

### Pitanja za usmeni deo ispita

1. Definicija merenja. Definicija veličine. Uloga standarda (etalona) i njihovo rangiranje. Ko se brine o kojoj vrsti etalona?
2. Kakvo je to apsolutno merenje a kakvo je posredno merenje? Koje je tačnije? Da li apsolutno merenje znači da je apsolutno tačno? Koje merenje zahteva kalibraciju mernih pretvarača. Dati primer za apsolutno i za posredno merenje.
3. Koje vrste grešaka nastaju tokom merenja. Dati primere. Koju vrstu grešaka ima smisla statistički obrađivati i kojom funkcijom se najčešće dobro opisuju te greške?
4. Koje tri vrste grešaka nastaju tokom merenja. Dati primere. Kako se "borimo" protiv svake od tih vrsta grešaka? Kakva je uloga metapodataka u "toj borbi"?
5. Objasniti pojam „najverovatnija procena merne vrednosti“? Ako je standardna devijacija  $\sigma$  mera neodređenosti svakog pojedinačnog merenja, kolika je neodređenost najverovatnije procene merne vrednosti, ako je uradjeno N ponavljanja merenja.
6. Objasniti pojam kalibracije. Koja vrsta greške se smanjuje kalibracijom? Da li se radi kalibracija kod apsolutnih ili posrednih merenja? Dati primer.
7. Pri merenju hidrotehničkih veličina, pogotovo u laboratorijskim uslovima, često se zahteva da eksperiment bude ponovljiv. Šta se pod time podrazumeva i zbog čega je to bitno? Da li je moguće obezbediti ponovljivost eksperimenta ako se meri promena neke veličine u vremenu i kako?
8. Objasniti termine Ponovljivost i Tačnost. Kakva je veza između tih termina i vrsta grešaka koje nastaju u merenjima? Navesti jedan kriterijum za definisanje i isključivanje podatka za koji se sumnja da poseduje grubu grešku? Šta se postiže kalibracijom uređaja? Da li je bolje imati ponovljiv uređaj ili tačan uređaj sa nepoznatom ponovljivošću?
9. 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?
10. Pored ponovljivosti, dosta pažnje proizvođači merne opreme posvećuju stabilnosti njihovih mernih uređaja. Koji su sve mogući izvori nestabilnosti? Objasniti šta je stabilnost i zbog čega je ona bitna.
11. Prilikom zapisivanja rezultata merenja, potrebno je napisati i kolika je bila neodređenost. Koji su rezultati merenja ispravno zapisani. Oni koji nisu dobro napisani, popraviti:  
 $312,02 \pm 0,1$     $312,02 \pm 0,01$     $312 \pm 0,1$     $312 \pm 1,5$     $312 \pm 2$
12. 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? Skicirati i objasniti.
13. Kako se zapisuje rezultat merenja kada znamo kolika je merna neodređenost? Kako bi ispravno zapisali napon koji na svom ekranu pokazuje digitalni voltmetar: 05,1538 V, pri čemu znamo da je minimalni ulazni napon na voltmetru (napon od koga voltmetar meri) -10,0V, maksimalni ulazni napon +10,0V a ulazni AD konvertor je idealno tačan i preciznosti 12 bitni? A kako bi zapisali rezultat ako proizvođač navodi da je tačnost konvertora 0,1% od punog ulaznog opsega voltmetra?

14. Ako brzinu vode merimo pomoću plovka, kao dužinu koju voda pređe za određeno vreme, i ako smo pređenu dužinu odredili sa relativnom neodređenošću od 4% a vreme putovanja sa relativnom neodređenošću od 3%, kolika je relativna neodređenost izračunate brzine vode? Da li je bitno to što se merenje obavlja različitim uređajima? Uopšteno posmatrano, za neodređenost merne veličine se kaže da je metapodatak, šta to znači?
15. Kako se na dijagramima pokazuje neodređenost podataka? Šta ako je neodređenost duž X ose zanemarljiva a šta kad nije zanemarljiva? Na koji način bi se grafički prikazala neodređenost ako je neodređenost veličine na Y osi za dva reda manja od neodređenosti veličine na X osi?
16. Objasniti pojam "rezolucija" kod mernih pretvarača. Koja je razlika između rezolucije i tačnosti kod digitalnih uređaja? Koja je obično lošija veličina? Da li više decimala na display-u uređaja uvek znači da je tačniji?
17. Kako se klasifikuju determinističke veličine prema promenama u vremenu? Nacrtati skicu svih vrsta determinističkih signala i po mogućstvu navesti primer vezan za hidrotehničke pojave.
18. Objasniti razliku između determinističkih i stohastičkih veličina. Da li je ta granica uvek jasno određena ili zavisi i od stepena znanja, potrebnog napora da se uloži u analizu i raspoloživih resursa. Dati primer.
19. Kakav je to stohastički ergodični proces? Kako se proverava da li je proces ergodičan? Zašto je to bitno u proučavanju stohastičkih veličina?
20. Šta je autokorelaciona funkcija i za šta se ona koristi? Da li je autokorelaciona funkcija periodične veličine takođe periodična i zašto? Kako će izgledati autokorelacija izmerenih fluktuacija brzina u jednoj tački, ako se meri brzina u vrtlogu čija je perioda okretanja  $T$ ? Skicirati primere.
21. Svi hidrotehnički sistemi su promenljivi u vremenu, spadaju u dinamičke sisteme. Takođe, i merna oprema koja se koristi se može posmatrati kao dinamički sistem. Šta je dinamička analiza sistema? Zašto je bitna? Šta znači „inverzna dinamička analiza“ i kada se koristi?
22. U dinamičkoj analizi sistema se često koristi težinska funkcija  $h(\tau)$ . Šta je težinska funkcija i kako se može odrediti (izmeriti)? Ako je sistem linearan, sa konstantnim parametrima, čemu služi težinska funkcija? Da li može da se iskoristi da se odredi mogući izlaz iz sistema za poznati (očekivani) ulaz?
23. Objasniti razliku između vremenskog i frekventnog (spektralnog) domena prikaza merne veličine (dijagrama), na primeru proste periodične veličine, periode  $T$ . Kako se zove postupak proračuna spektralnog dijagrama? U slučaju ne prigušenog oscilovanja nivoa vode u vodostanu (oscilovanje idealnog fluida) kako bi izgledao spektar frekvencija?
24. 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? Nacrtati idealnu funkciju frekventnog odziva i realnu funkciju jednog pretvarača pritiska sa membranom. Kakva je veza između težinske funkcije  $h(\tau)$  koja se dobija analizom u vremenskom domenu i funkcije frekventnog odziva  $F(f)$ ?
25. 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?
26. Svaki mehanički sistem se u dinamičkoj analizi može predstaviti diferencijalnom jednačinom drugog reda, koja se dobija iz uslova ravnoteže sila u istom pravcu:

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

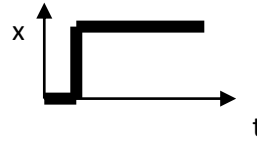
gde je  $\varphi(t)$  ulaz u sistem (zadato pomeranje) a  $\psi(t)$  izlaz iz sistema smer. Objasniti jednačinu? Šta su  $m$ ,  $c$  i  $k$ ? Pod uticajem kojeg člana jednačine mehanički sistem može zaoscilovati? Kojim članom jednačine možemo prigušiti oscilacije? Dati primere.

27. Ako se dinamički sistem pobudi odskočnom funkcijom kao na slici, kako će izgledati izlaz u zavisnosti od stepena prigušenja sistema

$$\xi = \frac{c}{2\sqrt{km}}$$

(odnos viskoznog člana  $c$  u

dinamičkoj jednačini i člana koji je konstanta opruge puta masa  $km$ ), u vremenskom domenu i u frekventnom domenu? Kako će izgledati izlaz ukoliko sistem ima zanemarljivu masu?



28. U dinamičkoj analizi, svaki merni sistem se može predstaviti kao mehanički sistem određenog reda u zavisnosti od njegovih karakteristika: nultog, prvog ili drugog reda. Navesti glavne karakteristike svakog od sistema kao i po jedan primer odgovarajućih mernih sistema. Koji od ovih sistema može da zaosciluje sopstvenom frekvencijom  $f_n$ ?
29. 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 („pijzomeatrskog creva“), da li to utiče na dinamičke karakteristike mernog sistema i kako?
30. Objasniti šta se podrazumeva pod mernim pretvaračem? Navesti primer rada mernog pretvarača za merenje pritiska u fluidu, brzine fluida i nivoa tečnosti.
31. Merni pretvarači mogu biti linearni ili nelinearni. Objasniti zašto je bolje da pretvarači budu linearni? Da li je Thompsenov preliv (trougaonog otvora, pod  $90^\circ$ ) linearan pretvarač? Ako je apsolutna greška merenja dubine vode kod Thompsenovog pretvarača ista za ceo merni opseg, da li ona daje istu grešku u merenju protoka za male i za velike protoke (skicirati  $Q/H$  krivu i objasniti)? U kom opsegu merenja protoka je Thompsonov preliv tačniji?
32. 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. Skicirati.
33. 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? Da li je moguće isti uređaj koristiti za merenje pritisaka u vodi?
34. Klasičan, komercijalni manometar sa Burdonovom cevi spada u apsolutno ili posredno merilo pritiska i zašto? Od čega zavisi osetljivost manometra?
35. Za merenje pritiska najčešće se koriste električni pretvarači sa membranom. Da li je moguće meriti apsolutni pritisak sa takvim pretvaračima? Skicirati poprečni presek senzora.
36. 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 pijzometarska kota isti pojmovi? Šta je dubina? Skicirati sve navedene termine.
37. Koje su sve mogućnosti apsolutnog merenja nivoa vode? Dati kratko objašnjenje svake od metoda i koja se veličina meri u datoj metodi.
38. Ako se nivo vode meri pomoću sonde za pritisak koja se potapa u vodu, da li se mogu koristiti sonde koje mere apsolutni pritisak? Kako promena atmosferskog pritiska utiče na merenja? Ako na raspolaganju imamo samo takve sonde, kako treba formirati merno mesto?
39. Objasniti pneumatski princip merenja nivoa vode. Koja se veličina tu meri? Koje su prednosti a koje mane takvog merenja? Da li je potrebno znati gustinu vode čiji nivo merimo? Skicirati sistem.
40. Objasniti princip rada kapacitivne sonde za merenje nivoa tečnosti. Da li je ona linearan pretvarač? Da li može da se koristi za merenje nivoa i drugih fluida ili čak i zrnastih materijala?
41. U čemu je razlika između kontinualnog i diskretnog merenja nivoa tečnosti? Navesti neke načine diskretnog merenja nivoa, sa pratećim skicama.

42. Navesti po jednu metodu za merenje brzine fluida u tački, duž linije i u prostoru. Ukratko ih opisati, skicirati i objasniti princip rada.
43. Za merenje brzine fluida u tački, često se koriste Pitot sonde (ili Pitot-Prandlove sonde). Skicirati sondu. Objasniti princip rada. Da li je moguće napraviti priručnu sondu (na primer, pomoću slamčice za sok) da biste izmerili brzinu vode u nekom kanalu (skicirati)?
44. 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“? Kako se na velikim rekama obezbeđuje povoljan položaj hidrometrijskih krila?
45. Objasniti princip rada elektromagnetne (EM) sonde za merenje brzine u tački. Da li EM sonda razlikuje smer tečenja fluida? Kakva je zavisnost ugla pod kojim fluid nailazi na sondu?
46. Objasniti princip merenja brzine fluida pomoću tople žice i toplog filma. U čemu je razlika između tople žice i toplog filma? Nacrtati skicu toplotnog bilansa: koje su sve komponente u bilansu senzora korisne (zavise od brzine fluida) a koje su „štetne“?
47. Koji je princip rada ultrazvučnih dopler anemometara? Da li se meri kretanje fluida ili fluidnog delića koji putuje zajedno sa fluidom? Da li mogu da se mere komponente brzina fluida? Skicirati.
48. U laboratorijama se često kao najtačniji način merenja brzine fluida u tački koristi Laser-Dopler metoda. Objasniti ukratko osnovni princip metode. Da li je Laser-Dopler metoda apsolutna? Da li se meri brzina fluida ili delića koje nosi fluid, odnosno, da li može merenje da se obavi u idealno čistoj i prozirnoj vodi i zašto?
49. Objasniti ukratko osnove i ključne razlike merenja brzine delića analizom fotografija, metodom PTV (Particle Tracking Velocimetry) i PIV (Particle Image Velocimetry). Koja metoda daje sliku strujnica a koja sliku trajektorije. Zašto se koristi laser u ovim metodama? Šta je LSPIV (Large Scale PIV)?
50. Ukoliko se merenje brzine fluida obavlja nekom posrednom metodom (hidrometrijsko krilo, EM sonda, HotFilm sonda) neophodna je kalibracija mernog uređaja. Navesti i opisati barem dva načina za kalibraciju ovih merila.
51. 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?
52. 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?
53. Objasniti kako možemo plovcima izmeriti ne samo površinske brzine, već i brzine po dubini. Kako organizovati praćenje plovka kroz vreme? Da li se na ovaj način može snimiti profil brzina po poprečnom preseku toka? Ako može, kako bi organizovali ta merenja?
54. Za kalibraciju posrednih merila protoka, najčešće se koristi neka od apsolutnih metoda. Koje su sve apsolutne metode za merenje protoka vode u cevima? Objasniti metodu protekle zapremine i težinsku metodu (sa i bez divertera). Skicirati instalacije.
55. 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.
56. Šta je „Venturi vodomera“? Nacrtati liniju  $\Pi$  i  $E$  duž vodomera. Koja veličina se meri i kako se preračunava u protok? Koji su potencijalni problemi u radu vodomera?
57. Koje su sve mogućnosti za merenje protoka u cevovodima pod pritiskom, preko merenja razlike pritisaka. Skicirati svaki od metoda i dati objašnjenje.
58. 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 postoji uticaj oblika magnetnog polja koje se pravi oko cevi na izmerenu veličinu  $e_{A-B}$ ? Da li je izmerena brzina uvek jednaka srednjoj profilskoj brzini?

59. 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?

60. Koje su prednosti a koje mane merenja protoka na reci preko jedne dubine? Šta je to petaljska kriva u krivoj protoka? Uloga mernih objekata u merenju protoka preko jedne dubine. Da li nizvodni uslovi mogu da utiču na merenje?
61. Kako se protok meri u otvorenom toku pomoću hidrometrijskih krila? Kako se računa protok kada se izmere brzine u određenim tačkama profila? Ako je neophodno da merimo tokom nailaska (ili povlačenja) poplavnog talasa tako da se promeni nivo i protok tokom merenja brzina po pojedinim tačkama preseka, kako bi organizovali merenja? Da li može da pomogne ako se koristi još jedan komplet krila za merenje brzine i dubine?
62. Objasniti merenje protoka pomoću mernog praga. Nacrtati liniju energije za idealan i realan fluid. Koja se dubina meri da bi se odredio protok? Od čega zavisi koeficijent preliivanja preko praga? Koje su povoljnosti ove metode a koje mane? Zašto je važno da ne dođe do potapanja praga i kako možemo biti sigurni da je taj uslov ispunjen?
63. Objasniti način merenja protoka mernim kanalom sa bočnim suženjem. Koje su prednosti a koje mane? Koja je očekivana tačnost merenja? Da li tok sme da bude u burnom režimu u suženju? Kada je neophodno da se koristi dodatni merni bunar sa nizvodne strane? Kako se umiruje tok nizvodno od objekta?
64. Objasniti merenje protoka pomoću oštroičnih mernih preliiva (skicirati liniju nivoa). Kakvi sve postoje preliivi? Koje su dobre a koje loše strane? Od čega sve zavisi koeficijent preliiva (po potrebi skicirati)? Zašto je bitno da preliv sa tankom pločom bude oštroični?