

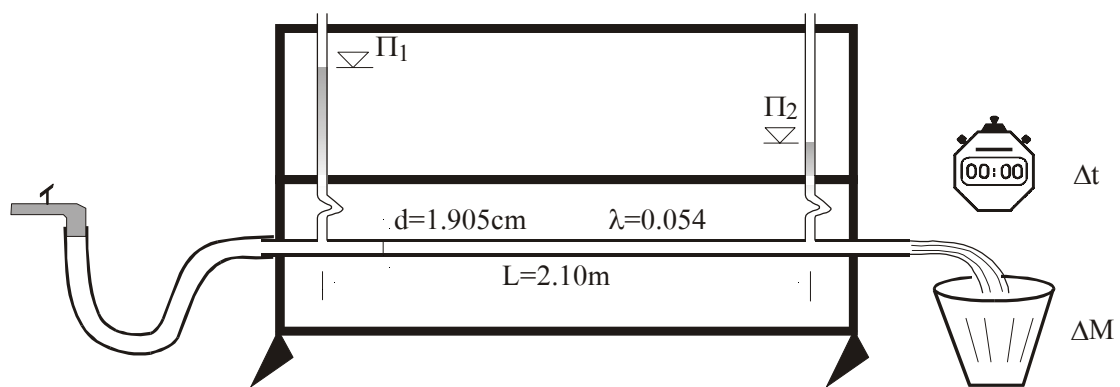
Vežba broj 2.1

Merenja u hidrotehnici - Vežba br. 2.1 **Određivanje protoka kroz cev merenjem dve Π -kote**

Student:

Datum:

Cilj ove vežbe je određivanje protoka kroz cev na osnovu dve izmerene Π -kote, i upoređenje ovako izmerene sa "tačnom" vrednošću dobijenom volumetrijski (pomoću kante i štoperice).



Zadatak 1. Izmeriti temperaturu vode (T).

Na osnovu izmerene temperature iz priložene tabele odrediti gustinu vode (ρ).

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 (regulisati na česmi). U tabelu unositi izmerenu masu (ΔM), odgovarajuće vreme (Δt), pjezometarske kote u dva krajnja preseka cevi (Π_1 i Π_2).

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

Napomena 3: Proticaj kroz cev treba da bude takav da su nivoi vode na vertikalnim (pravim) delovima piježometra.

Napomena 4: Raditi u grupama od po 4 studenta, tako što jedan zahvata vodu, drugi meri odgovarajuće vreme, a treći i četvrti za to vreme očitavaju srednju vrednost Π -kote (istovremenost merenja je neophodna pošto se instalacija snabdeva vodom iz vodovodne mreže u kojoj su moguće oscilacije pritiska). Za svaku seriju promeniti uloge.

Napomena 5: 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)	Π_1 (cm)	Π_2 (cm)
1				
2				
3				
4				
5				

Temperatura vode: (°C)

Zadatak 3. Sračunati "tačan" protok (Q_{TAC}) i izmeren protok (Q_{MER}):

$$Q_{TAC} = \frac{\Delta M}{\rho \Delta t} \quad Q_{MER} = Av = \frac{d^2 \pi}{4} \sqrt{\frac{2gd\Delta E}{\lambda L}}$$

gde je $\lambda = \lambda_{NP} = 0.054$ (vrednost ranije određena na osnovu većeg broja eksperimenata), prečnik cevi je $d = 1.905$ cm, a rastojanje između dva preseka je $L = 2.10$ m.

Zadatak 4. Izraziti grešku merenja na dva načina:

$$\varepsilon_F = \frac{Q_{MER} - Q_{TAC}}{Q_{TAC}} 100\% \quad \varepsilon_Z = \frac{Q_{MER} - Q_{TAC}}{Q_{TAC}^{max}} 100\%$$

i nacrtati zavisnost $\varepsilon_{1,2} = \varepsilon_{1,2}(Q_{TAC})$.

Zadatak 5. Izračunati apsolutnu neodređenost za svaki izmereni protok Q_{MER} , odnosno izračunati:

$$\delta Q_{MER} = \frac{\partial Q_{MER}}{\partial \lambda} \delta \lambda$$

ako je apsolutna neodređenost $\delta \lambda = 0.1 \lambda_{NP}$, zanemarujući neodređenost ostalih veličina u izrazu za Q_{MER} . Ucertati ovu zavisnost na dijagram.

Zadatak 6. Izračunati apsolutnu neodređenost za svaki "tačni" protok Q_{TAC} , odnosno izračunati:

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

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

1. δM odrediti iz relativne neodređenosti za masu $\delta M/M = 0.5\%$.
2. u prvoj vežbi je određeno σ_{t_I} , pri merenju vremena $t_I = 5$ 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. $\delta \rho$ odrediti na osnovu neodređenosti izmerene temperature koja iznosi $\delta T = 1^\circ\text{C}$.

Zadatak 7. Odrediti hrapavost cevi (k), iz izraza:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{5.13}{Re^{0.89}} \right)$$

Odrediti kakav se režim tečenja ostvaruje u cevi.

Napomena 5: "Apsolutna hrapavost" k i koeficijent linijskih gubitaka λ ne predstavljaju lokalne koeficijente trenja, jer oni, osim gubitaka na trenje, obuhvataju i relativno male lokalne gubitke na zatvaraču i na mestima u cevi gde su priključeni drugi pijeometri. U tom smislu bi za ove veličine (k i λ) bilo korektnije koristiti termin "globalni koeficijent", ili "koeficijent otpora" (kao što je to uobičajno kod otvorenih tokova kada Manningov koeficijent n ne obuhvata samo gubitke na trenje već i lokalne gubitke).