

VEŽBA 1.3

Naziv vežbe	ANALIZA GREŠAKA KOD MERENJA
Trajanje vežbe	20'
Potrebno predznanje	Osnovno predznanje iz statistike
Broj studenata	2
Cilj vežbe	U vežbi se na primeru putovanja plovka nošenog vodenom strujom prikazuju greške koje se mogu javiti pri merenju. Student treba da odredi statističke karakteristike serije merenja i da odredi apsolutne i relativne greške merenja. Takođe je potrebno da nauči da prepozna slučajne greške, kao i sistematske i grube, ako postoje.

TEORIJSKE OSNOVE

Greške u merenjima su neizbežne. Pažljivo izvođenje merenja i upotreba preciznih i dobro kalibrisanih mernih instrumenata smanjuje grešku, ali je na žalost ona uvek prisutna. Zbog toga se merena veličina uvek mora zapisivati sa veličinom koja označava neodređenost koju merena veličina sadrži:

$$\varphi = \bar{\varphi} \pm \delta\varphi$$

gde je φ merena veličina, $\bar{\varphi}$ najverovatnija procena merene veličine (obično srednja vrednost) i $\delta\varphi$ neodređenost merene veličine. Merena veličina se dakle opisuje kao neodređena, u vidu intervala sa najverovatnijom procenom koja je u sredini tog intervala:

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \varphi_i$$

gde je N broj merenja, a φ_i pojedinačna merenja u seriji. Neodređenost merne veličine se može izraziti preko veličine standardne greške srednje vrednosti koja zavisi od mere disperzije merne veličine (na primer standardne devijacije σ_φ) i broja merenja N :

$$\delta\varphi = \frac{\sigma_\varphi}{\sqrt{N}}$$

Greške koje se javljaju u procesu merenja se mogu svrstati u tri kategorije:

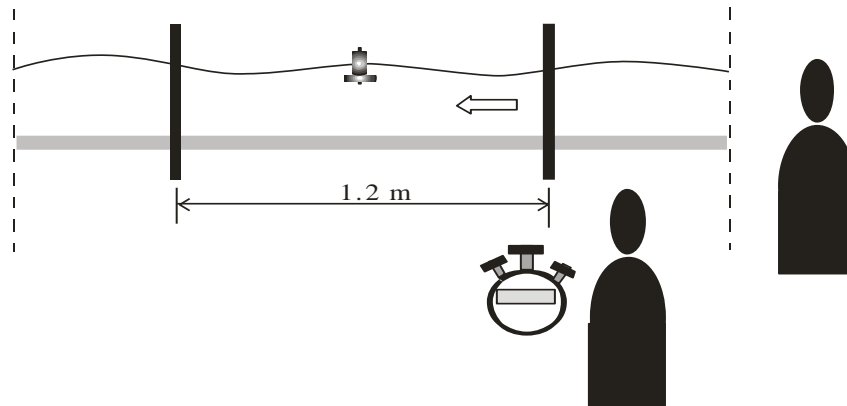
1. grube greške
2. sistematske greške

3. slučajne greške

Grube greške nastaju usled nepažljivog merenja, korišćenjem neadekvatne opreme ili iz nekog trećeg razloga. Obično, kada se konstatuje gruba greška merenje mora da se ponovi. Sistematske greške su greške koje su istog intenziteta i istog znaka kod ponavljanja postupka merenja. Osnovna karakteristika ove vrste grešaka je da se rezultati merenja mogu popraviti i preračunati ukoliko se sistematska greška prepoznata. Slučajne greške su neizbežan pratilac svakog merenja i njihov uzrok je između ostalog i sama varijabilnost prirode, karakteristike mernog instrumenta koji se koristi, itd. Slučajne greške se obično identifikuju kao šum merenja koji se otklanja ponavljanjem mernog postupka.

POSTUPAK IZRADE VEŽBE

Merenje vremena kretanja plovka u uniformnoj vodenoj struji



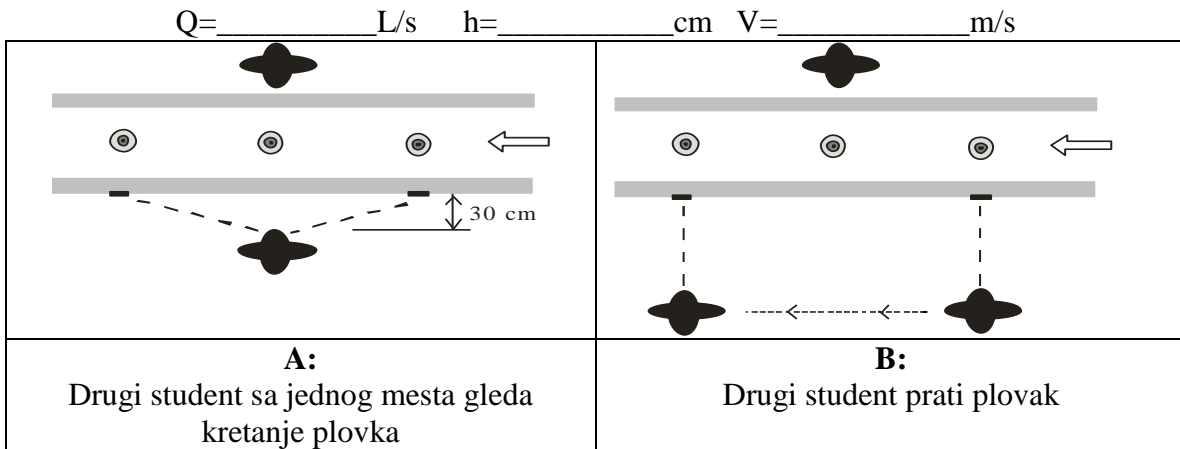
Vežba se radi u kanalu sa uniformnom vodenom strujom. Na zidu kanala su nacrtane dve linije na razmaku od 1.2 metra. Prvi student stoji iza kanala i pušta plovak 30-ak santimetara ispred uzvodne crte i o tome obaveštava drugog studenta. Drugi student meri vreme prolaska plovka između linija na zidu kanala digitalnom štopericom i rezultat merenja upisuje u za to predviđenu tabelu. Nakon što je plovak prešao predviđeni put i drugi student izmerio odgovarajuće vreme prvi student hvata plovak pre nego što on upadne u nizvodni rezervoar.

Potrebno je obaviti po 15 merenja za dva slučaja:

1. kad drugi student (onaj koji meri vreme) stoji na udaljenosti od 30 cm ispred kanala i pokušava da proceni kada plovak prolazi iza linija (vidi sliku A) i
2. kada prati kretanje plovka i trudi se da stoji paralelno sa plovkom kad ova prolazi iza obeleženih linija (vidi sliku B) .

Kod prvog slučaja, kada student stoji na udaljenosti od 30 cm ispred kanala i pokušava da proceni kada plovak prolazi iza linija, očekuje se pojava pored slučajne i sistematske greške.

Napomena: Tačnu vrednost srednje brzine izračunati iz poznatog protoka (Tompsonov preliv) i površine poprečnog preseka ($A = b \times h$), gde je $b = 12$ cm – širina kanala, a h dubina vode u kanalu.



Koraci u postupku merenja

1. Prvi student pušta plovak niz vodenu struju i čeka ga nizvodno od nizvodne granične linije,
2. U prvoj seriji merenja drugi student sa jednog mesta meri vreme prolaska plovka između dve granične linije i izmerenu vrednost zapisuje. U drugoj seriji merenja prati plovak na njegovom putu između graničnih linija.
3. Nakon izvršene obe serije merenja studenti treba da zamene uloge.

OBRADA REZULTATA MERENJA

Rezultate merenja je potrebno obraditi u Excel programskom paketu i izračunati sledeće karakteristike niza rezultata:

1. Statističke parametre: srednju vrednost, standardnu devijaciju, maksimalnu i minimalnu vrednost i standardno odstupanje srednje vrednosti
2. Apsolutnu grešku merenja u odnosu na stvarnu merenu vrednost prema formuli:

$$\delta\varphi_{aps} = |\varphi_i - \bar{\varphi}|$$

3. Relativnu grešku merenja u odnosu na srednju vrednost merenja i minimalnu vrednost relativne greške u odnosu na maksimalnu vrednost merenja prema formulama:

$$\delta\varphi_{rel1} = \frac{|\varphi_i - \bar{\varphi}|}{\bar{\varphi}} \times 100 \quad \text{i} \quad \delta\varphi_{rel2} = \frac{|\varphi_i - \varphi_{\max}|}{\varphi_{\max}} \times 100$$

Potrebno je nacrtati sledeće dijagrame:

1. Histogram merenih vrednosti
2. Dijagrame apsolutnih i relativnih grešaka

3. Error-bar dijagram za svako merenje gde je veličina greške određena relativnom greškom u odnosu na srednju vrednost (duplim klikom na nacrtani dijagram i biranjem **Y Error Bars** kartice)
4. Uz pretpostavku da se dobijene vrednosti uklapaju u normalnu raspodelu nacrtati histogram merenih vrednosti i odgovarajuću funkciju gustine raspodele

Napomena: Imena excel fajlova formirati na sledeći način – *v13xxx-xx_yyy-yy.xls*, gde su *xxx-xx* i *yyy-yy* brojevi indeksa studenata koji rade vežbu

Prilozi:

1. Radne tabele za upisivanje rezultata merenja
2. Excel file za obradu rezultata
3. Uputstvo za obradu rezultata

VEŽBA 3

IME I PREZIME: _____

BR.INDEKSA: _____

REZULTATI MERENJA

Redni broj	t (sec)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	