

## Ćwiczenie nr 6:

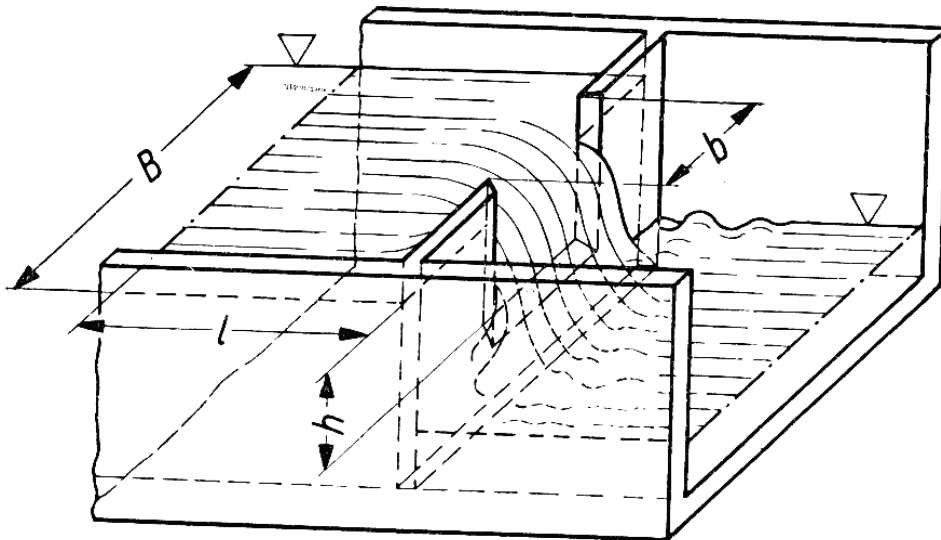
## Wyznaczanie współczynnika wydatku przelewu

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie współczynnika wydatku przelewu zatopionego oraz niezatopionego przy różnych kształtach otworów przelewowych.

## 1. Wprowadzenie

Przelew jest to część przegrody wstawionej w strumień cieczy o swobodnym zwierciadle, przez którą może nastąpić przepływ (Rys. 1). Krawędź ograniczającą strumień przelewowy nazywamy **krawędzią przelewową**, w przelewach o prostokątnym kształcie otworu wyciętego w przegrodzie poziomą część wycięcia nazywamy **koroną przelewu**. Strumień wody spiętrzonyj powyżej krawędzi przelewowej nazywamy **wodą górną**, poniżej przelewu **wodą dolną**.

W przypadku, gdy szerokość krawędzi przelewowej  $b$  jest mniejsza od szerokości strumienia dopływającej cieczy  $B$  mówimy o **dławieniu bocznym**. Wysokość  $h$  oznacza spiętrzenie ponad krawędzią przelewową,  $l$  jest odległością, dla której to spiętrzenie jest mierzone (bliżej krawędzi zwierciadło się obniża).



Rys. 1. Przelew prostokątny, czołowy o ostrej krawędzi, niezatopiony

Zróżnicowanie warunków hydraulicznych działania przelewów wymusza obliczanie ich wg metod uwzględniających ich klasyfikację.

Ze względu na kształt wycięcia otworu w przegrodzie rozróżniamy przelewy:

- prostokątny,
- trójkątny,
- trapezowy,
- kołowy,
- inne.

Ze względu na kształt przekroju podłużnego wyróżniamy:

- przelewy o ostrej krawędzi (gdy szerokość krawędzi  $s < 0,67 h$ ),
- przelewy o szerokiej koronie ( $s \geq 2-3h$ ),
- przelewy o kształtach praktycznych - naśladujące kształtem przekroju naturalny ruch opadającej cieczy.

Ze względu na ustawienie krawędzi przelewowej względem dopływającej strugi wyróżniamy:

- czołowy,
- boczny,
- inne (ukośne, krzywoliniowe).

Ze względu na hydrauliczne warunki pracy przelewu wyróżniamy:

- nie zatopiony - gdy woda dolna nie ma wpływu na spiętrzenie ponad krawędzią przelewową (dla przelewów o ostrej krawędzi, gdy woda dolna jest poniżej krawędzi przelewowej),
- zatopiony, gdy woda dolna ma wpływ na spiętrzenie powyżej krawędzi.

Ze względu na szerokość krawędzi przelewowej  $b$  względem szerokości dopływającej strugi  $B$  przelewy dzielimy na:

- przelewy bez dławienia bocznego ( $b = B$ ),
- przelewy z dławieniem bocznym ( $b < B$ ) - jedno lub dwustronnym.

Podział przelewów została przedstawiony na Rys. 2.

Według kształtu przekroju ścianki przelewu				
	ostra krawędź	kształt praktyczny	szeroka korona	
wg położenia dolnego zwierciadła	niezatonione			
	zatonione			
wg kształtu wycięcia (świata)				
wg usytuowania w planie				
wg dławienia bocznego				

Rys. 2. Klasyfikacja przelewów.<sup>1</sup> Oznaczenia:  $h$  – spiętrzenie ponad krawędzią przelewową,  $p$  – wysokość przegrody przelewu,  $v$  – średnia prędkość przepływu,  $d$  - napętnienie w kanale poniżej krawędzi przelewowej,  $l$  - zasięg depresji (obniżenia zwierciadła wody),  $s$  - szerokość krawędzi przelewowej.

<sup>1</sup> Klugiewicz J.: Hydraulika i hydrologia. Wydawnictwo Projprzem Eko, Bydgoszcz 1999.

Wydatek przelewu niezatopionego  $Q$  można określić z ogólnej zależności:

$$Q = \int_F v dF \quad (1)$$

Rozwiązanie tego równania dla przelewu trójkątnego o kącie rozwarcia  $2\alpha$  (rys. 3) jest następujące:

$$Q = \frac{8}{15} tg\alpha \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{5}{2}} \quad (2)$$

gdzie:

$Q$  - wydatek przelewu; [ $m^3/s$ ],

$\alpha$  - 1/2 kąta wierzchołkowego otworu trójkątnego; [ $^\circ$ ],

$g$  - przyspieszenie ziemskie; [ $m/s^2$ ],

$h$  - spiętrzenie ponad krawędzią przelewową; [m].

W praktyce wartość teoretyczna wydatku jest korygowana wielkością zwaną współczynnikiem wydatku przelewu  $\mu$  i wzór (2) przyjmuje postać:

$$Q = \frac{8}{15} tg\alpha \cdot \mu \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{5}{2}} \quad (3)$$

gdzie:

$\mu$  - współczynnik wydatku przelewu; [-].

W przypadku przelewu zatopionego woda dolna ogranicza wydatek w części zatopionej przelewu. Wydatek przelewu  $Q$  można określić, jako sumę wydatku w części niezatopionej  $Q_N$  i wydatku przelewu w części zatopionej  $Q_Z$  z zależności:

$$Q = \frac{4}{15} \mu_N tg\alpha \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}} (5a + 2h) + \mu_Z tg\alpha \sqrt{2g} \cdot h \cdot a^2 \quad (4)$$

gdzie:

$a$  - wzniesienie zwierciadła wody dolnej ponad krawędź przelewową; [m],

$\mu_N$  - współczynnik wydatku nie zatopionej części przelewu; [-],

$\mu_Z$  - współczynnik wydatku zatopionej części przelewu; [-].

Stosowane są również jednoczłonowe formuły, np.:

$$Q = \mu \left[ \frac{2}{15} \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}} (24htg\alpha + 15b_1) + a^2 tg\alpha \sqrt{2gh} \right] \quad (5)$$

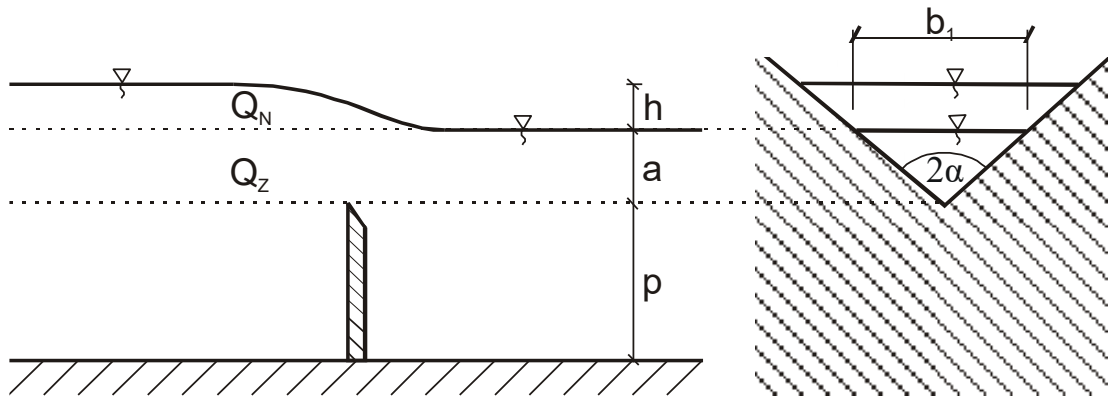
gdzie:

$a$ ,  $b_1$  wg Rys. 3; [m].

Zależność pomiędzy spiętrzeniem przed przelewem  $h$ , a natężeniem przepływu  $Q$  nazywamy **charakterystyką przelewu**.

## 2. Opis stanowiska badawczego

Zestaw do badań zbudowany jest z komory, w której wstawiony jest przelew trójkątny o ostrej krawędzi, działający, jako zatopiony lub niezatopiony, schematycznie przedstawiony na rys. 3.



Rys. 3. Schemat przelewu zatopionego

## 3. Przebieg ćwiczenia

1. Rozpocząć pomiary od wyznaczenia kąta wierzchołkowego  $\alpha$  otworu trójkątnej krawędzi przelewowej. W tym celu suwmiarką zmierzyć wymiar  $x$  oraz  $H$  na tarczy przelewowej.
2. Następnie zamontować tarczę przelewową w kanale otwarty, w taki sposób aby znajdowała się prostopadłe do ścian bocznych oraz szczelnie przylegała do dna kanału.
3. Napełnić koryto wodą, tak by nastąpił przepływ przez krawędź przelewową. Zanotować wartość chwilową przepływu  $Q$  oraz wysokość spiętrzenia wody górnej  $H$ .
4. Dla zmierzonych parametrów wyznaczyć współczynnik wydatku przelewu niezatopionego  $\mu_1$ .
5. Następnie należy przeprowadzić kilka serii pomiarowych przy zwiększającym się natężeniu przepływu.
6. W drugiej części ćwiczenia należy umieścić drugą tarczę przelewową, za tarczą trójkątną, w taki sposób by doprowadzić do jej zatopienia (woda dolna musi być powyżej krawędzi przelewowej).
7. Dla przelewu zatopionego odczytać wartość chwilową przepływu  $Q$  oraz wysokość spiętrzenia wody dolnej  $a$ , oraz różnicę wysokości między zwierciadłem wody górnej, a zwierciadłem wody dolnej  $h$ .
8. Dla zmierzonych parametrów wyznaczyć wartość współczynnika wydatku przelewu zatopionego  $\mu_2$ .
9. Następnie należy przeprowadzić kilka serii pomiarowych przy zwiększającym się natężeniu przepływu.
10. Dla przelewu zatopionego i niezatopionego sporządzić w formie wykresu charakterystykę wydatku przelewu  $h=f(Q)$  – niezatopiony oraz  $a=f(Q)$  – zatopiony.
11. Wszystkie wartości zmierzone wprowadzić do tabeli wyników (Załącznik 1).

#### **4. Sprawozdanie**

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów, należy wykonać sprawozdanie wg. wzoru poniżej:

- Przebieg ćwiczenia (krótki, wypunktowany);
- Opis badanych wielkości (zastosowane wzory + objaśnienia);
- Przykład obliczeń (dla każdej z badanych wielkości);
- Wyniki (uzupełniona tabela wyników);
- Wnioski (wraz z dyskusją wyników).

## Załącznik 1. Tabela wyników

### A. Przelew niezatopiony

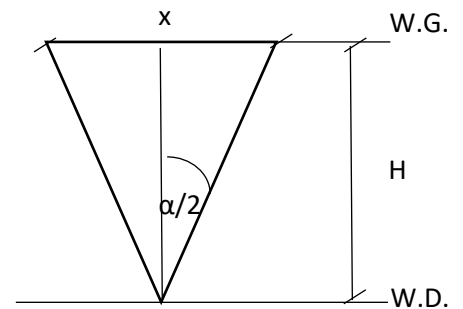
Lp.	Q		H	$\mu_1$
	[m <sup>3</sup> /h]	[cm <sup>3</sup> /s]		
-				-
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

$$tg \frac{\alpha}{2} = \frac{0,5 \cdot x}{H} = \dots \rightarrow \frac{\alpha}{2} = \dots \rightarrow \alpha = \dots$$

$$\text{Zmienna pomocnicza } P = \sqrt{2 \cdot g} \cdot \frac{8}{15} \cdot tg \frac{\alpha}{2} = \dots$$

$$\mu_1 = \frac{Q}{\sqrt{2 \cdot g} \cdot \frac{8}{15} \cdot H^{5/2} \cdot tg \frac{\alpha}{2}} = \frac{Q}{P \cdot H^{5/2}} [-]$$

$$g = 981 \text{ cm/s}^2$$



### B. Przelew zatopiony

Lp.	Q		h	b <sub>obl</sub>	a	$\mu_2$
	[m <sup>3</sup> /h]	[cm <sup>3</sup> /s]				
-						-
1						
2						
3						
4						
5						
6						

$$tg \frac{\alpha}{2} = \frac{0,5 \cdot b_{obl}}{a} \rightarrow b_{obl} = 2 \cdot a \cdot tg \frac{\alpha}{2}$$

$$\mu_2 = \frac{Q}{\frac{2}{15} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2} \cdot (24 \cdot h \cdot tg \frac{\alpha}{2} + 15 \cdot b) + a^2 \cdot tg \frac{\alpha}{2} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h} [-]$$

$$g = 981 \text{ cm/s}^2$$

