

Predavanje br. 9

13.04.2020.

Naslov: Merenje brzine (drugi od tri dela)

Link na materijal, **merenje brzine**: >>> odnosno, na početak drugog dela: >>> merenje trenutne vrednosti brzine pomoću **toplog filma** (za vodu) i **tople žice** (za brzinu vazduha)

Komentar uz materijal: U prvom delu predavanja o merenju brzine, obrađeni su mehanički senzori kojima se po pravilu meri osrednjena vrednost brzine: merenjem se dobija *srednja* vrednost (na primer, na [slici 3.3](#) je to $\overline{u_A}$), nije moguće izmeriti *trenutnu* vrednost. Najčešći opseg vremenske skale turbulencije u vodi je od 0,002-0,01 sec do 2-10 sec. U najvećem broju primena, gde se brzina koristi da bi se izračunao protok (odnosno, još češće, ukupno protekla zapremina u nekom dužem intervalu, u 24 sata ili u mesec dana) te trenutne vrednosti brzina nisu bitne, već je potrebna srednja vrednost. Međutim, čak i u takvim situacijama je potrebno poznavati karakteristike toka (odnosno, brzine) na mernoj lokaciji, da bi se pravilno odabralo minimalno *vreme osrednjavanja* (vremenski interval $t_1 \dots t_2$ na [slici 3.1](#)). Takođe, potrebno je znati i koliki je *intenzitet turbulencije* (odnos [standardne devijacije](#) i srednje vrednosti brzine) da bi se odabrala adekvatna metoda merenja koja dobro osrednjava brzinu u tim uslovima.

U drugom delu poglavlja o merenju brzina, prikazuju se sledeće metode za merenje trenutnih vrednosti brzina u tački: [topli film](#) (topla žica), [laser dopler](#) metoda i [ultrazvučna dopler](#) metoda. Sve tri metode mere trenutnu vrednost brzine u maloj mernoj zapremini, osetljive su na ugao tečenja fluida i moguće je meriti dve ili sve tri komponente brzina.

[Topli film](#) (topla žica) je posredna, termička metoda, gde se meri količina odnete termalne energije sa senzora usled tečenja vode. Iz [mernog principa](#) se vidi da je metoda dosta osetljiva na radne uslove i češće se koristi u laboratorijskim ispitivanjima jer može da meri brze fluktuacije sa visokim intenzitetom turbulencije. Potrebno je veliko iskustvo za rad sa opremom, koja je prilično skupa! Pogledajte i Dantec [prezentaciju metode](#). Industrijski se često koristi za [merenja u vazduhu](#).

[Laser dopler](#) metoda je do skoro bila isključivo laboratorijska tehnika, ali je razvojem poluprovodničkih lasera, postala dostupnija i počinje da se koristi i u terenskim uslovima. Metoda je apsolutna, jer se meri vreme (prolaska delića kroz poznatu zapreminu) ali ima i veliki problem što ne meri direktno kretanje fluida (vode ili [vazduha](#)) već [meri brzinu delića](#) koji putuju zajedno sa fluidom! U čistom fluidu nije moguće obaviti merenja, pa je potrebno dodavanje čestica ([seeding](#)), što može da utiče na rezultate merenja. Pogledati: [prezentaciju firme DANTEC](#), varijantu [Phase Doppler Anemometra](#), [MIT tekst](#). [DANTEC tekst](#). Moguća primena i u kanalizaciji: [LaserFlo](#).

[Ultrazvučna dopler](#) metoda je postala jako popularna u poslednjih 15-20 godina, jer spada u apsolutne metode (jer meri vreme) a moguće je napraviti opremu i dovoljno finu i preciznu za laboratorijsku upotrebu kao i dovoljno grubu, jeftinu i otpornu za terensku upotrebu. [Merni princip](#) se zasniva na merenju brzine delića koji putuju sa fluidom a ne brzine samog fluida, tako da je neophodno da fluid (može i vazduh, voda, krv, ...) imaju dovoljno „prljavštine“ koja se kreće istom brzinom kao i sam fluid. Moguće je napraviti razne konfiguracije merne opreme, tako da je moguće meriti brzinu u izabranoj tački (ADV), raspored brzina u nekoj mernoj zoni ili u širokom polju brzina ([ADCP](#)) materijal koji ne radi preko Interneta: [Izvestaj-MerenjaBgd](#), [Primer-Makis-Profil](#), [Makis-ProveraKursaCamca](#). Često se koristi i u [medicinskoj dijagnostici](#)! Cene opreme se kreću od par hiljada evra pa do par desetina hiljada. Razvoj tehnologije i sve šira upotreba vodi ka smanjenju i pojeftinjenju opreme – pogledati [DVL A50](#).