

VEŽBA 6

Naziv vežbe	MERENJE POLJA BRZINA KOD SLOŽENOG PROSTORNOG STRUJANJA
Trajanje vežbe	30'
Potrebno predznanje	Osnovne transformacije u geometriji
Broj studenata	4
Cilj vežbe	U ovoj vežbi je potrebno odrediti polje brzina kod složenog prostornog strujanja uspostavljanog na mernoj instalaciji. Merenje se obavlja ultrazvučnom sondom u više tačaka, a čitavo polje se dobija interpolacijom prostora brzina u zavisnosti od izmerenih vrednosti.

TEORIJSKE OSNOVE

Merenje polja brzina turbulentnog toka je izuzetan izazov, čak i danas, na početku 21. veka. Niz metoda je razvijeno poslednjih decenija u cilju što tačnijeg i elegantnijeg merenja, ali ni jedna metoda se ne može smatrati univerzalnom i adekvatnom za sve slučajeve koji se mogu javiti. Merenje polja brzina se može podeliti u dve velike grupe: postorno merenje u kom se u jednom trenutku meri čitavo polje brzina i merenje brzine u tački kroz vreme. Jedna od metoda merenje brzine u tački je i ultrazvučna anemometrija u kojoj se prati ultrazvučni signal odbijen od čestica koje se kreću sa vodom.

Trenutne vrednosti izmerenih brzina u izabranoj tački potrebno je podeliti na dva dela: srednju vrednost i fluktuacije brzina. Fluktuacije brzina predstavljaju informaciju o turbulenciji koja se obično izražava kao statistička veličina:

$$u_x = \bar{u}_x + u'_x$$

$$u_y = \bar{u}_y + u'_y$$

$$u_z = \bar{u}_z + u'_z$$

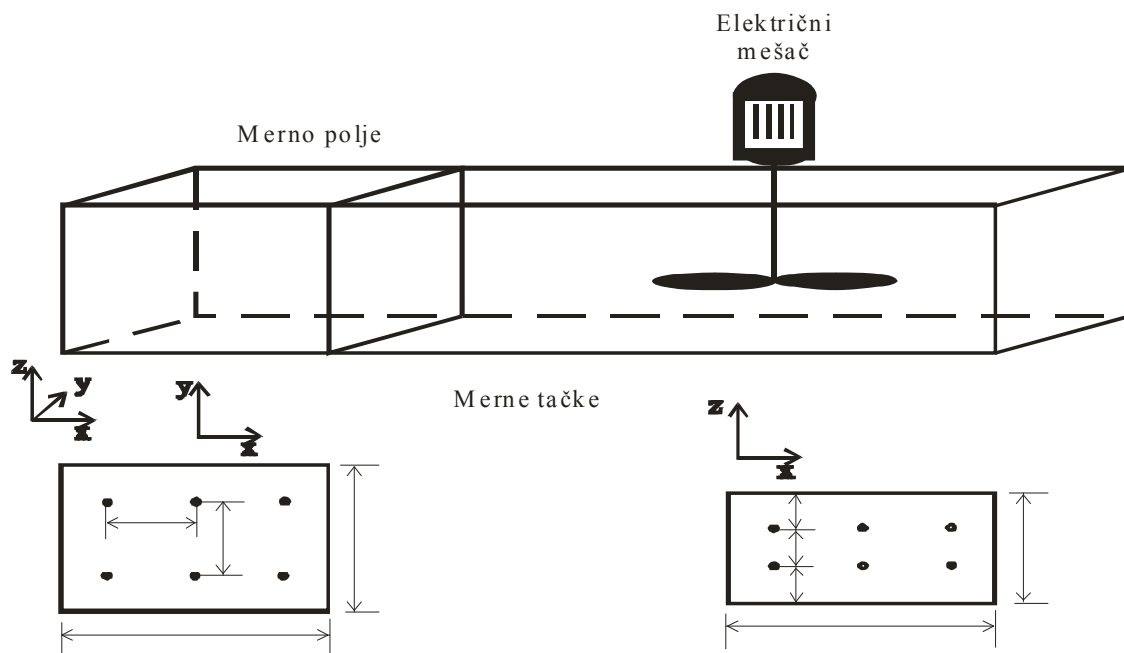
Potrebno je meriti dovoljno dugo da srednja vrednost ne zavisi od intenziteta turbulencije, već da se za svako duže vreme merenja od izabranog dobija ista srednja vrednost. Intenzitet fluktuacija je moguće opisati statističkim veličinama. Jedan od pokazatelja je koeficijent varijacije:

$$C = \frac{\sigma_{u_z}}{\mu_{u_z}}$$

Spektar fluktuacija brzina dobija se Furijeovom transformacijom izmerene vremenske serije. MatLab kod koji sprovodi Furijeovu transformaciju nad nizom vrednosti (*SGN*), dužine 4096 i frekvencije uzorkovanja od 500 Hz, filtrira i prikazuje rezultat:

```
>>SGNft=fft(SGN); %brza, diskretna Furijeova transformacija
>>SGNmag=abs(SGNft); %magnituda kompleksnog broja
>>filtSGNmag=filter([0.2,0.2,0.2,0.2,0.2],1,SGNmag);%filtriranje
>>f = 500*(0:2048)/4096; % formiranje niza frekvencija
>>plot(f,filtSGNmag(1:2049)) %crtanje grafika
>>title('SGN u frekventnom domenu') %naslov
>>xlabel('frekvencija [Hz]') %oznaka x ose
```

POSTUPAK IZRADE VEŽBE



Vežba se izvodi na instalaciji na kojoj se nalazi sistem za pozicioniranje ultrazvučne 3D sonde. Složeno strujanje je uspostavljeno mešanjem vode propelerom mešača (vidi sliku). Potrebno je izmeriti tri komponente brzine vode u unapred zadatim tačkama koje su prikazane na slici. U toku merenja upisati pozicije mernih tačaka na odgovarajuća mesta na slici

Cilj vežbe je odrediti polje brzina preko izmerenih brzina u zadatim tačkama. Iz izmerenih komponenti brzine potrebno je odrediti intenzitet, pravac i smer ukupnog vektora brzine, kao i statističke pokazatelje turbulencije za svaku tačku u polju brzina. Zatim je potrebno na osnovu vektora dobijenih vektora brzina skicirati strujnice polja brzina u dva preseka, vertikalnom i horizontalnom. Strujnice se skiciraju tako što vektori brzina predstavljaju njihove tangente.

1. Postaviti merni uređaj u za to predviđen nosač. Voditi računa da se glava uređaja ne ošteti,
2. Uključiti mešač i sačekati da se polje brzina ustali,
3. U naznačenim tačkama izmeriti sve tri komponente brzina uz pomoć ultrazvučne sonde za merenje tri komponente brzina (vreme merenja odabrati tako da se srednja vrednost komponenti brzina ne menja),
4. Obraditi rezultate i nacrtati polje brzina u odabranoj horizontalnoj i vertikalnoj ravni.
5. Prikazati rezultate merenja u frekventnom domenu i proceniti dominantnu frekvenciju fluktuacija brzina.

Napomena: Imena excel fajlova sa podacima formirati na sledeći način – **v6xxx-xx_yyy-yy.xls**, gde su **xxx-xx** i **yyy-yy** brojevi indeksa studenata koji rade vežbu. Jedan file treba da ima podatke svih merenih tačaka.

OBRADA REZULTATA MERENJA

Rezultate merenja je potrebno predstaviti u obliku tabele i grafički.

Tabela 1: Izmerene brzine i pokazatelji statistički pokazatelji turbulencije

Tačka	Pozicija X/Y/Z	u_x	u_y	u_z	V	Ime fajla	Vreme merenja	C_x	C_y	C_z
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

gde su: **Pozicija X/Y/Z** –pozicija tačke u koordinatnom sistemu, **u_x** , **u_y** i **u_z** – srednje vrednosti komponenti vektora brzina u **x**, **y** i **z** pravcu, **V**- intenzitet ukupne brzine, **Ime fajla**- ime fajla u kome je sačuvan niz merenih vrednosti za jednu tačku, **Vreme merenja**- procenjeno vreme merenja koje je potrebno da se meri u jednoj tački, **C_x** , **C_y** i **C_z** – koeficijenti varijacije **u_x** , **u_y** i **u_z**

Skica sistema u kom se formira složeno strujno polje

Horizontalna ravan

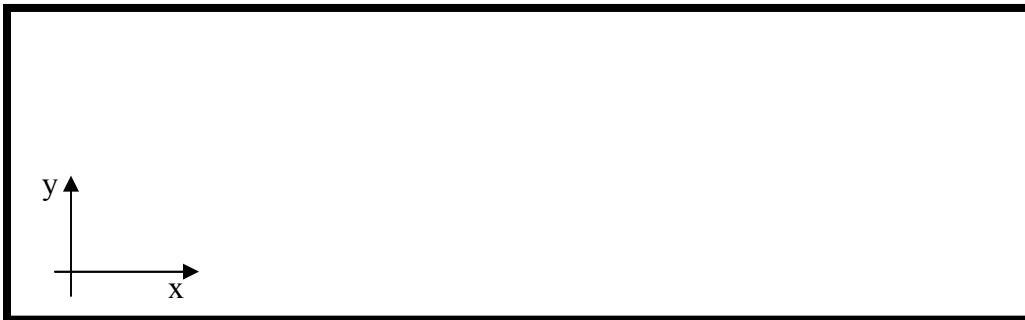


Vertikalna ravan



Grafički prikaz rezultata (strujnice) dobijen na osnovu izmerenih vrednosti brzina u tačkama:

Horizontalna ravan



Vertikalna ravan

