

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 58, 2012: 263–272
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 58, 2012)
Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 58, 2012: 263–272
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 58, 2012)

Sławomir BAJKOWSKI, Urszula JASTRZĘBSKA

Katedra Inżynierii Wodnej SGGW w Warszawie
Department of Hydraulic WULS – SGGW

Badanie wpływu kształtu progu gabionowego na podział przepływu

Studies of the impact the shape of the rock-fill sill to the flow distribution

Słowa kluczowe: próg kamienny, filtracja, przepływ

Key words: rock-fill sill, filtration, overflow

Wprowadzenie

Konstrukcje siatkowo-kamienne (gabionowe) o różnych wymiarach i kształtach, wykonane z wzmocnianego narzutu kamiennego, stosowane są w budownictwie hydrotechnicznym ze względu na dużą wytrzymałość, odporność na działanie czynników zewnętrznych oraz walory przyrodnicze. Budowle te są elastyczne, podatne na odkształcenia, dzięki czemu przystosowują się do kształtu podłoża i osiągają lepszą stateczność, bez zmian wytrzymałości.

Gabiony najczęściej stosowane są jako umocnienia brzegów i dna cieków przy dużych prędkościach przepływu, w miejscach, gdzie może dochodzić do erozji dennej lub brzegowej. Z filtracyj-

nych konstrukcji kamiennych wykonuje się zarówno całe budowle (stopnie, progi, bystrotoki), jak i elementy zabezpieczające (ubezpieczenia dna i skarp wypadu) – Jędryka i Kamińska (2004). Do najczęściej stosowanych kształtów konstrukcji gabionowych zalicza się skrzynie, kosze, materace oraz walce. Spełniać one mogą różnorodne zadania w budownictwie wodnym, z których do najpopularniejszych zalicza się: zabezpieczanie skarp nasypów przed osuwaniem, wzmocnianie brzegów rzek, kanałów i zbiorników wodnych oraz uzupełnianie wyrw, dziur i kawern, powstających w korytach rzek i w budowlach umocnieniowych. Z gabionów wykonuje się opaski brzegowe, osłony filarów mostowych i zapory przeciwrumowiskowe. Budowle hydrotechniczne zbudowane z gabionów wpływają korzystnie na bilans tlenowy rzeki, powodując silne napowietrzenie wody dzięki dużej szorstkości powierzchni

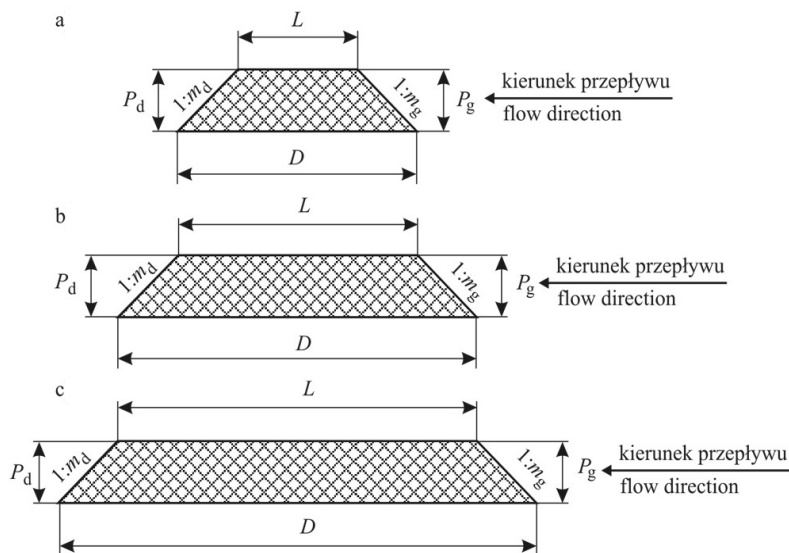
i burzliwemu przepływowi w przepuszczalnym korpusie.

Do wypełnienia gabionów najczęściej stosuje się kruszywo łamane lub otoczaki. Gęstość właściwa materiału wypełniającego powinna być większa niż $1700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, z kolei wymiary cząstek kruszywa powinny być większe od wymiarów oczek siatki, co najmniej o 50%. Ułożenie cząstek kruszywa w koszu powinno zapewniać jak najlepsze wypełnienie elementu, tak aby ich krawędzie nie wystawały poza obrys gabionu, a jednocześnie były możliwe jak najmocniej ściśnięte (Dąbkowski 2001). Głównym celem pracy było rozpoznanie wpływu wymiarów trapezowego przelewu gabionowego (wysokość i długość korony) na warunki przepływu wody oraz określenie podziału przepływu na część przelewową i filtracyjną. Rozpoznanie zasad ustalania przepływu odpowiadającego

pojawieniu się wody na koronie progu oraz odniesienie tej wartości do hydrogramu przepływów, umożliwiają określenia okresów, w których korona progu jest pokryta wodą oraz kiedy jest ona dostępna i może być wykorzystana na przykład do przejścia dzikich zwierząt przez rzekę, jako ścieżka łącząca szlaki wędrowne biegnące wzdłuż brzegów.

Material i metody

Badania laboratoryjne wykonano w Laboratorium Hydraulicznym im. prof. Armanda Żbikowskiego SGGW w Warszawie. W badaniach wykorzystano trzy modele trapezowych progów gabionowych, których schematy pokazano na rysunku 1. Konstrukcje progów zostały wzmocnione siatką z prętów stalowych o wymiarach oczek $50 \times 50 \text{ mm}$.



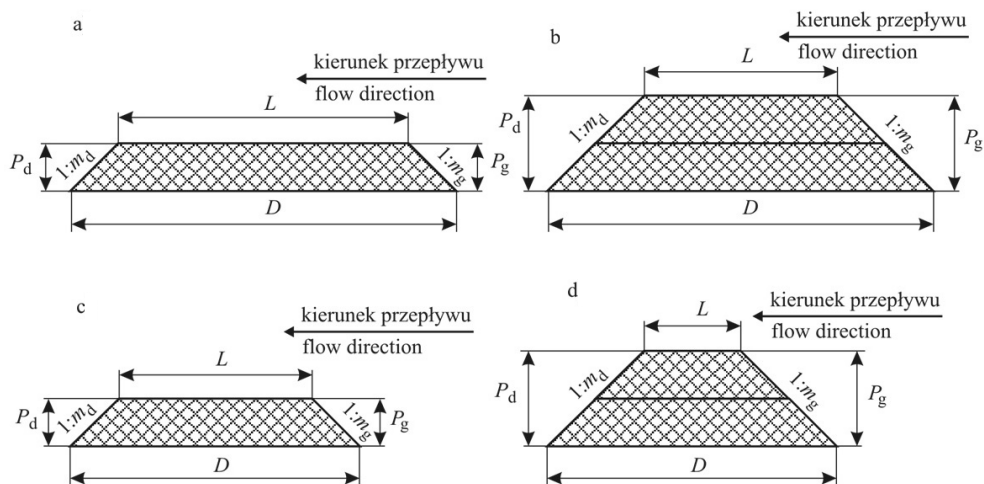
RYСУNEK 1. Modele badawcze: a – model D40, b – model D60, c – model D80; D – długość podstawy, L – długość korony, P – wysokość progu

FIGURE 1. Research models: a – model D40, b – model D60, c – model D80; D – base length, L – crest length, P – sill height

Wymiary modeli: długość podstawy (D), długość korony (L) i wysokość progu (P) zostały tak dobrane, aby możliwe było ich łączenie i zestawianie w warianty badawcze, różniące się wysokością progu oraz długością korony (rys. 2).

Wykorzystując pojedyncze modele oraz ich połączenia, uzyskano cztery warianty badawcze. Podstawowe wymiary wariantów badanych progów zestawiono w tabeli 1. Modele trapezowego korpusu progu gabionowego wykonano w pro-

stokątnym korycie badawczym o szerokości 0,20 m. Kolejne warianty badawcze oznaczono odpowiednio: U01, U02, U03, U04. Badania warunków przepływu prowadzono przy ustalonych parametrach hydraulicznych, wykorzystując stałą krzywą przepływu stanowiska dolnego. Strumień przelewowy przepływał w warunkach swobodnego odpływu i nie był podtapiany wodą dolną. Przed prowadzeniem badań zasadniczych wykonano pomiary dna stanowiska, poło-



RYСУNEK 2. Warianty badawcze: a – wariant U01, b – wariant U02, c – wariant U03, d – wariant U04; D – długość podstawy, L – długość korony, P – wysokość progu

FIGURE 2. Research variants: a – variant U01, b – variant U02, c – variant U03, d – variant U04; D – base length, L – crest length, P – sill height

TABELA 1. Zestawienie parametrów wariantów badawczych

TABLE 1. Summary of parameters of the research variants

Parametr Parameter	Oznaczenie Symbol	Oznaczenia wariantów i wymiary progu Variants designation and dimensions of sill			
		U01	U02	U03	U04
Długość podstawy Base length	L [10^{-2} m]	80,0	80,0	60,0	60,0
Długość korony Crest length	D [10^{-2} m]	60,0	40,0	40,0	20,0
Wysokość progu Sill height	P_g [10^{-2} m]	12,2	24,5	12,7	24,8
	P_d [10^{-2} m]	13,1	25,8	12,7	25,2

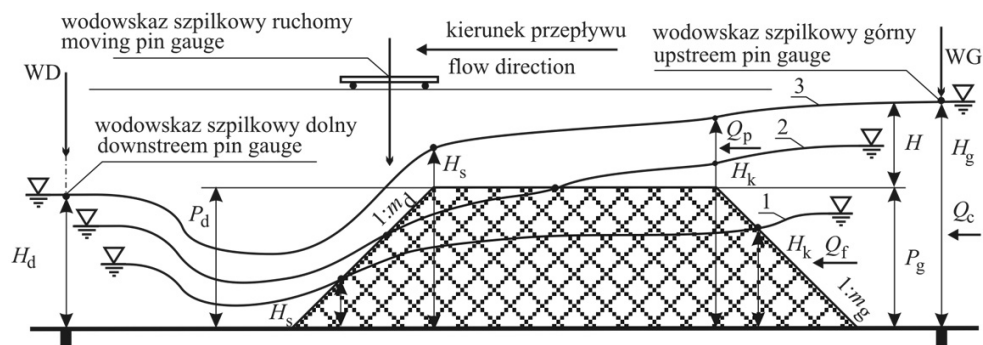
zenia elementów stalowych konstrukcji wzmacniającej, profilu oraz przekrojów poprzecznych kamiennego korpusu.

Całkowity przepływ wody w stanowisku badawczym mierzony był przepływomierzem elektromagnetycznym. Kontrolę przepływu prowadzono trójkątnym przelewem umieszczonym na wylocie z koryta pomiarowego. Przepływ cząstkowy nad korpusem progu siatkowo-kamiennego mierzono metodą hydrometryczną za pomocą sondy PEMS i obliczano metodą pięciopunktową. Schemat modelu przelewu oraz podstawowe wielkości pomiarowe wykorzystane w analizach przedstawiono na rysunku 3.

Parametry kruszywa wypełniającego korpus kamiennego progu wyznaczono, wykorzystując bezpośrednie pomiary cząstek. Próbkę reprezentatywną wyodrębniono metodą ćwiartkowania. Dla próbki o liczebności 52 cząstek za pomocą suwmiarki określono: długość (A), szerokość (B) i wysokość cząstki (C)

– Bajkowski (2001). Masę cząstek określono przy użyciu wagi laboratoryjnej, a ich objętość – metodą pośrednią, określając objętość cieczy wypartej przez cząstkę.

Charakterystyki geometryczne próbki zestawiono w tabeli 2. Średnicę średnią (D_s) wyliczono dla każdej cząstki jako średnią arytmetyczną z trzech wymiarów A , B i C , a średnicę zastępczą (D_z) obliczono jako średnicę kuli równej pomierzonej objętości cząstki (V_i). Wskaźnik jednorodności uziarnienia (C_u) i wskaźnik krzywizny (C_c) ustalono zgodnie z normą PN-B-02481/1998. Współczynnik kształtu cząstek (F) i cechę dominacji (C_d) ustalono dla wymiaru oczek sita zastępczego, odpowiadającego szerokości cząstek (B) oraz średnicy średniej (D_s) i średnicy zastępczej (D_z) – Bajkowski (2006). Niezbędne do obliczenia cech próbki średnice charakterystyczne (d_{10} , d_{30} , d_{60} , d_{90}), charakteryzujące zawartość w próbce cząstek wraz z mniejszymi, wyznaczono z krzy-



RYSUNEK 3. Parametry badawcze: 1 – filtracja swobodna, 2 – faza przejściowa filtracji, 3 – filtracja ciśnieniowa; H_d – głębokość wody dolnej, H_s – głębokość wylotowa progów, H_k – głębokość wlotowa progów, H – wzniesienie wody górnej, H_g – głębokość wody górnej, P_d – wysokość dolna progów, P_g – wysokość górna progów

FIGURE 3. Research parameters: 1 – free seepage, 2 – transition seepage zone, 3 – pressure seepage; H_d – downstream water depth, H_s – outlet sill depth, H_k – inlet sill depth, H – head water depth, H_g – upstream water depth, P_d – downside sill height, P_g – upside sill height

TABELA 2. Zestawienie parametrów cząstek kruszywa
TABLE 2. Summary of parameters of the aggregate particles

Parametr Parameter	A	B	C	$D_s = \frac{A+B+C}{3}$	$D_z = \sqrt[3]{\frac{6V_i}{\pi}}$	$F = \frac{B}{\sqrt{A \cdot C}}$
Wartość minimalna [mm] Minimum value	67,56	54,48	42,04	59,01	56,99	0,777
Wartość średnia [mm] Everage value	91,02	68,21	55,37	71,53	69,33	0,890
Wartość maksymalna [mm] Maksimum value	124,35	86,35	69,92	85,89	84,75	1,234
$D_{i,50\%}$ [mm]	–	68,56	–	73,50	71,07	–
$D_p = \frac{\sum D_i \cdot p_i}{100}$ [mm]	–	69,34	–	73,09	70,99	–
$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	–	1,247	–	1,166	1,165	–
$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$	–	1,050	–	0,978	0,996	–
$C_d = \frac{d_{90} \cdot d_{20}}{d_{30}^2}$	–	0,938	–	0,983	0,960	–

wej uziarnienia cząstek uszeregowanych według wymiarów obliczeniowych.

Nominalna średnica zastępcza kruszywa naturalnego, zastosowanego do wypełnienia badanego gabionu, wynosiła $D_{z,50\%} = 70,99$ mm, porowatość $n = 0,418$, wskaźnik porowatości $e = 0,719$, gęstość właściwa szkieletu $\rho_s = 2,64 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Kruszywo wykorzystane do wypełnienia korpusu badanego progu charakteryzowało się równoziarnistym uziarnieniem ($1,0 < C_u \leq 5,0$). Wartość wskaźnika jednorodności uziarnienia (C_u) jest bliższa do jedności. Biorąc po uwagę różnicę między maksymalnymi a minimalnymi wymiarami cząstek, można stwierdzić, że było to kruszywo z przewagą cząstek dyskoidalnych. Cecha dominacji (C_d) jest mniejsza od jedności, co świadczy o występowaniu w prób-

ce większej liczby cząstek o średnicach mniejszych niż poszczególne wartości nominalne $D_{i,50\%}$.

Wyniki

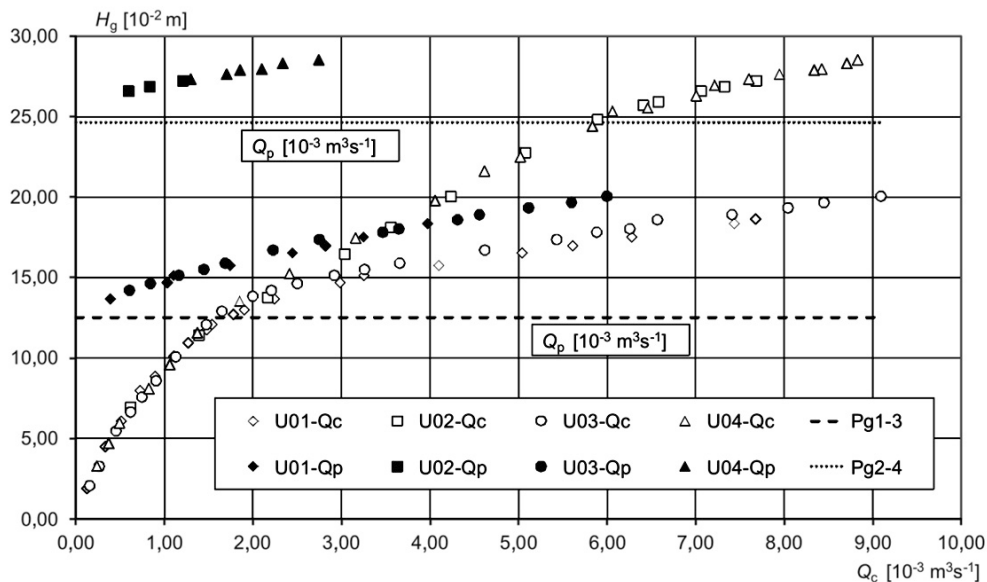
Przepustowość przepuszczalnych przelewów kamiennych kształtowana jest geometrią progu przelewowego oraz kruszywa wypełniającego korpus (Izbash i Khaldre 1970). Przepływ na progu kamiennym dzieli się na część filtracyjną (Q_f), przepływającą przez przepuszczalny korpus, oraz część Q_p , przelewającą się nad kamiennym szorstkim progiem (Bajkowski 2006). Swobodny przepływ filtracyjny utrzymuje się dla napień w stanowisku górnym (H_g), mniejszym od wysokości progu. Przepływ filtracyjny ciśnieniowy ma miejsce wtedy, gdy

powierzchniowy strumień przelewowy pokrywa na całej długości koronę progę (Bajkowski 2007). Zmiana formy przepływu bezciśnieniowego w ciśnieniową definiowana jest fazą przejściową. Natężenia przepływu, przy których następuje zmiana faz, określane są wartościami granicznymi. Przepływ graniczny dolny (Q_{pmin}) odpowiada przejściu fazy swobodnego przepływu filtracyjnego w fazę przejściową, a Q_{pmax} jest przepływem granicznym górnym odpowiadającym zmianie fazy przejściowej na ciśnieniową.

Krzywe przepustowości badanych progów opracowane dla głębokości wody w korycie powyżej progę (H_g) pokazano na rysunku 4. Przepływy całkowite (Q_c) odniesiono do napień ustalonych względem rzędnej dna w przekroju wodowskazu górnego, a przepływy nad koroną przelewu (Q_p) – do poziomów

korony, której wzniesienie ustalone jest wysokością progę górnego (P_g). Natężenia przepływu $Q = Q_c$ wykorzystano do opracowania krzywych stanowiska górnego, a przepływy $Q = Q_p$ – dla krzywych wlotowych odniesionych do wysokości progów badanych modeli. Warianty badawcze różnicuje wysokość progę, co uwidacznia się załamaniem krzywych przy głębokościach wody równych wysokościami progów. Wysokość progę górnego (P_g) stanowi granicę, powyżej której pojawia się przepływ na szorstkim przelewie kamiennego progę (Q_p). Jest to moment, w którym zanika faza swobodnego przepływu filtracyjnego w korpusie, a powstaje forma przejściowa przepływu, charakteryzująca się jednoczesnym przepływem przez korpus i ponad jego koronę.

Podział całkowitego przepływu (Q_c) na przelewową część powierzchniową



RYСУNEK 4. Krzywa wydatku progę kamiennego: Q_c – przepływ całkowity, Q_p – przepływ powierzchniowy

FIGURE 4. Discharge relationship of the rock-fill sill: Q_c – total discharge, Q_p – overflow

(Q_p) oraz filtracyjną (Q_f) pokazano na rysunku 5. Przedstawione linie podziału obrazują reakcje między częścią przepływową (Q_p) a całkowitym przepływem (Q_c). Znajomość tych relacji pozwala obliczyć filtracyjną część przepływu (Q_f). Pojawieniu się przepływu (Q_p) ponad koroną progu w przekroju wlotowym odpowiada przecięcie się prostych rozdziału z dodatnią półosią układu współrzędnych. Wartości przepływów odpowiadające tym punktom obrazują dolne granice pojawienia się przepływu powierzchniowego (Q_{pmin}). Wartość tego przepływu ustala się z krzywej przepustowości i odpowiada ona napełnianiu w stanowisku górnym zbliżonemu do wysokości progu. Pojawienie się przepływu powierzchniowego w przekroju wlotowym powoduje zanik swobodnego przepływu w korpusie i przejście w fazę

pracy przejściowej. Na wartość Q_{pmin} w dużym stopniu wpływają: skład granulometryczny materiału wypełniającego korpus oraz kształt i wymiary progu.

W tabeli 3 zestawiano obliczone metodą najmniejszych kwadratów parametry prostych podziału zapisanych ogólnym równaniem:

$$Q_p = aQ_c - b \quad (1)$$

gdzie:

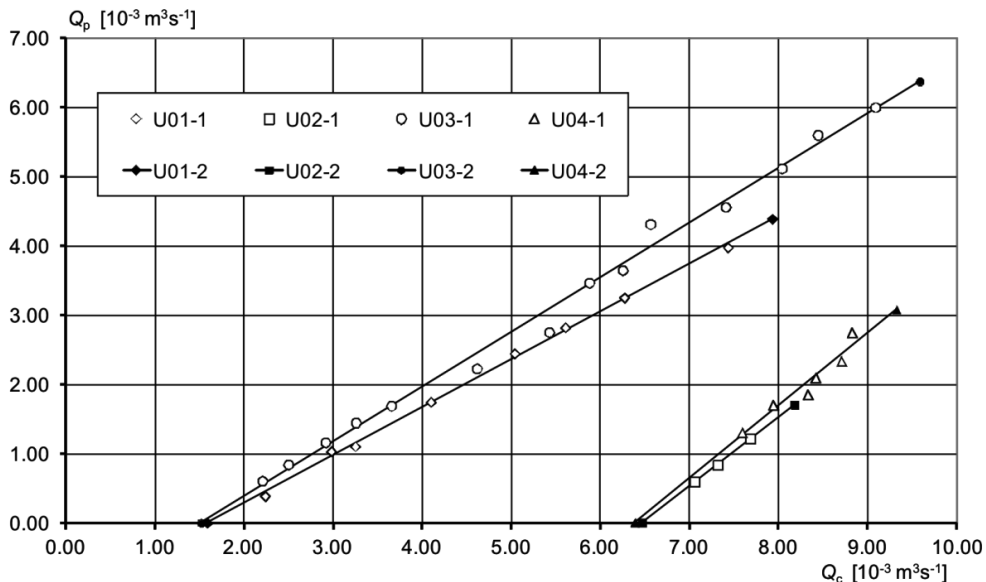
Q_p – przepływ ponad koroną progu w przekroju wlotowym,

Q_c – przepływ całkowity,

a – współczynnik nachylenia prostej podziału,

b – stała prostej podziału.

Tendencję podziału przepływu obrazują wartości Q_{pmin} obliczone z równania (1) dla $Q_p = 0$ oraz układ prostych wyrażony ich współczynnikami nachy-



RYSUNEK 5. Podział przepływu na przepuszczalnym progu kamiennym: 1 – punkty pomiarowe, 2 – proste regresji

FIGURE 5. Flow distribution on the permeable fill-stone sill: 1 – measuring points, 2 – regression lines

TABELA 3. Zestawienie parametrów obliczeniowych prostych podziału przepływu
 TABLE 3. Summary of calculating parameters of the flow distribution lines

Parametr Parameter	Oznaczenie Symbol	Oznaczenia wariantów Variants designation			
		U01	U02	U03	U04
Współczynnik nachylenia Slope coefficient	a	0,6907	0,9928	0,7889	1,0466
Stała Intercept	b	1,0960	6,4248	1,1991	6,6888
Współczynnik determinacji Determination coefficient	R^2	0,998	0,999	0,993	0,933
Dolny przepływ graniczny Upper boundary flow	$Q_{pmin} [10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	1,58	6,47	1,52	6,39
Głębokość maksymalna Maximum depth	$H_{gmax} [10^{-2} \text{ m}]$	18,64	27,25	20,06	28,55
Przepływ Q_c dla H_{gmax} Discharge Q_c for H_{gmax}	$Q_{Hgmax} [10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	7,44	7,68	9,08	8,83
Współczynnik podziału przepływu Discharge distribution coefficient	$\alpha_{Hgmax} [\%]$	21,3	84,2	16,7	72,4

lenia. Linie analizujące podział przepływu układają się w dwie grupy, odpowiadające podobnym wysokościami progów (P_g) – tabela 1. Nachylenia linii podziału są mniejsze dla wariantów U01 i U02, mających progi o długościach podstawy $D = 0,80 \text{ m}$ (tab. 1), a większe dla wariantów U03 i U04, dla których $D = 0,60 \text{ m}$ (tab. 1).

Dla wariantu U01 do natężenia przepływu wynoszącego $1,58 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ woda przepływała porami w gabionie, a po przekroczeniu tej wartości przelała się nad koronę. W wariantcie U02 przepływ powierzchniowy wystąpił przy przepływie całkowitym $6,47 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Wartość Q_{pmin} dla wariantu U03 wyniosła $1,58 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, a dla wariantu U04 była równa $6,39 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$.

Przejściowa faza przepływu dla przepływów większych niż Q_{pmin} charakteryzuje się wpływaniem wody wgłąb korpusu wzdłuż korony progów.

Zakres strefy wpływania zwiększa się wraz ze wzrostem natężenia przepływu do momentu, aż woda przeleje się ponad dolną krawędzią progów. Natężenia przepływu odpowiadające temu momentowi określone są górnym przepływem granicznym (Q_{pmax}). Po przekroczeniu tego przepływu woda przelewa się ponad dolną krawędzią korony progów i sływa po jego skarpie.

W tabeli 3 podano procentowe wartości udziału przepływu (Q_{pmin}) w stosunku do całkowitego przepływu (Q_c) ustalonego dla największych napełnień w stanowisku górnym (H_{gmax}), oznaczonego jako Q_{Hgmax} . Dla badanych modeli większe wartości współczynnika α_{Hgmax} uzyskano dla progów wysokich (U02 – 84,2%, U04 – 72,4%), mniejsze zaś dla progów niskich (U01 – 21,3%, U03 – 16,7%).

Podsumowanie i wnioski

W ramach realizacji pracy badania laboratoryjne wykonano dla 4 wariantów trapezowych progów kamiennych różniących się długością i wysokością. Prowadzono je dla ustabilizowanej krzywej przepustowości stanowiska dolnego, co ograniczało wpływ wody dolnej na uzyskiwane wartości parametrów pomiarowych. Do wypełnienia korpusów wszystkich modeli wykorzystano jeden rodzaj kruszywa. Układając otoczaki w siatce, uzyskano porowatość konstrukcji zbliżoną do zalecanej przy wykonywaniu tego typu budowli w terenie (0,25–0,40). Podział przepływu na przepuszczalnych progach kamiennych zależy od relacji strat wlotowych i oporów na długości korpusu, liczonej wzdłuż drogi przepływu. Przy małej długości konstrukcji o wydatku części filtracyjnej decydują straty wlotowe – gdy długość konstrukcji w kierunku przepływu wzrasta, wówczas przepływ wgłębny kształtowany jest wewnętrznymi oporami przepływu.

Obserwacje warunków przepływu, uzyskane wyniki oraz ich analiza wykazały, że:

1. Krzywe przepustowości progów kamiennych kształtowane są zmiennymi warunkami przepływu. Występowanie poszczególnych faz przepływu związane jest z jego granicznymi wartościami. Dolny przepływ graniczny (Q_{pmin}) odpowiada przelaniu się wody ponad koroną progę w przekroju wlotowym, górny (Q_{pmax}) – gdy strumień powierzchniowy osiągnie dolną krawędź przelewu i woda zaczyna przelewać się ponad koroną wlotowego przekroju końcowego.

2. Gdy woda zaczyna przepływać ponad kamiennym progiem, znacznie

wzrasta przepustowość obiektu, krzywa przepustowości robi się „łagodna” i charakteryzuje się dużym wzrostem przepływu przy niewielkich przyrostach poziomu wody górnej.

3. Gdy przepływy są mniejsze od Q_{pmin} w korpusie występuje swobodny przepływ filtracyjny. W okresie tym korona progę nie jest zalewana wodą i jest dostępna na przykład dla zwierząt do przejścia przez rzekę.

4. Dla przepływów większych od Q_{pmin} , nieprzekraczających jednak Q_{pmax} , ma miejsce faza przejściowa ruchu, charakteryzująca się intensywnym wpływaniem wody wgłęb korpusu na długości progę.

5. Po przekroczeniu przepływu Q_{pmax} następuje całkowite przykrycie korony progę powierzchniowym strumieniem przelewowym i w korpusie kształtuje się ciśnieniowy przepływ filtracyjny.

6. Na podział przepływu na powierzchniowy (Q_p) i filtracyjny (Q_f) wpływają wymiary progę, jego wysokość i długość. Im wyższy jest próg, tym przepływ powierzchniowy następuje przy większym przepływie całkowitym i kształtuje się od 72,4 do 84,2% dla progów wysokich oraz od 16,7 do 21,3% dla progów niskich. Dla progów krótkich intensywność wpływania wody wgłęb korpusu jest większa niż dla długich.

7. Ustalenie zasad podziału przepływu na progach gabionowych umożliwi wydzielenie z przepływu miarodajnego części filtracyjnej, o którą możliwe będzie pomniejszenie przepływu wykorzystywanego do zwymiarowania przelewu. W efekcie pozwoli to na projektowanie mniejszych szerokości otworów przelewowych.

Literatura

- BAJKOWSKI S. 2001: Współczynniki filtracji turbulentnej jazów przepuszczalnych. International Scientific Conference on Gabions in the Improvement and Protection of Natural Environment, Warszawa: 39–55.
- BAJKOWSKI S. 2006: Rozdział przepływu na przelewie gabionowym. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 2 (34): 113–119.
- BAJKOWSKI S. 2007: Przewody filtracyjne przepustów. W: Modelowanie i hydroinformatyka oraz wybrane zagadnienia ochrony przeciwpowodziowej. Red. S. Kostecki. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław: 145–153.
- DĄBKOWSKI SZ.L. 2001: Gabiony w budownictwie wodnym. Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Gabiony w kształtowaniu i ochronie środowiska naturalnego”. Wydział Inżynierii i Kształtowania Środowiska SGGW, Warszawa: 57–78.
- IZBASH S.V., KHALDRE Kh.Yu. 1970: Hydraulics of river channel closure. Translated from the Russian by Butterworths, London.
- JĘDRYKA E., KAMIŃSKA A. 2004: Małe budowle z gabionów – charakterystyka i badania wstępne. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie* 4, 2a: 95–100.
- PN-B-02481/1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.

Streszczenie

Badanie wpływu kształtu progu gabionowego na podział przepływu. Kamienne przepuszczalne budowle hydrotechniczne stosowane są w budownictwie wodnym ze względu na dużą trwałość i odporność na działanie czynników zewnętrznych, a także z uwagi na ich walory przyrodnicze oraz niskie koszty wykonywania. Stosuje się je na skarpach, jako okładziny umocnieniowe,

w korytach rzek w formie bystrzy, pochylni oraz jako przepuszczalne progi piętrzące. Praca obejmuje badania laboratoryjne przepływu na progach gabionowych. Badania obejmowały cztery warianty trapezowego progu gabionowego wykonanego w prostokątnym korycie pomiarowym. W pracy przedstawiono formy przepływu strumienia wody przelewającego się nad progiem i przepływającego w kamiennym przepuszczalnym korpusie. Wyznaczono też warunki podziału całkowitego przepływu na część przelewową i filtracyjną.

Summary

Studies of the impact the shape of the rock-fill sill to the flow distribution.

Stone permeable hydrotechnical structures are used in hydroengineering because of its high durability and resistance to external factors, and also due to their natural advantages and low implementation cost. They are used as watercourse bank strengthening and on the river beds as the swift and slipway form or permeable damming sills. The thesis includes laboratory tests of the flow conditions on stone-fill weirs. The study included four variants for trapezoidal permeable sill made in a rectangular measurement flume. The paper presents the forms of the overflow and seepage flow through the permeable sill body. The conditions of the total flow distribution to overflow and infiltration were also determined.

Authors' address:

Sławomir Bajkowski, Urszula Jastrzębska
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Katedra Inżynierii Wodnej
ul. Nowoursynowska 159, 02-766 Warszawa
Poland
e-mail: slawomir_bajkowski@sggw.pl