

MINIMALNO VREME IZMEĐU DVA OČITAVANJA VODOMERA

Lajoš Hovanj¹

UDK:696.11:681.12

Rezime: Prema stručnoj literaturi zaokruženje očitavanja stanja vodomera je najčešće na litar, ili na m^3 . Bez navoda kriterijuma preporučeni vremenski razmaci između dva očitavanja su od $t_{\text{cit}}=5$ minuta do $t_{\text{cit}}=1$ mesec, ili od $t_{\text{cit}}=10$ dana do $t_{\text{cit}}=18$ meseci. Za utvrđivanje veze između tačnosti očitavanja stanja i minimalnog vremena t_{cit} u Hidrauličkoj laboratoriji Građevinskog fakulteta u Subotici izgrađen je sistem vodovoda sa tri vodomera nazivnih prečnika 20 mm. Dotok vode u sistem meri vodomer br. 1, a vodomeri br. 2 i 3 su na odvodu vode. Bilansiranjem vode za $Q_{\text{min}}=0,06 \text{ m}^3/\text{čas} < Q_1 < 1,5 \text{ m}^3/\text{čas}$ i $Q_2 > Q_{\text{min}}$, pri čemu je proticaj Q_3 bio i veći i manji od Q_{min} , istražena je promena greške bilansiranja vode za četiri serije (svaku seriju je činilo 30 merenja). Za svako merenje pri $t_{\text{cit}}=60 \text{ s}$ (zaokruženjem stanja vodomera na 0,1 dl) utvrđeni su proticaji Q_1 , Q_2 i Q_3 . Usvajanjem ovih vrednosti i očitavanja na početku merenja menjano je vreme t_{cit} , te zaokruženjem očitavanja na početku i na kraju računate su greške bilansiranja. Upoređenjem minimalne i maksimalne vrednosti grešaka bilansiranja sa vrednostima dozvoljenih grešaka (računatih na osnovu greške merenja vodomera) utvrđene su minimalne vrednosti vremena t_{cit} kada su greške bilansiranja manje od vrednosti dozvoljenih grešaka: $t_{\text{cit}}=7$ minuta pri zaokruženju očitavanja na litar i $t_{\text{cit}}=4$ dana pri zaokruženju očitavanja na m^3 . Ovi zakljuci važe samo tada, kada su svi proticaji veći od Q_{min} . Rezultati su potvrdili preporuke stručne literature, osim kod zaokruženja stanja na litar pri $t_{\text{cit}} < 7$ minuta.

Ključne reči: Vodovodna instalacija, vodomer, vreme između dva očitavanja.

1. UVOD

Zapreminu protekle vode kroz vodomer prikazuju brojevi (m^3) i kazaljke na četiri skale. Na skalama kazaljke prikazuju količine u stotinama litara, desetinama litara, litrima i decilitrima.

Potrošnja vode se utvrđuje razlikom rezultata očitavanja stanja vodomera sa vremenskim razmakom t_{cit} . Stanje se utvrđuje očitavanjem, pa upisivanjem u tzv. radni dnevnik, ili memorisanjem stanja na vodomeru opremljenom za daljinsko očitavanje.

Očitavanje vodomera se vrši zaokruženjem zapremine vode na m^3 . Vremenski period između dva očitavanja je $t_{\text{cit}}=1-18$ meseci [1, 453; 2, 3; 8, 85-86. i 211]. Da bi se brže uočili nedostaci u radu vodomera predloženo je češće očitavanje vodomera – za vodomere nazivnih prečnika 50-200 mm $t_{\text{cit}}=10-15$ dana [10, 137. i 140].

¹ Dr, Lajoš Hovanj, docent, Građevinski fakultet, Subotica, tel: (024)554-300, e – mail: hovanyl@gf.uns.ac.rs

Utvrđivanje potrošnje vode olakšava korišćenje vodomera opremljenog za daljinsko očitavanje. Princip daljinskog očitavanja je ugradnja indikatora u vodomer koji na osnovu okretanja propelera vodomera meri proteklu zapreminu vode [8, 88]. Kod sistema daljinskog očitavanja ADO RF 24, proizvodnje „Inse” iz Zemuna, indikator je ugrađen na mesto kazaljke na skali za prikazivanje protekle zapremine vode u decilitrima [6].



Slika 1 – Indikator (1) pre montaže na vodomer opremljen za daljinsko očitavanje sistemom ADO RF 24, proizvodnje „Inse” iz Zemuna [6]
2 – skala za prikazivanje protekle zapremine vode u decilitrima

Tačnost očitavanja indikatora je jedan okret (1 litar). Ako korisnik nema druge zahteve, onda se vrši samostalno memorisanje stanja na kraju meseca (od 1. do 31. u mesecu) – znači $t_{\text{eit}}=1$ mesec.

Za kontrolu potrošnje vode u zonama potrošnje (za 500-3000 potrošača), u okviru sistema kontrolnih vodomera i za utvrđivanje gubitka vode iz vodovodne mreže prihvaćeno je $t_{\text{eit}}=5-30$ minuta, a najčešće je $t_{\text{eit}}=15$ minuta [8, 84-87. i 249]. Tokom ovog rada potrošnja vode je merena vodomerom opremljenim za daljinsko očitavanje.

Od tačnosti očitano stanja (zaokruženog na m^3 ili na litar) zavisi vreme t_{eit} .

Za istraživanje rada vodomera u sistemu vodovoda u Hidrauličkoj laboratoriji Građevinskog fakulteta u Subotici izgrađena je instalacija sa tri vodomera nazivnih prečnika 20 mm. Bilansiranjem vode pomoću vodomera (na jednom od njih proticaj je bio i manji od $Q_{\text{min}}=0,06 \text{ m}^3/\text{čas}$) ispitivana je greška bilansiranja pri proticajima na dovodu vode u sistem od $0,06 \text{ m}^3/\text{čas}$ do $1,5 \text{ m}^3/\text{čas}$.

Povodom napred navedenih potreba cilj istraživanja je utvrđivanje minimalnog vremena t_{eit} pri zaokruživanju stanja vodomera na m^3 ili na litar.

2. LABORATORIJSKA INSTALACIJA

U instalaciju za bilansiranje vode u sistemu vodovoda ugrađeni su novi, baždareni višezlazni propelerni vodomeri sa mokrim mehanizmom, za vodu temperature do 30 °C, nazivnog prečnika 20 mm, klase B, najvećeg i najmanjeg protoka 3 i 0,06 m³/čas. Ugrađena su tri vodomera.



Slika 2 – Instalacija za bilansiranje vode vodomerima u sistemu vodovoda u Hidrauličkoj laboratoriji Građevinskog fakulteta u Subotici, 1- 3 – vodomeri, 4 – vodovod, 5-10 – propusni ventili, 11-12 – odvodna creva, 13 – bure

Bilans vode u instalaciji su činili dovedena zapremina vode (merena vodomerom br. 1), a od legalnih potrošnji fakturisana izmerena potrošnja (merena vodomerima br. 2 i 3) [3, 2; 7, 5 – 6]. Na vodomeru br. 3 proticaj vode je bio i manji od Q_{\min} . Instalacija je bila

priključena na gradsku vodovodnu mrežu. Proticaj Q_1 kroz vodomera br. 1 i trajanje njegovog zahvatanja t_{cit} regulisani su propusnim ventilima br. 5 i 6, a kroz vodomere br. 2 i 3 proticaji Q_2 i Q_3 propusnim ventilima br. 7 – 10. Vreme t_{cit} je mereno štopericom.

3. DIJAPAZON DOZVOLJENIH GREŠAKA BILANSIRANJA VODE U INSTALACIJI

U istoj laboratoriji ispitan je rad istog vodomera za dijapazon proticaja od $0,06 \text{ m}^3/\text{čas}$ do $1,5 \text{ m}^3/\text{čas}$, propisan Pravilnikom o metrološkim uslovima za vodomere Republike Srbije – do $\pm 5\%$ u zoni od $0,06 \text{ m}^3/\text{čas} \leq Q \leq 0,15 \text{ m}^3/\text{čas}$, te do $\pm 2\%$ u zoni $0,15 \text{ m}^3/\text{čas} \leq Q \leq 3 \text{ m}^3/\text{čas}$ [5; 9]. Očitavanje stanja na vodomeru je vršeno do tačnosti 0,1 dl. Uz dopuštene greške merenja vodomera propisane Pravilnikom utvrđeno je minimalno vreme između dva očitavanja vodomera: $t_{\text{cit}}=37,2-60 \text{ s}$.

Ako se greška bilansiranja vode računa prema sledećoj zavisnosti:

$$G = \frac{100(V_2 + V_3 - V_1)}{V_1} (\%)$$

gde su za $t_{\text{cit}}=60 \text{ s}$:

$V_1 = Q_1 t_{\text{cit}}$ – zapremina vode na dovodu u instalaciju i

$V_2 + V_3 = Q_2 t_{\text{cit}} + Q_3 t_{\text{cit}}$ – zapremina vode na odvodu iz instalacije,

uz dopuštene greške merenja vodomera, utvrđen je dijapazon dozvoljenih grešaka instalacije za proticaje $2Q_{\text{min}}=0,12 \text{ m}^3/\text{čas} \leq Q_1 \leq 1,5 \text{ m}^3/\text{čas}$ [4, 38].

Tabela 1 – Proračun granice dozvoljenih grešaka instalacije

Q_1 $\text{m}^3/\text{čas}$	V_1 litar	G_1 %	Q_2 $\text{m}^3/\text{čas}$	V_2 litar	G_2 %	Q_3 $\text{m}^3/\text{čas}$	V_3 litar	G_3 %	G %
0,12	2	-5	0,06	1	5	0,06	1	5	10,5
0,15	2,5	-5	0,075	1,25	5	0,075	1,25	5	10,5
0,271	4,52	-2	0,151	2,52	2	0,12	2	5	5,4
0,299	4,98	-2	0,151	2,52	2	0,148	2,46	5	5,6
0,479	7,98	-2	0,331	5,52	2	0,148	2,46	5	5
0,659	10,98	-2	0,511	8,52	2	0,148	2,46	5	4,8
0,839	13,98	-2	0,691	11,52	2	0,148	2,46	5	4,6
1,019	16,98	-2	0,871	14,52	2	0,148	2,46	5	4,5
1,199	19,98	-2	1,051	17,52	2	0,148	2,46	5	4,5
1,379	22,98	-2	1,231	20,52	2	0,148	2,46	5	4,4
1,5	25	-2	1,352	22,54	2	0,148	2,46	5	4,4
0,12	2	5	0,06	1	-5	0,06	1	-5	-10,5
0,15	2,5	5	0,075	1,25	-5	0,075	1,25	-5	-10,5
0,271	4,52	2	0,151	2,52	-2	0,12	2	-5	-5,4
0,299	4,98	2	0,151	2,52	-2	0,148	2,46	-5	-5,6
0,479	7,98	2	0,331	5,52	-2	0,148	2,46	-5	-5
0,659	10,98	2	0,511	8,52	-2	0,148	2,46	-5	-4,8
0,839	13,98	2	0,691	11,52	-2	0,148	2,46	-5	-4,6
1,019	16,98	2	0,871	14,52	-2	0,148	2,46	-5	-4,5
1,199	19,98	2	1,051	17,52	-2	0,148	2,46	-5	-4,5
1,379	22,98	2	1,231	20,52	-2	0,148	2,46	-5	-4,4
1,5	25	2	1,352	22,54	-2	0,148	2,46	-5	-4,4

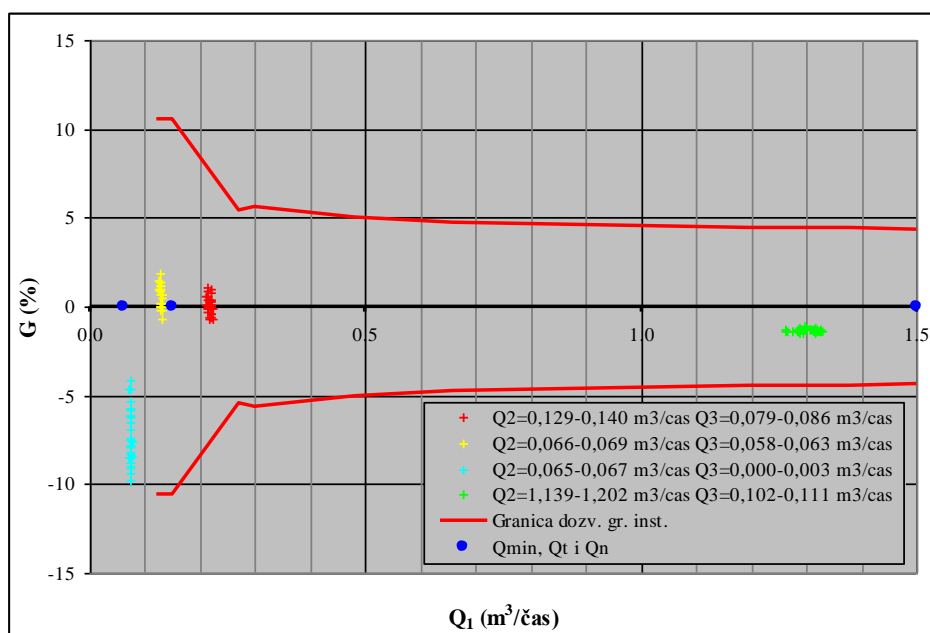
Povećanjem proticaja Q_1 dijapazon dozvoljenih grešaka instalacije se sužava sa $\pm 10,5\%$ na $\pm 4,4\%$.

4. REZULTATI MERENJA

Za utvrđivanje greške bilansiranja vode ispitivane su četiri serije (svaku seriju je činilo 30 merenja):

Tabela 2 – Proticaji vode ispitivanih serija

0,15 m ³ /čas < Q ₁ < 1,5 m ³ /čas 0,15 m ³ /čas < Q ₂ < 1,5 m ³ /čas 0,06 m ³ /čas < Q ₃ < 0,15 m ³ /čas	Q ₁ =1,261-1,329 m ³ /čas Q ₂ =1,139-1,202 m ³ /čas Q ₃ =0,102-0,111 m ³ /čas
0,15 m ³ /čas < Q ₁ < 1,5 m ³ /čas 0,06 m ³ /čas < Q ₂ < 0,15 m ³ /čas 0,06 m ³ /čas < Q ₃ < 0,15 m ³ /čas	Q ₁ =0,211-0,222 m ³ /čas Q ₂ =0,129-0,14 m ³ /čas Q ₃ =0,079-0,086 m ³ /čas
0,06 m ³ /čas < Q ₁ < 0,15 m ³ /čas 0,06 m ³ /čas < Q ₂ < 0,15 m ³ /čas 0,06 m ³ /čas < Q ₃ < 0,15 m ³ /čas	Q ₁ =0,124-0,131 m ³ /čas Q ₂ =0,066-0,069 m ³ /čas Q ₃ =0,058-0,063 m ³ /čas
0,06 m ³ /čas < Q ₁ < 0,15 m ³ /čas 0,06 m ³ /čas < Q ₂ < 0,15 m ³ /čas 0 < Q ₃ < 0,06 m ³ /čas	Q ₁ =0,071-0,075 m ³ /čas Q ₂ =0,065-0,067 m ³ /čas Q ₃ =0-0,003 m ³ /čas



Slika 3 – Greške bilansiranja vode ispitivanih serija sa $t_{\text{čti}}=60$ s

Za prve tri serije, kada su svi proticaji veći od $Q_{\text{min}}=0,06$ m³/čas greška bilansiranja vode je manja od granice dozvoljenih grešaka bilansiranja sistema vodovoda.

Kod četvrte serije, kada su proticaji $Q_{\text{min}} < Q_1 < 0,15$ m³/čas, $Q_{\text{min}} < Q_2 < 0,15$ m³/čas i $Q_3 < Q_{\text{min}}$ instalacija nema granice dozvoljenih grešaka.

5. GREŠKE BILANSIRANJA U FUNKCIJI VREMENA t_{cit}

Greška bilansiranja u funkciji vremena t_{cit} je ispitivana za dve varijante: u prvoj su očitavanja zaokružena na litar, a u drugoj na m^3 .

Za svako merenje pri $t_{\text{cit}}=60$ s utvrđeni su proticaji Q_1 , Q_2 i Q_3 . Usvajanjem ove vrednosti i stanja na početku merenja menjano je vreme t_{cit} . Zaokruženjem očitavanja na početku i na kraju (na litar, ili na m^3) računane su greške bilansiranja. Po serijama, za svako vreme t_{cit} , utvrđene su minimalne i maksimalne vrednosti greške bilansiranja.

Na početku tabele (masni brojevi) su minimalne i maksimalne vrednosti dozvoljenih grešaka bilansiranja instalacije. Za četvrtu seriju, kada nisu svi proticaji veći od Q_{min} , ne postoje granice dozvoljenih grešaka bilansiranja.

Tabela 3 – Greške bilansiranja u funkciji vremena t_{cit} , pri zaokruženju očitavanja na litar

t_{cit} (min)	G (%)							
	$Q_1=1,261-1,329$ $\text{m}^3/\text{čas}$		$Q_1=0,211-0,222$ $\text{m}^3/\text{čas}$		$Q_1=0,124-0,131$ $\text{m}^3/\text{čas}$		$Q_1=0,071-0,075$ $\text{m}^3/\text{čas}$	
	$Q_2=1,139-1,202$ $\text{m}^3/\text{čas}$		$Q_2=0,129-0,14$ $\text{m}^3/\text{čas}$		$Q_2=0,066-0,069$ $\text{m}^3/\text{čas}$		$Q_2=0,065-0,067$ $\text{m}^3/\text{čas}$	
	$Q_3=0,102-0,111$ $\text{m}^3/\text{čas}$		$Q_3=0,079-0,086$ $\text{m}^3/\text{čas}$		$Q_3=0,058-0,063$ $\text{m}^3/\text{čas}$		$Q_3=0-0,003$ $\text{m}^3/\text{čas}$	
	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
	-4,3	4,3	-7,1	7,1	-10,5	10,5		
1	-9,1	4,8	-25	33,3	-33,3	50	-50	100
2	-4,7	2,4	-14,3	14,3	-20	25	-33,3	50
3	-3,1	0	-9,1	10	-14,3	16,7	-25	33,3
4	-2,4	0	-7,1	7,1	-11,1	12,5	-20	25
5	-2,7	0	-5,6	5,9	-9,1	10	-28,6	0
6	-2,4	-0,8	-4,5	9,5	-7,7	8,3	-25	0
7	-2	-0,6	-4	4,2	-6,7	7,1	-22,2	0
8	-1,8	-0,6	-3,4	3,6	0	6,3	-20	0
9	-1,6	-0,5	-3,1	3,2	-5	5,6	-18,2	0
10	-1,9	-0,5	-2,8	2,9	-4,5	9,5	-15,4	0
11	-1,7	-0,8	-2,6	2,6	-4,2	9,1	-14,3	0
12	-1,6	-0,8	-2,3	2,4	-3,8	8,3	-13,3	0
13	-1,5	-1	-2,2	2,2	-3,6	7,7	-12,5	0
14	-1,7	-1	-2	2	-3,3	3,4	-11,8	6,3
15	-1,8	-0,6	-1,9	1,9	0	3,2	-15,8	0
16	-1,7	-0,9	-1,7	1,8	0	3	-15	0
17	-1,6	-0,8	-1,7	1,7	-2,7	5,6	-14,3	0
18	-1,8	-1	-1,6	1,6	-2,6	5,4	-13,6	0
19	-1,7	-1,2	-1,5	1,5	-2,4	5,1	-13	0
20	-1,8	-0,9	-1,4	1,4	-2,3	4,9	-12,5	-4
30	-1,5	-1,1	-1,8	1,9	-1,6	3,2	-11,1	-2,8
60	-1,5	-1,2	-0,9	0,9	-0,8	2,4	-9,7	-4,1

Tabela 4 – Greške bilansiranja u funkciji vremena t_{cit} , pri zaokruženju očitavanja na m^3

t_{cit} (min)	G (%)							
	$Q_1=1,261-1,329$ $m^3/\text{čas}$		$Q_1=0,211-0,222$ $m^3/\text{čas}$		$Q_1=0,124-0,131$ $m^3/\text{čas}$		$Q_1=0,071-0,075$ $m^3/\text{čas}$	
	$Q_2=1,139-1,202$ $m^3/\text{čas}$		$Q_2=0,129-0,14$ $m^3/\text{čas}$		$Q_2=0,066-0,069$ $m^3/\text{čas}$		$Q_2=0,065-0,067$ $m^3/\text{čas}$	
	$Q_3=0,102-0,111$ $m^3/\text{čas}$		$Q_3=0,079-0,086$ $m^3/\text{čas}$		$Q_3=0,058-0,063$ $m^3/\text{čas}$		$Q_3=0-0,003$ $m^3/\text{čas}$	
	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.
	-4,3	4,3	-7,1	7,1	-10,5	10,5		
0,1	-33,3	0	-100	0				
0,25	0	0	-50	0	-100	-100		
0,5	-6,7	6,7	0	0	0	0		
0,75	-4,3	0	-25	0	0	0	100	100
1	-3,2	0	0	20	0	33,3	100	100
1,25	-2,6	0	-14,3	0	0	0	0	0
1,5	-2,2	0	0	0	-20	-20	50	50
1,75	-1,9	0	-10	11,1	0	20	0	0
2	-3,3	0	0	10	0	0	0	33,3
2,5	-2,6	0	0	7,7	0	0	0	0
3	-2,2	0	0	6,7	0	11,1	0	0
4	-2,4	-0,8	0	5	-7,7	8,3	0	16,7
5	-1,9	-0,6	-3,8	4	-6,3	6,7	-11,1	0
7	-1,9	-0,9	-2,7	2,7	-4,5	4,8	-8,3	8,3
10,5	-1,6	-0,9	-1,8	1,9	-3	3,2	-5,6	0
14	-1,6	-1,1	-1,4	1,4	-2,3	2,4	-8,3	0
30	-1,5	-1,2	-1,3	1,3	-1,1	2,2	-7,8	-2
60	-1,5	-1,2	-0,6	1	-0,5	2,2	-8,7	-2,9
90	-1,5	-1,1	-0,6	1,1	-0,7	2,2	-8,9	-3,8
120	-1,5	-1,1	-0,8	1,1	-1,1	1,6	-9,5	-3,8
182,5	-1,5	-1,1	-0,7	1,2	-0,7	2	-9,3	-3,8
365	-1,5	-1,1	-0,7	1,1	-0,6	1,9	-9,6	-3,9

Upoređenjem minimalne i maksimalne vrednosti grešaka bilansiranja sa vrednostima dozvoljenih grešaka, po serijama su utvrđena vremena t_{cit} kada su greške bilansiranja manje od vrednosti dozvoljenih grešaka (žuto obojeni brojevi).

Na osnovu ovih rezultata utvrđeno je minimalno vreme: $t_{\text{cit}}=7$ minuta pri zaokruženju očitavanja na litar i $t_{\text{cit}}=4$ dana pri zaokruženju očitavanja na m^3 (sivo obojeni brojevi). Ovi rezultati važe samo tada, kada su svi proticaji veći od Q_{min} .

Dobijeni rezultati su potvrdili navode u stručnoj literaturi, osim kod vodomera opremljenog za daljinsko očitavanje, pri $t_{\text{cit}}<7$ minuta.

6. ZAKLJUČAK

Prema stručnoj literaturi zaokruženje očitavanja stanja vodomera je najčešće na litar, ili na m^3 . Bez navoda kriterijuma preporučeni su vremenski razmaci od $t_{\text{cit}}=5$ minuta do $t_{\text{cit}}=1$ mesec, ili od $t_{\text{cit}}=10$ dana do $t_{\text{cit}}=18$ meseci.

Za ispitivanje greške bilansiranja vode pomoću vodomera u sistemu vodovoda u Hidrauličkoj laboratoriji Građevinskog fakulteta u Subotici izgrađena je instalacija sa tri vodomera nazivnih prečnika 20 mm.

Na osnovu merenja za četiri serije (svaku seriju je činilo 30 merenja) utvrđene su:

- a) granice dozvoljenih grešaka bilansiranja za $2Q_{\min}=0,12 \text{ m}^3/\text{čas} < Q_1 < Q_n=1,5 \text{ m}^3/\text{čas}$,
- b) za $Q_1 < 2Q_{\min}$ instalacija nema granice dozvoljenih grešaka bilansiranja, te
- c) ako su svi proticaji veći od Q_{\min} minimalno vreme između dva očitavanja vodomera je: $t_{\text{čit}}=7$ minuta pri zaokruženju očitavanja na litar i $t_{\text{čit}}=4$ dana pri zaokruženju očitavanja na m^3 .

Rezultati su potvrdili preporuke stručne literature, osim kod zaokruženja stanja na litar pri $t_{\text{čit}} < 7$ minuta.

LITERATURA

- [1] Bogdanović, P.: Nove tendencije u merenju isporučene vode (Vodomeri). – In: Voda za 21. vek. Zbornik radova sa konferencije održane 22.- 24. marta 1999. – Beograd: Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo **1999**, 451 – 460.
- [2] Đorđević, M.: Gubici vode – Šabac: JKP Vodovod, jun **2003**, 1 – 3. <http://www.sabac-waterworks.com/htm/gubici%20vode.htm>
- [3] Đorđević, M.: Procena gubitka vode u sistemu vodosnabdevanja. – Šabac: JKP Vodovod 31.07. **2006**, 1 – 8. <http://www.sabac-waterworks.com/tekstovi/Procena%20gubitaka%20vode/Procena%20gubitaka%20vode.pdf>
- [4] Hovanj, L: Greška bilansiranja vode vodovoda pri manjem proticaju od Q_{\min} – merena vodomrom. – Voda i sanitarna tehnika, Beograd, **2010**, 3, 35 – 42.
- [5] Hovanj, L.: Merenje proticaja vode vodomrom. – Zbornik radova Građevinskog fakulteta, Subotica, **2009**, 18, 55 – 60.
- [6] INSA AD – Sistem daljinskog očitavanja ADO RF 24. – Zemun: A. D. Insa.
- [7] Lambert, A., Hirner, W.: Losses from Water Supply Systems. Standard Terminology and Recommended Performance Measures. – International Water Association October **2000**, 1 – 13. http://www.iwahq.org/uploads/iwa%20hq/website%20files/media%20and%20communication/reference_papers/blue_pages_water_losses_2000.pdf
- [8] Obradović, D.: Savremeni vodovodi, informatika i operativno upravljanje. – Beograd: Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo **1999**.
- [9] Pravilnik o metrološkim uslovima za vodomere. – Službeni list SFRJ, Beograd, **1986**, 51, 1509 – 1513.
- [10] Stanković, Ž.: Uticaj merenja potrošnje vode na smanjenje gubitaka u vodovodnim sistemima i gubici kod vodomera. – In: Gubici u sistemima za vodosnabdevanje i racionalizacija potrošnje vode. Savetovanje. Zbornik radova. – Beograd: Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Društvo vodovoda i kanalizacije Jugoslavije 3.- 4. april **1996**, 135 – 140.

MINIMUM TIME PERIOD BETWEEN READING OFF FLOW METERS

Summary: According to the technical literature the readings of flow meters are rounded up to a liter or cubic meter. Without quoting the criteria, the suggested time period of taking readings stretches from 5 minutes to a month, or even from 10 days to 18 months. In order to define relationship between the read error and the required minimum period of data collection, experimental rig consisting of a pipe system and three flow meters having nominal diameter of 20 mm has been set up in the laboratory of the Faculty of Civil Engineering, Subotica. Flow meter No. 1 measured the inflow discharge while flow meters No. 2 and 3 were installed on the outlet. Using water balance method, the variation of error in water balance for $Q_{\min}=0,06 \text{ m}^3/\text{h} < Q_1 < 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ and $Q_2 > Q_{\min}$, while Q_3 has taken values higher and lower than Q_{\min} , have been investigated in four series with 30 measurements in each. For a period of flow meter reading equal to 60 s (rounding up the readings to 0,1 dl), discharges Q_1 , Q_2 and Q_3 were determined in each experiment. These values have been fixed and then only the period of reading off has been varied. Following rounding up the values, the errors of water balancing have been calculated. The minimum and maximum errors of water balancing were compared to the acceptable errors (determined based on the declared accuracy of the flow meters), the minimum time periods corresponding to the acceptable errors have been determined, resulting 7 minutes in case of rounding up to a liter and 4 days in case of rounding up to a cubic meter. The results are applicable if the discharges are all the time above Q_{\min} . The results confirm suggested values of the technical literature excluding cases of rounding up to a liter and the period of taking readings is less than 7 minutes.

Key words: Water distribution system, flow meter, period of reading off.