

# Merenja u hidrotehnici – pitanja za ispitni rok 2009-2010

## Uvod:

1. Definicija merenja. Definicija veličine. Uloga standarda (etalona).
2. Pitanja na koja treba odgovoriti pre nego što se krene u merenja?

## Analiza grešaka:

1. Šta obuhvata analiza grešaka u merenju?
2. Meri se kota reke pomoću vodomerne letve, koja ima podelu na parne centimetre (na dva centimetra). Zapisan je rezultat merenja: 107,35 cm. Da li je dobro zapisan i kako bi trebalo da se zapiše?
3. Koja je razlika između rezolucije i tačnosti digitalnih uređaja? Koja je obično lošija veličina? Da li više decimala na uređaju uvek znači da je tačniji?
4. Kako se zapisuje rezultat merenja kada znamo kolika je merna neodređenost?
5. Koji su rezultati merenja ispravno zapisani. Oni koji nisu dobro napisani, popraviti:  
 $312,02 \pm 0,1$     $312,02 \pm 0,01$     $312 \pm 0,1$     $312 \pm 1,5$     $312 \pm 2$
6. Kako na dijagramima pokazujemo neodređenost podataka? Šta ako je neodređenost duž x ose zanemarljiva a šta kad nije zanemarljiva?
7. Ako brzinu vode merimo pomoću plovka kao dužinu koju voda pređe za određeno vreme, i ako smo dužinu odredili sa relativnom neodređenošću od 4% a vreme sa relativnom neodređenošću od 3%, kolika je relativna neodređenost izračunate brzine vode?
8. Koje vrste grešaka nastaju tokom merenja. Dati primer.
9. Objasniti termine Ponovljivost i Tačnost. Kakva je veza između tih termina i vrsta grešaka koje nastaju u merenjima? Šta se postiže kalibracijom uređaja?
10. Objasniti pojam „najverovatnija procena merne vrednosti“? Ako je standardna devijacija  $\sigma$  mera neodređenosti svakog pojedinog merenja, kolika je neodređenost najverovatnije procene merne vrednosti, ako je uradjeno N ponavljanja merenja.

## Osnovne karakteristike fizičkih veličina

1. Objasniti razliku između determinističkih i stohastičkih veličina. Dati primer.
2. Šta je diskretan spektar proste periodične determinističke veličine?
3. Šta su prelazne veličine? Da li je moguće nacrtati diskretan spektar prelaznih veličina?
4. Kakav je to stohastički ergodični proces?
5. Objasniti autokorelacionu funkciju. Kako izgleda autokorelacija ako je signal čist šum? Kako će izgledati ako se meri brzina u vrtlogu čija je perioda okretanja T?

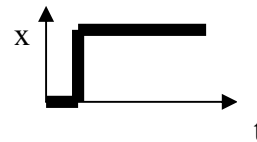
## Dinamičke karakteristike sistema:

1. Šta je dinamička analiza? Zašto je bitna? Šta znači „Inverzna dinamička analiza“ i kada se koristi?
2. U dinamičkoj analizi se često koristi težinska funkcija  $h(\tau)$ . Šta je težinska funkcija i kako se određuje? Čemu služi težinska funkcija?
3. U dinamičkoj analizi se često koristi funkcija frekventnog odziva  $F(f)$  (često se naziva još i transfer funkcija sistema). Šta je funkcija frekventnog odziva i kako se određuje? Kako izgleda idealna funkcija frekventnog odziva? Kakva je veza između težinske funkcije  $h(\tau)$  i funkcije frekventnog odziva  $F(f)$ ?
4. Mere se fluktuacije nivoa vode u reci tako što se koristi merni bunar, a u bunaru se nivo meri kapacitivnom sondom. Analizom je određeno da je transfer funkcija mernog bunara (funkcija frekventnog odziva)  $F_1(f)$ , gde je  $f$  frekvencija talasa u reci, dok je transfer funkcija kapacitivne sonde  $F_2(f)$ . Ako je  $Z(f)$  spektar izmerenih fluktuacija pomoću kapacitivne sonde, da li je moguće odrediti spektar originalnih fluktuacija nivoa vode u reci  $X(f)$ ? Napisati čemu je jednak spektar originalnih fluktuacija?
5. Svaki mehanički sistem se u dinamičkoj analizi može predstaviti diferencijalnom jednačinom drugog reda, koja se dobija iz uslova ravnoteže sila u istom pravcu:

$$m \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} + c \frac{\partial \psi}{\partial t} + k \psi = \varphi$$

gde je  $\varphi(t)$  ulaz u sistem a  $\psi(t)$  izlaz iz sistema. Objasniti jednačinu? Šta su  $m$ ,  $c$  i  $k$ ?

6. Ako se dinamički sistem pobudi odskočnom funkcijom kao na slici, kako će izgledati izlaz u zavisnosti od stepena prigušenja sistema  $\xi = [(c)/(2\sqrt{k m})]$  (odnos viskoznog člana u dinamičkoj jednačini i mase x konstanta opruge)?



7. U teoriji dinamičkih sistema, u zavisnosti od stepena uticaja određenih sila, govori se o sistemima drugog reda, prvog reda ili nultog reda. Objasniti kakvi su to sistemi i po čemu se razlikuju. Koji od ovih sistema može da zaosciluje sopstvenom frekvencijom  $f_n$ ?

## Opšte o merenjima hidrotehničkih veličina

1. Kakvo je to apsolutno merenje a kakvo je posredno merenje? Koje je tačnije? Koje merenje zahteva kalibraciju mernih pretvarača. Dati primer za apsolutno i za posredno merenje.
2. Objasniti pojam kalibracije. Da li se radi kalibracija kod apsolutnih ili posrednih merenja? Dati primer.
3. Merni pretvarači treba da budu ponovljivi i tačni. Objasniti pojam ponovljivosti i pojam tačnosti. Da li je histerezis povezan sa ponovljivošću ili tačnošću? Koja od ove dve karakteristike mernog pretvarača se može poboljšati kalibracijom?
4. Objasniti rezoluciju kod mernih pretvarača, posebno za analogne a posebno za digitalne sisteme.

5. Merni pretvarači mogu biti linearni ili nelinearni. Objasniti zašto je bolje da pretvarači budu linearni? Da li je Thompsponov preliv linearan pretvarač? Ako je greška merenja dubine kod Thomposonovog pretvarača ista za ceo merni opseg, da li ona daje istu grešku u merenju protoka za male i za velike protoke? U kom opsegu merenja protoka je Thompsonov preliv tačniji?

### **Merni pretvaraci za pritisak i razliku pritiska**

1. Pri merenju pritiska, potrebno je definisati tačno koji se pritisak meri i u odnosu na koji referentni pritisak. Navesti „sve vrste pritisaka“ koje se mere:
2. Za merenje pritiska u gasovima, često se koristi U cev sa alkoholom. Koja se veličina tu meri i da li je to apsolutno merenje ili posredno?
3. Klasičan, komercijalni manometar sa Burdonovom cevi spada u apsolutno ili posredno merilo pritiska i zašto? Od čega zavisi osetljivost manometra?
4. Za merenje pritiska najčešće se koriste električni pretvarači sa membranom. Da li je moguće meriti apsolutni pritisak sa takvim pretvaračima i zašto?
5. Ako se merni pretvarač pritiska sa membranom posmatra kao dinamički sistem, da li je on sistem nultog, prvog ili drugog reda? Ako se do pretvarača pritiska fluid dovodi pomoću spojnog creva („pijezomeatrskog creva“), da li to utiče na dinamičke karakteristike mernog sistema i kako?

### **Merni pretvarači nivoa tečnosti**

1. Prilikom merenja nivoa vode, bitno je da se jasno definišu pojedini termini. Da li su nivo i vodostaj isti pojmovi? Da li su nivo vode i pijezoemtarska kota isti pojmovi? Šta je dubina?
2. Koje su sve mogućnosti apsolutnog merenja nivoa vode? Dati kratko objašnjenje svake od metoda.
3. Ako se nivo vode meri pomoću sonde za pritisak koja se potapa u vodu, da li se mogu koristiti sonde koje mere apsolutni pritisak? Ako na raposlaganju imamo samo takve sonde, kako treba formirati merno mesto?
4. Objasniti pneumatski princip merenja nivoa vode. Koja se veličina tu meri? Da li je potrebno znati gustinu vode čiji nivo merimo?
5. Objasniti princip rada kapacitivne sonde za merenje nivoa tečnosti.
6. U čemu je razlika između kontinualnog i diskretnog merenja nivoa tečnosti? Navesti neke načine diskretnog merenja nivoa.

### **Merni pretvarači brzine fluida**

1. Merenje brzine fluida u tački pomoću hidrometrijskog krila zahteva poznavanje ugla pod kojim struji fluid. Kakva je osetljivost krila na ugao dolazne struje fluida? Kakva su to „komponentna krila“?

2. Šta je to „vreme sinhronizacije“ kod hidrometrijskih krila? Zašto i u kojim uslovima je to vreme bitno?
3. Za merenje brzine fluida u tački, često se koriste Pitot sonde (ili Pitot-Prandlove sonde). Objasniti princip rada. Da li je moguće napraviti priručnu sondu (na primer, pomoću slamčice za sok)?
4. Objasniti princip rada elektromagnetne (EM) sonde za merenje brzine u tački. Da li EM sonda razlikuje smer tečenja fluida?
5. Objasniti princip merenja brzine fluida pomoću tople žice i toplog filma. U čemu je razlika između tople žice i toplog filma? Koje su sve komponente u termičkom bilansu senzora korisne (zavise od brzine fluida) a koje su „štetne“?
6. Ako se za merenje brzine fluida u tački koristi obična topla žica (jedna žica na dva nosača), da li je moguće odrediti smer kretanja fluida?
7. Da li je merenje brzine fluida pomoću toplog filma osetljivo na temperaturu fluida i zašto? Da li je ova metoda apsolutna metoda?
8. U laboratorijama se često kao najtačniji način merenja brzine fluida u tački koristi laser-dopler metoda. Objasniti ukratko osnovni princip metode. Da li se meri brzina fluida ili delića koje nosi fluid?
9. Da li je Laser-dopler metoda merenja brzine fluida (odnosno, delića u fluidu) u tački, apsolutna metoda i zašto?
10. Koji je princip rada ultrazvučnih dopler anemometara? Da li mere kretanje fluida ili fluidnog delića koji putuje zajedno sa fluidom? Da li mogu da mere više komponenti brzina fluida?
11. Objasniti u čemu je razlika između običnih ultrazvučnih dopler anemometara, ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) uređaja i ultrazvučnih kros-korelacionih uređaja?

### Merni pretvarači brzine fluida – duž linije

1. Objasniti kako možemo plovcima izmeriti ne samo površinske brzine, već i brzine po dubini.
2. Šta je anubar? Objasniti princip rada. Ako se koristi za merenje protoka u cevi, da li je bitno da raspored brzina bude u napred poznat?
3. Skicirati princip rada elektromagnetnih merila, koja se postavljaju oko cevi. Potencijal koji se meri je jednak:

$$e_{A-B} = \int_L \vec{B} \times \vec{u} dl$$

Objasniti izraz. Koja brzina se tu meri? Da li to zavisi od oblika magnetnog polja koje se pravi oko cevi? Da li je izmerena brzina jednaka srednjoj profilskoj brzini?

4. Objasniti princip rada korelatorskih merila srednje brzine duž jedne deonice toka vode. Koji sve pretvarači, odnosno, koje sve veličine mogu da se iskoriste? Objasniti kako može da se iskoriti zvuk kao merna veličina?
5. Objasniti trasersku korelacionu metodu merenja i trasersku masenu metodu. U čemu je razlika. Koji su preduslovi za jednu a koji za drugu metodu.

6. Skicirati i objasniti princip rada ultrazvučne transit-time metode merenja brzine. Finalni rezultat merenja brzine je jednak:

$$V = \frac{L \times \Delta t}{2 \times t_1 \times t_2 \times \cos \alpha}$$

Objasniti izraz. Da li je ova metoda apsolutna metoda? Ako se meri u kružnoj cevi, da li je izmerena brzina jednaka srednjoj profilskoj brzini?

### **Merni pretvarači brzine fluida – u polju**

1. Traserskim merenjima može da se kvalitativno opiše strujno polje. Navesti neke od traserskih metoda.
2. Objasniti metode merenja brzina delića analizom fotografija, PTV koja daje trajektoriju delića i PIV koji daje sliku strujnica (PIV prati sve pokrete delića za jedan vremenski korak). Zašto se koristi laser u ovim metodama? Šta je LSPIV (Large Scale PIV)?

### **Kalibracija pretvarača za merenje brzine**

1. Koje su sve moguće metode kalibracije pretvarača za brzine? Navesti prednosti i mane.

### **Apsolutno merenje protoka vode u cevima**

1. Koje su sve apsolutne metode za merenje protoka vode u cevima? Objasniti metodu protekle zapremine i težinsku metodu (sa i bez divertera).

### **Merenje protoka u otvorenim kanalima – rekama**

1. Koje su prednosti a koje mane merenja protoka na reci preko jedne dubine? Šta je to petaljska kriva u krivoj protoka?
2. Objasniti način merenja protoka mernim kanalom sa suženjem. Koje su prednosti a koje mane? Koja je očekivana tačnost merenja? Kako se umiruje tok nizvodno od objekta?
3. Objasniti merenje protoka pomoću menrih preliva. Kakvi sve postoje prelivi? Koje su dobre a koje loše strane? Od čega sve zavisi koefijienat preliva u jednačini preliva?
4. Kako je moguće izmeriti protok korišćenjem širokog pravougaonog praga. Nacrtati liniju energije za idealan i relana fluid. Koja se dubina meri da bi se odredio protok? Koji je uslov da merni uređaj dobro radi?
5. Kako se protok meri u otvorenom toku pomoću hidrometrijskih krila? Kako se računa protok kada su poznate brzine u određenim tačkama profila? Šta ako se tokom merenja brzina u preseku, promeni protok u kanalu?

## **Merenje protoka vode u cevima**

1. Šta je „Venturi vodomera“? Nacrtati liniju  $P_i$  i  $E$  duž vodomera. Kako se meri protok?
2. Koje su sve mogućnosti za merenje protoka u cevovodima, preko merenja razlike pritisaka. Skicirati svaki od metoda i dati objašnjenje.
3. Navesti sve „električne“ metode za merenja protoka u cevovodima pod pritiskom (metode gde se meri neka posredna veličina, pretvaračima koji daje električni izlaz). Skicirati svaku od metoda.