

**doc. dr. Primož BANOVEC \***

**Matej CERK\***

**Ajda CILENŠEK\***

## **ANALIZA IZGUB VODE IZ VODOVODNIH SISTEMOV V RS IN ORODJA ZA OPTIMIZACIJO UKREPOV ZA NJIHOVO ZMANJŠANJE**

### **UVOD**

V sušnem obdobju v letu 2012 se je kot pomemben indikator izkazovala tudi nezadostna izdatnost vodnih virov za oskrbo s pitno vodo. Zato so bili v številnih sistemih oskrbe s pitno vodo uvedene omejitve porabe vode. Pomemben element, ki vpliva na zanesljivost oskrbe s pitno vodo, predstavljajo tudi izgube vode iz vodovodnega sistema, saj lahko v primeru omejenega vodnega vira zaradi hidrološke suše predstavljajo tisti jeziček na tehtnici, ki povzroči potrebo po omejevanju porabe vode.

V članku je podan pregled nad stanjem vodnih izgub v vodovodnih sistemih v RS, izvedena ocena veljavnosti podatkov ter podane posledice teh izgub. Izvedene analize namreč izkazujejo izredno zaskrbljujoče stanje na tem področju. Izgube vode iz vodovodnih sistemov je potrebno obravnavati v širšem sklopu skupne količine neobračunane vode (non-revenue water NRW).

V prispevku je v nadaljevanju predstavljen tudi sistem za podporo odločanju, ki je bil razvit v okviru projekta WATERLOSS. Ta sistem uporablja podatke sistema benchmarkinga IWA in usmerja uporabnika (upravljalca vodovodnega sistema) k ustrezni izbiri ukrepov za zmanjšanje vodnih izgub.

### **VODNA BILANCA VODOVODNIH SISTEMOV**

Vodna bilanca vodovodnih sistemov je standardizirani pojem, pri čemer se za njegovo standardizacijo najširše uveljavlja metodologija International Water Association (IWA). Metodologijo povzema tudi slovenska zakonodaja, ki s Pravilnikom o oskrbi s pitno vodo opredeljuje v prilogi 1 način spremljanja vodne bilance sistemov oskrbe s pitno vodo. Enota za izdelavo navedene bilance je za vse celice m<sup>3</sup>/leto.

Vodna bilanca, ki je prikazana na sliki 1, omogoča celovit vpogled in z vidika ocene delovanja vodovodnega sistema predstavlja ključen sklop kazalnikov indikatorjev, ki so podlaga za prvo oceno delovanja vodovodnega sistema in seveda tudi za oblikovanje ukrepov, ki vodijo k sanaciji obstoječega stanja.

V vodni bilanci izstopata dve kategoriji: vodne izgube (1) in neobračunana voda. Kot je razvidno iz tabele se navedeni kategoriji razlikujeta, v osnovi pa predstavljata povezane vodne količine. Pri tem je mogoče prepoznati osnovno razliko med obema, ki je v tem, da so upravljalci vodovodnih sistemov zaradi obvladovanja prihodkov bolj usmerjeni v kategorijo neobračunane vode, z vidika učinkovite rabe vodnih virov pa je več pozornosti usmerjeni v vodne izgube.

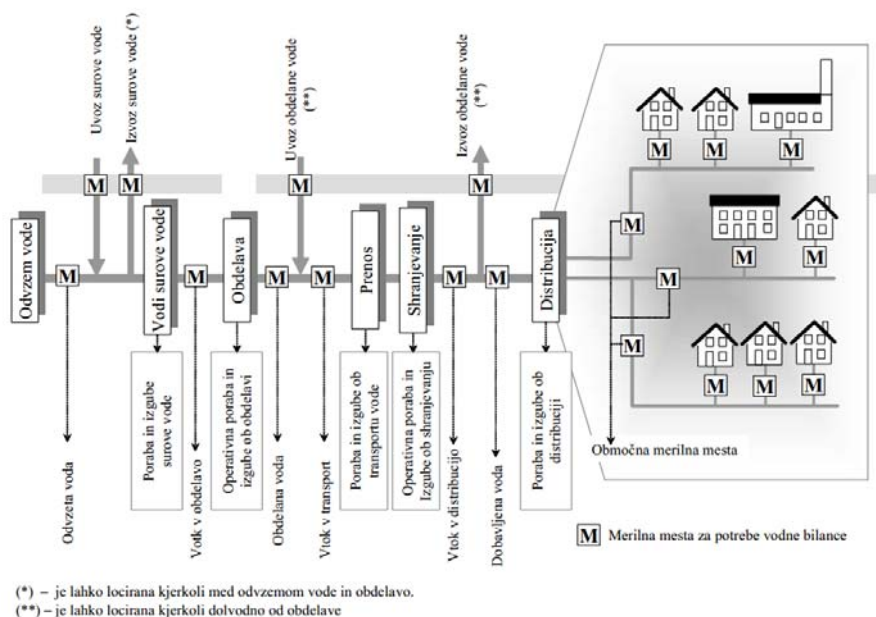
---

\* dr. Primož BANOVEC univ.dipl.inž.gradb., Matej Cerk univ.dipl.inž.gradb., Ajda Cilenšek univ.dipl.inž.vod.kom.inž., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

Sklopi vodne bilance za sisteme oskrbe s pitno vodo - vodovode				
Vtok v vodovodni sistem System input volume (SIV)	Ugotovljena (merjena) poraba	Obračunana poraba	Obračunana merjena poraba	Prodane količine vode – obračunana voda
			Obračunana nemerjena poraba	
		Neobračunana poraba	Neobračunana merjena poraba	Neprodane količine vode (2) Neobračunana voda Non-revenue water (NRW)
			Neobračunana nemerjena poraba	
	Vodne izgube (1)	Navidezne izgube	Neugotovljena poraba	
			Nenatančnost meritev	
		Dejanske izgube	Dejanske izgube	
			Izgube na transportnih in razdelilnih vodih	
			Izgube in prelivi na transportnih in razdelilnih vodozhranih	
			Izgube na priključkih do merilnih mest	

Slika 1: Osnovna struktura vodne bilance za sisteme oskrbe s pitno vodo (Pravilnik o oskrbi s pitno vodo, 2006)

Na sliki 2 je prikazan drugačen (sistemski) pogled na oblikovanje vodne bilance, ki je prav tako sestavni del pravilnika.



Slika 2: Različne faze in prenosi vode med njimi pri oskrbi s pitno vodo (Pravilnik o oskrbi s pitno vodo, 2006)

## SPREMLJANJE STANJA VODNIH IZGUB IZ VODOVODNIH SISTEMOV V RS

Spremljanje stanja vodnih izgub iz vodovodnih sistemov je osnovna naloga vsakega izvajalca javne službe že iz vidika strokovnega in zanesljivega izvajanja javne službe. Neobvladljive vodne izgube (in delno tudi neobračunana voda) lahko pripeljejo obratovanje vsakega vodovodnega sistema relativno hitro na rob zanesljivosti obratovanja. V takem primeru se neobvladljivost vodnih izgub uravnava z

večanjem vtoka v vodovodni sistem (System Input Volume - SVI). Seveda ima ta ukrep svoje meje, ki izhajajo iz:

- ekonomski omejitvev (strošek povečanega črpanja, obdelave vode, povečanje transportnih zmogljivosti),
- omejitev vodnega vira (omejenost vodnega vira se najbolj izkaže v dolgotrajnih hidroloških sušah, poleg tega lahko omejenost narekujejo tudi konkurenčne rabe vode),
- tehničnih omejitev (kapacitete črpališča, kapacitete sistemov za pripravo pitne vode).

Za potrebe systemskega spremljanja stanja vodnih izgub se je leta 2010 pričelo s systemskim zbiranjem parametrov o delovanju vodovodnih sistemov v okviru poročevalskega sistema IJSVO (MKO). Med pomembnejšimi parametri so tudi podatki o vodni bilanci za posamezen sistem oskrbe s pitno vodo, ki je zaveden v register vodovodnih sistemov. Na slikah 3 do 5 so podane vrednosti za leta 2009, 2010 in 2011. Pri tem smo za potrebe analize izvedli pripravo podatkov, da smo lahko uporabili le podatke za vodovodne sisteme za katere v čim večji meri lahko zaupamo v kakovost podatkov. Zato smo od okvirno 500 vodovodnih sistemov, ki so registrirani v podatkovni zbirki za potrebe vrednotenja vodne bilance izbrali bistveno manjše število vodovodnih sistemov, kar je prikazano na tabeli 1:

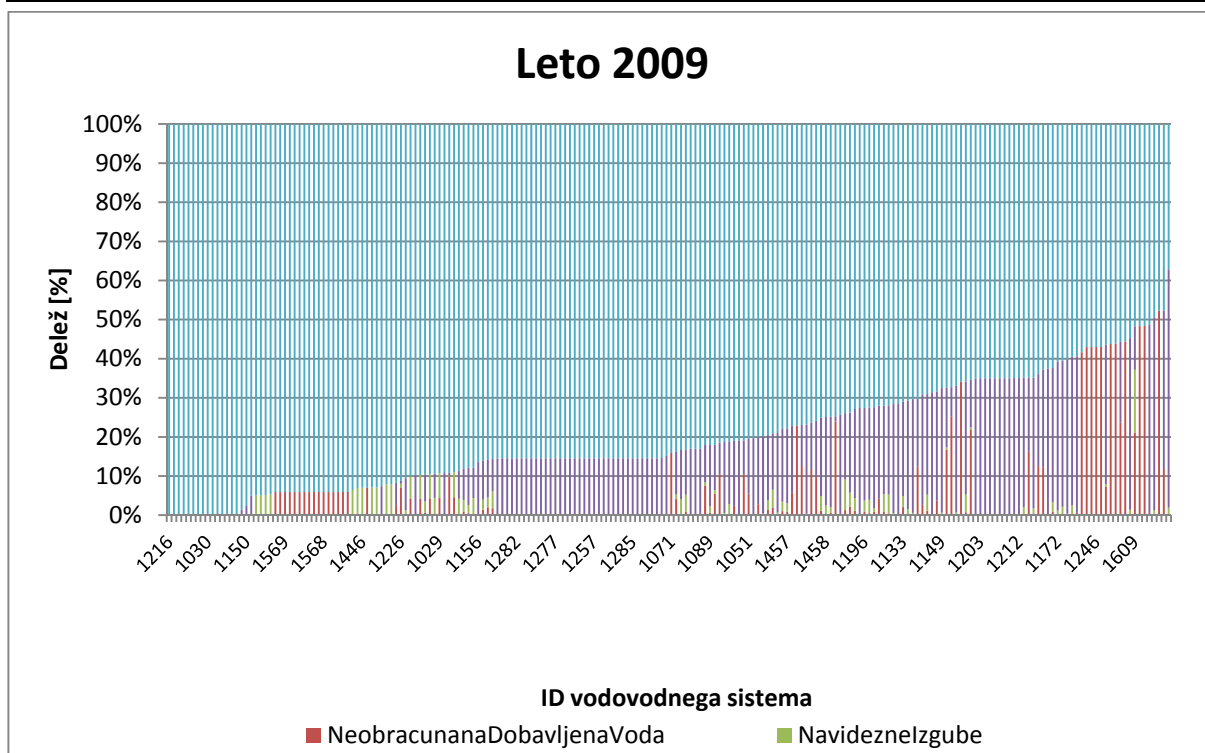
**Tabela 1: Prikaz števila sistemov in procesa čiščenja podatkov po letih za katere je bilo poročano**

Opis faze obdelave podatkov	Število sistemov oskrbe s pitno vodo po letu za katero je bilo poročano		
	2009	2010	2011
LETO:	2009	2010	2011
Sistemi za katere je bilo poročano	456	552	477
Sistemi za katere se vodna bilanca po vsoti kategorij potrjuje	213	198	157
Sistemi po izločanju podvojenih poročanj	213	187	156
Sistemov po odstranitvi sistemov za katere so po bilancah poročane negativne vrednosti ali ničle.	208	181	153

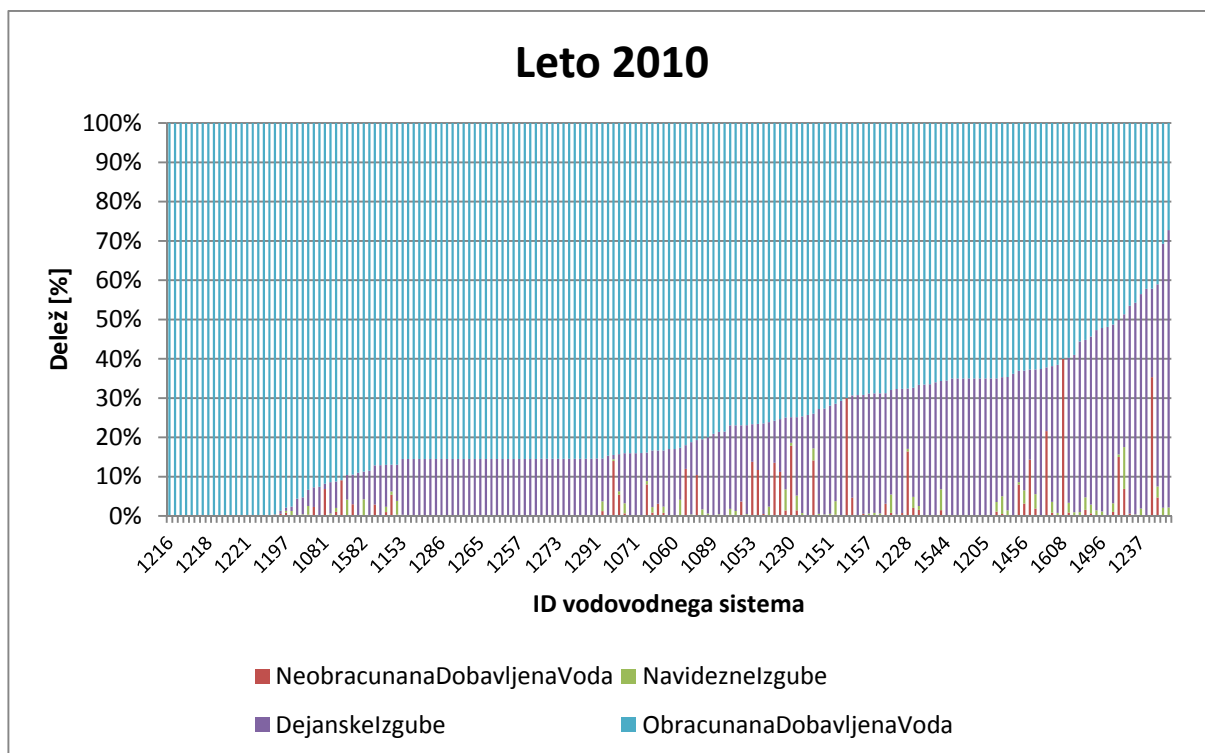
Kot je razvidno iz tabele 1 se kakovost poročanja po letih v obdobju od 2009 do 2011 slabša, saj se je število sistemov, za katere je poročana relevantna vodna bilanca, zmanjšalo za 25% (iz 208 dobrih bilanc na 153 dobrih vodnih bilanc). Za leto 2009 je imelo zaključeno vodno bilanco 46% poročanih vodovodnih sistemov, za leto 2011 pa le še 32%. Pričakovano stanje bi moralo biti bistveno drugačno, saj bi pričakovali, da se kakovost vodne bilance z leti izboljšuje, in bi se morali približevati stanju, ko bi imeli zaprto vodno bilanco vsi (100%) poročanih vodovodnih sistemov. V nadaljevanju so po letih poročanja prikazani rezultati posredovanih vodnih bilanc po posameznih vodovodnih sistemih. Na grafih so vodovodni sistemi razporejeni od leve proti desni od vodovodnih sistemov z najmanjšo odstotno vrednostjo neobračunane porabe vode v SIV do vodovodnih sistemov z največjo odstotno vrednostjo neobračunane porabe vode v SIV.

Ugotovimo lahko, da je potrebna kritična interpretacija tudi teh podatkov. Težko si je namreč zamisliti, da imamo v Sloveniji znaten delež vodovodnih sistemov, ki nimajo vodnih izgub (letne vodne izgube in neobračunana voda 0 m<sup>3</sup>/s) ali imajo vodne izgube manjše od 10%.

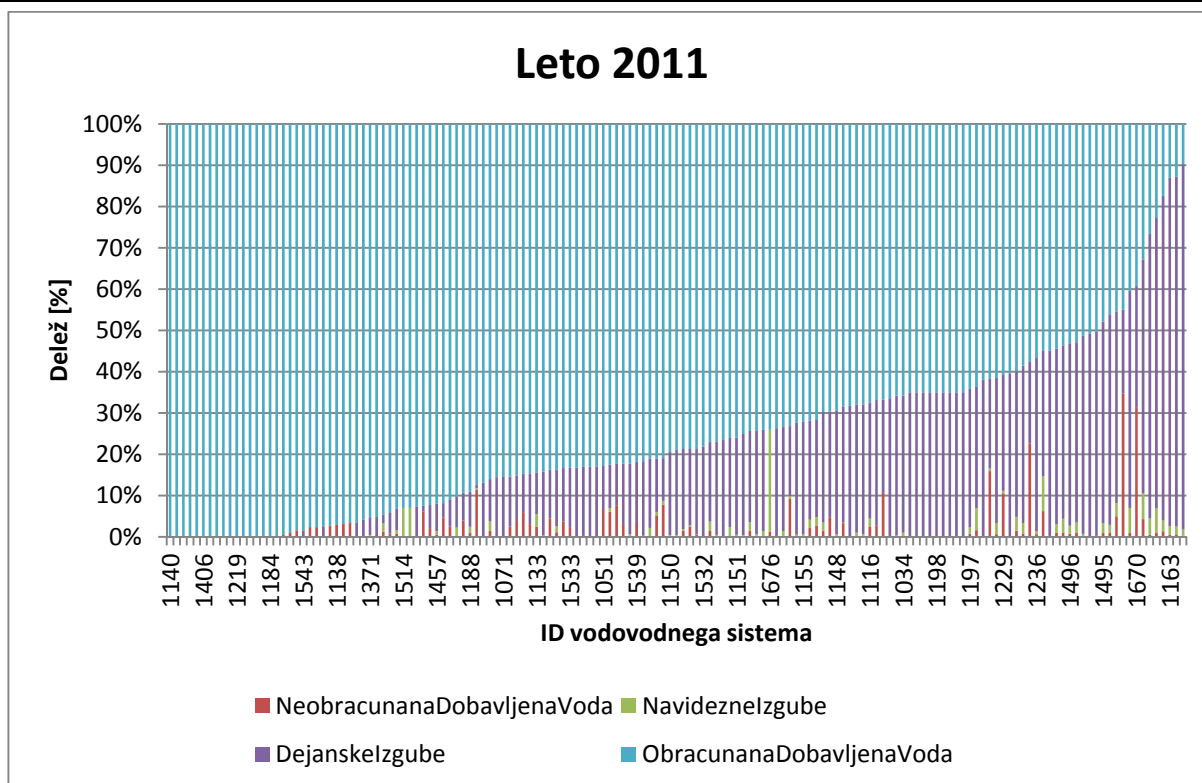
Prav tako si je težko predstavljati, da je v Sloveniji več vodovodnih sistemov, ki izkazujejo neobračunano dobavljeno vodo, ki presega 80%. To pomeni, da se le 20% vode od SIV dejansko proda oziroma obračuna.



Slika 3: Razmerja med različnimi elementi vodne bilance po posameznih sistemih oskrbe s pitno vodo za leto 2009



Slika 4: Razmerja med različnimi elementi vodne bilance po posameznih sistemih oskrbe s pitno vodo za leto 2010



Slika 5: Razmerja med različnimi elementi vodne bilance po posameznih sistemih oskrbe s pitno vodo za leto 2011

Tudi podrobnejša analiza podatkov po posameznem vodovodnem sistemu izkazuje, da je tudi na tem nivoju potrebna kritična presoja, saj veliko poročevalskih enot med vsemi kategorijami NRW opredeljuje le dejanske izgube. Poročane vodne izgube so vsekakor nesprejemljive, saj se za razvite države opredeljuje sprejemljiv nivo NRW v višini do 15%, za evrazijske države do 30%, za države v razvoju pa 35% (Kingdom, Liemberger, Marin)

Ugotovljeno kliče po izboljšanju stanja, pri čemer lahko za vzor vzamemo pristop, ki so ga ubrali v Veliki Britaniji, kjer državna agencija Ofwat (Office of Water Services) detajlno spremlja kazalnike in statistiko 26 podjetij, ki izvajajo oskrbo s pitno vodo in so pod njenimi regulatornimi pristojnostmi. Za ta podjetja zastavlja zavezujoče cilje vodnih izgub in forenzično preiskuje vrednosti, ki jih poročajo upravljalci vodovodnih sistemov.

## PRISTOP K ZMANJŠANJU VODNIH IZGUB IN NEOBRAČUNANE VODE – PROJEKT WATERLOSS

V okviru EU-MED projekta Waterloss Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo razvija, skupaj z ostalimi partnerji, sistem za podporo odločanju s ciljem zmanjšanja neobračunanih vodnih količin. V ta namen smo razvili sistem za podporo odločanju, ki po eni strani izhaja iz ovrednotene vodne bilance posameznega vodovodnega sistema (slika 1), ter niza standardnih indikatorjev IWA sistema benchmarkinga (IWA 2006), s čemer se opredeli stanje vodovodnega sistema. Po drugi strani sistem za podporo odločanju za zmanjšanje NRW izhaja iz širokega niza možnih ukrepov za zmanjšanje vodnih izgub. Tako je bilo v okviru projekta identificiranih in ovrednotenih že več kot 140 možnih ukrepov s katerimi se lahko pozitivno vpliva na zmanjšanje neobračunane vode (NRW).

Sam sistem za podporo odločanju povezuje obe strukturi. Namen sistema za podporo odločanju je oblikovanje izbora strateških prioritarnih ukrepov za posamezni vodovodni sistem, saj se pogosto izkazuje, da na področju oblikovanja strategij za zmanjšanje vodnih izgub jasna opredelitev ukrepov glede na njihovo prioriteto izvajanja.

Več informacij in testni dostop do DSS se nahaja na spletni strani [www.waterloss-project.eu](http://www.waterloss-project.eu)

## ZAKLJUČEK

Ob hidrološki suši, ki je prizadela območje Slovenije od avgusta 2011 do avgusta 2012, smo spremljali tudi obvestila o omejevanju porabe vode. Hkrati s tem je bila povečana pozornost usmerjena tudi v vprašanje izgub vode iz vodovodnih sistemov.

V članku so podane ugotovitve, ki izhajajo iz poročevalskega sistema IJSVO, pri čemer lahko ugotavljamo, da je kakovost poročanja slaba, poleg tega pa so tudi poročane vrednosti o vodnih izgubah zaskrbljujoče.

Vse to bi moralo biti povod za usmerjeno ukrepanje pristojnih inštitucij, pri čemer imamo lahko za vzor agencijo Ofwat, ki postavlja svetovne standarde na področju mehanizmov nadzora nad upravljalci vodovodnih sistemov.

## LITERATURA

Pravilnik o oskrbi s pitno vodo Ur.l. RS, št. 35/2006

Podatkovna zbirka IJSVO (MKO 2012)

Kolodizejski, F. (2006) Turning Losses into Gains, Global Water Intelligence, Vol 7, Issue 12 (December 2006)

IWA (2006) – Performance Indicators for Water Supply Services

Lambert A., Brown T.G., Takizawa M. and Weimer D. (1999) A Review of Performance Indicators for Real Losses from Water Supply Systems. AQUA, Vol. 48 No 6. ISSN 0003-7214

Lambert AO (2001) What do we know about Pressure:Leakage Relationships in Water Distribution Systems? IWA Conference 'System Approach to Leakage Control and Water Distribution Systems Management' in Brno, Czech Republic, May 2001. (download from [www.liemberger.cc](http://www.liemberger.cc))

Lambert, AO and McKenzie, RS (2002) Practical Experience in using the Infrastructure Leakage Index. Paper to IWA Conference 'Leakage Management – A Practical Approach', Cyprus, November 2002, (download from [www.liemberger.cc](http://www.liemberger.cc))

Liemberger R. (2002): Do You Know How Misleading the Use of Wrong Performance Indicators can be? IWA Specialised Conference, Leakage Management - A Practical Approach, Cyprus, November 2002, Conference Proceedings, ISBN 9963875904 (download from [www.liemberger.cc](http://www.liemberger.cc))