

# Vpliv operativnih in geometrijskih karakteristik zaklopne zapornice na koeficient bočnega preliva

Matej Müller<sup>1,\*</sup> – Gorazd Novak<sup>2</sup> – Franc Steinman<sup>3</sup> – Gašper Rak<sup>3</sup> – Tom Bajcar<sup>4</sup>

<sup>1</sup> DHD d.o.o., Digitalna hidrodinamika, Slovenija

<sup>2</sup> Hidroinštitut, Inštitut za hidravlične raziskave, Slovenija

<sup>3</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija

<sup>4</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Ker se pri bočnih prelivih velikokrat pojavi potreba po reguliranju pretoka vode preko preliva, se v ta namen velikokrat uporabljajo t.i. zaklopne zapornice. Za ustrezno projektiranje in tudi obratovanje zaklopnih zapornic je potrebno dobro poznavanje pretočne sposobnosti obravnavanih objektov. Izdelanih je bilo že nekaj hidravličnih analiz takšnih zapornic na čelnih prelivih, medtem ko smo pri pregledu literature opazili veliko pomanjkanje raziskav takšnih zapornic na bočnih prelivih. S poznavanjem tako kvalitativnega kot tudi kvantitativnega poteka hitrosti bi lahko lažje opredelili hidravlične lastnosti ob takšnih zapornicah, s tem pa bi lahko pomembno izboljšali tako projektiranje kot tudi samo obratovanje zaklopnih zapornic na bočnih prelivih.

V sklopu eksperimentalnega dela so bile izvedene meritve pretokov in gladin za 380 variant z različnimi dimenzijami preliva ter različnimi koti odprtja in robnimi pogoji v pravokotnem kanalu.

Izdelan je bil fizični model bočnega preliva z zaklopno zapornico, ki je bil nameščen v 6 m dolg prizmatični kanal. Obravnavane so bile različne dolžine bočnega preliva ter različne višine praga. Prav tako so bile meritve narejene za različna vtočna Froude-ova števila in različne prelivne višine, kjer se je oboje spreminjalo naključno. Pri vseh variantah pa je bilo upoštevanih še 7 različnih odprtij zapornice.

Analiza koeficienta  $C_d$  bočnega preliva z zapornico je pokazala, da je le-ta močno odvisen od kota odprtja zapornice  $\varphi$ . Ugotovljen je bil trend, ki približno sledi polinomski funkciji 3 stopnje.

Izdelana je bila nova enačba za koeficient bočnega preliva z zaklopno zapornico. Enačba je bila razdeljena na dva dela. V prvem delu je zajet vpliv ostrorobega bočnega preliva, medtem ko je v drugem delu zajet vpliv kota odprtja in širine zaklopne zapornice. Na ta način je mogoče skupen  $C_d$  zaklopne zapornice na bočnem prelivu izračunati tudi s pomočjo enačb drugih avtorjev za ostrorobi bočni preliv, ki pa jih je treba pomnožiti še z novim koeficientom  $C_\varphi$ .

Ugotovljeno je bilo zelo dobro sovpadanje med izmerjenimi in po novi enačbi izračunanimi koeficienti preliva. Rezultati so bili primerjani tudi z enačbami drugih avtorjev za koeficiente ostrorobega preliva in preliva s širokim pragom. Tudi v tem primeru je bilo ugotovljeno dobro sovpadanje.

Za vse primere dodatnih meritev so bile opravljene še meritve gladin vzdolž roba zapornice ter meritve hitrostnih polj v horizontalni ravnini tik nad prelivnim robom zapornice z računalniško podprto vizualizacijsko metodo, ki predstavlja novejšo metodo, razvito na Univerzi v Ljubljani, Fakulteti za strojništvo. Ta metoda omogoča kvantifikacijo hitrosti v celotni merjeni ravnini. Iz teh meritev je bilo mogoče pokazati, da se kontrakcija curka in s tem pretočna površina na robu zapornice bistveno spreminja s kotom odprtja  $\varphi$ . Iz meritev hitrostnih polj v ravnini tik nad prelivom zapornice pa je bilo ugotovljeno, da ima zelo velik vpliv na koeficient  $C_d$  bočnega preliva z zapornico tudi hidrodinamičnost, ki jo pogojuje prav položaj zapornice. Tako je preliv najbolj hidrodinamične oblike pri kotu odprtja  $\varphi = 33^\circ$ , kjer doseže prelivni koeficient  $C_d$  tudi maksimum.

Izdelana nova enačba bo pripomogla k boljšemu in natančnejšemu projektiranju bočnih prelivov z zaklopnimi zapornicami, prav tako pa bo pripomogla k ustrežnejšemu obratovanju takšnih objektov. Prav tako bodo rezultati uporabni za verifikacijo numeričnih modelov, ki se zadnja leta vse pogosteje uporabljajo za hidravlične analize takšnih objektov.

V tej študiji je bila obravnavana ravna zaklopna zapornica brez vpliva spodnje vode v stranskem kanalu. Kot nadaljnje delo bi bilo zelo uporabno analizirati še odvisnost pretočnega koeficienta  $C_d$  od oblike zapornice (različne ukrivljenosti) in od višine spodnje vode v stranskem kanalu. Prav tako bi bilo zanimivo dobljene rezultate primerjati z rezultati numeričnega modela, ki bi v tem primeru moral biti tridimenzionalni z ustreznim modelom turbulence.

**Ključne besede:** bočni preliv, koeficient preliva, zaklopne zapornice, vizualizacijska metoda, pretočnost preliva