

Information systems intervention methods district metered area  
repair pipe burst infrastructure management capacity development  
monitoring strategy sustainability case studies water loss reduction  
intervention methods district metered area pressure management  
infrastructure management capacity development saving potential causes  
sustainability case studies water loss reduction real losses apparent losses  
district metered area pressure management active leakage control leak detection  
development saving potential causes impacts performance indicators  
loss reduction real losses apparent losses water balance information  
management active leakage control leak detection leak repair pipe burst



## Uputstva za smanjenje gubitaka vode | Sažetak

sa fokusom na upravljanje pritiskom



On behalf of  
Federal Ministry  
for Economic Cooperation  
and Development



# Partneri uključeni u projekat i elaboraciju uputstava:

## Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

D. Ziegler, F. Sorg, P. Fallis, K. Hübschen  
P.O. Box 5180  
65726 Eschborn, Germany  
Tel.: +49 6196 79 0  
Fax: +49 6196 79 11 15  
[pm@giz.de](mailto:pm@giz.de)  
[www.giz.de](http://www.giz.de)



## VAG Armaturen GmbH (VAG)

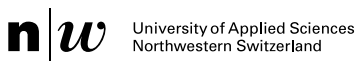
L. Happich, J. Baader, R. Trujillo  
Carl-Reuther-Str. 1  
68305 Mannheim, Germany  
Tel.: +49 621 749 0  
Fax: +49 621 749 291 000  
[pms@vag-group.com](mailto:pms@vag-group.com)  
[www.vag-group.com](http://www.vag-group.com)



The Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH osnovan je 1. januara 2011. On ujedinjuje dugotrajnu ekspertizu DED-a, GTZ-a i InWEnt-a. Za više informacija vidi [www.giz.de](http://www.giz.de).

## Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)

Institute for Ecopreneurship (IEC)  
D. Mutz, E. Oertlé  
Gründenstr. 40  
4132 Muttenz, Switzerland  
Tel.: +41 467 42 42  
Fax: +41 61 467 44 60  
[info@waterlossreduction.com](mailto:info@waterlossreduction.com)  
[www.fhnw.ch/hls](http://www.fhnw.ch/hls)



## Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Institute for Water and River Basin Management (IWG)  
P. Klingel, A. Knobloch  
Kaiserstr. 12  
76131 Karlsruhe, Germany  
Tel.: +49 721 608 44561  
Fax: +49 721 608 44608  
[philipp.klingel@kit.edu](mailto:philipp.klingel@kit.edu)  
<http://iwk.iwg.kit.edu>



## The public part is financed by:



Upravljanje pritiskom je instrument najboljih praksi za smanjenje gubitaka vode. Godine 2009. godine, the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH and VAG-Armaturen GmbH oformili su razvojno partnerstvo radi uvođenja, promocije i podrške upravljanju pritiskom u odabranim nerazvijenim i zemljama u razvoju. Razvijena su međunarodno priznata uputstva za smanjenje gubitaka vode iz distributivnih mreža radi širenja znanja prema zainteresovanim stranama širom svijeta.

# Potreba za redukcijom gubitaka vode (WLR)

## Gubici vode – globalni problem

Održivo i integrirano upravljanje vodnim resursima jedno je od najvećih globalnih izazova. Pitka voda je ograničen, ponekad veoma rijedak resurs, a rapidne globalne promjene kao što su rast stanovništva, ekonomski razvoj, migracija i urbanizacija, postavljaju nove zahtjeve pred vodene resurse i infrastrukturu koja dostavlja pitku vodu građanima, poslovnim subjektima, industriji i institucijama. [1] Obezbeđivanje sigurne, dovoljne i priuštive isporuke vode postaje sve više najznačajnije pitanje za političare i profesionalce iz vodnog sektora.

Otežavajući faktor u tranzicijskim i zemljama u razvoju je, naročito, velika količina vode koja se gubi kroz curenje iz distributivne mreže, a koja

se odnosi na stvarne gubitke vode, te na količine vode koja je isporučena a nije fakturirana, koja predstavlja prividne gubitke vode. Suma stvarnih i prividnih gubitaka vode i nefakturirane ovlaštene potrošnje čini neprihodovanu vodu (NRW) dotične distributivne mreže. (Tabela 1) U 2006. godini, Svjetska banka je procijenila da je u prosjeku 40-50% vode proizvedene u zemljama u razvoju neprihodovana voda. [2]

U zemljama u razvoju procijenjeno je da imaju godišnji NRW od 27 milijardi m<sup>3</sup> prema obračunu Svjetske banke, zasnovanom na prosječno uzetoj vrijednosti od 35% vode koja je 'ušla' u sistem i koja je izgubljena. To predstavlja otprilike 6 milijardi US dolara prihoda koje vodovodna preduzeća izgube svake godine. [2]

Tabela 1 Standardna terminologija za vodni bilans prema IWA [3]

Količina proizv. vode (ulaz u sistem) $Q_i$	Ovlaštena potrošnja $Q_A$	Fakturisana ovlaštena potrošnja $Q_{BA}$	Fakturisana izvezena voda	Prihodovana voda	
			Fakturisana izmjerena potrošnja		
			Fakturisana neizmjerena potrošnja		
		Nefakturisana ovlaštena potrošnja $Q_{UA}$	Nefakturisana izmjerena potrošnja		
	Gubici vode $Q_L$	Prividni gubici $Q_{AL}$	Nefakturisana neizmjerena potrošnja	Neovlaštena potrošnja	Neprihodovana voda
				Nepreciznost potrošačevog vodomjera i greške u rukovanju podacima	
		Realni gubici $Q_{RL}$	Nefakturisana neizmjerena potrošnja	Curenje u transportnoj i distributivnoj mreži	
				Curenje i prelijevanje u tankovima/rezervoarima	
Curenje na kućnim priključcima do tačke gdje je vodomjer potrošača					
			Nefakturisana neizmjerena potrošnja		

## Uloga smanjenja gubitaka vode i upravljanja pritiskom

Smanjenje gubitaka vode (WLR) općenito, a upravljanje pritiskom naročito, mogli bi igrati značajnu ulogu u popravljaju situacije. Na primjer, ako bismo upolovili gorepomenuti iznos izgubljene vode, dobili bismo dovoljno novca za isporuku vode do još 90 miliona ljudi.[1] Upravljanje pritiskom smanjuje stvarne gubitke jer smanjenje pritiska direktno umanjuje curenje iz cjevovoda i kućnih priključaka.

WLR često predstavlja efikasnu alternativu eksploataciji novih resursa, što često uključuje skupe mjere kao što su nove brane, duboka crpilišta, desalinizacija morske vode, ili čak prebacivanje vode iz jednog riječnog sliva u drugi. Prema tome, smanjenje gubitaka vode i upravljanje pritiskom doprinose održivom i integrisanom upravljanju vodnim resursima (IWRM).

Mnoge strategije i metode za smanjenje gubitaka vode razvijeni su tokom protekla dva desetljeća.

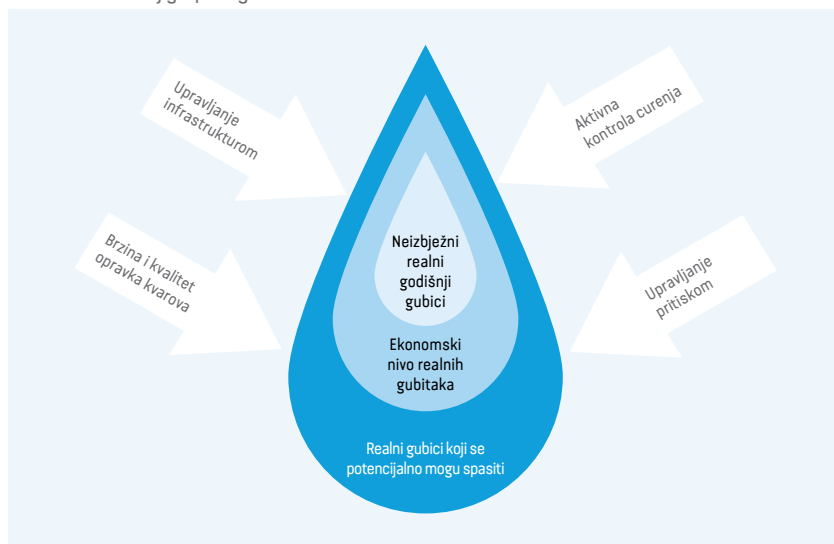
Pa ipak, mnoga vodovodna preduzeća širom svijeta tek trebaju implementirati održive strategije za smanjenje gubitaka vode, uprkos njihovim očiglednim benefitima.

Razumna WLR strategija sastoji se od analize početnog stanja radi procjene i vuzuelizacije neprihodovane vode u skladu sa vodnim bilansom prema IWA u kojem GIS sistemi igraju ključnu ulogu. U drugom koraku, moraju se definisati jasni ciljevi za distributivnu mrežu. Na kraju, potrebno je izraditi akcioni plan za fazu implementacije.

IWA Radna grupa za gubitke vode definisala je četiri principijelne metode za borbu sa realnim gubicima vode (Slika 1):

(i) upravljanje pritiskom, (ii) aktivna kontrola curenja, (iii) brzina i kvalitet popravki, i (iv) infrastrukturni menadžment. Jedan metod ili kombinacija različitih metoda će predstavljati najefikasniji i ekonomičan instrument za redukciju gubitaka vode, u zavisnosti od lokalnih okolnosti.[4]

Slika 1 Četiri principijelne metode protiv stvarnih gubitaka vode prema IWA Radnoj grupi za gubitke vode



# Upravljanje pritiskom

Upravljanje pritiskom može se definisati kao „praksa upravljanja pritiskom u sistemu na optimalnom nivou, obezbjeđujući istovremeno dovoljnu i efikasnu isporuku vode za legitimnu upotrebu“. [5]

## Benefiti upravljanja pritiskom

Upravljanje pritiskom pomaže smanjenju stvarnih gubitaka vode smanjivanjem pozadinskog, prijavljenog i neprijavljenog curenja. Nepotrebni ili suvišni pritisak je smanjen, a uklonjene su i velike oscilacije u pritisku. Ovo, zauzvrat, smanjuje pucanja cijevi u distributivnoj mreži, pomažući tako produženju životnog vijeka mreže. Tabela 2 sumira benefite upravljanja pritiskom za vodovodna preduzeća, potrošače i zaštitu vodnih resursa. Upravljanje pritiskom može biti momentalno i finansijski efikasno rješenje, čak i pri niskim inicijalnim pritisacima. Tabela 3 pokazuje uštede koje su postignute u 4 instalacije upravljanja pritiskom u Južnoj Africi. Vrijeme otplate investicije je obično samo nekoliko mjeseci.



Foto: © T. Baier, 2008

Tabela 2 Benefiti upravljanja pritiskom

Benefiti	Opis
Izvor	Smanjena potrošnja a time i pritisak na vodne resurse, kao i dodatni troškovi eksploatacije
	Manje stope curenja iz pukotina
Vodovodno preduzeće	Niži troškovi popravke za cijevi i usluge
	Odgođena zamjena i produženje vijeka upotrebe
	Smanjeni troškovi aktivne kontrole curenja
Potrošač	Smanjena učestalost pucanja i curenja
	Stabilnija isporuka
	Manje problema za potrošačke instalacije i uređaje
	Ublažavanje zdravstvenih rizika

Tabela 3 Sažetak ušteda postignutih u 4 instalacije

Područje	Uštede vode (m <sup>3</sup> /god.)	Troškovi gradnje (USD)	Vrijednost ušteda (USD/god.)
Khayelitsha	9.0 miliona	335,000 (u 2001)	3,352,000
Mfuleni	0.4 miliona	212,000 (u 2007)	170,000
Gugulethu	1.6 miliona	188,000 (u 2008)	603,000
Mitchells Plain	2.4 miliona	967,000 (u 2009)	904,000
Total	13.4 miliona m <sup>3</sup> /god.	USD 1,702 miliona	USD 5,029 miliona/god. (± 600,000)

## Ugradnja sistema za upravljanje pritiskom

Nema standardnog rješenja kada govorimo o upravljanju pritiskom. Svaka distributivna mreža ima svoje karakteristike i mora se zasebno ispitati kako bi se došlo do optimalnog rješenja, uzimajući u obzir tehničke, finansijske, ekološke i društvene aspekte. Međutim, vjerovatno je da će upravljanje pritiskom biti ekonomski efikasno ako dva od šest donelavenenih kriterijuma važe za vaš sistem:

1. Stvarni gubici vode > 15%
2. Gubici > 200 l/dan/priključak
3. Amplituda pritiska > 10 m (1 bar)
4. Česta pucanja cijevi
5. Prosječna starost cjevovoda > 15 god.
6. Priključaka u domaćinstva > 2,000

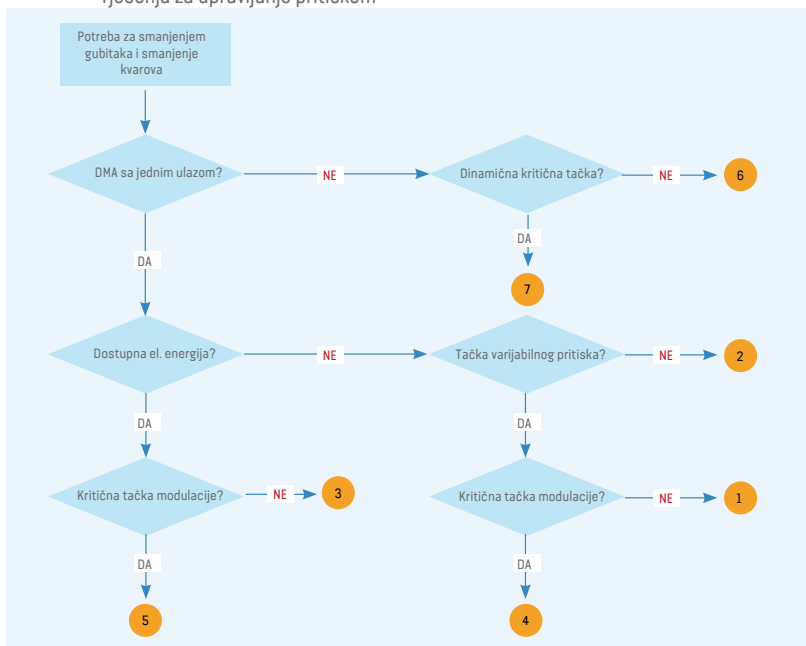
Ugradnja sistema za upravljanje pritiskom uključuje sljedeće korake: (i) izbor odgovarajuće PMA zone i njeno odvajanje od susjednih zona; (ii) ugradnja PRV ventila, senzora pritiska i mjerača protoka na tačku ulaza u zonu upravljanja pritiskom. Potrebna je dodatna tehnologija za napredne sisteme za upravljanje pritiskom.

Rješenja za upravljanje pritiskom obično uključuju modulaciju pritiska radom ventila na specifičnim lokalnim tačkama, utičući tako na protok vode. Dijagram kao na Slici 2 može se koristiti u kombinaciji sa Tabelom 4 da se izabere najadekvatnije rješenje:

Tabela 4 Objašnjenje različitih slučajeva upotrebe za Sl. 2

Slučaj upotrebe	Rješenje upravljanja pritiskom
1	Modulacija u lokalnoj tački, membranski ventil sa fiksnim izlaznim pritiskom
2	Modulacija u lokalnoj tački, membranski ventil sa vremenskom modulacijom protoka
3	Modulacija lokalne tačke, klipni ventil sa vremenskom ili modulacijom zasnovanom na protoku
4	Modulacija u kritičnoj tački, membranski ventil sa vremenskom ili modulacijom zasnovanom na protoku
5	Modulacija kritične tačke, klipni ventil sa vremenskom ili modulacijom protoka
6	Sa višestrukim ulazima
7	Višestruki ulazi, dinamična DMA

Slika 2 Dijagram za podršku donošenju odluka za izbor optimalnog rješenja za upravljanje pritiskom



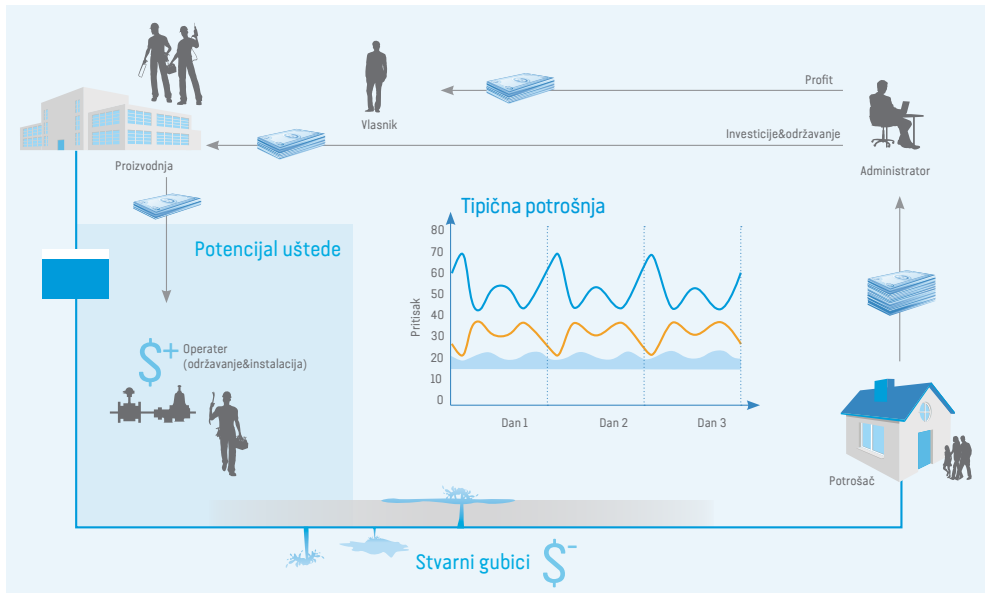
## Politički i finansijski okvir za smanjenje gubitaka vode i upravljanje pritiskom

Održivo WLR, uključujući i upravljanje pritiskom, je kompleksno i objedinjuje mnoge aspekte. Efikasno upravljanje vodom traži da se razmotre politički, finansijski i menadžerski aspekti prilikom promovisanja tehničkih rješenja. Presudni faktori za uspjeh WLR uključuju zakone i politike o vodama, postojanje WRL strategija, predanost uprave vodovodnog preduzeća uključujući i privatni sektor, te postojanje znanja i informacija, npr. o distributivnoj mreži. Podsticaji i/ili finansijski instrumenti za provođenje WLR mogu snažno da zagovaraju samu WLR. Štaviše, svi zainteresirani i njihova strukturna organizacija mogu uticati

na napredak WLR, tako što će ga promovisati ili inhibirati. Različiti zainteresovani faktori mogu profitirati od WLR putem upravljanja pritiskom, uključujući proizvođače, vlasnike, operatore i korisnike/potrošače (Slika 3). Sve njih treba uzeti u obzir i uključiti kada se razvijaju akcioni planovi za WLR i upravljanje pritiskom.

Mnoge zemlje već imaju strategije koje se bave smanjenjem gubitaka vode. Međutim, njena primjena često traži nove oblike podjele odgovornosti i promjenu u tradicionalnom ponašanju korisnika. Redukcija gubitaka vode na duži rok biće uspješna samo ako je najviše rukovodstvo preduzeća potpuno predano tom cilju.

Slika 3 Zainteresirani faktori koji profitiraju od WLR ostvarenih putem upravljanja pritiskom





# Uputstva za redukciju gubitaka vode

Uputstvo za WLR sa fokusom na upravljanje pritiskom razvijeno je kao poticaj i vodič da iskoristimo ogromne skrivene potencijale WLR i upravljanja pritiskom. Objašnjenja dana u tehničkom uputstvu su napisana da pruže čitaocu brz pogled na specifično polje WLR-a.

Uputstva se sastoje od:

- Sažetak za donosiocje odluka: najmenjena donosiocima odluka i faktorima na nacionalnom nivou, kao i upravi vodovoda.
- Tehnički priručnik: namijenjen sektorima za planiranje i projektovanje i operativnom osoblju, uklj. Dopunski materijal za olakšavanje praktične primjene.
- Trening materijali: namijenjeni naročito inženjerima i tehničarima uključenim u upravljanje pritiskom.



Foto: © P. Klingel, 2006

## Sadržaj tehničkog priručnika

### Poglavlja 1 i 2: Uvod u vodič za smanjenje gubitaka vode

Svrha ovih vodiča za gradnju kapaciteta za WLR objašnjena je na početku tehničkog priručnika. Iza ovog objašnjenja slijedi opšti uvod u WLR i upravljanje pritiskom, kao jednom od centralnih instrumenata za smanjenje gubitaka od pucanja i curenja na cijevima.

### Poglavlje 3: Razumijevanje gubitaka vode

Razumijeti različite vrste gubitaka vode, njihove uzroke i efekte, jeste kamen temeljac uspješnog WLR-a. Terminologija standardnog IWA vodnog bilansa predstavljena je kao sredstvo razlikovanja između i kvantifikovanja različitih komponenti stvarnih i prividnih gubitaka. Izložena je i osnovna hidraulika curenja. Nadalje, prikazani su razlozi za stvarne i prividne gubitke, a opisani su i kategorisani negativni efekti curenja. Razmotreni su tehnički, društveni i ekološki uticaji.

### Poglavlje 4: Razvijanje tehničke strategije za redukciju gubitaka vode

Prilikom razvijanja tehničke strategije za WLR, mora se procijeniti status gubitaka vode iz distributivne mreže, moraju se formulirati adekvatni ciljevi WLR-a i trebaju se pripremiti neophodni i najprikladniji koraci u zajedničkom WLR akcionom planu. Objašnjene su različite metode uspostavljanja detaljnog vodnog bilansa, koji čini osnovu za kvantifikovanje aktuelnog nivoa NRW u distributivnoj mreži. Vodni bilans bi trebao da kombinuje kompjuterske studije sa podacima iz terenskih ispitivanja. Radi toga predstavljen je niz terenskih metoda za procjenu i kvantifikovanje stvarnih gubitaka vode iz prenosnog i distributivnog cjevovoda, kao i iz spremnika vode. Ključni podaci o stvarnim i prividnim gubicima vode objašnjavaju kako se mogu izračunati pokazatelji uspjeha i kako



ih koristiti za procjenjivanje potencijalnih ušteda odnosno postavljanje WLR ciljeva. Na kraju, navedeni su glavni koraci za uspostavu akcionog plana. Ovdje je veoma bitno imati odgovarajuće znanje o vrstama i obimu gubitaka vode u sistemu, prije pokušaja da se provedu mjere WLR-a.

### Poglavlje 5: Podaci i informacije kao pretpostavka za smanjenje gubitaka vode

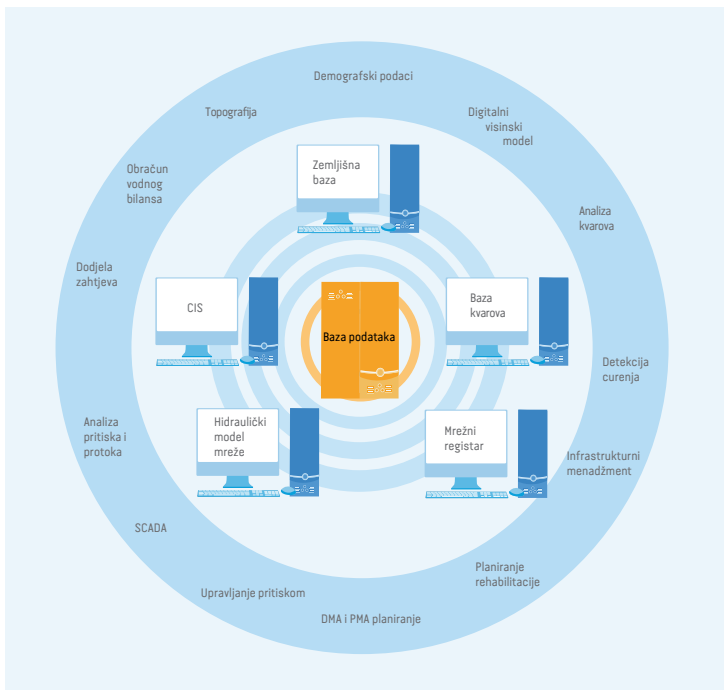
Informacioni sistemi na bazi GIS-a smatraju se ključnim preduslovima za efikasnu WLR. Pet centralnih informacionih sistema i njihova relevantnost za WLR općenito i za upravljanje pritiskom posebno, opisani su i razdvojeni na Slici 4:

1. Zemljišna baza je elektronska prostorna mapa kompletnog područja usluge distributivne mreže i čini osnov za sve druge informacione sisteme.
2. Mrežni registar nudi pregled svih objekata, prenosnih i distributivnih cijevi, priključaka

na mrežu i njihovih dodataka. Trenutni status mreže može se procijeniti na osnovu starosti i procijenjenog životnog vijeka njenih komponenti. Ovo daje osnov za dugoročno planiranje investiranja i zamjena dijelova sistema.

3. Hidraulički modeli mreže mogu izračunati pritisak i stopu protoka u bilo kojoj tački mreže za svaki scenario isporuke vode. Ovi modeli su krucijalni za projektovanje i rad distribucionih mreža i potrebni su za projektovanje optimalnih intervencija, pogotovo kada se provodi napredno upravljanje pritiskom.
4. Baza podataka o kvarovima pruža vrijedne informacije o 'starosnom' ponašanju i stanju pojedinih komponenti mreže, pa je zato korisna za identifikovanje ranjivih dijelova mreže i planiranje zamjene istih.
5. Informacioni sistem o korisnicima (CIS) i podaci o fakturisanju su nezamjenjivi za poređenje količine isporučene i potrošene vode u zoni, te su zato neophodni za obračun vodnog bilansa.

Slika 4 Veze između raznih GIS informacionih sistema i WLR



## Poglavlje 6: Metode i instrumenti za smanjenje gubitaka vode

Najvažnije interventne metode za WLR su rekapitulirane sa posebnim fokusom na tehničke aspekte upravljanja pritiskom.

### Kontinuirani monitoring:

Objašnjeno je projektovanje i provođenje DMA zona i njihova važnost za kontinuirani monitoring nivoa curenja. Ovaj pristup skraćuje vrijeme otkrivanja curenja, pomaže brže lociranje curenja, odnosno skraćuje vrijeme lociranja mjesta kvara.

### Aktivna kontrola curenja:

Aktivna kontrola curenja se sastoji od tri glavna zadatka:

1. Stvaranja svijesti o curenju
2. Otkrivanju i lociranju curenja
3. Popravki

Objašnjena je važnost svakog koraka, a kratko su prikazane i najsavršenije tehnologije za svaki korak.

Popravke curenja i infrastrukturni menadžment:

Predstavljene su svrha i ključna pitanja radova na popravki curenja i menadžmentu infrastrukture.

### Upravljanje pritiskom:

Dat je pregled područja primjene i potencijalnih benefita od upravljanja pritiskom. Detaljno su objašnjeni različiti tipovi ventila i modulacije pritiska, te njihove prednosti i mane. Nadalje, preciziran je postupak implementacije tipičnog projekta upravljanja pritiskom i odabir kriterija za najprikladnije rješenje.

## Poglavlje 7: Studije slučaja

Nekoliko studija slučaja iz zemalja kao što su Jordan, Brazil, Peru i Burkina Faso, odražavaju različite aspekte uključene u uspješno provođenje upravljanja pritiskom. To uključuje hidrauličko modeliranje, instaliranje klipnih ventila i izračunavanje aktualnih ušteda vode.

## Reference

1. World Water Council, Istanbul Water Consensus for Local and Regional Authorities. Proceedings of the 5th World Water Forum, Istanbul, Turkey, 2009.
2. Kingdom, B., Liemberger, R. and Marin, P., The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries. World Bank, Washington, USA, 2006.
3. Lambert, A. O. and Hirner, W., Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. International Water Association, 2000.
4. Pilcher, R., Leak detection practices and techniques: a practical approach. Water 21 - Magazine of the International Water Association, 2003.
5. Thornton, J. and Lambert A. O., Progress in practical prediction of pressure: leakage, pressure: burst frequency and pressure: consumption relationships. Proceedings of the IWA Specialised Conference 'Leakage 2005'. Halifax, Nova Scotia, Canada, 2005.
6. Lambert, A.O. and Fantozzi, M., Recent Developments in Pressure Management. Proceedings of the IWA International Specialised Conference 'Water Loss 2010'. São Paulo, Brazil, 2010.
7. McKenzie, R. and Wegelin, W., Scope for Pressure Management in South Africa. Proceedings of the IWA International Specialised Conference 'Water Loss 2010', São Paulo, Brazil, 2010.

### Studija slučaja: Ain Al Basha, Jordan

Za Ain Al Basha, sjeverni distrikt Jordanskog glavnog grada, Amana, procijenjeno je da ima NRW nivo od gotovo 50% u 2005. Veoma veliki postotak stvarnih gubitaka vode odnio je mnogo finansijskih i prirodnih resursa, ograničavajući tako isporuke vode potrošačima. Štaviše, velike varijacije pritiska u sistemu dovele su do čestih pucanja cijevi i velikih količina curenja.

U rješavanju ove situacije, proveden je projekat sa ciljem smanjenja stvarnih gubitaka vode putem efikasnog upravljanja pritiskom i povećanja kapaciteta radnog osoblja.

Efekat projekta, između ostalog, uključio je i smanjenje gubitaka vode od nekih 40%. Uštedena voda iskorištena je za povećanje isporuke vode. Istovremeno, potrebno je upumpati manje vode u mrežu, jer je Nacionalno tijelo koje upravlja vodom u Jordanu (WAJ) postalo efikasnije. Smanjeno je pucanje cijevi kontrolom i smanjivanjem pritiska, a finansijske uštede kao i dužina radnog vijeka cijevnog sistema su povećani.



potential losses apparent losses water balance  
leakage control leak detection leak re  
performance indicators prerequisites  
water balance information systems  
leak repair pipe burst infrastr  
prerequisites monitoring strategy sustain  
prevention methods district metere  
structure management capacity dev  
sustainability case studies water lo  
metered area pressure manag

Uputstva će biti dostupna za slobodno preuzimanje na web-sajtu projekta:

[www.waterlossreduction.com](http://www.waterlossreduction.com)

GIZ, VAG, KIT i FHNW žele da izraze svoju iskrenu zahvalnost svim uključenim ekspertima i institucijama za njihovu predanost, komentare i druge vrijedne doprinose. Naša zahvalnost takođe ide i za BMZ, za finansiranje javnog dijela projekta.

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn / Germany

T +49 6196 79-0  
F +49 6196 79-1115  
E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)

Podržano od:

