74,85 \text{ W/m}^3$$

$$E = 74,85 \frac{W}{m^3} \quad E < 200 \frac{W}{m^3} \text{ – warunek spełniony}$$

Warunek zapewnienia odpowiednich warunków zakłada się, że będzie spełniony gdy $E < 200 \text{ W/m}^3$. Warunek został spełniony.

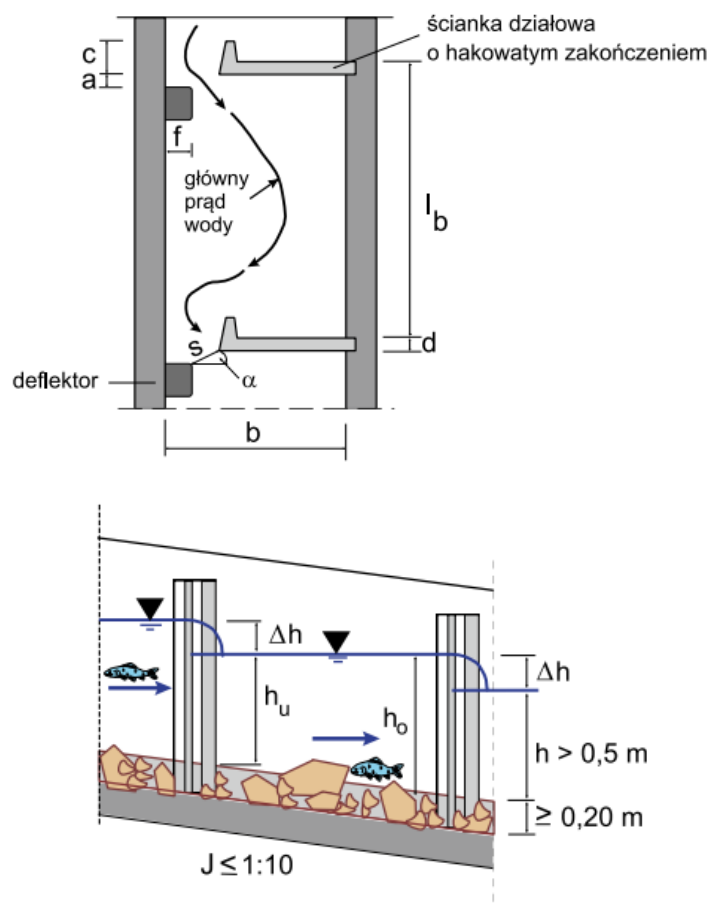
Biorąc pod uwagę wytyczne do projektowania przepławek¹, wymiar komory odpoczynku powinien być tak ustalony, aby dyssypacja objętościowa nie przekraczała 50 W/m^3 w przeliczeniu na objętość komory. Założono wymiary komory szer. $1,20 \text{ m}$ i długość $4,0 \text{ m}$.

$$E = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,10 \cdot 0,14}{1,20 \cdot 0,85 \cdot (4,0 - 0,1)} = 34,55 \text{ W/m}^3$$

$$E = 34,55 \frac{W}{m^3} \quad E < 50 \frac{W}{m^3} \text{ – warunek spełniony}$$

Na poniższych rysunkach zaprezentowano schemat przepławki szczelinowej.

¹ Nawrocki P. redakcja, *Przepławki dla ryb - projektowanie, wymiary i monitoring (tyt. org. Fish passes - design, dimensions and monitoring) FAO of the United Nations by the WWF Poland 2016*



Rysunek 2 Wymiary i oznaczenia przepławki ryglowej typowej

[Źródło: Nawrocki P. redakcja, *Przepławki dla ryb - projektowanie, wymiary i monitoring (tyt. org. Fish passes - design, dimensions and monitoring)* FAO of the United Nations by the WWF Poland 2016]

Przepławkę na dolnym oraz górnym stanowisku planuje się umocnić kamieniem na zaprawie, spoinowanym, oraz luźnym rumoszem na długości min. 5,0 m.

Na powierzchni ułożonego substratu dennego przepławki projektuje się ułożyć i zastabilizować większe, pojedyncze, nieregularnie ułożone kamienie o średnicy 0,2-0,4 m w celu zwiększenia szorstkości dna przepławki. Materiał pokrywający dno w znaczący sposób redukuje prędkości przepływu w warstwie wody w strefie przydennej oraz w szczelinach, ułatwiając pokonanie przeszkody faunie bentonicznej, a także gatunkom ryb o słabszych zdolnościach pływackich czy też formom młodocianym.

Kamienie winny być układane pod nadzorem uprawnionego ichtiologa w celu wytworzenia odpowiednich parametrów hydraulicznych w przepławce.

Planowana w ramach inwestycji pn. „Rozbudowa i przebudowa budowli piętrząco-upustowej na rzece Sole w Żywcu – budowa przepławki dla ryb oraz obiektu energetyki wodnej”, przepławka w formie przepławki szczelinowej zapewni swobodną migrację

wstępującą wszystkim przedstawicielom ichtiofauny bytującym w wodach rzeki Soły na omawianym odcinku. Umożliwi ona także migrację zstępującą. Wszystkie kluczowe parametry przepławki mieszczą się w dopuszczalnych dla ichtiofauny bytującej na omawianym odcinku widełkach. Spełnią one wymagania dla ryb takich jak m.in. kleń, pstrąg potokowy, lipień, a także innych mniejszym gatunków oraz młodszych form rozwojowych ryb.

Podsumowując, planowana przepławka szczelinowa jest dostosowana do wymagań gatunków bytujących w rzece Sole na omawianym odcinku i spełnia ich warunki migracyjne.