

III vježba

Preljevanje preko širokog praga

Mali stakleni žlijeb je izrađen za potrebe mjerenja pojedinih hidrauličkih parametara tečenja na kratkim objektima u otvorenom koritu. U okviru nastave se u malom staklenom žlijebu mjere karakteristične hidrauličke veličine pri prelijevanju preko dva preljeva te se pokazuje prijelaz iz laminarnog u turbulentni režim toka (Reynoldsov pokus). U okviru vježbi iz hidraulike mjerit će se karakteristične hidrauličke veličine pri prelijevanju preko širokog praga i preljeva praktičnog profila.

Na slici 3.1 je prikazan mali stakleni žlijeb sa ugrađenim širokim pragom. U mali stakleni žlijeb se mogu ugraditi i drugi nastavni modeli kao što je npr. preljev praktičnog profila (slika 3.2).



Slika 3.1 Mali stakleni žlijeb sa ugrađenim širokim pragom

Mali stakleni žlijeb se snabdijeva vodom iz zatvorenog vodoopskrbnog sustava izgrađenog u hidrotehničkom laboratoriju. Voda se iz vodospreme ukopane ispod laboratorija pomoću niskotlačne crpke tlači u sistem cijevi razveden po laboratoriju, pomoću kojih dolazi do malog staklenog žlijeba. Na ulazu u mali stakleni žlijeb je ugrađen zasun kojim se regulira protok. Iz neprozirnog dijela modela kroz koji voda ulazi u model, voda protječe ispod podignute tablaste zapornice i ulazi u mjerni dio modela pravokutnog poprečnog presjeka sa prozirnim bočnim stjenkama. U tom dijelu se formira tečenje sa mirnim režimom a razina vode se mjeri pomoću (ugrađene) mjerne igle. Otprilike na sredini malog staklenog žlijeba je ugrađen široki prag na kojem se javlja kritični režim tečenja te nakon njega tok prelazi u siloviti režim. Pod pojmom *preljev sa širokim pragom* se podrazumijeva preljev duljine $3H \leq$

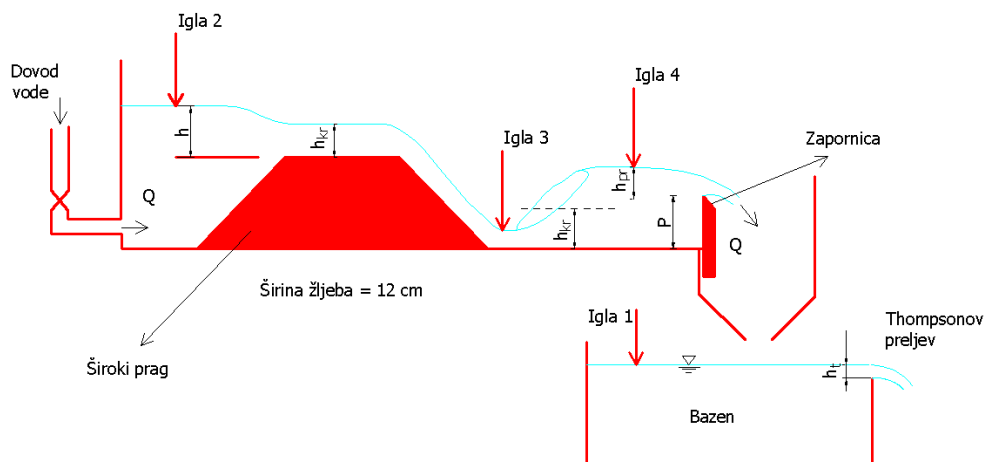
$l \leq 8H$ (pri čemu je H specifična energija presjeka). Na većem dijelu praga se uspostavlja kritična dubina te nastaje približno paralelno strujanje. Na nizvodnom pokosu praga se formira silovito tečenje koji se može protegnuti i iza praga. Prijelaz iz silovitog u mirni režim se odvija u vodnom skoku čiji položaj je određen odnosom druge spregnute dubine i dubine donje vode koja se može regulirati pomoću zapornice na izlasku iz mjerne dionice. Reguliranjem visine zapornice na nizvodnom kraju mjerne dionice se može postići potopljeni, normalni ili odbačeni vodni skok. Na izlasku iz mjerne dionice se voda preljeva preko pravokutnog oštrobridnog preljeva bez bočne kontrakcije i ulazi u veliku pravokutnu posudu na čijoj stijenci je ugrađen Thompsonov preljev. Preko Thompsonovog preljeva voda istječe u sistem kanala sagrađen ispod laboratorija.



Slika 3.2 Mali stakleni žlijeb sa ugrađenim preljevom praktičnog profila

1. Svrha ispitivanja:

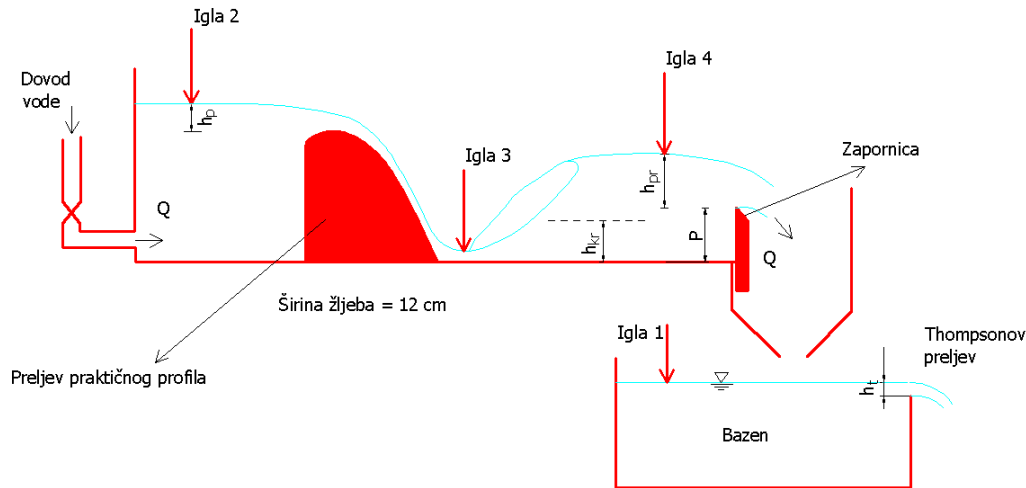
a) Na modelu širokog praga u staklenom pravokutnom žlijebu potrebno je za 3 različite dubine vode h (igla 2) ispred širokog praga odrediti $Q-h$ krivulju na širokom pragu, te izračunati koeficijent protoka.



Slika 3.3 Skica modela sa širokim pragom te položajem mjernih igala

b) Za oštrobridni preljev na nizvodnom kraju modela je potrebno pomoću igle 4 odrediti preljevnu visinu h_{pr} , krivulju $Q-h_p$, te koeficijent preljeva.

c) Za preljev praktičnog profila u staklenom pravokutnom žlijebu je potrebno pomoću tri različite preljevne visine h_p (pomoću Igle 2) odrediti krivulju $Q-h_p$, te koeficijent prelijevanja.



Slika 3.4 Skica modela sa preljevom praktičnog profila i položajem mjernih igala

2. Tok ispitivanja

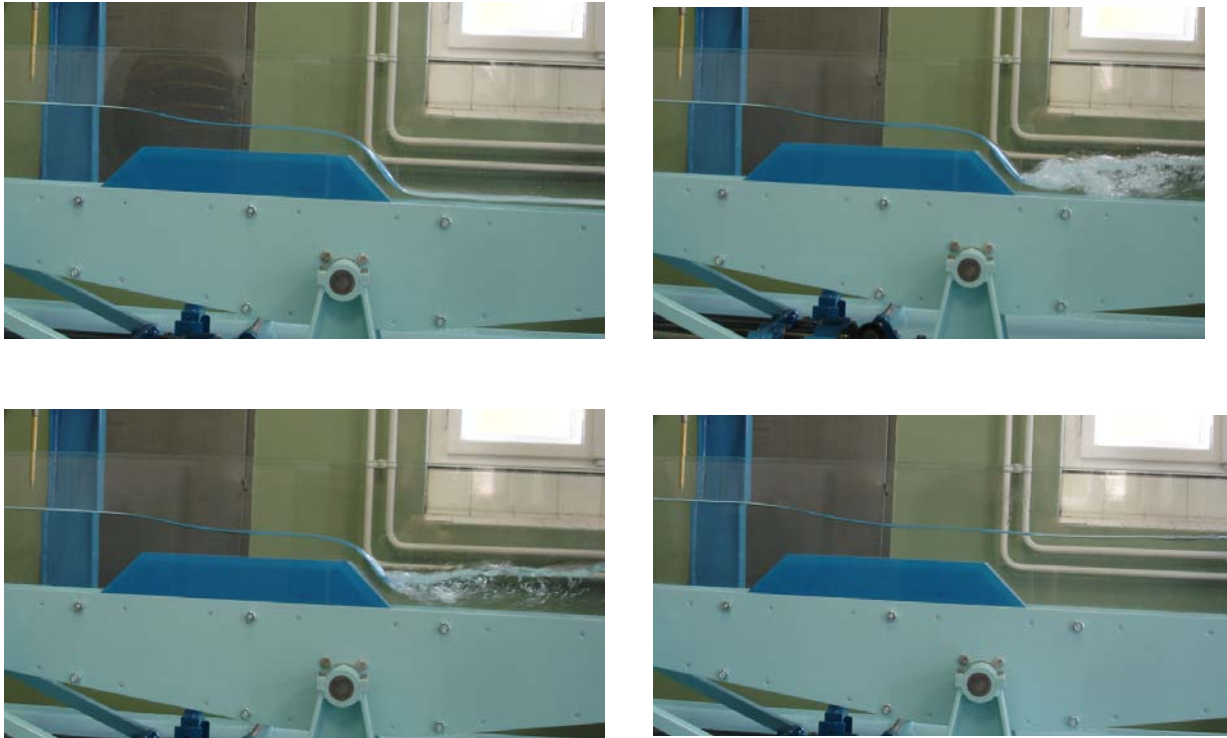
Prije početka provedbe pokusa, potrebno je odrediti nulta očitavanja mjernih igala na:

- Thomsonovom preljevu treba izmjeriti kotu dna preljeva tj. kotu pri kojoj počinje prelijevanje (pomoću igle 1),
- kotu dna kanala ispred širokog praga da bi se tijekom pokusa mogla izmjeriti dubina vode u mirnom režimu ispred praga (pomoću igle 2),
- kotu dna kanala iza preljeva (pomoću igle 3) i
- kotu dna kanala ispred vertikalne ustave (pomoću igle 4).



Slika 3.3 Prelijevanje preko širokog praga

Nakon uključivanja crpke koja vodom snabdijeva model, potrebno je otvoriti ventil na cjevovodu kojim voda dotječe do modela, te regulacijom vertikalne ustave na nizvodnom kraju modela formirati tečenje s normalnim vodnim skokom iza širokog praga. Potrebno je provesti tri pokusa a svaki pokus se provodi u stacionarnim uvjetima tj. sa stalnim protokom tijekom čitavog pokusa. Protok je određen stupnjem otvorenosti ventila na dovodu. Ukupno se izvode tri pokusa pri tri različita protoka, svaki put treba uspostaviti stacionarno tečenje te očitati mjerne igle 1,2, 3 i 4, izmjeri se dubina vode nad širokim pragom h_{kr} , te se izmjeri visina vertikalne ustave P koja je ista za sva tri mjerenja. Za upis ovih podataka služi tablica priložena u dodatku.



Slika 3.4 Ovisnost preljevanja preko širokog praga o razini donje vode

Na slici 3.4 su prikazani oblici vodnog lica za isti protok ali različite načine preljevanja preko širokog praga u ovisnosti o dubini donje vode. Na lijevoj gornjoj slici je prikazano preljevanje pod uvjetom da je dubina donje vode manja od druge spregnute dubine te je režim tečenja iza praga silovit. Na desnoj gornjoj slici je prikazan slučaj u kojem je dubina donje vode jednaka drugoj spregnutoj dubini te se javlja normalni vodni skok. Doljnja lijeva slika je napravljena u uvjetima kad je donjnja voda dublja od druge spregnute dubine te se javlja potopljeni vodni skok. Desna doljnja slika je napravljena u uvjetima kad je donjnja voda dovoljno duboka da se na pragu ne javlja kritično tečenje već je režim tečenja ispred, na i iza praga miran.

Obrada podataka:

a) Široki prag

a1) Grafički prikaži protočnu krivulju $Q-h$ na širokom pragu, konstruiranu pomoću podataka dobivenih pri izvođenju tri pokusa. Protok se mjeri na Thomsonovom preljevu, i računa po jednadžbi:

$$Q = 1,4 \cdot h_T^{2,5}$$

gdje se protok Q dobiva u (m^3/s) ako je preljevna visina h_T iskazana u (m).

Na istom dijagramu, radi usporedbe, prikaži i teoretsku protočnu krivulju preko oštrobriđnog preljeva na kraju staklenog žlijeba koja je definirana jednadžbom:

$$Q = 1,705 \cdot B \cdot h_p^{3/2}$$

gdje je Q (m^3/s), ako je širina preljeva označena sa B i a preljevna visina sa h_p u (m). Širina pravokutnog žlijeba na modelu je $B = 0,12$ m.

a2) U danim uvjetima tečenja, nad širokim pragom se javlja kritična dubina. Za sva tri pokusa, usporedi izmjerene vrijednosti kritične dubine s modela i vrijednosti prema teoretskoj formuli:

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{1}{g} (Q/B)^2}$$

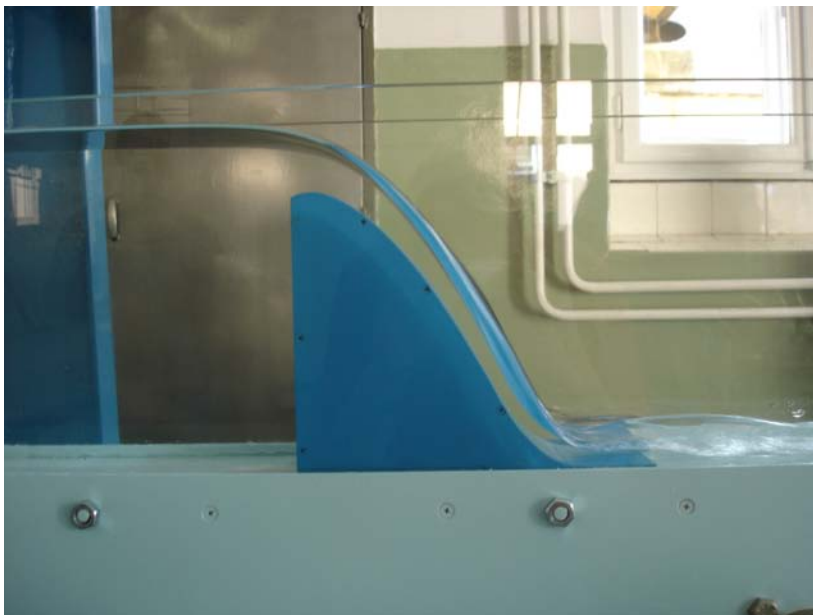
Podudaranje ovih dviju vrijednosti govori i o točnosti mjerenja protoka pomoću Thomsonovog preljeva.

a3) Grafički prikaži vezu koeficijenta protoka C_p i dubine vode h ispred širokog praga pomoću izmjerenih veličina iz tri pokusa. Koeficijent protoka se računa prema jednadžbi:

$$C_p = \frac{Q}{B \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}}$$

b) *Preljev praktičnog profila*

Preljevom praktičnog profila se naziva preljev čija stjenka sa nizvodne strane prati oblik mlaza. Kod preljeva praktičnog profila se dakle, za zadanu (usvojenu) preljevnu visinu, na kontaktu preljeva i mlaza zadržava atmosferski tlak.



Slika 3.5 Preljev praktičnog profila

Protok preko preljeva praktičnog profila se može računati po jednadžbi:

$$Q = m \cdot B \cdot \sqrt{2g} \cdot h_p^{3/2}$$

Pri čemu je m koeficijent preljevanja a za model u staklenom žljebu se može usvojiti $m = 0.429$.

Usporedi rezultate mjerenja protoka preko preljeva praktičnog profila sa mjerenjima na Thomsonovom preljevu te ucrtaj izmjerene dubine ispred i iza praga te ispred i iza preljeva praktičnog profila (za istu protoku) na krivulji specifične energije.

c) *Vertikalna ustava (oštrobridni preljev)*

Grafički prikaži vezu koeficijenta preljeva m i preljevne visine h_p ispred vertikalne ustave, pomoću izmjerenih veličina iz tri pokusa. Koeficijent preljeva se računa prema formuli:

$$m = \frac{Q}{B \sqrt{2g} \cdot h_p^{3/2}}$$

DODATAK : Tablice za unos izmjerenih podataka

Široki prag	Igla 1 <i>Thompsonov preljev</i> (mm)	Igla 2 (mm)	Igla 3 (mm)	Igla 4 (mm)		
Nulta očitavanja					h_{kr} (cm)	P (konst.) (cm)
1. pokus						
2. pokus						
3. pokus						

Preljev praktičnog profila	Igla 1 <i>Thompsonov preljev</i> (mm)	Igla 2 (mm)	Igla 3 (mm)	Igla 4 (mm)		
Nulta očitavanja					Visina preljeva (konst.) (cm)	P (konst.) (cm)
1. pokus						
2. pokus						
3. pokus						

GRAĐEVINSKI FAKULTET
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
Diplomski studij

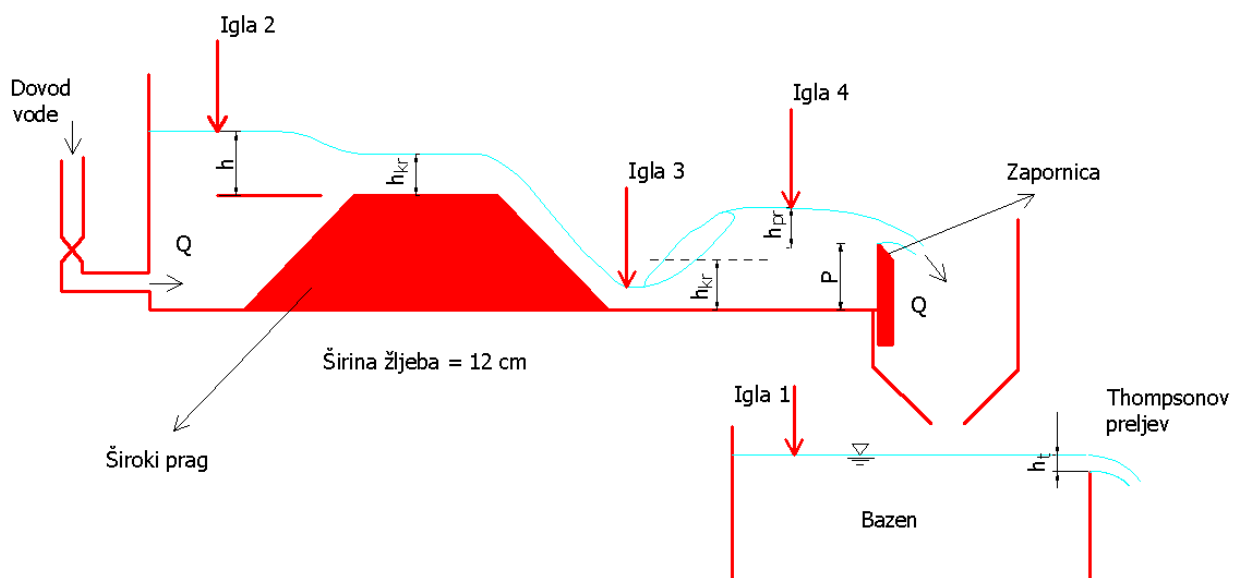
Šk.god.

Predmet: HIDRAULIKA

Student :

Mat.broj :

Zadatak 3 : Kontrolni profil



Redoslijed i obim mjerenja je opisan u praktikumu u okviru objašnjenja vježbe.

Zadano:

Pregledao:

Rok predaje: