

### III vježba

#### Prelijevanje preko širokog praga i preljeva praktičnog profila

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.

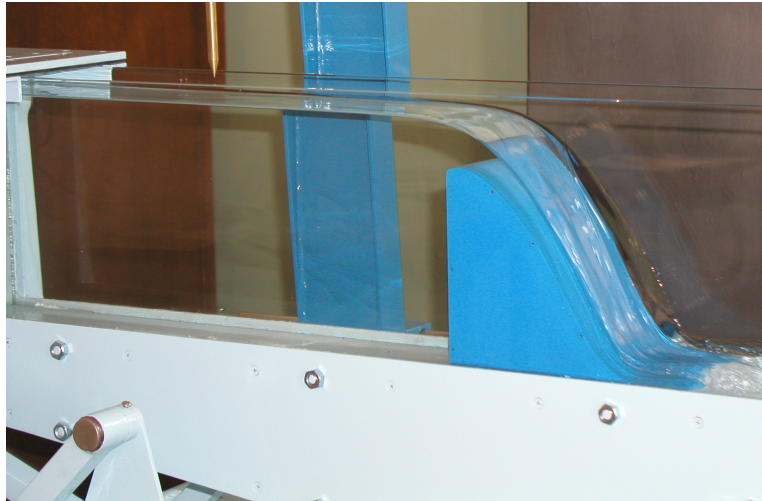
Na slici 3.1 je prikazan mali stakleni žlijeb sa ugrađenim širokim pragom. U mali stakleni žlijeb se mogu ugraditi i drugi nastavni modeli kao što je npr. preljev praktičnog profila (slika 3.2).



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).

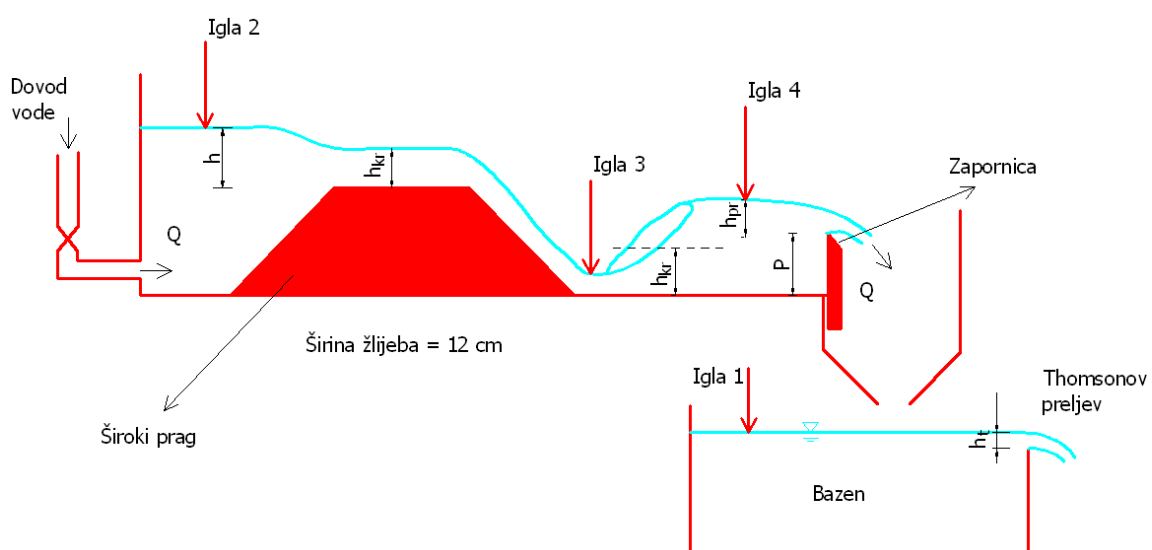
Na većem dijelu praga se uspostavlja kritična dubina te nastaje približno paralelno strujanje. Na nizvodnom pokosu praga se formira silovito tečenje koji se može protegnuti i iza praga. Prijelaz iz silovitog u mirni režim se odvija u vodnom skoku čiji položaj je određen odnosom druge spregnute dubine 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 Thomsonov preljev. Preko Thomsonovog preljeva voda istječe u sistem kanala sagrađen ispod laboratorija.



Slika 3.2 Mali stakleni žlijeb sa ugrađenim preljevom praktičnog profila

### 1. Svrha ispitivanja:

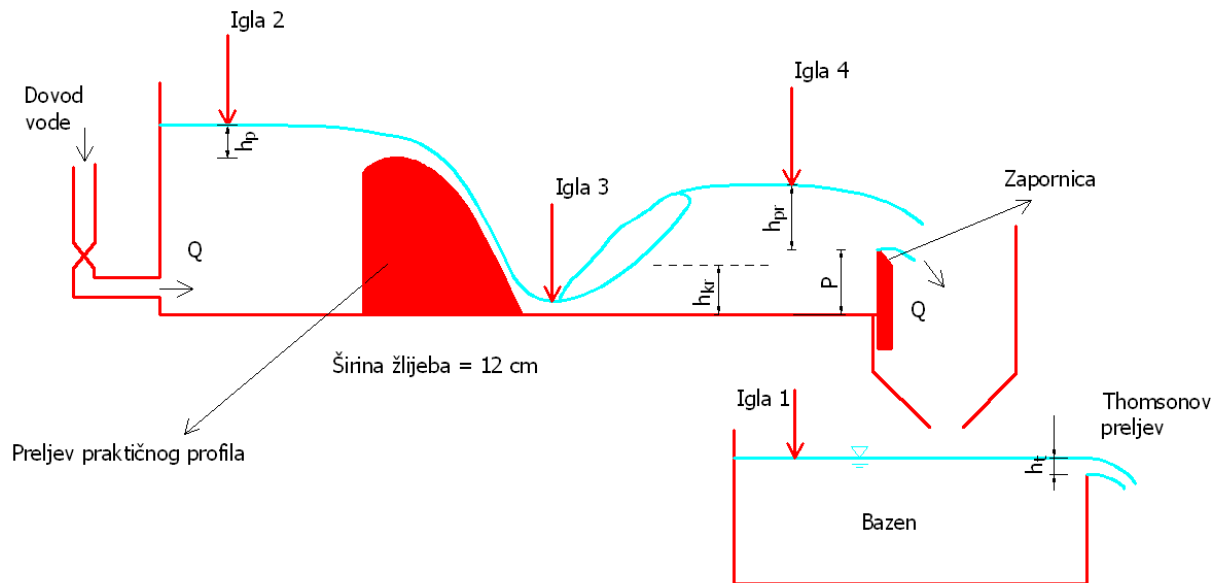
a) Na modelu širokog praga u staklenom pravokutnom žlijebu potrebno je za 3 različite dubine vode  $h$  (igla 2) ispred širokog praga odrediti  $Q$ - $h$  krivulju na širokom pragu, te izračunati koeficijent preljevanja preko praga.



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  $Q-h_{pr}$ , te koeficijent prelijevanja.

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

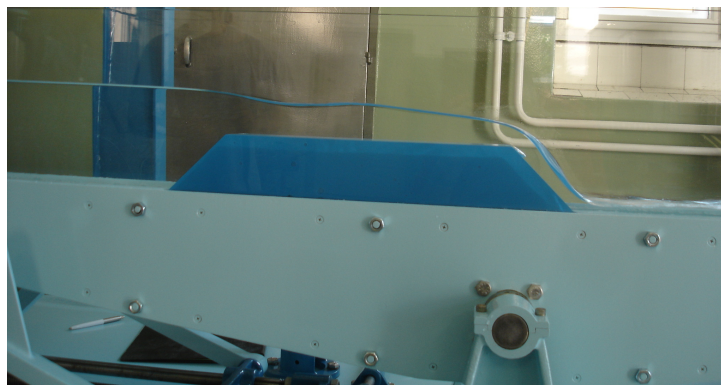


Slika 3.4 Skica modela sa preljevom praktičnog profila i položajem mjernih igala

## 2. Tok ispitivanja

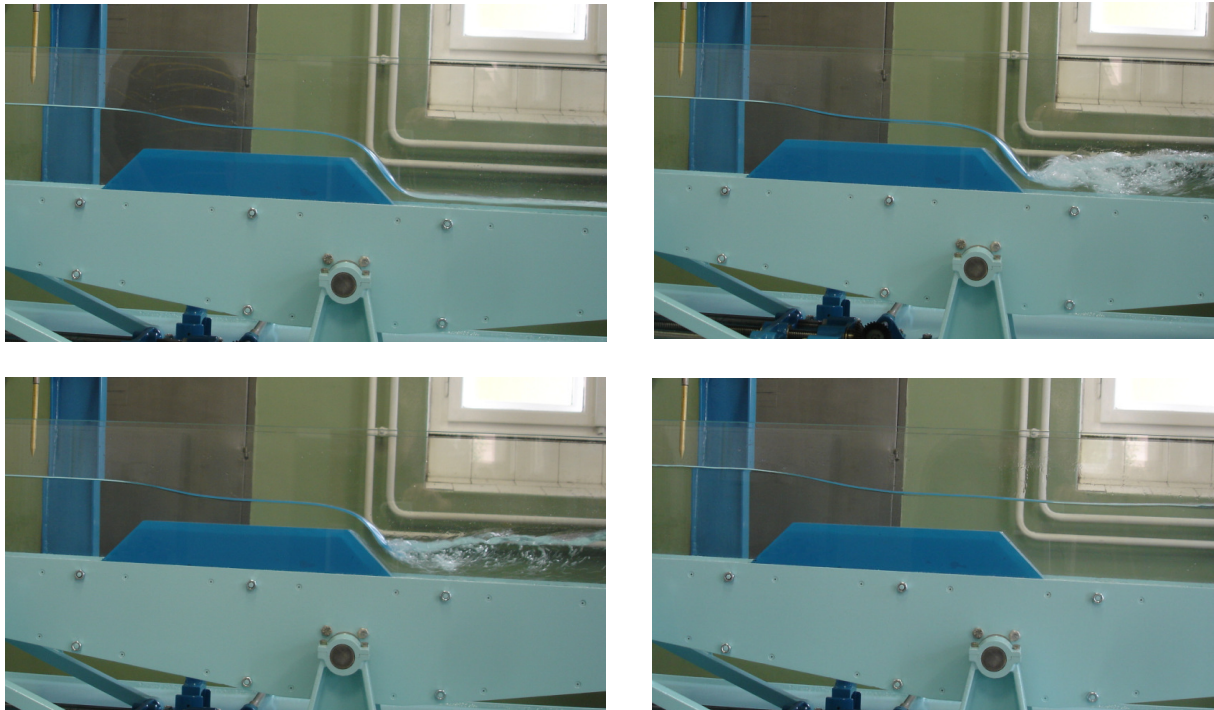
Prije početka provedbe pokusa, potrebno je odrediti nulta očitavanja mjernih igala na:

- 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 3.5 Prelijevanje preko širokog praga

Nakon uključivanja crpke, potrebno je otvoriti ventil na cjevovodu kojim voda dotječe do modela, te regulacijom vertikalne ustave  $P$  (Sl. 3.3) 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. Pri svakom protoku treba uspostaviti stacionarno tečenje, normalni vodni skok iza širokog praga te očitati mjerne igle 1, 2, 3 i 4. Potrebno je izmjeriti dubinu vode nad širokim pragom  $h_{kr}$ , te izmjeriti visinu vertikalne ustave  $P$ . Za upis ovih podataka služi tablica priložena u dodatku.



Slika 3.6 Ovisnost prelijevanja preko širokog praga o razini donje vode

Na slici 3.6 su prikazani oblici vodnog lica za isti protok ali različite načine prelijevanja preko širokog praga u ovisnosti o dubini donje vode. Na lijevoj gornjoj slici je prikazano prelijevanje 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. Donja lijeva slika je napravljena u uvjetima kad je donja voda dublja od druge spregnute dubine te se javlja potopljeni vodni skok. Desna donja slika je napravljena u uvjetima kad je donja 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:

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



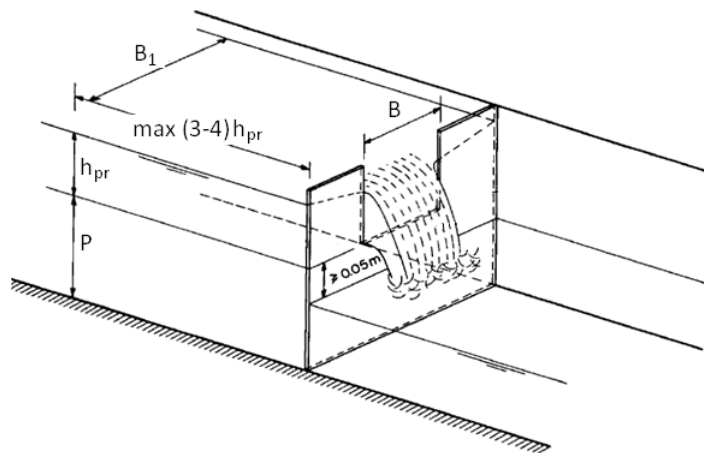
gdje se protok  $Q$  dobiva u ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), ako je preljevna visina  $h_l$  iskazana u (m).

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

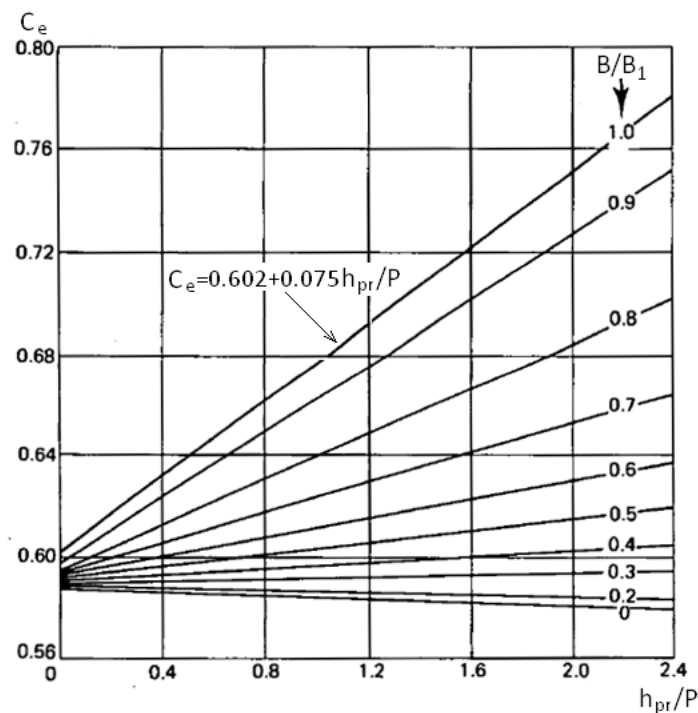
$$Q = C_e \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot B \cdot h_{pr}^{3/2}$$

gdje je  $Q$  protok u ( $\text{m}^3/\text{s}$ ), ako je širina preljeva označena s  $B$  u (m), preljevna visina s  $h_{pr}$  u (m), a  $C_e$  je koeficijent prelijevanja preko oštrobriidnog preljeva (iz dijagrama na slici 3.8). Širina pravokutnog žlijeba na modelu je  $B = 0,12$  m.

Na slici 3.7 prikazana je definicijska skica za oštrobriidni preljev. U našem slučaju širina preljeva  $B$  je jednaka širini kanala ( $B=B_l$ ).



Slika 3.7 Definijska skica za oštrobriidni preljev



Slika 3.8 Dijagram za određivanje koeficijenta prelijevanja  $C_e$  preko oštrobriidnog preljeva

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:

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

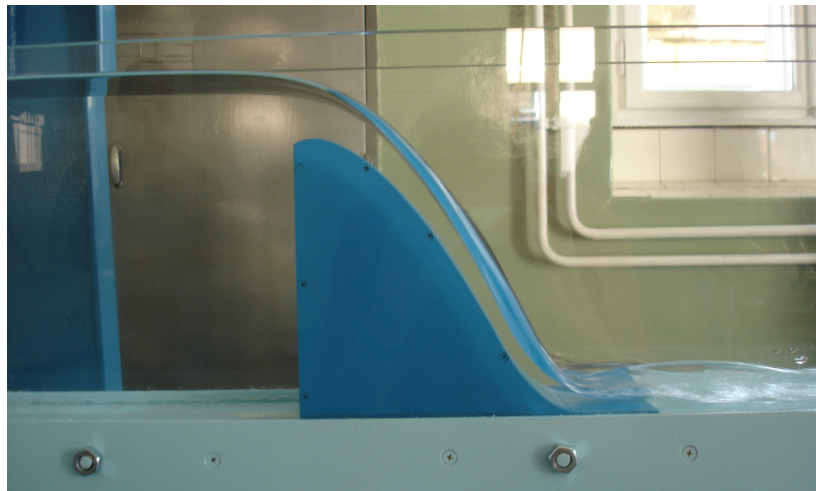
Podudaranje ovih dviju vrijednosti govori o točnosti mjerenja protoka pomoću Thomsonovog preljeva.

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 s nizvodne strane prati oblik mlaza. Kod preljeva praktičnog profila se dakle, za zadanu (projektiranu) preljevnu visinu, na kontaktu preljeva i mlaza zadržava atmosferski tlak.



**Slika 3.9 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 prelijevanja, a za model u staklenom žlijebu se može usvojiti  $m = 0,429$ .

b1) Grafički prikaži protočnu krivulju  $Q-h_p$  na preljevu praktičnog profila, konstruiranu pomoću podataka dobivenih pri izvođenju tri pokusa.

Na istom dijagramu, radi usporedbe, prikaži i protočnu krivulju preko oštrobriidnog preljeva opisanu pod a1.

b2) Usporedi rezultate mjerenja protoka preko preljeva praktičnog profila s mjerenjima na Thomsonovom preljevu. Ucertaj izmjerene dubine ispred i iza preljeva praktičnog profila (za jedan protok) na krivulji specifične energije.

c) *Vertikalna ustava (oštrobriidni preljev)*

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

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

## DODATAK : Tablice za unos izmjerenih podataka

Široki prag	Igla 1 <i>Thomsonov preljev</i> (mm)	Igla 2 (mm)	Igla 3 (mm)	Igla 4 (mm)			
Nulta očitavanja					$h_{kr}$ (mm)	Visina širokog praga (konst.) (mm)	$P$ (mm)
1. pokus						80	
2. pokus							
3. pokus							

Preljev praktičnog profila	Igla 1 <i>Thomsonov preljev</i> (mm)	Igla 2 (mm)	Igla 3 (mm)	Igla 4 (mm)		
Nulta očitavanja					Visina preljeva (konst.) (mm)	$P$ (mm)
1. pokus					183	
2. pokus						
3. pokus						



GRAĐEVINSKI FAKULTET  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
Diplomski studij

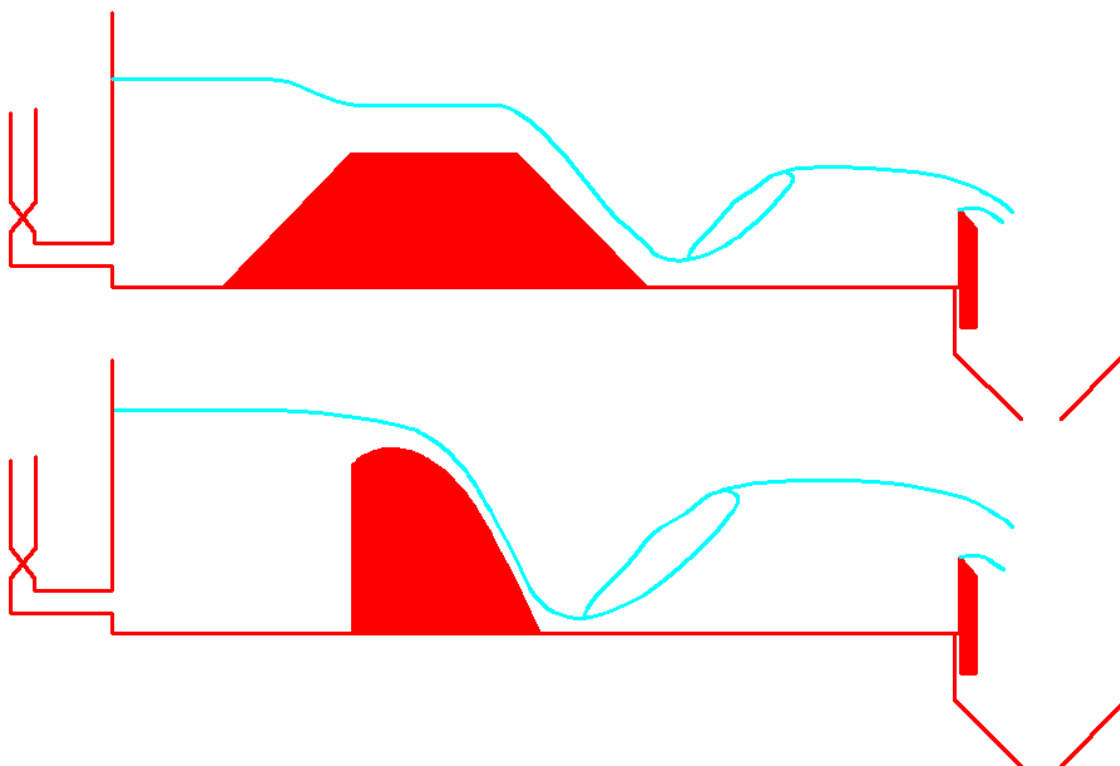
Ak.god.

Predmet: **HIDRAULIKA**

Student :

Mat. broj :

Zadatak 3 : **Preljevanje preko širokog praga i preljeva praktičnog profila**



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

Zadano:

Pregledao:

Rok predaje: