

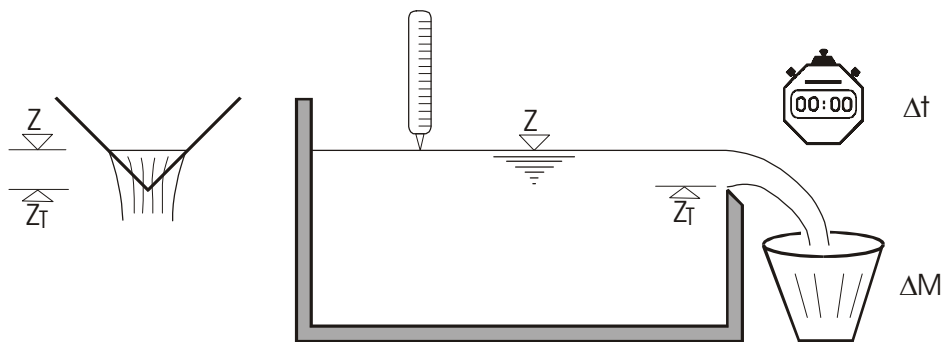
Vežba broj 2.2

Merenja u hidrotehnici - Vežba br. 2.2 **Merenje protoka na Thompson-ovom prelivu**

Student:

Datum:

U okviru ove vežbe obavlja se merenje protoka na Thompson-ovom prelivu volumetrijski (pomoću kante i štoperice) i ovako dobijena vrednost upoređuje sa standardnim formulama.



Zadatak 1. Izmeriti temperaturu vode (T).

Na osnovu izmerene temperature iz priložene tabele odrediti ρ , ν i σ .

T (°C)	ρ (kg/m ³)	ν (10 ⁻⁶ m ² /s)	σ (10 ⁻³ N/m)
10	999.7	1.308	0.748
15	999.1	1.141	0.741
20	998.2	1.007	0.736
25	997.1	0.897	0.726
30	995.7	0.804	0.718

Napomena 1: Gustina vode je vrlo malo zavisna od temperature, za razliku od površinskog napona (σ) kod koga je ova zavisnost nešto izraženija, dok se kinematska viskoznost (ν) sa promenom temperature značajno menja.

Zadatak 2. Obaviti seriju od 5 merenja na eksperimentalnoj instalaciji. Svako merenje obaviti pri različitom proticaju. U tabelu unositi izmerenu masu (ΔM), odgovarajuće vreme (Δt), i nivo vode u rezervoaru (Z).

Napomena 2: Vaga je izbaždarena tako da pokazuje nulu kada je na njoj prazna kanta.

Napomena 3: Voditi računa da se merenja protoka i nivoa vode u Thompson-ovom prelivu obavi u ustaljenom režimu (zbog malih protoka, potrebno je duže vreme da se ustali nivo u rezervoaru).

Napomena 4: Raditi u grupama od po 2 studenta, tako što jedan zahvata vodu, a drugi meri odgovarajuće vreme i očitava nivo u rezervoaru.

Napomena 5: Cilj ove vežbe je da se analizira tačnost različitih formula za određivanje protoka na Thompson-ovom prelivu, počev od najprostijih koje uzimaju u obzir samo uticaj gravitacionih sila, a zanemaruju uticaj kapilarnih i viskoznih sila, pa do složenih empirijskih relacija. Da bi se ispunio cilj vežbe, potrebno je merenja obaviti u domenu uticaja kapilarnih i viskoznih sila, a to znači za protoke do 0.5 L/s. Prilikom volumetrijskog merenja protoka, koristiti posude veće zapremine, kako bi vremenski interval bio dovoljno dugačak (u prvoj vežbi je pokazano da je standardno odstupanje u vremenu oko 0.2 sekunde: da bi se postigla tačnost od 1%, sa verovatnoćom od 68%, potrebno je meriti vremenske intervale duže od 20 sekundi; takođe, treba imati u vidu i grešku nastalu usled zahvatanja manje/veće količine vode u trenutku uključenja/isključenja štoperice).

R. br.	ΔM (kg)	Δt (s)	Z (cm)
1			
2			
3			
4			
5			

Temperatura vode T : °C

Kota ivice preлива Z_T : cm

Zadatak 3. Sračunati izmereni protok (Q_{MER}), protok Q_T (po standardnoj formuli za Thompson-ov preliv), protok Q_T^* (po standardnoj formuli u kojoj se uticaj viskoznosti i površinskog napona daju preko "efektivne visine" prelivnog mlaza) i protok Q_T^{**} (po formuli koja uticaj viskoznosti i površinskog napona definiše preko Reynolds-ovog i Weber-ovog broja):

$$Q_{MER} = \frac{\Delta M}{\rho \Delta t}$$

$$Q_T = ah^b \quad a = 0.581 \frac{g}{15} \sqrt{2g} \quad h = Z - Z_T \quad b = 2.5$$

$$Q_T^* = d(h + k_V)^b \quad k_V = 0.1 \text{ cm}$$

$$Q_T^{**} = a^{**} h^b \quad a^{**} = \left(0.3 + \frac{0.375}{(ReWe)^{0.167}}\right) \cdot \sqrt{2g}$$

($Re > 300, We > 300$)

$$Re = \frac{h\sqrt{gh}}{\nu} \quad We = \frac{\rho gh^2}{\sigma}$$

Nacrtati (na istom dijagramu) zavisnost $Q_{MER} = Q_{MER}(h)$, $Q_T = Q_T(h)$, $Q_T^* = Q_T^*(h)$, $Q_T^{**} = Q_T^{**}(h)$.

Zadatak 4. Izračunati greške merenja:

$$\varepsilon_I = \frac{Q_{MER} - Q_T}{Q_T} 100\% \quad \varepsilon_{II} = \frac{Q_{MER} - Q_T^*}{Q_T^*} 100\% \quad \varepsilon_{III} = \frac{Q_{MER} - Q_T^{**}}{Q_T^{**}} 100\%$$

i nacrtati zavisnost $\varepsilon_I = \varepsilon_I(Q_T)$, $\varepsilon_{II} = \varepsilon_{II}(Q_T^*)$, $\varepsilon_{III} = \varepsilon_{III}(Q_T^{**})$. Analizirati tačnost formula koje uzimaju u obzir uticaj viskoznosti.

Zadatak 5. Izračunati apsolutnu neodređenost za svaki protok Q_T , odnosno izračunati:

$$\delta Q_T = \frac{\partial Q_T}{\partial h} \delta h$$

ako je apsolutna neodređenost $\delta h = 0.1 \text{ mm}$. Ucertati ovu zavisnost na dijagram.

Zadatak 6. Izračunati apsolutnu neodređenost za svaki mereni protok Q_{MER} , odnosno izračunati:

$$\delta Q_{MER} = \sqrt{\left(\frac{\partial Q_{MER}}{\partial M}\right)^2 \delta M^2 + \left(\frac{\partial Q_{MER}}{\partial t}\right)^2 \delta t^2 + \left(\frac{\partial Q_{MER}}{\partial \rho}\right)^2 \delta \rho^2}$$

Ucertati ovo na dijagramu. Neodređenost pojedinih veličina proceniti na sledeći način:

1. δ_M odrediti iz relativne neodređenosti za masu $\delta_M/M = 0.5\%$.
2. u prvoj vežbi je određeno σ_{t_I} , pri merenju vremena $t_I = 5 \text{ sec}$; ako se uzme da je $\sigma_{t_I} = \delta t_I$, i ako su relativne neodređenosti u oba slučaja iste ($\delta t_I/t_I = \delta t/t$), onda iz ovih jednačina odrediti δt (gde je t vreme mereno u ovoj vežbi).
3. δ_ρ odrediti na osnovu neodređenosti izmerene temperature koja iznosi $\delta_T = 1^\circ\text{C}$.