



ETALONIRANJE MERNE NEODREĐENOSTI RAVNIH EM SENZORA

APSTRAKT

Da bi se ostvarilo efikasno upravljanje hidrotehničkim sistemima neophodno je poznavati podatak o protoku. Merenje protoka u tokovima sa slobodnom površinom je generalno komplikovan zadatak koji zahteva znanja iz hidraulike i tehnologije merne opreme. Izbor optimalne merne metode je uslovljen specifičnostima svakog pojedinog mernog mesta, prvenstveno u vidu hidrauličkih parametara, fizičkih karakteristika fluida i provodnika. Najčešće se koristi pristup Brzina – Proticajni Presek, gde se paralelnim određivanjem dve veličine, Srednje profilske brzine i površine proticajnog preseka, dolazi do podatka o protoku. Ključan problem u primeni ove metode je obezbeđivanje dovoljno tačne procene srednje profilske brzine, imajući u vidu da se površina proticajnog preseka može relativno lako odrediti sa merenjem dubine. U većini slučajeva, za merenje srednje profilske brzine, se koriste akustični Dopler uređaji dok u znatno manjoj meri Elektro Magnetni (EM) senzori. U ovom radu su analizirane tehničke karakteristike ravnih EM senzora za merenje brzine u tokovima sa slobodnom površinom. Na osnovu laboratorijskih ispitivanja i poređenja sa etalonskim uređajima veće tačnosti, određene su komponente merne neodređenosti: sistematska, statistička i kombinovana neodređenost. Sračunate vrednosti su upoređene sa rezultatima za akustične Dopler uređaje, dobijene po sličnoj proceduri, čime je omogućeno nepristrasno poređenje dve merne tehnologije.

1. UVOD

Razvoj svesti javnosti, po pitanju zaštite životne sredine, doveo je do povećanja trenutnih znanja o hidrotehničkim infrastrukturnim sistemima. Da bi se procenile količine zagađenja koje napuštaju npr. kanalizacione sisteme i samim tim omogućilo kvantifikovanje negativnog uticaja na životnu sredinu, neophodni su podaci o protoku sa niskom mernom neodređenošću (Roy i saradnici, 2008). Upravo kanalizacioni sistemi su najnepovoljniji tip hidrotehničkih sistema, sa stanovišta postavljanja i održavanja merne opreme. Imajući u vidu spektar nepovoljnih uticaja koji se mogu javiti, kao npr. visok sadržaj vlage, prisustvo agresivnih i korozivnih gasova, nanosa, otpada itd., može se zaključiti da opravdano nose taj epitet.

Za privremena, a i stalna merna mesta za merenje protoka, u kanalizacionim sistemima se najčešće koristi pristup Brzina-Proticajni Presek (B-PP). U okviru ovog pristupa, inženjeri se uglavnom odlučuju za primenu papučastih ADV (eng. Acoustic Doppler Velocimeters) uređaja (Larrarte i saradnici, 2008), koji su trenutno dominantni na globalnom tržištu. Međutim, pokazano je da ovi uređaji imaju

• problema u obezbeđivanju podatka o protoku sa niskom mernom neodređenošću, pogotovo u uslovima sedimentacija kao i niskih dubina i malih brzina (Maheepala i saradnici, 2001; McIntyre i Marshall, 2008; Aguilar i saradnici, 2016). Ravni EM senzori, analizirani u ovom radu, se svakako mogu pozicionirati kao alternativna ili dopunska metoda za merenje protoka. Međutim, eksperimentalni podaci koji bi podržali ovu konstataciju nedostaju u literaturi.

• Za kvantifikaciju sposobnosti proizvoljnog mernog uređaja da izmeri neku fizičku veličinu, u poslednje vreme se koristi parametar merne neodređenosti (JCGM, 2008), koji se vezuje za izmeren podatak. Da bi se došlo do vrednosti merne neodređenosti izmerenog podatka, neophodno je etaloniranje odnosno poređenje sa etalonskom vrednošću, koja ima barem za red veličine nižu neodređenost. Generalno, etalonska merenja srednje profilske brzine ili protoka nisu dostupna na terenu, zbog čega je neophodno izvršiti analizu merne neodređenosti u laboratorijskim uslovima. Nekoliko laboratorijskih ispitivanja je izvršeno sa ciljem analize merne neodređenosti senzora protoka u otvorenim tokovima, ili greške merenja. Maheepala i saradnici (2001) su kalibrisali samo papučaste ADV senzore u mernom kanalu, nakon čega su ih postavili u

¹ Damjan IVETIĆ, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet - Univerzitet u Beogradu, Bul. Kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd (E-mail: damjan.ivetice@gmail.com)

² Prof. dr Dušan PRODANOVIĆ, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet - Univerzitet u Beogradu, Bul. Kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd

³ Luka STOJADINOVIĆ, dipl.građ.inž., Institut Jaroslav Černi, Jaroslava Černog 80, 11000 Beograd