

HRVATSKA GRUPACIJA VODOVODA I KANALIZACIJA

KOMISIJA ZA PITKU VODU - KOMISIJA ZA OTPADNE VODE

u suradnji s

HRVATSKIM SAVEZOM GRAĐEVINSKIH INŽENJERA

pod pokroviteljstvom

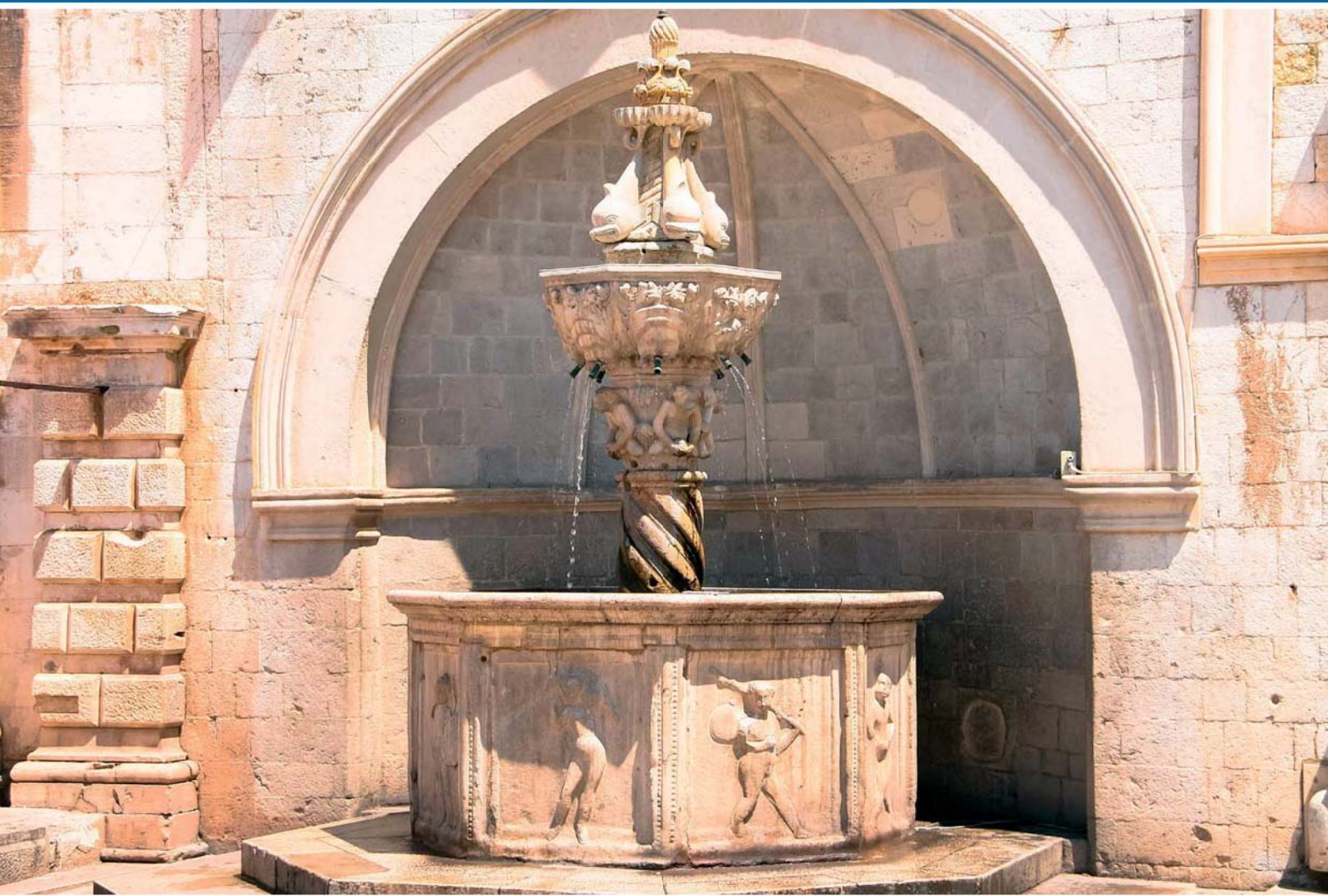
MINISTARSTVA POLJOPRIVREDE

i

HRVATSKIH VODA

STRUČNO - POSLOVNI SKUP S MEĐUNARODNIM SUDJELOVANJEM

AKTUALNA PROBLEMATIKA U VODOOPSKRBI I ODVODNJI



22. - 26. listopad 2014.

Hotel »CROATIA« Cavtat

ORGANIZACIJSKI ODBOR

Uprava Grupacije

Ivan Jukić, predsjednik
Laura Šuperina, zamjenica predsjednika
Štefica Mihalic, zamjenica predsjednika
Vlado Vlašić
Oto Dudjak
Zdravko Mulić
Andrej Marochini
Helena Iveković, tajnica

Komisija za pitku vodu

Mile Beslić, predsjednik
Nikolina Novotni – Horčička
Dražen Strčić
Vladimir Vouk
Ivan Kovačić

Komisija za otpadne vode

Dario Ban, predsjednik
Marina Orel
Ljubica Peraica
Ljiljana Čačić
Rajna Libiš Nadarević
Marin Jugo
Grgo Peronja
Igor Vlašić

Izdavač:

REVELIN d.o.o.

Za izdavača:

Mladen Milinović

Urednici Zbornika:

Mile Beslić, Dario Ban

Tisak:

Tiskara Markulin, Velika Gorica

Tehnički organizator skupa:

Kongresna turistička agencija

REVELIN d.o.o.

HR - 51414 IČIĆI - Kolavići 5

Tel: Fax: +385(0)51/ 299 400, 299 410, 299 420 • GSM: +385(0)98 / 258 162

E-mail: revelin@ri.t-com.hr

ISSN 1849-5133

Odgovornost za stručnu i jezičnu ispravnost teksta preuzeli su autori.

SADRŽAJ

Stjepan Kamber

Plan provedbe reforme vodno – komunalnog sektora u Republici Hrvatskoj
Implementation Plan of the Reform of Water Utility Sector in the Republic of Croatia 1

Vesna Grizelj Šimić

Višegodišnji program gradnje komunalnih vodnih građevina u Republici Hrvatskoj
Long-Term Program for Construction of Water and Wastewater Infrastructure in the Republic of Croatia 13

Josipa Lisak Klepica, Mijo Šepak

Organizacijske mogućnosti regionalnog jedinstva vodno-komunalnih društava
Organizational opportunities of regionalization of the water utility companies 19

Stanka Cerkvenik, Enisa Rojnik

Oblici organiziranosti vodoopskrbe i odvodnje u Europi za postizanje veće efikasnosti
Water Supply and Waste Water Treatment Organisational Forms in Europe for Achieving Greater Efficiency..... 29

Suzana Stražar, dr. Marjeta Stražar, dr. Meta Levstek

Uspješno dobivanje EU kohezijskih sredstava za investiciju u komunalnu infrastrukturu - primjer Slovenije
Successful Access to EU Cohesion Money for Investment in Communal Infrastructure – the Slovenian Case..... 37

Marija Brajković, Melita Čohilj

Iskustvo Istarskog vodovoda u pripremi dokumentacije u međunarodnom projektu DRINKADRIA
Experience of Istarski Vodovod d.o.o. in Preparation of Documentation for International Project DRINKADRIA 47

Barbara Karleuša, Marija Brajković, Ljiljana Dravec, Josip Terzić

Iskustva u prijavi i provedbi međunarodnog projekta DRINKADRIA
Experience in Application and Implementation of International Project DRINKADRIA..... 57

Andrej Marochini

Važnost komunikacije između komunalnog društva i korisnika
The Importance of Communication Between the Utility Company and Their Users..... 67

Josip Rukavina, Vladimir Benac

Smjernice za upravljanje imovinom vodoopskrbnih sustava
Guidelines for the Management of Assets of Water Supply Systems 71

Dražen Strčić, Zoran Grbčić, Krešimir Brckan, Nenad Veček, Stjepan Jandrić, Tomislav Bacinger, Sandro Viškanić

Uređivanje imovinsko pravnih odnosa objekata u riječkom vodoopskrbnom sustavu
Resolving Reale Estate Property Rights and Ownership in Rijeka Water Supply System..... 79

Zlatko Grgić, Enes Zaimović, Josip Rukavina, Igor Eterović, Ivan Stamenković Pravila za akreditaciju ispitivanja vodoopskrbnih i odvodnih sustava <i>Rules for accreditation for testing of water supply and drainage systems</i>	89
Josip Rukavina, Zdeslav Karlovac, Sergije Babić, Jagoda Pilko, Eileen Andreis Eksperimentalni sliv za monitoring oborinskih voda na riječkoj zaobilaznici <i>Experimental Basin for Storm Water Monitoring on the Rijeka Highway</i>	97
Igor Habenšus, Žarka Mrđen Problematika isporučitelja vodnih usluga s obzirom na primjenu nove osnove za obračunavanje naknade za korištenje voda koja se odnosi na zahvaćenu vodu <i>Problems water suppliers with regard to the implementation of the new base for the calculation of fees for the use of water to the affected water</i>	111
Nikica Visković, Jurica Kovač Analiza točnosti vodomjera i prividnih gubitaka vode <i>Water Meters Accuracy and Apparent Losses Analysis</i>	121
Dražen Vouk, Davor Malus, Domagoj Baričić Da li je <i>ILI</i> pokazatelj pouzdan pokazatelj uspješnosti upravljanja vodnim gubitcima? <i>Is Infrastructure Leakage Index (ILI) appropriate performance indicator regarding the management of water losses?</i>	133
Boris Džodanović, Branislav Babić, Dušan Prodanović Integralni vodovodni informacijski sistem - IVIS <i>Integrated Watersupply System Information – IWIS</i>	145
Laura Šuperina, Marija Brajković Primjena informatizacije poslovnih procesa u Istarskom vodovodu u SAP tehnologijama <i>Informatization of Business Processes in Istarski Vodovod d.o.o. Ltd. Based on SAP Technology</i> ...	155
Mario Erceg, Brankica Dejanović Podrška građanima, isporučiteljima vode i JLS-ima u cilju racionalizacije poslovanja i praćenja liberalizacije u ugradnji internih vodomjera <i>Support to the Citizens, Water Supply Companies and Local Government in Making Business Rationalisation and in Answering to Challenge in Liberalisation of the Water Gauge Market</i>	167
Darko Gotal, Vladimir Topolnjak, Dario Ban, Tomaž Remih Rekonstrukcija i proširenje nadzorno upravljačkog sustava vodoopskrbe u Međimurskoj županiji <i>Reconstruction and Expansion of the Supervisory and Control of the Water Supply System in the Medjimurje County</i>	175
Max Hammerer Izbor prikladnih materijala za cijevi i ugradbenih elemenata prilikom novog polaganja i saniranja cijevi u vodoopskrbnom sustavu <i>Choice of Suitable Pipe Materials and Installations for New Construction and Rehabilitation of Drinking Water Supply Systems</i>	183

Andrej Andoljšek

Suvremene tehnologije i metode lociranja kvarova na vodovodima

Modern Technologies and Methodes of Leakage Detection on Water Supply Systems..... 191**Branko Hlevnjak, Željko Duić**

Nedorečenost pravilnika i problematika oko provođenja Odluke o zonama sanitarne zaštite izvorišta

Doubts of Interpretation of Rule Book on Sanitary Protection Zones and Problems of Implementing Its Resolution..... 199**Tatjana Ignjatić Zokić, Branko Miletić, Dario Erdelić, Bojan Krsnik**

Optimizacija i uštede kod proizvodnje vode za piće

Optimisation and Savings in Drinking Water Production 205**Dean Rumora, Josipa Rubeša, Dean Banko**

Varijantna rješenja obrade vode izvorišta Rakonek

Water Treatment of Wellspring Rakonek 211**Matej Čehovin, Boris Kompare, Alojz Medic**

Alternativne tehnologije za unapređenje prijenosa ozona u vodu

Alternative Technologies of Enhancing Ozone Mass Transfer Into Water 223**Josef Lahnsteiner, Ferdinand Klegraf, Andreas Proesl, Reinhard Nowotny, Patrick Andrade, Rajiv D. Mittal**

Regeneriranje vode u razne svrhe ponovne uporabe – i povećanje sigurnosti vodoopskrbe

Water Reclamation for Different Reuse Applications – Boosting Water Supply Security 233**Roman Hrgovčić**

Rehabilitacija spojeva cjevovoda metodom bez iskapanja na visokotlačnim cjevovodima

No Digg Method for Rehabilitation of Joints in High-Pressure Pipelines..... 243**Ulrike Simon, Michael Marques Alves, Robert Zelić, Hrvoje Grubeša**

Primjena dinamičke analize troškova prilikom izbora najpovoljnije tehnologije pročišćavanja otpadnih voda, popraćena primjerima dobre prakse u Njemačkoj

Application of Dynamic Costs Analysis in the Selection of the Best Technology for Waste Water Treatment, Accompanied by Examples of the Good Practice in Germany..... 251**Åsa Henriksson, Viktor Larsson, Aleksandra Lazic**

Energetski učinkovitija aeracija u postrojenju za pročišćavanje otpadnih voda Sternö

Energy improved aeration at Sternö wastewater treatment plant..... 261**Peter Hartwig, Tanja Valcl-Fifer**

Učinkovita proizvodnja bioplina s pomoću malih uređaja za pročišćavanje otpadnih voda

Efficient Biogas production with small WWTP..... 271**Marina Demšić, Gorana Čosić – Flajsig**

Treći stupanj pročišćavanja otpadnih voda primjenom SBR tehnologije

Tertiary Degree of Wastewater Treatment Using SBR Technology..... 285

Laszlo Sipos, Marinko Markić, Dora Matijašec, Atila Borbaš, Aleksandar Kišćinal	
Uređaji za pročišćavanje otpadnih voda kao izvori neugodnih mirisa	
<i>Waste Water Treatment Plants as Sources of Odor Emission</i>	297
Werner Rupprich	
Membranski bio reaktori: najsuvremenija tehnologija za kompaktna postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda i ponovnu uporabu vode	
<i>Membrane Bio Reactors: The State of the Art Technology for Compact High-End Wastewater Treatment Plants for Water Reuse</i>	303
Kirsten Meyer	
Voda podobna za kupanje nakon dezinfekcije UV svjetlošću	
<i>Safe Bathing Waters With UV Disinfection</i>	307
Tanja Valcl-Fifer, Peter Hartwig	
Benchmarking kao učinkovit alat za smanjenje operativnih troškova	
<i>Benchmarking as an Effective Tool to Reduce Operation Costs</i>	315
Josip Rukavina, Jagoda Pilko, Ivo Stipić, Stanko Barbić	
Ponovljivost kanalizacijske CCTV inspekcije	
<i>Repeatable CCTV Sewer Inspection</i>	327
Josip Rukavina, Jagoda Pilko, Ivo Stipić	
CCTV inspekcija prolaskom čovjeka kroz cjevovode	
<i>Man Entry CCTV Inspection</i>	331
Josip Rukavina, Jagoda Pilko, Ivo Stipić	
CCTV inspekcija kanalizacijskih cjevovoda sa ugrađenim fazonskim komadima	
<i>CCTV Inspection of Drains With Built-in Fittings</i>	339
Josip Rukavina, Jagoda Pilko, Ivo Stipić, Dora Križan	
Mjerna nesigurnost laserskog profiliranja cjevovoda	
<i>Uncertainty of Laser Profiling Technique in Pipelines</i>	347
Saša Stefanović, Slobodan Štrbac, Velibor Trbojević, Željko Šmitran	
Utjecaj mora na kanalizacijske sustave	
<i>Influence of Sea on the Sewage Systems</i>	357

INTEGRALNI VODOVODNI INFORMACIONI SISTEM - IVIS

INTEGRATED WATERSUPPLY SYSTEM INFORMATION – IWIS

Boris Džodanović¹, Branislav Babić², Dušan Prodanović³

Sažetak Primena integralnih vodovodnih informacionih sistema u razvijenim zemljama je postala deo svakodnevne prakse. Hronični nedostatak sredstava u zemljama u regionu kao i nesagledavanje specifičnih problema je najčešće uzrok kašnjenja ili čestih neuspeha u razvoju i implementaciji ovakvih sistema. U radu će biti prikazan razvijeni integralni informacioni sistem IVIS, sa poslovnim i tehničkim informacionim sistemom, matematičkim modelom i SCADA-om, sa primenom u vodovodnom sistemu (VDS) Požarevca (centralna Srbija). U radu će se dati faze implementacije IVIS-a, sa komentarima o stečenim iskustvima. Posebno će biti prikazan primer uticaja IVIS-a na smanjenje neodređenosti podataka o elementima VDS, koja se posle propagiraju na vrednosti indikatora performansi računatim po IWA metodologiji.

Ključne reči: informacioni vodovodni sistem, indikatori performansi, neodređenost

Abstract Development and application of information systems in water sector has become a regular in developed countries. Lack of fund resources in developing countries combined with uncritical application of already developed systems is often the reason for delay in comparison to Western countries. The development of integrated information system for Water Companies (named IVIS) is presented in this paper. The IVIS combines a GIS database, bussiness and technical database, mathematical model and SCADA under the same environment. The IVIS is successfully applied in Požarevac Public Water Utility (central Serbia). This paper presents the gathered experinece through the process of IVIS implementation and its acceptance by PWU employes. The second part of the paper will present the aplication of IVIS on uncertainty reduction especialy on Performance Indicators, as defined by IWA.

Key Words: water informatic system, performance indoicators, uncertainty

1. Uvod

Primena integralnih vodovodnih informacionih sistema u razvijenim zemljama je postala deo svakodnevne prakse, dok je nedostatak sredstava u zemljama u regionu, nedostatak kadrova koji ga mogu implementirati kao i nesagledavanje specifičnih problema dovelo do kašnjenja ili čestih neus-

¹ Boris Džodanović, dipl. inž. građ., preduzeće "EHTING", Vele Nigrinove 16, Beograd, Srbija, borisdz@ehiting.co.rs

² Mr. Branislav Babić, dipl. inž. građ., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bul. kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd, Srbija, babic@grf.bg.ac.rs

³ Dr. Dušan Prodanović, dipl. inž. građ., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bul. kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd, Srbija, dprodanovic@hikom.grf.bg.ac.rs

peha u razvoju i implementaciji ovakvih sistema.

Upravljanje vodovodnim sistemima obuhvata širok skup povezanih problema koje treba uzeti u obzir jer su u interakciji sa stanjem sistema, naplatom, potrošnjom i gubicima vode, raspoloživošću i kvalitetom vodnih resursa idr. Za dostizanje uspostavljenih strategija i ciljeva neophodno je formiranje integralnog vodovodnog informacijskog sistema koji će služiti za prikupljanje, obradu, sistematizaciju i razmenu informacija kako bi se omogućilo unapređenja rada sistema.

Integralni vodovodni informacijski sistem predstavlja skup pravila i procedura koja objedinjuju već razvijene softverske module i komercijalne pakete sa novim razvijenim modulima za realizaciju specifičnih funkcija i zacrtanih ciljeva sistema u jednu funkcionalnu celinu. Takav sistem treba da bude fleksibilan u smislu mogućnosti izmene delova sistema, načina prikazivanja rezultata različitim kategorijama korisnika, i da na jasan način svakoj kategoriji korisnika ukaže na probleme ali i napredak u realizaciji postavljenih ciljeva, kao i da izvrši sistematizaciju svih raspoloživih podataka i na osnovu zacrtane strategije i ciljeva pruži podršku ubrzanju i efikasnosti procesa donošenja odluka.

U ovom radu biće prikazan razvijen Integralni Vodovodni Informacijski Sistem (IVIS) sa svojim procedurama i okruženjem posebno prilagođenim uslovima u zemljama u razvoju, gde ne postoje razvijene baze podataka o postojećim elementima mreže i kadrovska opremljenost je prilično loša. IVIS je inicijalno formiran za potrebe VDS Požarevac (centralna Srbija). U radu će se dati osnovni pregled IVIS-a kao i rezultati i stečena iskustva njegove primene. Takođe, u radu će se dati i primer upotrebe podataka iz IVIS-a na smanjenje neodređenosti indikatora performansi (IWA).

2. Integralni Vodovodni Informacijski Sistem - IVIS

Ideja o povezivanju informacijskih sistema u okviru vodovodnog preduzeća nije nova. U zadnjih dvadesetak godina ovo je tema koja se često pojavljuje i u stručnoj literaturi i kao zadatak projektantima prilikom izrade planova razvoja vodovoda.

Nažalost konačno rešenje često nije u skladu sa željama Investitora i idejama projekatara. Osnovni razlog tome je nesagledavanje problema u celini, kao i pokušaj da se minimalnim sredstvima ostvari veliki prodor u osavremenjavanju vodovoda.

Integralni Vodovodni Informacijski Sistem (IVIS) koji se prikazuje u ovom radu, nije potpuno novi proizvod koji se ne može naći na tržištu. Kao i ostali informacijski sistemi, IVIS je skup pravila i procedura koje je nužno poštovati kako bi se povezivanje različitih informacijskih pod sistema ostvarilo, ali samo za odabrane alate koji takvo povezivanje mogu da ostvare. Osnovna prednost IVIS-a je što je razvijen i testiran u realnom okruženju slabo razvijenog vodovodnog preduzeća, gde ne postoje sistematizovane digitalne baze objekata i sa kadrom koji nije informatički pismen.

Osnovno pravilo, koje je usvojeno pri planiranju IVIS, bilo je da se **svaki podatak u informacijski sistem unosi samo na jednom mestu, a drugi moduli moraju taj podatak preuzeti od osnovnog modula**. Ovo pravilo u najkraćoj definiciji i opisuje karakter IVIS-a. Takođe, usvojeno je pravilo **faznosti posla, tako da u svakom koraku rukovodstvo Vodovoda vidi određeni napredak** i samoim time podrži implementaciju IVIS-a.

2.1. Problemi pri formiranju IVIS

Zamisao o povezivanju informacija unutar jednog vodovodnog preduzeća uglavnom propada kao ideja zbog pogrešno odabranih alata koji se koriste u ovu svrhu kao i pretpostavke da preduzeće raspolaže sa valjaim podacima "koji su na dohvata ruke".

Besplatni softveri, akademskog tipa, nisu pogodni za korišćenje pri izradi IVIS. Isto tako improvizacije urađene samo za svrhu jednog projekta ili od strane pojedinačnih autora koji ne obezbeđuju podršku i razvoj softvera uglavnom dovode do propasti ideje. U daljem tekstu biće stavljen akcenat na

probleme koje projektanti integralnih informacijskih sistema moraju da savladaju kako bi ostvarili postavljene ciljeve.

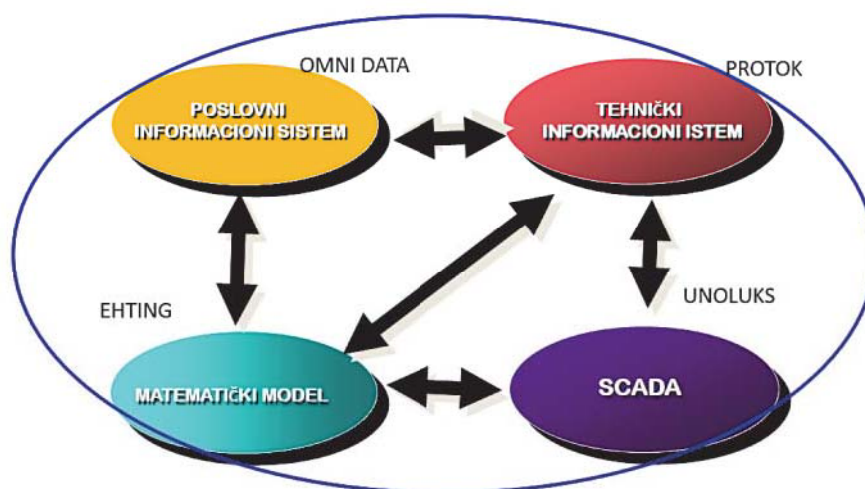
Poseban problem kod nerazvijenih vodovoda je ne posedovanje kvalitetnih i pouzdanih informacija o vodovodnoj mreži i objektima, kao ni o potrošačima, potrošnji i stanju vodomera. Pri tome, uobičajeno je da posloводство vodovoda to "ne priznaje", već se tek u implementaciji sistema otkriju kompletno novi delovi cevovoda, veliki deo potrošača koji nije u sistemu očitavanja i naplate vodomera i slično.

2.2. Od čega se IVIS sastoji?

Informacijski sistemi koji se koriste u vodovodnim preduzećima su:

- Poslovni informacijski sistem,
- Tehnički informacijski sistem sa GIS-om,
- Matematički model,
- SCADA.

Na slici 1 je prikazana veza pojedinih komponenti IVIS-a i firmi koje su nosioci razvoja tih komponenti.



Slika 1. IVIS

2.3. Poslovni informacijski sistem

Pod pojmom poslovnog informacijskog sistema podrazumevamo niz softvera koji se koriste u poslovanju vodovoda kao privrednog subjekta. Najčešće korišteni softveri su:

- Softver za EVIDENCIJU i naplatu potrošnje vode. Ovde smo posebno istakli reč evidencija iz razloga što se najčešće zanemaruje ovaj vid informacije pri odabiru softvera za naplatu utrošene vode. Ovaj softver je u slučaju vodovodnog preduzeća glavni finansijski softver iako ga kao takvog ne prepoznaju radnici u finansijskim službama. Pomoću ovog softvera je osim same naplate potrebno pravilno definisati i sam pojam potrošača, odnosno kupca utrošene vode. Programeri ne mogu da znaju koje su potrebe vodovoda za obradom podataka, ali šef službe naplate mora biti dovoljno tehnički obrazovan da bi shvatio ulogu ovog softvera. Dakle koji su osnovni podaci koje treba voditi u ovom softveru, a koji su potrebni i u drugim softverima IVIS?
 - Prvo treba razdvojiti pojam vodomera, potrošača i kupca vode. Informacija o potrošnji vode mora biti vezana za pojam potrošača (pošto na jedan vodomer može biti povezano više potrošača).
 - Svaki potrošač mora imati definisan podatak o srednjoj dnevnoj potrošnji vode koji je potrebno ažurirati na godišnjem nivou.

- Svaki potrošač mora imati definisanu kategoriju potrošnje i to ne samo prema finansijskim kriterijumima nego i prema hidrauličkim kao što je dijagram neravnomernosti potrošnje.
- Osim podatka o samom mestu potrošnje (npr. stanovi u zgradama) potrebno je posebno voditi podatak o vodomerima.
- ID mernog mesta, kao i potrošača, je podatak koji se koristi za povezivanje ove baze sa ostalim bazama koje te podatke koriste.
- Kod ovog softvera se razgraničava poslovni informacijski sistem od tehničkog informacijskog sistema i matematičkog modela. Kako je ovaj softver delom finansijske prirode, a delom tehničke prirode, veoma je važno pravilno odabrati tip i strukturu baze koje omogućava distribuciju podataka.
- Softveri finansijske prirode:
 - Robno, materijalno i finansijsko knjigovodstvo nisu dalje obrađivani u okviru ovog rada pošto spadaju u domen netehničkog informacijskog sistema.

U svrhu formiranja IVIS mi smo se opredelili za softver "Naplatu" firme Omnidata iz Šapca (Srbija). Ovaj softver se razvija već oko 20 godina i osim uloge softvera za naplatu vode pomoću njega je moguće analizirati potrošnju, a podatke lako distribuirati drugim korisnicima.

2.4. Tehnički informacijski sistem (GIS)

Pod pojmom tehničkog informacijskog sistema obično podrazumevamo Geografski Informacijski Sistem (GIS) u kojem su prostorno i kvalitativno definisani distributivna vodovodna mreža i objekti vodovodnog sistema. Kao i prethodni deo informacijskog sistema ni ovaj deo nije novitet u radu vodovoda. Ali, pod pojmom GIS se podrazumevaju svi pokušaji i simulacije onoga što bi GIS stvarno trebao da bude.

Najčešći slučaj je da vodovod pomoću softvera za izradu GIS pokušava sam da napravi sve ispočetka. Ovakvi pokušaji, i to uglavnom mladih neiskusnih inženjera, dovode do nefunkcionalnog GIS bez dobro formiranih izveštaja i načina distribucije podataka.

Složenost vodovodnih sistema ne dozvoljava da se GIS pravi u formi "stručnog rada" već je to dugotrajan proces u kome treba da učestvuje veliki broj različitih profila zanimanja.

U svrhu formiranja IVIS mi smo se opredelili za gotov GIS softver ProGis firme ProTok iz Zagreba (Hrvatska).

2.5. Problemi u formiranju GIS i distribuciji podataka

GIS softveri su pravljeni prvenstveno za prostornu evidenciju o objektima vodovodnog sistema. Tu se unose sve tehničke karakteristike ugrađene opreme koje tačno definišu njen tip i ulogu u vodovodu. Forme prikaza podataka u GIS su prilagođene njenim fizičkim karakteristikama (cev je linija, ventil je tačka, pumpa je tačka, objekat pumpne stanice je poligon i sl.). Ovakav način interpretacije objekata sistema se razlikuje od njihovog prikaza u većini softvera za matematičko modeliranje.

Najčešći uzrok neuspelim pokušajima izrade integralnih informacijskih sistema leži u problemu različite interpretacije podataka u svakom od različitih softvera. Npr. U GIS softveru ventil se prikazuje kao element tačkastog tipa, što je razumljivo geodetama i ostalom tehničkom osoblju. U ovom softveru nije važno u kom je smeru ventil okrenut nego se samo evidentira njegovo postojanje i njegove karakteristike.

Dobar GIS softver za ovaj slučaj mora da sadrži sve tehničke karakteristike ventila, od tipa, krive zatvaranja, dijagram koeficijenta gubitka, kavitacije i druge podatke.

Matematički model isti ovaj ventil tretira kao linijski element kojem je definisan smer čime se određuje smer tečenja. Napredni softveri za matematičko modeliranje imaju alat kojim tačkasti element pretvara u linijski, međutim cilj je da ova konverzija bude jednoznačno određena te da veza između

GIS softvera i matematičkog modela ostane "živa".

Ovaj zahtev podrazumeva da GIS softver mora imati sposobnost konverzije tačkastog prikaza ventila u linijski prikaz, te da taj podatak bude trajan, a ne privremen. Trajnost konverzije je uslovljena zahtevom da veza GIS i matematičkog modela ostane "živa".

GIS softver, koji je usvojen kao karika IVIS, ima dva prikaza podataka, jedan standardan GIS prikaz, a na drugom listu tzv. "hidraulički" prikaz. Prelazak iz jednog prikaza u drugi ostvaruje se jednostavnim prelaskom sa jedne stranice (Sheet) prikaza na drugu.

2.6. Matematički model

Kao i u prethodnim slučajevima, najčešće se pokušava izrada integralnih informacijskih sistema sa najjednostavnijim, besplatnim softverima. Takvi softveri nisu predviđeni da rade u okruženju sa drugim softverima niti da budu razvojni temelj za proširenje vodovoda.

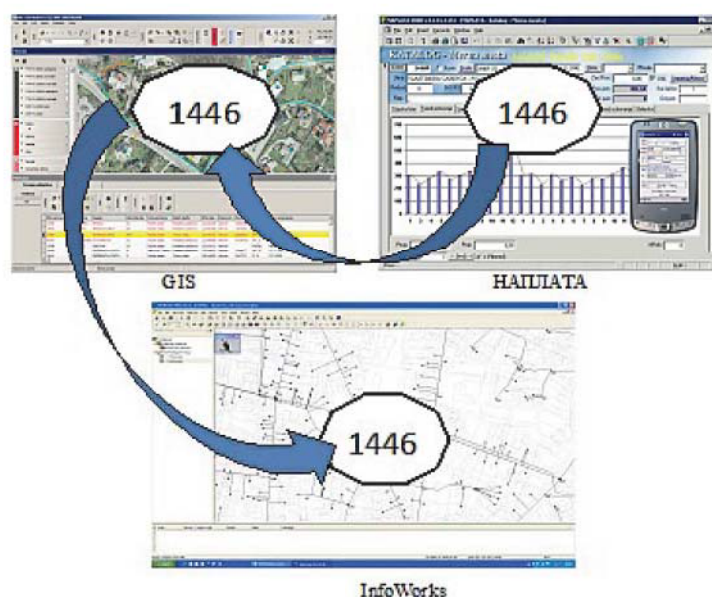
IVIS koristi InfoWorks (Wallingford, GB), veoma moćan softver za matematičko modeliranje vodovodnih sistema. Mogućnost ovog softvera da se jednostavno povezuje na spoljni izvor podataka, ali da ta veza ostane "živa" preko vanjskog (Asset) ID bila je presudna u donošenju ovakve odluke (slika 2).

U našem konkretnom slučaju vanjski (Asset) ID se ostvaruje sa linijskim objektom ventila koji je zapisan u GIS softveru. Ova veza je ključ kojom se obezbeđuje da se postojeći matematički model osvežava, a ne svaki put pravi ispočetka.

InfoWorks je softver za matematičko modeliranje vodovodne mreže, međutim i on sam ima veoma mnogo mogućnosti GIS softvera. Ova karakteristika mu obezbeđuje modeliranje potrošnje vode na nivou potrošača, a ne pomoću "čvornih potrošnji" kako je to uobičajeno u nekomercijalnim softverima. Naravno, povećan je broj podataka koji se unose u matematički model, ali način unosa, iz GIS, omogućuje da se to uradi gotovo trenutno sa obezbeđenom "živom" vezom za osvežavanje.

Analiza hidrauličkih stanja vodovodnog sistema se može time uraditi na nivou potrošača, a ne samo na nivou čvora mreže.

Zatvaranje pojedinog ventila u sistemu i pad pritiska može se pokazati na nivou potrošača, odnosno može se tačno znati koliko potrošača i na kojoj adresi neće imati dovoljan pritisak u vodovodnoj mreži.



Slika 2. Distribucija podataka

2.7. SCADA

Ovaj segment IVIS-a je granični segment kojim prestaje informacijski sistem, a počinje upravljački sistem. Izuzetno važan deo vodovoda kojim se kvalitetno prikupljaju podaci koje kasnije koristimo za analize postojećeg stanja i predviđanja budućih stanja.

Takođe ovo je alat kojim se svakodnevno upravlja vodovodnim sistemom i donose odluke o akcijama uzrokovanim promenama hidrauličkih komponenti u sistemu.

Kvalitetno prikupljanje podataka podrazumeva da se oni prikupljaju bez "rupa" u zapisu. Nestanak el. energije u okolini mernog mesta ne sme uzrokovati prestanak beleženja podataka. Osim nestanka el. energije veliki problem u SCADA sistemima predstavljaju prekidi veza prilikom prenosa podataka (u konkretnom slučaju korišćeni su GPS i GPRS). Od projektanta SCADA sistema, beogradske firme UnoLux zahtevano je da svi merači u sistemu budu baterijskog tipa. Baterija se puni ili preko solarnog panela ili, u slučaju da postoji izvor el. napajanja (crpne stanice, rezervoari i sl.) putem UPS.

Minimalna propisana autonomija mernog mesta usled otkaza napajanja i sistema dopune baterije je 1000 časova.

Svako merno mesto je opremljeno loger uređajem koji prikuplja podatke.

Podaci se šalju po zahtevu servera, a u ukoliko je došlo do prekida veze u toku prenosa podataka, sledećim ciklusom se podaci dopunjuju.

Ukoliko bi smetnje u vezama duže potrajale, loger uređaj omogućava da se podaci preuzmu putem prenosnog računara.

Samo na osnovu potpunih i pouzdanih podataka je moguće uraditi bilans vode.

2.8. Izveštaji SCADA sistema

Ukoliko projektant Informacionog sistema shvata čemu služi SCADA sistem, lako je dobro uraditi projektni zadatak za projektante SCADA, koji su uglavnom inženjeri procesne tehnike i ne moraju nužno da znaju sve tajne upravljanja vodovodnim sistemima.

Unapred pripremljeni izveštaji koji imaju svoju svrhu (ne samo reklamnog karaktera za posetioce vodovoda) mogu ubrzati i olakšati rad na izradi dnevnih, sedmičnih i mesečnih izveštaja.

Nažalost, u zemljama u regionu nije usvojena praksa praćenja, analize i planiranja u vodovodima, ali uvođenjem IVIS dobija se alat koji ove aktivnosti čine jednostavnim i bržim bez velikog utroška vremena i rada.

3. Primena IVIS na vodovodni sistem grada Požarevca

VDS Požarevca (centralna Srbija) snabdeva vodom oko 50.000 stanovnika, industriju na teritoriji grada i ustanove. Krajem 2008. godine započet je sveobuhvatni projekat rekonstrukcije i poboljšanja efikasnosti vodovoda grada Požarevac. Projekat se sastojao od rekonstrukcije i izgradnje novih cevovoda i rezervoara, a posebna komponenta projekta je bila implementacija programa povećanja efikasnosti vodovoda, uključujući i smanjenje gubitaka vode. Celokupan projekat je implementiran u periodu 2008-2013 [5].

VDS Požarevca je podeljen u 3 visinske zone: I zona ispod 100mnm, II zona od 100 do 150mnm i III zona od 150 do 200mnm. Najveći broj potrošača je u I visinskoj zoni.

Voda se obezbeđuje crpenjem podzemne vode iz okolnog izvoršta Ključ. Voda iz bunara dovodi se do rezervoara Ključ ($V=2 \times 2500 \text{ m}^3$), a zatim PS Ključ potiskuje vodu prema gradu i rezervoaru I zone - Tulba. Potis pumpi povezan je na potisno-distributivni cevovod $\varnothing 600$ na kome je, u toku projekta, zamenjen stari i ugrađen novi elektromagnetni merač protoka. Iz rezervoara I zone pumpnom stanicom voda se potiskuje cevovodom prečnika $\varnothing 250$ ka rezervoaru II visinske zone - Čačalica. U

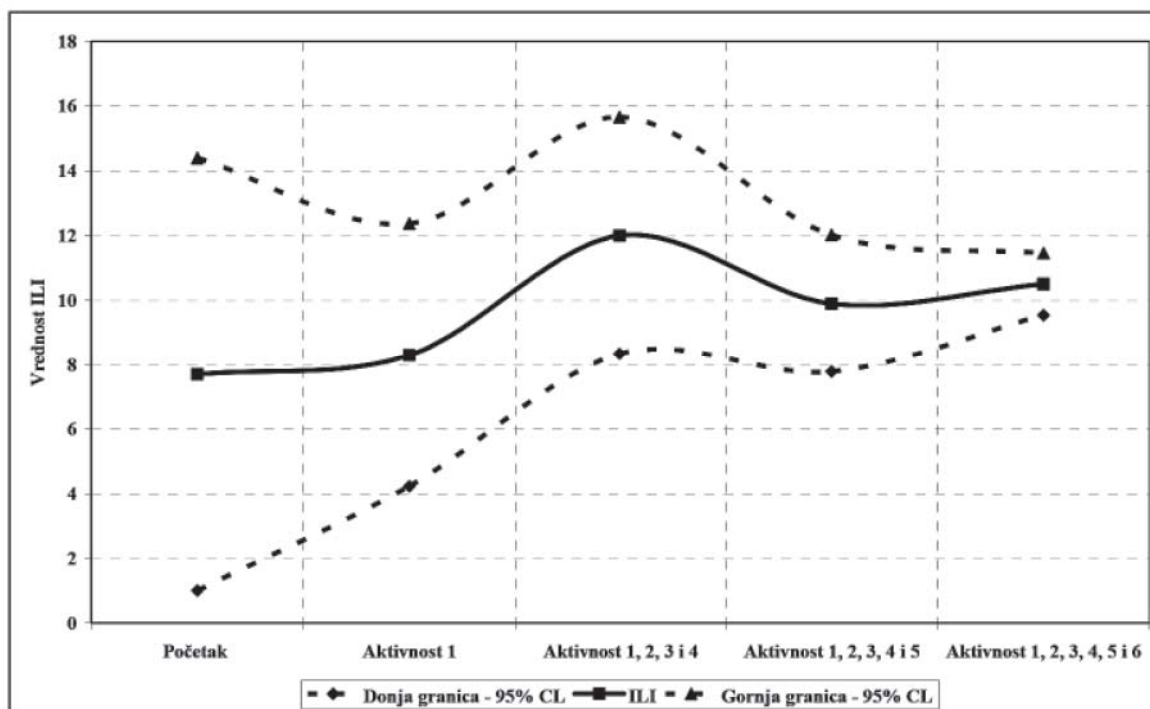
okviru rezervora II zone smešteno je hidroforsko postrojenje za plasman vode u treću visinsku zonu. U VDS Požarevac sprovedene su sledeće aktivnosti:

1. Kao prvi korak u implementaciji IVIS-a, urađena je zamena merača protoka na izvoru novim, veće tačnosti.
2. Nakon toga je započeto sa formiranjem poslovnog i tehničkog dela IVIS-a, sa obukom osoblja.
3. Evidentiranje i lociranje svih potrošača i unošenje u bazu evidencije potrošnje i GIS. U početku je veći deo posla obavljao konsultant, ali su stručnjaci iz vodovoda postepeno preuzimali posao.
4. Očitavanje vodomera tokom trajanja projekta i unošenje u bazu.
5. Detekcija i evidentiranje svih objekata VDS-a i unošenje u GIS.
6. Formiranje matematičkog modela, merenja protoka i pritiska u VDS i kalibracija matematičkog modela (ovaj deo posla je ipak više obavljao konsultant).
7. Tokom svih sprovedenih aktivnosti analizira se neodređenost ulaznih podataka kao i njihova propagacija na vrednosti komponenti vodnog bilansa i infrastrukturnog indeksa gubitaka vode (ILI).

Tabela 1. Procenje vrednosti komponenti vodnog bilansa i ILI tokom projekta

Ulazni podaci	Početak projekta		Nakon sprovedenja aktivnosti 1, 2, 3 i 4		Nakon sprovedenja aktivnosti 1, 2, 3, 4 i 5		Kraj projekta	
	Najbolje procenjena vrednost	95% interval poverenja (±)	Najbolje procenjena vrednost	95% interval poverenja (±)	Najbolje procenjena vrednost	95% interval poverenja (±)	Najbolje procenjena vrednost	95% interval poverenja (±)
Dotok vode sa izvorišta u VDS (m^3/god) - V_{ip}	6,539,440	20%	6,690,000	2%	6,690,000	2%	6,690,000	2%
Fakturisana izmerena legalna potrošnja vode (m^3/god) - V_{BMACi}	3,741,978	20%	3,351,314	2%	3,351,314	2%	3,351,314	2%
Fakturisana neizmerena legalna potrošnja vode (m^3/god) - V_{BMACi} - (5% od V_{BMACi})	196,454	50%	167,566	20%	167,566	20%	167,566	20%
Nefakturisana legalna potrošnja vode (m^3/god) - V_{LIC} - (5% od V_{ip})	326,972	80%	66,900	80%	66,900	80%	66,900	80%
Ukupna fakturisana legalna potrošnja vode (m^3/god) - $V_{AC}(RW)$	3,929,075	izračunato 14%	3,518,879	izračunato 1,6%	3,518,879	izračunato 1,6%	3,518,879	izračunato 1,6%
Nelegalna potrošnja vode (m^3/god) - V_{LIC} - (2% od V_{ip})	130,789	80%	6,690	80%	6,690	80%	6,690	80%
Zapremina vode usled greški na vodomerima (m^3/god) - V_{CME} - (10% od V_{BMACi})	374,198	50%	335,131	50%	335,131	50%	335,131	50%
Dužina glavnih cevi (km) - L_m	140	30%	140	30%	175	1%	175	1%
Broj priključaka (-) - N_{com}	11,000	30%	13,190	2%	13,190	2%	13,190	2%
Dužina priključnih cevi (km) - L_{con}	110	50%	110	50%	131.9	10%	131.9	10%
Prosečan pritisak u VDS (m) - P_{avr}	45	20%	45	20%	45	20%	42.5	5%
Voda koja ne donosi prihod (m^3/god) - NRW	2,610,365	54.4%	3,171,120	4.6%	3,171,120	4.6%	3,171,120	4.6%
<i>ILI</i>	7.7	87.0%	12.0	30.5%	9.9	21.4%	10.5	9.1%

U Tabeli 1 su prikazane procenjene vrednosti komponentni vodnog bilansa i ILI tokom realizacije projekta, kroz sprovođenje pojedinih faza (od 1 do 7) [6].



Slika 3. Uticaj sprovedenih aktivnosti na promenu vrednosti ILI i njegove neodređenosti

Interesantno je pogledati kakv je bio učinak sprovedenih aktivnosti na ILI indikator performansi [7]. Suprotno od očekivanog, nakon sprovedenih aktivnosti procenjena vrednost indikatora ILI se povećala sa 7.7 na 10.5. Međutim, ono što je važnije je, da se njegova neodređenost značajno smanjila. U početku je bila 88% a na kraju implementacije svih 7 mera, neodređenost je pala na 9%. Na slici 3 dat je prikaz uticaja sprovedenih aktivnosti na promene vrednosti ILI i njegove neodređenosti.

4. Zaključna razmatranja

Dobra organizacija rada, poštovanje procedura, izbegavanje unosa podataka na više mesta čime se izbegavaju greške, pravilan izbor softvera za izradu informacionog sistema i standardizacija podataka je siguran put ka dostizanju zadovoljavajućih rezultata i formiranja alata kojim se može uspešno upravljati vodovodnim sistemom.

Odabir softvera za formiranje Integralnog informacionog vodovodnog sistema se ne može bazirati na principu „što jeftinije“. Besplatni softveri nemaju mogućnosti komercijalnih softvera i pokušaj formiranja informacionih sistema pomoću njih neće dovesti do uspeha.

Haotičan rad na formiranju informacionog sistema, bez vizije konačnog rešenja, dovešće do neuspeha projekta, gubitka para i što je najgore do razočarenja radnika vodovoda i nepoverenja u savremene metode upravljanja.

U velikom broju vodovodnih sistema, podaci o elementima sistema, merenja protoka i potrošnje vode imaju veliku neodređenost. Ova neodređenost se u daljim proračunima propagira na izračunate vrednosti komponenti vodnog bilansa i indikatora performansi.

Podaci velike neodređenosti mogu da navedu na pogrešne zaključke i samim tim dovedu do pogrešnih upravljačkih odluka. Njihovom kvanifikacijom omogućava se vodovodnom preduzeću da odredi prioritete gde treba koncentrisati aktivnosti kontrole kvaliteta podataka.

U ovom radu je prikazan razvijeni integralni informacijski sistem IVIS, sa poslovnim i tehničkim informacionim sistemom, matematičkim modelom i SCADA-om. Sistem je uspešno implementiran u

vodovodnom sistemu (VDS) Požarevca (centralna Srbija). Tokom implementacije, stečena su korisna iskustva, koja su ugrađena u IVIS. U radu je dat i jedan konkretan primer primene IVIS-a, na procenu neodređenosti indikatora performansi računatim po IWA metodologiji [8]. Pokazano je na primeru ILI-ja da je u sistemima kao što je Požarevački sistem, veliki stepen neodređenosti indikatora, te da u takvim uslovima nema mnogo ni svrhe baratati sa Indikatorima u procesu donošenja upravljačkih odluka. Primenom IVIS-a, neodređenost ILI-a je smanjena sa 88% na 9%.

5. Literatura

- [1] NAPLATA, Omni data Šabac, R. Srbija, <http://www.omnidata.rs/>
- [2] ProGis, Protok Zagreb, R. Hrvatska, <http://www.protok.com/web>
- [3] InfoWorks, Wallingford, GB
- [4] IVIS, Ehting Beograd, R. Srbija, <http://www.ehting.co.rs/onama.html>
- [5] Ehting (2013). "Program za povećanje efikasnosti smanjenja gubitaka vode u vodovodnom sistemu Požarevca".
- [6] Babić, B., Stanić, M., Prodanović, D., Džodanović, B., and Đukić, A. (2014): Reducing Uncertainty of Infrastructure Leakage Index – A Case Study. Proceedings of the 16th Conference on Water Distribution System Analysis, WDSA 2014, Bari, Italy.
- [7] Babić, B., Đukić, A. (2009): Water Loss Reduction in the Republic of Serbia: Practical Experiences and Encountered Problems. Proceedings of the 2nd Regional Workshop on Water Loss Reduction in Water&Sanitation Utilities, Sofia, Bulgaria, pp. 131-137.
- [8] Babić, B., Stanić, M., Prodanović, D., Janković, Lj. (2014): O neodređenosti infrastrukturnog indeksa gubitaka - ILI. 14. međunarodna konferencija "Vodovodni i kanalizacioni sistemi", Jahorina, Pale, BiH, pp. 148-158. ISBN: 987-86-82931-62-1.