

EKSPERYMENTALNE BADANIA WPLYWU SZYKAN NA DŁUGOŚĆ ODSKOKU HYDRAULICZNEGO

Janusz Urbański

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu szykan na długość odskoku hydraulicznego. Badania przeprowadzono na modelu jazu z wypływem wody spod zasuw i niecką wypadową, w której dodatkowo zastosowano szykany w dwóch różnych ustawieniach. Długość odskoku wyznaczano na podstawie wyników pomiarów prędkości strumienia na wypadzie. Pomierzone długości odskoku porównano z wartościami obliczonymi wzorami innych autorów oraz równaniami zalecanymi do stosowania w praktyce projektowej. Uzyskano znaczną rozbieżność wyników, zarówno długości odskoku uzyskiwanych z przytoczonych w pracy wzorów, jak i pomierzonych w porównaniu z obliczonymi. Wyniki doświadczeń wykazały, że zastosowanie na modelu szykan ustawionych w jednym rzędzie spowodowało ograniczenie długości odskoku o 7–9%, a w dwóch rzędach o 15–19%. Praktyczną korzyścią w projektowaniu budowli z tym związaną jest możliwość skrócenia wypadu.

Słowa kluczowe: modelowanie fizyczne, jaz, długość odskoku hydraulicznego

WSTĘP

Odskok hydrauliczny towarzyszący przejściu strumienia wody z ruchu podkrytycznego w nadkrytyczny jest przedmiotem licznych badań prowadzonych przede wszystkim z uwagi na istotne praktyczne znaczenie wiedzy o tym zjawisku. W hydrotechnice odskok hydrauliczny wykorzystywany jest w procesach rozpraszania energii. Na wypadzie budowli piętrzącej dąży się do stworzenia warunków umożliwiających tworzenie się tzw. odskoku zatopionego, przysuniętego do ściany przelewu lub otworu wypływowego. Warunkiem zatopienia odskoku jest zapewnienie odpowiedniej głębokości wody w dolnym stanowisku budowli, przewyższającej drugą głębokość sprzężoną h_2 . W zmieniających się w czasie warunkach hydraulicznych w korytach rzek jest

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Janusz Urbański, Katedra Inżynierii Wodnej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, e-mail: janusz_urbanski@sggw.pl.

to często trudne do uzyskania i utrzymania. W związku z tym stosowane są rozwiązania techniczne pozwalające w sposób kontrolowany zapewnić warunki gwarantujące zatopienie odskoku w odpowiednim stopniu. Stosuje się w tym celu lokalne obniżenie płyty wypadowej względem dna w dolnym stanowisku nazywane niecką wypadową lub podpiętrzenie strumienia na wypadzie za pomocą progu o określonej wysokości. Ustalając wymiary wypadu, uwzględnia się przede wszystkim wartości liczbowe parametrów odskoku hydraulicznego, tzn. głębokości sprzężonych (pierwszej h_1 i drugiej h_2) oraz jego długości L_0 .

Długość odskoku L_0 definiowana jest jako odcinek strumienia od przekroju występowania pierwszej głębokości sprzężonej h_1 do przekroju końcowego, którego położenie trudno jest jednoznacznie określić. Wpływa na to między innymi wysoki stopień turbulencji przepływu w odskoku i bezpośrednio za nim, powodujący ciągłe zmiany cech strumienia. Jedną z propozycji ustalania końca odskoku jest lokalizowanie przekroju, w którym obserwuje się stagnację mas wody na powierzchni swobodnej strumienia [Hager i in. 1990]. Odcinek od miejsca występowania pierwszej głębokości sprzężonej h_1 do tego przekroju nazywany jest długością walca wodnego L_0 . Długość ta jest najważniejszą wielkością charakteryzującą odskok, gdyż jest stosunkowo łatwa do określenia.

W licznych źródłach bibliograficznych dotyczących badań nad odskokiem hydraulicznym spotkać można równania pozwalające obliczyć długość odskoku [Čertousov 1962, Hager i in. 1990, Bessaih i Rezak 2002, Kisiel 2005, Gupta i in. 2010]. Równania te oparte są przeważnie na prostych formułach uwzględniających przede wszystkim głębokości sprzężone h_1 i h_2 , liczbę Froude'a Fr_1 w przekroju występowania pierwszej głębokości sprzężonej oraz współczynniki, których wartości ustalono doświadczalnie. Wybrane równania opisujące długość walca wodnego L_0 zamieszczono w tabeli 1. Podano także [za: Dąbkowski i in. 1982] wzory zalecane do stosowania w praktyce projektowej.

Zamieszczone w tabeli 1 równania dotyczą odskoku swobodnego, tworzącego się w korycie o przekroju prostokątnym i dnie poziomym. W mniejszym stopniu rozpoznany jest odskok zatopiony, o właściwościach kształtowanych w sposób sztuczny na wypadzie budowli z niecką, progiem lub blokami betonowymi nazywanymi szykanami. Zatopienie niewątpliwie wpływa na strukturę przepływu na obszarze odskoku hydraulicznego i bezpośrednio za nim, a zatem także na jego długość. Wyniki wcześniej przeprowadzonych badań autora niniejszej pracy [Urbański 2008] wykazały, że wzrost stopnia zatopienia odskoku hydraulicznego wpływa na ograniczenie jego długości. Słabo rozpoznany jest wpływ szykan zastosowanych na wypadzie budowli na długość odskoku. Odpowiednio ukształtowane i rozmieszczone na wypadzie budowli piętrzącej bloki betonowe pozwalają na ogół na wyższe założenie dna niecki wypadowej oraz jej skrócenie [Dąbkowski i in. 1982]. Wyniki badań Bessaiha i Rezaka [2002] wykazały, że zastosowanie bloków betonowych o odpowiednim kształcie – z nachyloną powierzchnią czołową – zapewnia redukcję długości odskoku hydraulicznego nawet o 48%.

Projektując budowle piętrzące, dążyć należy do określenia optymalnych wymiarów ich elementów, z zachowaniem wymagań zawartych w przepisach i wytycznych z jednej strony oraz gwarantujących ograniczony poziom kosztowności z drugiej. Uzasadnione w związku z tym jest prowadzenie badań nad doskonaleniem metod projektowania budowli, weryfikacją i uściśleniem kryteriów obliczeniowych oraz skutecznością stosowania określonych rozwiązań technicznych. W artykule przedstawiono

wyniki doświadczeń przeprowadzonych na modelu jazu, których celem było określenie wpływu szykan zastosowanych w niecce wypadowej na długość odskoku hydraulicznego. Szykany wykorzystane w badaniach zaprojektowano na podstawie wytycznych podanych przez Peterkę [1978]. Długość odskoku hydraulicznego wyznaczano zgodnie z metodyką opartą na pomiarach rozkładów prędkości strumienia na wypadzie zaproponowaną przez autora [Urbański 2008]. Wyniki pomiarów długości odskoku na wypadzie bez szykan, opublikowane wcześniej przez autora [Urbański 2008], oraz z ich zastosowaniem w dwóch różnych ustawieniach poddano analizie porównawczej.

Tabela 1. Równania opisujące długość odskoku L_0 na poziomym dnie [za: Čertousov 1962, Dąbkowski i in. 1982, Hager i in. 1990, Kubrak 1998]

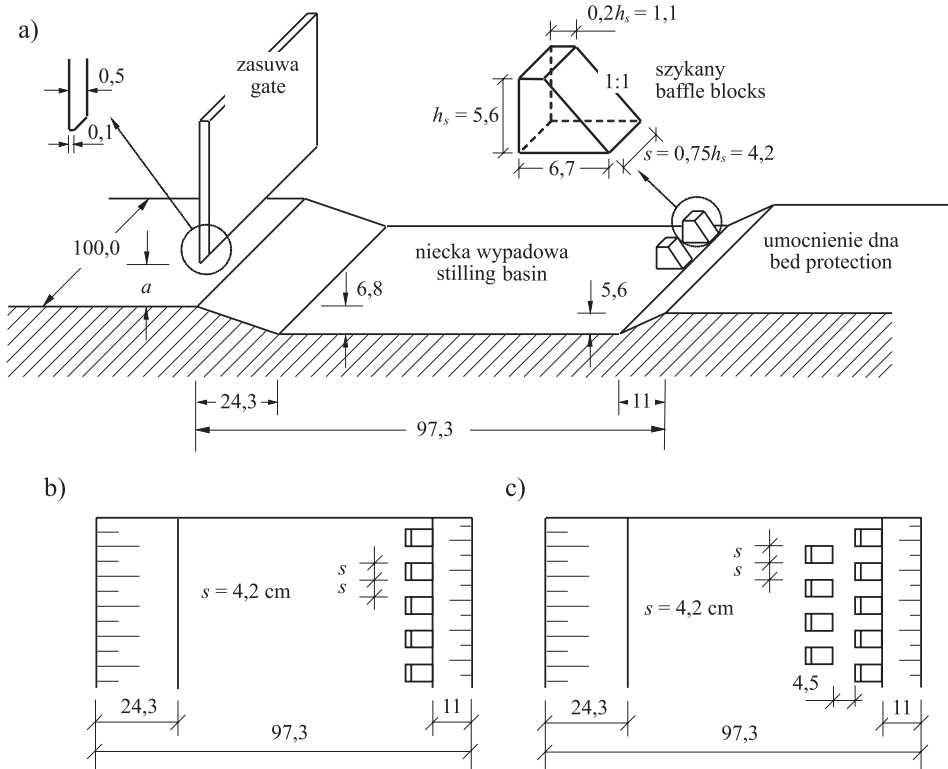
Table 1. Equations describing length of hydraulic jump L_0 on the horizontal bottom [after: Čertousov 1962, Dąbkowski et al. 1982, Hager et al. 1990, Kubrak 1998]

Autor Author	Równanie Equation	Numer równania Number of equation
Wóycicki	$L_0 = \left(8 - 0,05 \frac{h_2}{h_1}\right)(h_2 - h_1)$	(1)
Čertousov	$L_0 = 10,3h_1 \left(\left(\frac{h_{kr}}{h_1} \right)^{1,5} - 1 \right)^{0,81}$	(2)
Pavlovski	$L_0 = 2,5(1,9h_2 - h_1)$	(3)
Smetana	$L_0 \approx 6(h_2 - h_1)$	(4)
Bakhmeteff, Matzke	$L_0 = 5(h_2 - h_1)$	(5)
Page	$L_0 = 5,6h_2$	(6)
Wu	$L_0 = 10(h_2 - h_1) Fr_1^{-0,16}$	(7)
Formuły zalecane w praktyce Equations recommended in practice	$L_0 = 3h_2$	(8)
	$L_0 = (4 \div 4,5)(h_2 - h_1)$	(9)
	$L_0 = 5h_2$	(10)

METODYKA I ZAKRES BADAŃ

Badania przeprowadzono na modelu jazu (ryc. 1a), który wykonano w korycie prostokątnym o szerokości $B = 1,0$ m. Podczas doświadczeń utrzymywane były niezmiennie napełnienia koryta w górnym (H) i dolnym (h) stanowisku. Strumień wody wypływał spod zasuwę piętrzącej, podnoszonej na określoną wysokość a podczas każdego doświad-

czenia. Zatopiony odskok hydrauliczny utrzymywany był w niecce wypadowej, gdzie w kolejnych doświadczeniach dodatkowo ustawiano szykany rozmieszczone w jednym (ryc. 1b) i w dwóch rzędach (ryc. 1c). Hydrauliczne parametry strumienia, odpowiadające każdemu z trzech badanych natężeń przepływu q , podano w tabeli 2.



Ryc. 1. Model jazu: a) schemat i podstawowe wymiary, cm, b) niecka z szykanami w jednym rzędzie, c) niecka z szykanami w dwóch rzędach

Fig. 1. Model of the weir: a) schema and base dimensions, cm, b) stilling basin with baffle block in one row, c) stilling basin with baffle blocks in two rows

Tabela 2. Hydrauliczne parametry przepływu na modelu

Table 2. Hydraulic parameters of flow on model

q	a	H	h	h_1	h_2	Fr_1	σ_z
$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	m	m	m	m	m	–	–
0,049	0,032	0,417	0,133	0,020	0,147	5,7	1,28
0,073	0,049	0,445	0,165	0,030	0,176	4,4	1,27
0,097	0,064	0,462	0,193	0,039	0,200	3,9	1,24

Szykany wykorzystane w badaniach, których kształt i wymiary pokazano na ryc. 1a, zaprojektowano w oparciu o wytyczne podane przez Peterkę [1978], gdzie wysokość szykan h_s uzależniona jest od liczby Froude'a Fr_1 w przekroju występowania pierwszej głębokości sprzężonej h_1 . Ustalając wymiary i rozmieszczenie szykan, uwzględniono parametry hydrauliczne odpowiadające najmniejszemu z badanych natężeń przepływów na modelu, tzn. $q = 0,049 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($Fr_1 = 5,7$).

Za pierwszą głębokość sprzężoną h_1 przyjęto najmniejszą głębokość strumienia za zasuwą, nazywaną głębokością zdławioną i obliczaną jako $h_1 = \epsilon a$, gdzie ϵ jest współczynnikiem dławienia. Jego wartość zawarta w przedziale $0,615 \div 0,69$ uzależniona jest przez Żukowskiego [za: Kisiel i in. 2003] od stosunku a/H . Drugą głębokość sprzężoną h_2 obliczono z równania (11):

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \left(\sqrt{1 + 8 \frac{q^2}{gh_1^3}} - 1 \right) \quad (11)$$

Za koniec odskoku hydraulicznego przyjęto miejsce stagnacji strug wody, czyli punkt na powierzchni zwierciadła wody, w którym podłużna prędkość była zerowa. Położenie końcowego przekroju odskoku określano na podstawie analizy wyników pomiarów prędkości strumienia na wypadzie [Urbański 2008]. Piony pomiarowe rozmieszczono w osiowej płaszczyźnie koryta na długości niecki wypadowej i płaskiego, poziomego dna za wypadem w dolnym stanowisku (ryc. 2). Punkty pomiarowe w pionach rozmieszczone były następująco: p_1 w odległości 1 cm nad dnem, p_2 na wysokości $0,2 h_w$ nad dnem, $p_3 - 0,5 h_w$, $p_4 - 0,7 h_w$, a p_5 na głębokości 2 cm pod zwierciadłem wody. W pionach zlokalizowanych nad szykanami i umocnieniem dna za wypadem pomiar prędkości wykonywano w trzech punktach. Głębokość strumienia h_w na wypadzie była zmienna i w związku z tym mierzono ją w każdym pionie za pomocą wodowskazu szpilkowego. Do pomiarów prędkości wykorzystano elektrosondę PEMS rejestrującą z częstotliwością 0,1 s chwilowe wartości poziomych składowych wektora prędkości. Czas pomiaru prędkości w każdym punkcie wynosił 120 s. Rejestrowano zatem ciągi wartości chwilowych prędkości o liczebności 1200 elementów. Na ich podstawie obliczono w każdym punkcie wartość średnią v_{sr} , a następnie sporządzono rozkłady prędkości w pionach. Umożliwiły one wyznaczenie przebiegu tzw. linii zerowej prędkości [Bogomolov i Michajlov 1965] na obszarze odskoku hydraulicznego i jej ekstrapolację w kierunku zwierciadła wody (ryc. 2). Linia ta w miejscu styku ze zwierciadłem wody wskazywała położenie końcowego przekroju odskoku.

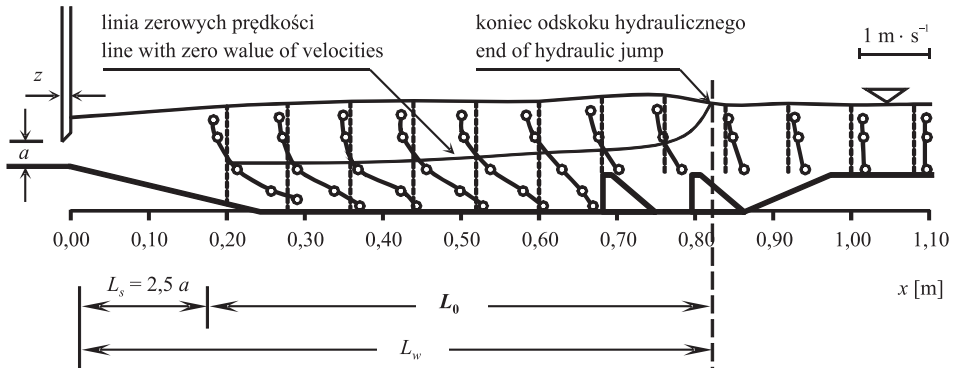
Jako długość odskoku hydraulicznego L_0 przyjęto różnicę odległości mierzonej w osi koryta od zasuwy piętrzącej do punktu stagnacji strug L_w i odległości spadania strumienia L'_s pomniejszonej o grubość zasuwy $z = 5 \text{ mm}$, tzn. $L_0 = L_w - L'_s$, gdzie $L'_s = L_s - z$ (ryc. 2). Wartość $L_s = 2,5a$ obliczono według zaleceń zawartych w Wytycznych... [1970] dla wypływu spod zasuwy bez progu. Jako współczynnik zatopienia odskoku hydraulicznego σ_z , zgodnie z zaleceniami praktycznymi [Dąbkowski i in. 1982] przyjęto stosunek:

$$\sigma_z = \frac{h + d + \Delta z}{h_2}$$

gdzie:

- d – głębokość niecki wypadowej,
- h – głębokość strumienia w dolnym stanowisku.

Wartość Δz nazywaną spiętrzeniem strumienia na wypływie z niecki oblicza się jako $\Delta z = \frac{v_h^2 - v_2^2}{2g}$, gdzie v_h i v_2 są prędkościami w przekrojach strumienia o głębokościach odpowiednio h i h_2 .



Ryc. 2. Sposób lokalizacji końca odskoku hydraulicznego na podstawie przebiegu linii zerowej prędkości

Fig. 2. Localization method of the hydraulic jump end, according to zero velocity line

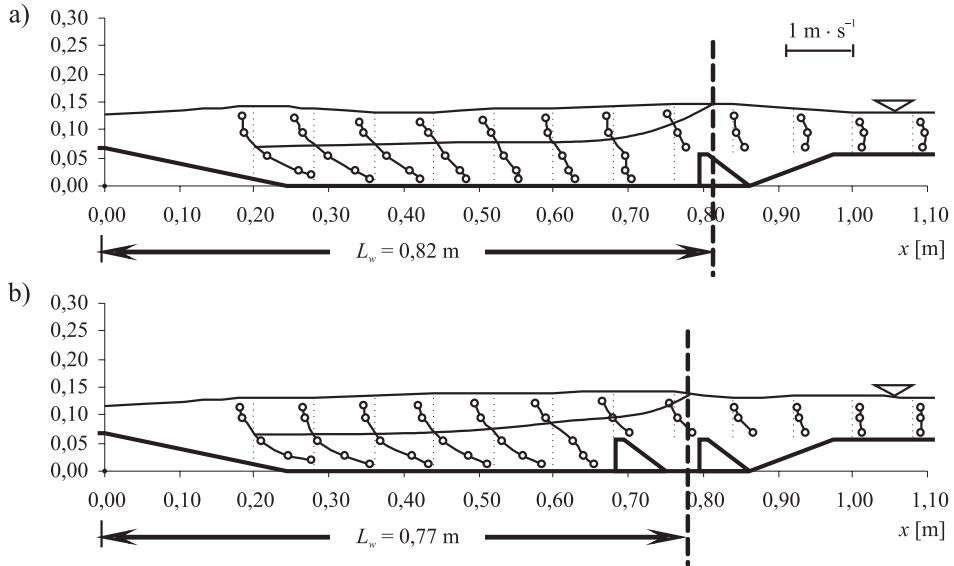
WYNIKI I ICH ANALIZA

Pomierzone rozkłady prędkości w pionach przedstawiono na ryc. 3, 4 i 5. Kształty tachoid są typowe dla strumienia na wypadzie budowli z wypływem wody spod zasuwy. Największe wartości prędkości rejestrowano w pobliżu dna, co związane było z występowaniem strumienia tranzytowego w dolnej części strumienia. Bezpośrednio pod zwierciadłem wody wartości prędkości były ujemne.

Połączywszy punkty przecięcia tachoid z pionami pomiarowymi, wykreślono przebieg linii zerowej prędkości (ryc. 3, 4 i 5) i dokonano jej ekstrapolacji w kierunku zwierciadła wody, lokalizując w ten sposób końcowy przekrój odskoku hydraulicznego.

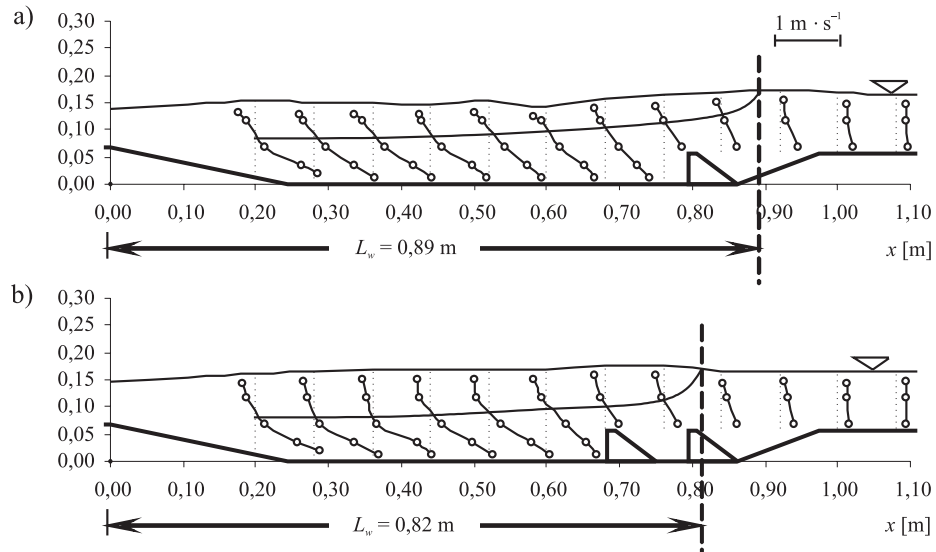
Wyniki pomiarów długości odskoku zamieszczono w tabeli 3. Długość odskoku na modelu z niecką wypadową (Nw) zaczerpnięto z wcześniej opublikowanych wyników doświadczeń autora [Urbański 2008]. Szykany zastosowane w niecce wypadowej spowodowały zmniejszenie długości odskoku hydraulicznego. W tabeli 3 podano wartości ilorazu $\frac{L_{0(NwSz)}}{L_{0(Nw)}}$. Wartości tego ilorazu obliczone na podstawie wyników doświadczeń z szykanami

ustawionymi w jednym rzędzie zawarte są w przedziale od 0,91 do 0,93, a w przypadku rozmieszczenia szykan w dwóch rzędach od 0,81 do 0,85. Zastosowanie szykan rozmieszczonych w dwóch rzędach spowodowało redukcję długości odskoku hydraulicznego o 15–19% w porównaniu z tą samą długością na modelu z niecką wypadową bez szykan.



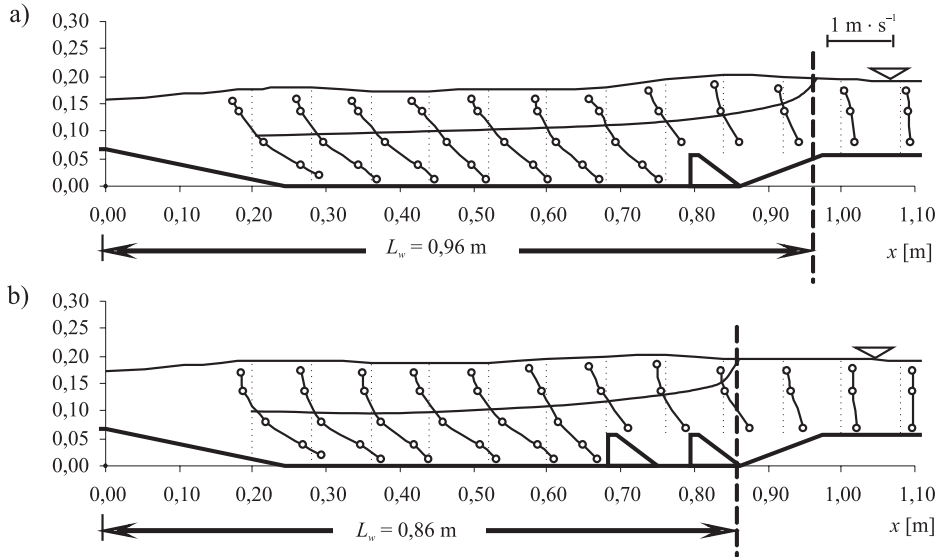
Ryc. 3. Pomierzone rozkłady prędkości w doświadczeniach z przepływem $q = 0,049 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ na modelu z szykanami w jednym rzędzie (a) i w dwóch rzędach (b)

Fig. 3. Measured velocity distributions during flow investigations at $q = 0,049 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ on model with baffle blocks in one row (a) and in two rows (b)



Ryc. 4. Pomierzone rozkłady prędkości w doświadczeniach z przepływem $q = 0,073 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ na modelu z szykanami w jednym rzędzie (a) i w dwóch rzędach (b)

Fig. 4. Measured velocity distributions during flow investigations at $q = 0,073 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ on model with baffle blocks in one row (a) and in two rows (b)



Ryc. 5. Pomierzone rozkłady prędkości w doświadczeniach z przepływem $q = 0,097 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ na modelu z szykanami w jednym rzędzie (a) i w dwóch rzędach (b)

Fig. 5. Measured velocity distributions during flow investigations at $q = 0,097 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ on model with baffle blocks in one row (a) and in two rows (b)

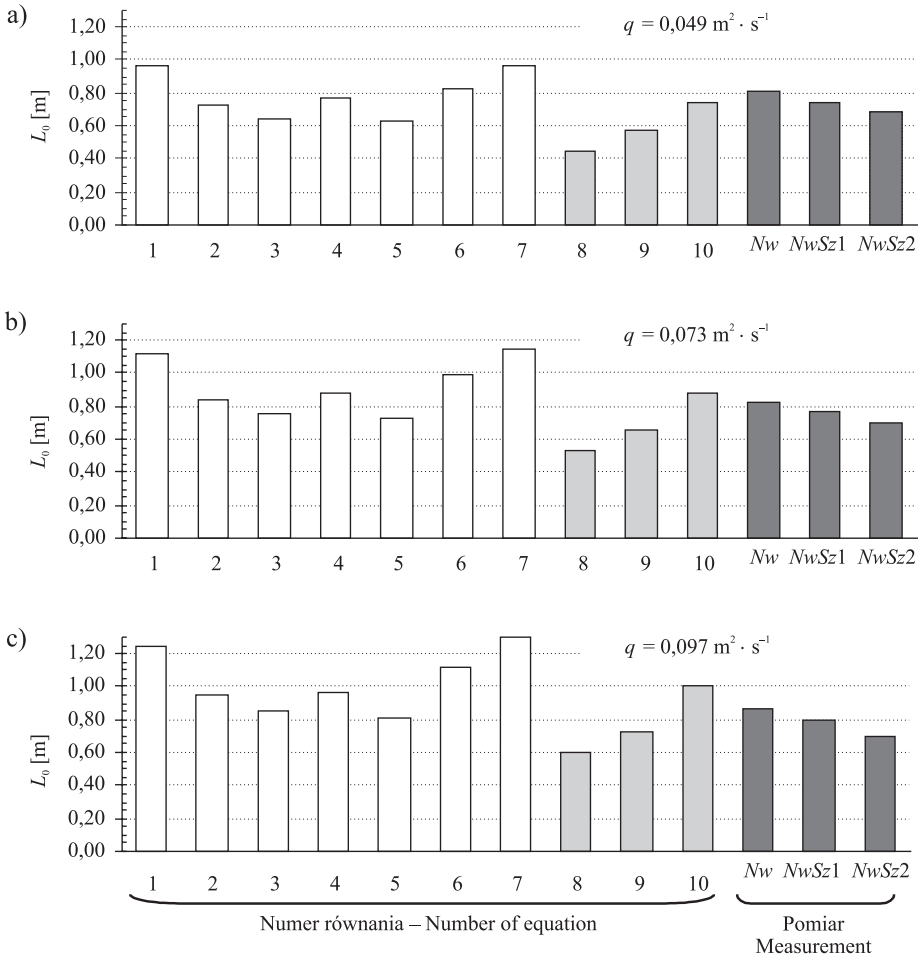
Tabela 3. Wyniki pomiarów długości odskoku hydraulicznego na modelu żazu
Table 3. The results of measurements of hydraulic jump length on the weir model

q $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	Urządzenia do rozpraszania energii Energy Dissipators	L_w m	L_s m	L_0 m	$\frac{L_{0(NwSz)}}{L_{0(Nw)}}$
0,049	Nw	0,89*	0,08	0,81	–
	NwSz1	0,82		0,74	0,91
	NwSz2	0,77		0,69	0,85
0,073	Nw	0,95*	0,12	0,83	–
	NwSz1	0,89		0,77	0,93
	NwSz2	0,82		0,70	0,84
0,097	Nw	1,02*	0,16	0,86	–
	NwSz1	0,96		0,80	0,93
	NwSz2	0,86		0,70	0,81

* – wyniki wcześniej opublikowanych badań autora – results of previously published investigations of the author [Urbański 2008]

Nw – niecka wypadowa, NwSz1 – niecka z szykanami w jednym rzędzie, NwSz2 – niecka z szykanami w dwóch rzędach, $L_{0(NwSz)}$ – długość odskoku pomierzona na modelu z szykanami, rozmieszczonymi odpowiednio w jednym i w dwóch rzędach, $L_{0(Nw)}$ – długość odskoku uzyskana na modelu z niecką wypadową (bez szykan).

Uwzględniając parametry hydrauliczne strumienia w doświadczeniach (tab. 3), obliczono długość odskoku L_0 przy zastosowaniu wzorów od (1) do (10) z tabeli 1, a porównanie ich z wynikami pomiarów tej wielkości w doświadczeniach przedstawiono na ryc. 6. Uzyskano dużą rozbieżność wyników, zarówno długości L_0 ze wzorów, jak i pomierzonych w porównaniu z obliczonymi. Największe wartości uzyskano ze wzorów Wójcickiego (1) i Wu (7), najmniejsze zaś okazały się długości obliczone z zastosowaniem równań (8) i (9), zalecanych do stosowania w praktyce projektowej. Pomierzone długości L_0 na modelu jazu z szykanami w niecce wypadowej podczas doświadczeń z przepływem $q = 0,097 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ były mniejsze od obliczonych ze wzorów od (1) do (7) (ryc. 6c). Przyczyną tego może być zatopienie odskoku hydraulicznego w niecce wpa-



Ryc. 6. Długość odskoku L_0 obliczona równaniami (1)–(10) i pomierzona podczas doświadczeń z przepływem $0,049 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (a), $0,073 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (b) i $0,097 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (c)

Fig. 6. Length of hydraulic jump L_0 calculated by equations (1)–(10) and measured during the experiments with the flow of $0,049 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (a), $0,073 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (b) i $0,097 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (c)

dowej. Równania od (1) do (7), zamieszczone w tabeli 1, dotyczą odskoku niezatopionego. Długość odskoku pomierzoną na modelu porównano także z obliczoną wzorami zalecanymi do stosowania w praktyce projektowej i w większości przypadków była ona większa od obliczonej ze wzorów (8) i (9), a zbliżona do lub mniejsza od wyznaczonej z równania (10), dającego maksymalną wielkość L_0 , której przekraczanie nie jest celowe we wszystkich budowlach piętrzących [Dąbkowski i in. 1982].

WNIOSKI

Analiza wyników badań laboratoryjnych, których celem było określenie wpływu szykan zastosowanych w niecce wypadowej na długość odskoku hydraulicznego pozwoliła na sformułowanie następujących wniosków:

1. Długość odskoku hydraulicznego z uwagi na złożoną strukturę przepływu okazuje się parametrem trudnym do zmierzenia, a identyfikowanie przez badaczy przekroju końcowego odskoku jest subiektywne. Z tych przyczyn wynikać mogą rozbieżności w wynikach obliczeń długości odskoku z wykorzystaniem wzorów różnych autorów.
2. Zalecane do stosowania w praktyce wzory do wymiarowania niecki wypadowej opracowano na podstawie badań odskoku tworzącego się na płaskim dnie. Z przeprowadzonych doświadczeń wynikają wyraźne różnice pomierzonych długości odskoku w porównaniu z wartościami obliczonymi. Rozbieżności mogą być związane z zastosowaniem w badaniach modelu jazu z niecką i szykanami w różnych ustawieniach, a nie z płaskim wypadem.
3. Najmniejszą długość odskoku uzyskano na modelu jazu z szykanami rozmieszczonymi w niecce wypadowej w dwóch rzędach. Zastosowanie szykan ustawionych w jednym rzędzie spowodowało zmniejszenie długości odskoku o 7–9%, a w dwóch rzędach o 15–19%. Praktyczną korzyścią z tym związaną jest możliwość skrócenia wypadu budowli w przypadku zastosowania szykan.

PIŚMIENNICTWO

- Bessaih, N., Rezak, A. (2002). Effect of baffle blocks with a sloping front face on the length of the jump. The Institution of Engineers, Bangladesh. J. Civil Engineer., CE 30(2), 101–108.
- Bogomolov, A.I., Michajlov, K.A. (1965). Gidrawlika. Izdatielstwo S.I., Moskwa.
- Čertousov, M.D. (1962). Gidrawlika – specjalny kurs. Gosudarstwennoje Energeticzeskoje Izdatielstwo, Moskwa – Leningrad.
- Dąbkowski, Sz.L., Skibiński, J., Żbikowski, A. (1982). Hydrauliczne podstawy projektów wodno-melioracyjnych. PWRiL, Warszawa, 243–287.
- Hager, W.H., Bremen, R., Kawagoshi, N. (1990). Classical hydraulic jump: length of roller. J. Hydr. Res., 28(5), 591–608.
- Gupta, S.K., Mehta, R.C., Dwivedi, V.K. (2010). Modelling of relative length and relative energy loss of hydraulic jump in sloping prismatic channels for environmental hazards control. 2nd Intern. Conf. on Climate Change & Sustainable Management of Natural Resources, CP-77, 05–07 December, 2010.
- Kisiel, A. (2005). Hydrauliczne podstawy wymiarowania typowych wypadów budowli hydrotechnicznych. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa.

- Kisiel, A., Mrowiec, M., Malmur, R., Kisiel, J. (2003). Poradnik hydromechanika i hydrotechnika. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa.
- Kubrak, J. (1998). Hydraulika techniczna. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Peterka, A.J. (1978). Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators. United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Denver.
- Urbański, J. (2008). Długość odskoku hydraulicznego na modelu jazu. Przegl. Nauk. Inżyn. Kształt. Środ., 1(39), 3–12.
- Wytuczne instruktażowe projektowania budowli wodno-melioracyjnych – jazy (1970). CBSiPVM, Warszawa.

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THE IMPACT OF BAFFLE BLOCKS ON THE LENGTH OF HYDRAULIC JUMP

Abstract. The article presents the result of investigations on length of hydraulic jump. Experiments were conducted on model of the weir with the outflow under the closure and with stilling basin, with additionally inserted baffle blocks in two different case settings. The length of the hydraulic jump was determined based on flow velocity measurements in the stilling basin. The measured lengths of hydraulic jump were compared with the other authors formulas and equations recommended for use in design practice. Obtained results demonstrated a large discrepancy in the length of the hydraulic jump calculated based on authors formulas or practical equations with comparison to measured ones. Experiments showed that the use of baffle blocks on the model, arranged in one row, has reduced the length of the hydraulic jump of 7–9%, and two rows of 15–19%. Practical benefit in the design of structures is possibility to shorten the stilling basin.

Key words: physical modeling, weir, length of hydraulic jump

XXXIII OGÓLNOPOLSKA SZKOŁA HYDRAULIKI – Zakopane 2014

Zorganizowana pod patronatem

Komitetu Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk

przez

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Dofinansowanie:

Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie

Wydanie publikacji zostało dofinansowane przez MGGP S.A.



Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 8.01.2015

Do cytowań – For citation: Urbański, J. (2015). Eksperymentalne badania wpływu szykan na długość odskoku hydraulicznego. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 14(1), 189–199.