

UVOĐENJE KIŠOMERA U SISTEM PRAĆENJA RADA KANALIZACIONOG SISTEMA - ISKUSTVA IZ FAZE NABAVKE, PROVERE I POSTAVLJANJA

REZIME

U cilju poboljšanja efikasnosti rada postojećeg kanalizacionog sistema u uslovima povećane urbanizacije, javlja se potreba da se preciznije utvrde elementi bilansa voda koje se transportuju ovim sistemom. Na slivu kanalizacione crpne stanice "Čukarica", kao pilot modelu u sistemu Beogradskog vodovoda i kanalizacije, jedna od predviđenih aktivnosti je osmatranje padavina uvođenjem tri merna mesta. Cilj je da se prikupljenim podacima, kao dopuna podacima dobijenim iz osmatračke mreže Republičkog hidrometeorološkog zavoda, preciznije odrede količine i prostorni raspored i vremenski raspored padavina na slivu, odnosno deo atmosferskih voda u ukupnom kanalizacionom otcaju sa sliva. Rad pokriva iskustva iz prve faze ovog poduhvata koja obuhvataju izbor i nabavku kišomera, proveru njihovog rada, izbor mesta i samo postavljanje kišomera.

Ključne reči: kišomeri, merenje padavina, kanalizacija

INTRODUCTION OF RAINGAUGES INTO MONITORING OF SEWER SYSTEMS - EXPERIENCES IN CHOOSING, TESTING AND INSTALLING THE MEASURING EQUIPMENT

Improvement of the Belgrade sewer system performance, necessitated by increasing urbanisation, calls for more precise assessment of water balance in the system. In this respect, three raingauge stations are established by the Belgrade Waterworks and Sewerage on the pilot catchment of the sewer pumping station "Čukarica". Data collected from these stations, in addition to the official rainfall observations by Meteorological Service of Serbia, should provide bet-

ter basis for analysis of rainfall temporal and spatial distribution over the catchment and consequently for analysis of storm water distribution to the total drainage from the catchment. The paper focuses on the experiences from the first phase of this project related to the choice of measuring equipment, its preliminary testing, choice of measurement locations and installation of the equipment.

Key words: raingauges, rainfall measurements, sewer system

UVOD

U uslovima povećane urbanizacije koja značajno prevazilazi projekcije sa kojima je projektovan postojeći kanalizacioni sistem, javlja se potreba za značajnim intervencijama na ovim sistemima. Osnovni smisao tih zahvata je ostvarivanje sigurnog rada i ispunjenja parametara efikasnosti ovog važnog elementa kvaliteta urbanog načina života. Preduslov bilo kakve ekonomske opravdane i održive aktivnosti jeste da se preciznije utvrdi stanje kanalizacionog sistema i elementi bilansa voda koje se transportuju ovim sistemom.

Na slivu koji gravitira ka kanalizacionoj crpnoj stanici (KCS) "Čukarica", koji je Beogradski vodovod i kanalizacija (u daljem tekstu BVK) u saradnji sa Građevinskim fakultetom iz Beograde i Institutom "Jaroslav Černi" odabrala kao pilot sliv, kanalizacioni sistem je projektovan je i namenjen da radi kao separacioni sistem. U toku eksploatacije sistema uočeno je znatno prisu-

stvo kišnih voda u sistemu upotrebljene vode, što može biti posledica oštećenja na kanalskoj mreži, ali i nedozvoljenog i nedokumentovanog priključenja elemenata sistema kišne kanalizacije. Time se mreža kanaliziranja upotrebljenih voda neplanirano opterećuje, a očigledne su i posledice na dimenzije i rad budućeg sistema za prečišćavanje otpadnih voda.

Na razmatranom pilot slivu predviđeno je uvođenje tri merne lokacije na kojima će se osmatrati padavine. Glavni cilj je da se prikupljenim podacima o padavinama, uz podatke koji se dobijaju iz osmatračke mreže Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZ), preciznije odrede količine i prostorni i vremenski raspored padavina na slivu i da se identifikuje deo atmosferskih voda u ukupnom kanalizacionom otcaju sa sliva. Ovo je značajno u procesu donošenja strategijskih odluka o intervencijama u sistemu, njegovom opstanku u stanju separacionog sistema, izgradnji novih priključaka i deonica, itd.

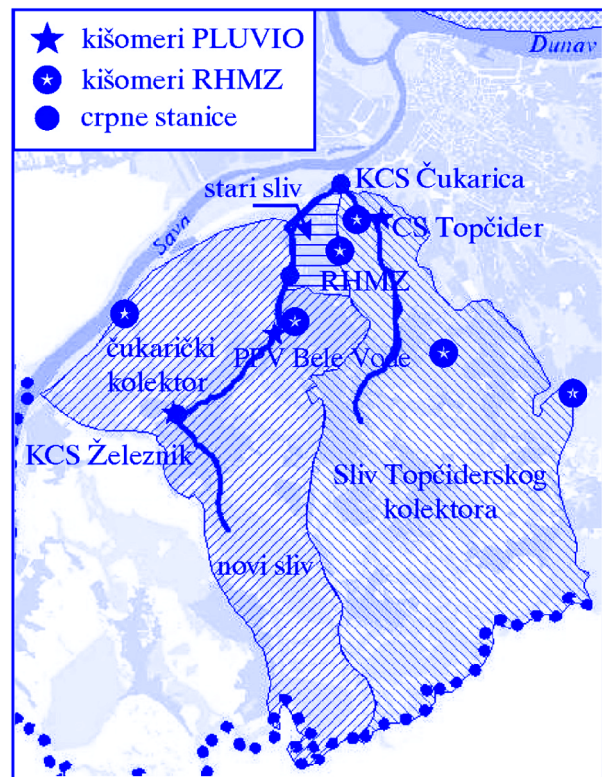
SLIV I MERNE LOKACIJE

Kanalizacioni sliv koji gravitira ka KCS "Čukarica" nalazi se na jugu teritorije Beograda i zahvata slivnu površinu od oko 140 km². Ova crpna stanica služi da upotrebljene vode prepumpa u kolektor u Bulevaru vojvode Mišića i dalje ka postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda u Velikom Selu. Sliv KCS "Čukarica" se sastoji od tri podsliva: sliva topčiderskog kolektora i slivova starog i novog čukaričkog kolektora i pokriva delove opština Voždovac, Rakovica i Čukarica. Na slici 1 daje se prikaz sliva i lokacije na kojima se mere padavine.

Osnovna zamisao pri izboru lokacija za merenje padavina je bila da se sliv pokrije što je to moguće ravnomerno. Na severoistočnom delu sliva nalazi se zgrada RHMZ-a sa sopstvenom stanicom. Drugi kriterijum za izbor lokacija bila je bezbednost postavljenih kišomera. Konačno je odlučeno da se uređaji postave u okviru objekata BVK na levoj zoni sliva. To su lokacije CS "Topčider", PPV "Bele Vode" i KCS "Železnik".

IZBOR I NABAVKA UREĐAJA ZA MERENJE PADAVINA

Za potrebe osmatranja kiša nabavljena su tri automatska kišomera nemačkog proizvođača OTT Messtechnik*, model PLUVIO. Osnovna karakteristika izabranog uređaja je da radi na gravimetrijskom principu, odnosno na principu merenja težine tečnosti (pale kiše) pomoću vage. U toku izbora na raspolaganju su bili automatski kišomeri različitih proizvođača, koji funkcionišu na različitim principima: sa plovkom, sa klackalicom i sa vagom. Presudni elementi za izbor kišomera bili su mogućnost jednostavnog povezivanja sa savremenim informatičkim okruženjem (računari) i saznanje da su meteorološke službe Nemačke, Sjedinjenih Američkih Država i nama susedne Rumunije izabrale isti model za svoje potrebe.



Slika 1. Karta pilot sliva sa lokacijama za merenje padavina.

Figure 1. The pilot catchment with rain gauge locations.

Uređaj sa ovim principom rada do sada nije bio u upotrebi u našoj zemlji, odnosno ovakve konstrukcije. U pitanju je vaga koja efektivno meri

*) OTT Messtechnik GmbH / Co. KG, Ludwigstrasse 16, D-87437 Kempten. internet adresa: www.ott-hydrometry.de

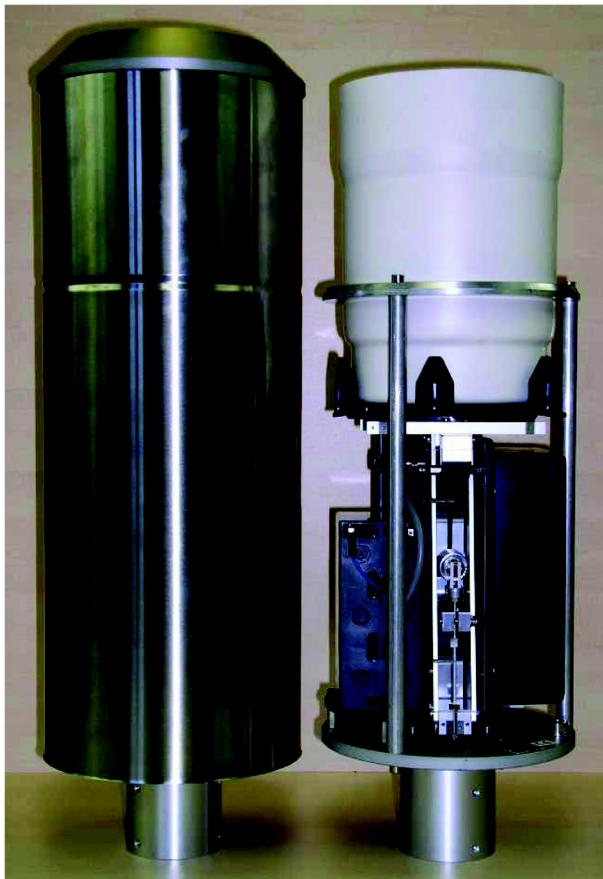


težinu vode zapremine do 5 L što je ekvivalentno visini vodenog taloga od 250 mm (otvor kišomera iznosi 200 cm²). Druge bitne karakteristike su da je kišomer-vaga baziran na mikroprocesoru, napajanje je baterijsko 12 VDC, posuda za prikupljanje atmosferskog taloga je od plastičnog materijala i prazni se ručno. Ugrađena je kompenzacija ometajućih uticaja na rad vage (vetar, udari kapi vode, promene temperature), a komunikacija sa računarom se ostvaruje preko infracrvenog serijskog interfejsa uz korišćenje HYDRAS 3 softvera. Isti softver služi i za formiranje baze prikupljenih podataka, njihovu prezentaciju, obradu i zapis u druge formate. U kišomer je ugrađen loger OTT-Log sa memorijom od 512 KB i rezervnim napajanjem, sa mogućnošću postavljanja više kombinacija vremenskih intervala uzorkovanja i zapisa u memoriju. Na slikama 2 i 3 date su fotografije kišomera u sklopljenom i rasklopljenom stanju.

PROVERA RADA KIŠOMERA

Provera rada kišomera, po preporuci iz proizvođačkog uputstva, vrši se kao za bilo koju vagu. Kišomer se uvodi u režim neprekidne komunikacije sa računarom i optereći poznatom masom preko prihvatne posude. U toku testova korišćeni su poznata masa vode i tegovi. Sva tri kišomera su pokazala zahtevani kvalitet merenja po ovom testu u procesima višestrukog inkrementalnog opterećivanja i rasterećivanja.

Pošto su kišomeri sa ovim principom rada novost na našim prostorima, izveden je i niz merenja za proveru njihovog reagovanja na sipanje vode u kišomer u modu normalnog rada. Ovi testovi su obuhvatili dodavanje poznatih količina vode u kontrolisanim vremenskim razmacima. Te količine vode varirale su u granicama od 0.5 do 2 mm u toku 1 minuta, po različitim programima sipanja vode u toku vremena. Tokom te-



Slika 2. Kišomer PLUVIO u sklopljenom stanju, sa omotačem (levo) i bez njega (desno).
Figure 2. The rain gauge PLUVIO, assembled; with the shield (left) and without it (right).



Slika 3. Kišomer PLUVIO u rasklopljenom stanju
Figure 3. The rain gauge PLUVIO, disassembled;

stova uočena je pojava koja se i naglašava u uputstvu za upotrebu kišomera, a to je da u registrowanju podavina dolazi do kašnjenja kao i uprosečavanja intenziteta padavina. To se manifestuje u zapisivanju sipane količine vode u dužem vremenskom intervalu od onog u kome je voda zaista sipana (na primer, sipano je 2 mm vode za 10 s u okviru 1 minuta, a memorijski zapis se sastojao od po 0.5 mm tokom 4 minuta sa kašnjenjem od 3 minuta od vremena kada je voda sipana). Ova "anomalija", rezultat je veoma intenzivnog filtriranja koje se odvija tokom obrade signala sa vage (odnosno kišomera). Filtriranje je potrebno radi eliminisanja efekta udara kapi u posudu za prikupljanje (praktično se može tvrditi da je to za preciznu vagu ravno "eksploziji") i eliminisanja udara vetra. Prema specifikacijama proizvođača rezolucija kišomera iznosi 0.01 mm vodenog taloga, što je ekvivalent mase vode od oko 0.2 g. Bez obzira na impresivne tehničke karakteristike koje se navode u pratećoj dokumentaciji, zaključuje se, da slično problemima koji postoje i kod drugih konstrukcija kišomera, i princip vage ne može da se smatra idealnim. Takođe, može se javiti sumnja u upotrebljivost ovakvog uređaja za analizu intenziteta kratko-trajnih jakih kiša, s obzirom na karakter uočenih anomalija. Kod realnih kiša relativno dugog trajanja sa ne tako naglim promenama intenziteta, ovi uočeni efekti nisu izraženi u toj meri da bi predstavljali problem.

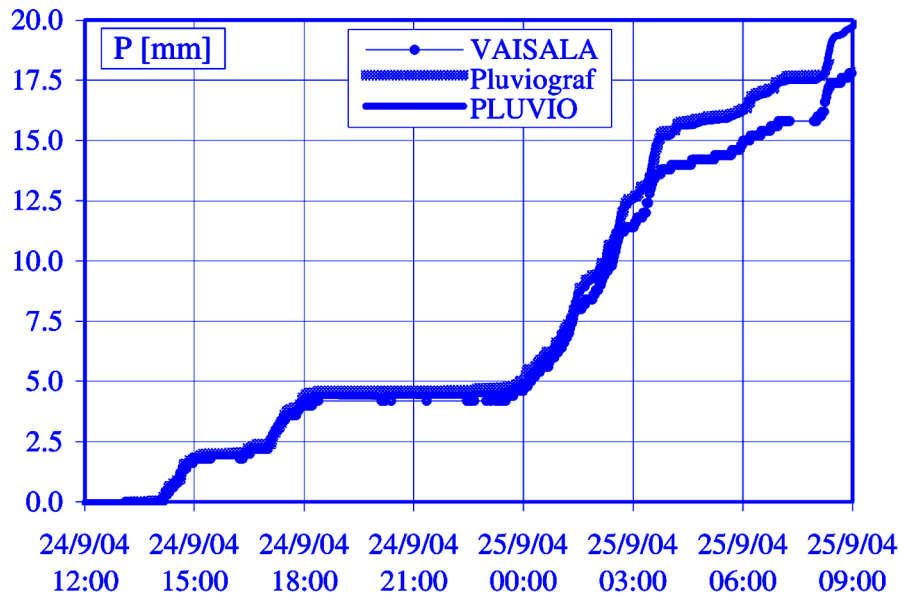
Kao test, jedan od kišomera je postavljen da eksperimentalno radi u sklopu hidrometeorološke stanice uz zgradu RHMZ-a. Cilj je bio da se u par kišnih epizoda uporedi njegov zapis sa zapisom drugih tipova kišomera koji su u eksploataciji u nacionalnom sistemu prikupljanja podataka o padavinama.

Na slici 4 prikazani su korišćeni kišomeri, s leva na desno: Helmanov pluviograf (sa plovkom), pluviograf PLUVIO (sa vagom), totalizer za dnevne padavine, automatski pluviograf VAISALA (sa klackalicom). Na slici 5 prikazani su zapisi jedne kiše sa pluviografa.

Za komunikaciju sa kišomerom tokom eksperimenata korišćen je program HYDRAS, isporučen sa uređajem i instaliran na prenosnom PC računaru. Radi se o programu opšte namene, koji pokriva komunikaciju, prikupljanje, obradu i eksport podataka sa velikog broja uređaja različitih tipova i namena proizvođača OTT. Ovom softveru bi se moglo prigovoriti da izaziva izvestan osećaj "dezorijentisanosti" tokom upotrebe, koji je očigleno posledica njegove "univerzalnosti" i okrenutosti grafičkom okruženju. Mišljenja smo da bi jednostavna komunikacija, na nižem nivou složenosti i u konfiguraciji veze i u samoj komunikaciji, bila korisnija i upotrebljivija. Podaci eksportovani u ASCII formatu lako se mogu



Slika 4. Kišomeri postavljeni u meteorološkom krugu uz zgradu RHMZ.
Figure 4. The raingauges mounted at the meteorological station beside the building of the Hydrometeorological Service of Serbia.



Slika 5. Zapis kiše od 24-25.9.2004. sa tri pluviografa.
Figure 5. Rainfall on 24-25 September 2004 recorded by three register raingauges

učitati u mnogobrojne programe tipa MS EXCEL ili MatLab i analizirati.

POSTAVLJANJE KIŠOMERA



Slika 6. Modifikovani stub-nosač za kišomer PLUVIO.
Figure 6. Modified stand tube for the PLUVIO rain gauge

Kao što je prethodno napisano, kišomeri su postavljeni na lokacijama CS "Topčider", PPVP "Bele Vode" i KCS "Železnik", iz razloga bezbednosti i kontrole. Za potrebe njihovog postavljanja napravljeni su nosači (slika 6) u koje je ugrađena cev-nosač koju je proizvođač isporučio sa uređajima (gornji deo stuba svetlije boje). Namera ove modifikacije je bila da se pozicioniranje kišomera obavi što jednostavnije, tj. da se prilikom pobijanja stuba-nosača ne mora preterano voditi računa o njegovoj vertikalnosti (sa što manje pažnje od onog ko postavlja nosače i uz upotrebu teškog čekića

za pobijanje u zemlju). To se postiglo uvođenjem poznatog i jednostavnog principa pozicioniranja u tri tačke sa maticama i kontramaticama na navoju.

Fino pozicioniranje kišomera vrši se sa 6 zavrtneva na njegovoj osnovi uz kontrolu preko sočivaste libele. Proizvođač zahteva vertikalnost u radnom položaju i poziciju krune oklopa na 1 m iznad zemlje. Interesantno je da kišomeri koji su u eksploataciji u nacionalnom sistemu imaju različite pozicije krune (1.20 m ili 2 m) i da često odstupaju od zahtevane vertikalnosti.

ZAKLJUČAK

Aktivnosti u procesu uvođenja kišomera u sistem praćenja rada kanalizacionog sistema, a koje obuhvataju iskustva iz faze nabavke, provere i postavljanja, mogle bi se sistematizovati u nekoliko sledećih zaključaka:

- Izvršeno je obimno testiranje kišomera i njegovih dinamičkih karakteristika (u pitanju je tip uređaja koji se prvi put pojavljuje kod nas u praksi).
- Postoji potreba da se detaljnije prouči ponašanje kišomera u uslovima kratkih kiša velikog intenziteta (u smislu realnog prikaza kišne epizode kako u vremenu tako i po intenzitetu).




- Merenjem padavina definiše se samo deo ulaza u kanalizacioni sistem. Za potpuno sagledavanje sistema potrebno je meriti i ostale ulaze, stanje i izlaz iz sistema - nivoe i protoke kao i prometre kvaliteta.
- U svim fazama rada (izbor lokacija, izbor i testiranje uređaja, postavljanje uređaja) bilo je potrebno značajno duže vreme za realizaciju aktivnosti od planiranog. Sve to ukazuje da opremanje sliva mernom opremom ne predstavlja jednostavnu i brzu proceduru, o čemu treba voditi računa pri planiranju i realizaciji ovakvih projekata.

Zahvalnost

Izuzetnu zahvalnost dugujemo g-dinu Milanu Vukmiroviću iz RHMZ-a na nesebičnoj i veoma korisnoj pomoći oko testiranja kišomera. Takođe se zahvaljujemo i g-đi Marini Živanović, vodećem inženjeru u službi za razvoj kanalizacionog sistema BVK na pripremi grafičkog priloga na slici 1.





IZVEŠTAJ I INFORMACIJA SA PETE MEĐUNARODNE KONFERENCIJE „KVALITET VODE, SMANJENJE GUBITAKA I ODVODJENJE OTPADNIH VODA“ ODRŽANE OD 18-20. MAJA 2005.GODINE.



I OSNOVNI PODACI O STRUČNOM SKUPU

- 1.1. Organizatori pete međunarodne konferencije su: Poslovno udruženje vodovoda Republike Srpske, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo.
- 1.2. U saradnji sa Poslovnim udruženjem vodovoda i kanalizacije SCG.
- 1.3. Pokrovitelji su: Skupština grada Istočno Sarajevo, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede R.Srbije i Privredne komore Srbije.
- 1.4. Vreme održavanja 18-20 maj 2005. godine Pale-Jahorina (hotel «Bistrica»).

1.5. Učesnici, gosti i izlagači su bili iz Republike Srpske, Federacije BiH, Slovenije, Hrvatske, Srbije i Crge Gore, Makedonije, Nemačke, Češke i Italije.

Na skupu je bilo prisutno 297 učesnika (platilo kotizaciju svega 125).

1.6. U okviru skupa organizovan je mini sajam opreme i materijala za oblast vodovoda i kanalizacije za sponzora (1 generalni pokrovitelj, 11 glavnih sponzora i 18 sponzora).

1.7. Poslovna saradnja odvijala se kroz sledeće sastanke:

- a) Međunarodna saradnja PU ViK
- b) Biro za regionalnu saradnju
- c) Održavanje II skupštine Poslovnog udruženja Republike Srpske
- d) Okrugli sto »Međusobna saradnja – proizvođači-korisnici.

1.8. Moderator uvodnog dela je bio Petar Marš, dipl.maš.ing. uz napomenu da je skup u ovom delu veoma uspešan.

1.9. Na skupu je prezentirano 35 stručnih radova (6 nije prezenovano-Zašto?) jedan će biti naknadno publikovan u časopisu „Voda i sanitarna tehnika“



II. ZAKLJUČNE OCENE

2.0. **Opšta ocena:** Peta međunarodna konferencija «Kvalitet vode, smanjenje gubitaka vode i odvođenje otpadnih voda», veoma uspešno organizovana u stručnom i organizacionom pogledu.



Međutim, konstatuje se da kvalitet vode, smanjenje gubitaka vode i kanalizacija teško je sinhronizovati za učesnike stručnog skupa.

Iz toga razloga predlaže se da se predmetne tematske oblasti razdvoje u dva stručna skupa.

A. Tematska oblast: Kvalitet vode

A.1. O sadržaju i kinetici formiranja trihalometana pri dezinfekciji podzemnih voda bogatim huminskim materijama (radovi: M.Vidović, M.Klašnja)

A.2. Radovima profesora M.Mitrovića i B.Dalmacije tretirana je neophodnost „Pilot“ ispitivanja kao osnovnog uslova za projektovanje i izgradnju efikasnih i ekonomičnih sistema za preradu vode.

A.3. Stanje u oblasti zaštite voda i usklađenost postojeće zakonske regulative sa standardima UE nije razmatrana (rad Prof. Pektovića) zbog sprečenosti Autora da prisustvuje konferenciji. Ova tematika bića ponovo na skupu koji je posvećen Tehničkoj regulativi (9 – 11. novembra 2005. u Beogradu)

B. Smanjenje gubitka vode

B.1. Savremena svetska praksa u vodovodnim organizacijama ima trend smanjenja gubitaka. Preduzete aktivnosti u našim vodovodnim preduzećima stvaraju mogućnost da se očekuje zadovoljavajuće stanje.

B.2. Programske aktivnosti koje su utvrđene u većini naselja omogućavaju da se zaključi da su naše projektne organizacije u potpunosti spremne da sve tehnološke probleme vodosnabdevanja uspešno rešavaju.

B.3. Konstatuje se da na našem tržištu nudi oprema i materijal za izgradnju sistema za snabdevanje i odvođenje otpadnih voda (domaći i inoproizvođači) zadovoljavajućeg kvaliteta uz obavezu da se hitno reguliše tehnička regulativa (standardi i propisi) u cilju ugradnje samo kvalitetnih roba.

B.4. Kroz tri referata (izbor vodomera, merenje potrošnje vode korisnika u stanu i vodomeri «Insa»-racionalna potrošnja) ukazuje se na probleme merenja potrošene vode u cilju racionalne potrošnje.

B.5. Veoma uspešan rad «Optimizaciona analiza kao sredstvo smanjenja gubitaka vode u vodovodnim sistemima» nije prezentiran. Rad je ukazao na sistem za poboljšanje performansi vodovodnih sistema.

B.6. Revitalizacija postojećih cevovoda je za naše sisteme nužnost iz tehničko-higijenskih razloga ali i ekonomičnosti metoda za dovođenje u funkcionalno stanje vodovodne mreže. Razne su metode u primeni.

C. Odvodjenje otpadnih voda

Peta Međunarodna konferencija je na osnovu zaključaka prethodne (četvrte) i ovu veoma važnu oblast tretirala kroz osam stručnih radova (pet je izlagano) uz sledeće ocene:

C.1. Naša stručna javnost je upoznata sa novim savremenim sistemima za tretman otpadnih voda (četiri rada su publikovana) sve u cilju da se direktiva EU 91/271 počne da primenjuje u eksploataciji komunalnih sistema.

C.2. Naše stručne asocijacije sa odgovarajućim ministarstvima na ovoj gorući problem moraju reagovati izradom strategije održivog razvoja da bi se blagovremeno lokalne samouprave pripremile za realizaciju ovih aktuelnih problema za ulazak u EU.