



Građevinski fakultet
Univerzitet u Beogradu



Udruženje za tehnologiju vode
i sanitarno inženjerstvo



An international E-learning
Postgraduate Course in Water
and Environmental Management

OSNOVNE ZONE BILANSIRANJA

UPUTSTVO



EU funded project
financed by CADSES Neighbouring Programme 2000–2006
managed by the European Agency for Reconstruction

OSNOVNE ZONE BILANSIRANJA
UPUTSTVO

Beograd, maj 2008.

Uputstvo za upravljanje Osnovnim zonama bilansiranja je pripremljeno na osnovu radnog dokumenta Radne grupe za gubitke vode, Međunarodnog udruženja za vodu (IWA - International Water Water Association).

Radna grupa za gubitke vode osnovana je na IWA Specijalističkoj konferenciji pod nazivom "Upravljanje gubicima vode – praktičan pristup" koja je održana na Kipru 2002. god. Na toj konferenciji predložena je izrada ovog Uputstva zbog potrebe za informacijama o najboljoj praksi u upravljanju Osnovnim zonama bilnasiranja. Glavni autori su bili:

Džon Morison, Savetnik u preduzeću Hyder Consulting Ltd., Anglesey, Velika Britanija
Stiven Tums, Hyder Consulting Ltd. , Birmingham, Velika Britanija
Dui Rodžers, iz preduzeća Dewi Srl, Collombella, Italija

Zahvalnost

OZB tim želi da se zahvali za pomoć i podršku ostalim članovima IWA Radne grupe za gubitke vode koji su dali puno konstruktivnih komentara na sadržaj i izgled Uputstva i obezbedili slike i tekstove o određenim temama, obezbedili informacije o pilot projektima navedenim u priložima, i bili korektori samog uputstva.

Priređivači ovog izdanja se posebno zahvaljuju Bambos Haralambosu, predsedniku Radne grupe za gubitke vode koji im je izašao u susret i ustupio materijal pripremljen od strane Radne grupe za gubitke vode.

Priređivači ovog izdanja: Prof.dr Marko Ivetić, dipl.građ.inž.
Prof.dr Dušan Prodanović, dipl.građ.inž.
Ljiljana Janković, dipl.građ.inž.

Autori, priređivači ovog izdanja, izdavač i sponzori ove publikacije ne odgovaraju za tačnost informacija sadržanih u ovoj knjizi i ne mogu biti odgovorni za eventualne greške i propuste koji možda postoje.

Sadržaj

1	PREDGOVOR	6
2	UVOD	8
2.1	<i>Svrha</i>	8
2.2	<i>Čitaoci</i>	8
2.3	<i>Definicija upravljanja OZB</i>	8
2.4	<i>Upravljanje OZB</i>	8
2.5	<i>Oblasti pokrivena Uputstvom</i>	9
3	FILOZOFIJA KONTROLE GUBITAKA PREKO UPRAVLJANJA OZB	10
3.1	<i>Uvod</i>	10
3.2	<i>Kontrola gubitaka – zašto koristiti OZB?</i>	10
3.3	<i>Teorija upravljanja OZB</i>	10
3.4	<i>Teorija o komponentama gubitaka</i>	14
3.5	<i>Neredovno snabdevanje</i>	16
3.6	<i>Efekat pritiska</i>	17
4	PROJEKAT NADZORA NAD VODOVODNOM MREŽOM	20
4.1	<i>Uvod</i>	20
4.2	<i>Projektovanje sektora</i>	22
5	PROJEKTOVANJE OZB	24
5.1	<i>Uvod</i>	24
5.2	<i>Kriterijumi projektovanja OZB</i>	24
5.3	<i>Veličina OZB i ekonomija</i>	25
5.4	<i>Razmatranja kvaliteta vode</i>	26
5.5	<i>Planiranje OZB</i>	26
5.6	<i>Testiranje OZB</i>	28
5.7	<i>Izbor merača</i>	29
6	USPOSTAVLJANJE OZB	31
6.1	<i>Potvrđivanje</i>	31

6.2	<i>Upravljanje</i>	31
6.3	<i>Zahtevi za podacima za definisanje bazne i noćne potrošnje</i>	32
6.4	<i>Merenje minimalnog noćnog protoka</i>	32
6.5	<i>Proračun dnevnih gubitaka iz minimalnog noćnog protoka</i>	32
6.6	<i>Procene noćne potrošnje</i>	33
6.7	<i>Noćna potrošnja kada potrošači imaju velike rezervoare</i>	35
6.8	<i>Provera podataka o minimalnom noćnom protoku</i>	35
7	IZBOR OZB ZA SANACIJU GUBITAKA	37
7.1	<i>Definisanje ciljeva i resursa</i>	37
7.1.1	<i>Određivanje ciljeva</i>	37
7.2	<i>Metode za izbor OZB za otkrivanje curenja</i>	38
7.2.1	<i>Najjednostavniji pristup</i>	38
7.2.2	<i>Neredovno snabdevanje</i>	39
7.2.3	<i>Aproksimacija proizvodom granične uštede i prekomernih gubitaka po priključku potrošača</i>	39
7.2.4	<i>Indirektan pristup</i>	40
7.2.5	<i>Promena vaše metode za izbor OZB</i>	40
7.3	<i>Nivoi intervencije</i>	41
7.4	<i>Određivanje prioriteta kao deo procesa upravljanja OZB</i>	42
7.5	<i>Zaključak</i>	43
8	PROBLEMATIČNE OZB	44
8.1	<i>Veliki gubici, malo pukotina</i>	44
8.2	<i>Veoma mali gubici</i>	47
8.3	<i>Velika učestalost ponovne pojave curenja (visoka stopa rasta)</i>	47
8.4	<i>Zaključak</i>	48
9	REČNIK STRUČNIH IZRAZA	49
	<i>Prilog A – Procena faktora noć – dan, FND (Night-Day Factor, NDF)</i>	55
	<i>Prilog B – Procena prosečnog zonskog noćnog pritiska</i>	58
	<i>Prilog C – Izbor OZB za aktivnu kontrolu gubitaka kada su dostupni ključni podaci</i>	60
	<i>Prilog D – Procena noćne potrošnje: iskustvo Velike Britanije</i>	62
	<i>Prilog E – Koncept procene curenja i baznih gubitaka (Burst and Background Estimates – BABE)</i>	65
	<i>Prilog F – Primeri uspešne primene OZB</i>	68

Samo za licnu upotrebu
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDat, okt. 2010.

1 PREGOVOR

Radna grupa za gubitke vode (*Water Loss Task Force*) je deo Specijalističke grupe za efikasan rad i upravljanje gradskim vodovodnim distributivnim sistemima pri Međunarodnom udruženju za vodu. Vizija Radne grupe za gubitke vode je da "obezbedi vodeću ulogu na polju upravljanja gubicima vode kroz efikasnu i postojanu međunarodnu praksu".

Misija Radne grupe za gubitke vode se ostvaruje kroz:

- njeno mnogobrojno međunarodno članstvo,
- posvećenost njenih članova i
- učešće velikog broja naučnika istraživača i profesionalaca u testiranju, verifikovanju i proveru postojećih i predloženih metoda i njihove primene u praksi.

Očigledno je da voda predstavlja ograničen resurs u mnogim delovima sveta i istaknuto je da, pored drugih stvari, postoji potreba za smanjenjem gubitaka u vodovodnim distributivnim sistemima do nivoa koji se smatraju ekonomski prihvatljivim. Mi snažno verujemo da je upravljanje gubicima vode od suštinske važnosti za poboljšanje efikasnosti velikog broja vodovoda širom sveta sa ciljem da se osigura dugoročna ekološka i društvena postojanost.

Radna grupa za gubitke vode kontinuirano razvija i proširuje postojeće i nove inicijative kao što su:

- testiranje performansi komunalnih sistema i pokazatelji performansi,
- osnovne zone bilansiranja i upravljanje pritiscima,
- stvarni i prividni gubici,
- otkrivanje i popravka pukotina,
- ekonomski nivo gubitaka,
- aktivna kontrola gubitaka.
- obuka i sertifikacija.

Praksa promovisana od strane Radne grupe za gubitke vode dobro je dokumentovana u člancima, konferencijskim izveštajima, softverima, priručnicima i udžbenicima. Radna grupa za gubitke vode će nastaviti proširivanje strategija upravljanja gubicima vode i razvijanje novih istraživačkih inicijativa koje se mogu univerzalno primeniti.

U okviru navedenog konteksta, Radna grupa za gubitke vode je pripremila Uputstvo za osnovne zone bilnasiranja, OZB (*District Metered Areas, DMA*), obiman dokument o upravljanju OZB , potvrđenim postupcima čija pravilna primena u saradnji sa drugim merama može efikasno pomoći u smanjenju i/ili monitoringu nivoa gubitaka u vodovodnim distributivnim mrežama.

Uputstvo je rezultat beskrajnih sati teškog rada velikog broja posvećenih ljudi čiji su naponi spojeni u jednostavnu, praktičnu i laku za praćenje metodologiju upravljanja OZB , koja se širom sveta već dugi niz godina primenjuje sa odličnim rezultatima, a čiji primeri su prikazani u ovom Uputstvu.

Proširivanje znanja i promovisanje najbolje međunarodne prakse na polju upravljanja gubicima vode je od najveće važnosti za Radnu grupu za gubitke vode. Zbog

toga je i odlučeno da ovaj dokument bude dostupan svima koji žele da ga koriste. Uputstvo može da se besplatno preuzme sa internet stranice Radne grupe za gubitke vode (www.iwaom.org/wlwf).

Bambos Haralambos
Predsednik Radne grupe za gubitke vode
februar 2007.

Samo za licnu upotrebu
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

2 UVOD

2.1 Svrha

Ovo Uputstvo ima za cilj da se stručnjacima koji se bave gubicima predstave prednosti, projektovanje i upravljanje aktivnostima u vezi sa aktivnom kontrolom gubitaka, koje su zasnovane na korišćenju Osnovnih zona bilansiranja (OZB). To je deo serije Uputstava pripremljenih od strane IWA Radne grupe za gubitke vode u cilju pokrivanja svih aspekata Upravljanja gubicima vode.

2.2 Čitaoci

Uputstvo je namenjeno stručnjacima koji se bave gubicima iz vodovodnih sistema, a koji imaju malo ili nemaju uopšte iskustva sa korišćenjem OZB za kontrolu gubitaka, i baziran je na iskustvima inženjera iz čitavog sveta koji se bave gubicima, da bi se stvorila najbolja praksa u upravljanju OZB. OZB Uputstvo treba posmatrati kao opšti priručnik koji treba prilagoditi lokalnim uslovima.

2.3 Definicija upravljanja OZB

Koncept upravljanja OZB prvi put je uveden u industriju vode Velike Britanije ranih osamdesetih godina prošlog veka u "Izveštaju 26 strategija i praksa u kontroli gubitaka", Udruženja preduzeća za vodu Velike Britanije, 1980" (*Report 26 Leakage Control Policy & Practice, (UK Water Authorities Association)*). U ovom izveštaju, OZB je definisana kao zasebna oblast vodovodnog distributivnog sistema uobičajeno kreirana zatvaranjem zatvarača ili potpunim prekidom cevovoda, u kojoj se meri količina vode koja ulazi i izlazi iz te oblasti. Protok je analiziran u cilju određivanja nivoa gubitaka. Na ovaj način stručnjak koje se bavi gubicima može preciznije da odredi gde i kada je najpogodnije da se preduzmu aktivnosti na lociranju curenja.

Proces otkrivanja, lociranja i popravke pukotina poznat je kao Aktivna kontrola gubitaka ili AKG (*Active Leakage Control, ALC*).

2.4 Upravljanje OZB

Kontrola gubitaka preko AKG dokazana je kao veoma uspešna i predstavlja deo globalnog plana za smanjenje i kasnije održavanje gubitaka. U poslednjoj četvrtini prošlog veka, ona je sa velikim uspehom primenjena u mrežama širom sveta. Ali, ova tehnika zahteva pažljivo razumevanje i ne treba je posmatrati kao brzo rešenje. Nasuprot tome, ona predstavlja sredstvo koje omogućuje efikasnije upravljanje gubicima i zahteva odlučno upravljanje i odgovarajuće ljudske resurse da bi bila uspešna.

Uvod u kontrolu gubitaka korišćenjem OZB obično zahteva značajne kratkoročne i dugoročne investicije da bi bila uspešna. Na kratke staze neophodno je potpuno razumeti postojeću konfiguraciju mreže i planirati i primeniti mere koje zahteva upravljanje OZB. Na duge staze biće neophodno održati sistem i u smislu njegovog rada, analize podataka i

lociranja i popravke pukotina.

2.5 Oblasti pokrivena Uputstvom

Ovo Uputstvom obuhvata sledeće:

- Projektovanje OZB;
- Analiza merenja protoka;
- Određivanje prioriteta prilikom otkrivanja lokacije curenja preko OZB podataka;
- Upravljanje OZB.

Podaci o uspešnim primerima OZB projektovanja i izgradnje dobijeni su iz različitih izvora i priloženi su u Prilogu F.

Samo za licnu upotrebu
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

3 FILOZOFIJA KONTROLE GUBITAKA PREKO UPRAVLJANJA OZB

3.1 Uvod

Kako se stanje vodovodnih mreža pogoršava, one su podložne gubicima. Osim toga, nove mreže često imaju pukotine kao rezultat loše prakse u izvođenju i primene neadekvatnih materijala. Lociranje pukotina nije lak zadatak kada se vodovodna mreža sastoji od stotina ili hiljada kilometara cevi, naročito jer su mnoge nevidljive. Ovakva situacija se konstantno pogoršava, dok u ekstremnim slučajevima ne postane neophodno ograničiti snabdevanje vodom za jedan deo dana.

Rešenje je da se napravi sistem stalne kontrole gubitaka podelom mreže na sektore zvane OZB, tako da gubici u svakom od ovih sektora mogu da se odrede, a aktivnosti za otkrivanje uvek mogu da se usmere na deo mreže gde su gubici najveći. Kada se jednom postigne prihvatljiv nivo gubitaka nadgleda se protok vode u određenoj oblasti tako da nove pukotine mogu da odmah da se identifikuju.

3.2 Kontrola gubitaka – zašto koristiti OZB?

Tradicionalan pristup kontroli gubitaka je bio pasivan, pri čemu su se popravke radile samo kada curenje postane vidljivo. Razvoj merača koji se baziraju na merenju zvuka je značajno poboljšao situaciju, omogućavajući da se i nevidljivo curenje takođe locira. Ali primena ovakvih instrumenata u velikoj vodovodnoj mreži, predstavlja skupu i dugotrajnu aktivnost. Rešenje je u sistemu stalne kontrole gubitaka kada se mreža podeli na osnovne zone bilansiranja (OZB) u kojima se snabdevanje obavlja kroz ograničen broj glavnih vodovodnih cevi, na kojima su postavljeni merači protoka. Na ovaj način, moguće je redovno određivanje nivoa gubitaka u svakoj OZB, tako da je otkrivanje lokacija na kojima se ostvaruju gubici uvek usmereno na najproblematičnije delove mreže.

Važan faktor u smanjenju gubitaka i kasnijem održavanju niskog nivoa gubitaka u vodovodnoj mreži predstavlja kontrola pritiska. Podela mreže na OZB omogućava formiranje sistema stalne kontrole pritiska, što omogućava smanjenje pritiska u OZB, čime se smanjuje i nivo baznih gubitaka, protok na pojedinim pukotinama, kao i stepen učestalosti pojave pukotina na godišnjem nivou.

Mnogi vodovodi funkcionišu i bez korišćenja OZB. Međutim, kod onih vodovoda koji uspešno održavaju nizak nivo gubitaka bez OZB obično postoji infrastruktura visokog kvaliteta u dobrim stanju, popravke se efikasno izvršavaju i pritisak je nizak i ustaljen.

3.3 Teorija upravljanja OZB

Ključni princip upravljanja OZB je da se preko protoka odredi nivo gubitaka u okviru definisane oblasti vodovodne mreže. Ustanovljavanje OZB će omogućiti da se trenutni nivoi gubitaka odrede i zatim sprovedu prioritete aktivnosti na lociranje gubitaka. Nadgledanjem protoka u okviru OZB biće moguće identifikovati prisustvo novih pukotina,

tako da se gubici mogu održati na optimalnom nivou. Gubici su dinamična kategorija i dok ne dođe do značajnog smanjenja, gubitaka doći će do povećanja gubitaka u toku vremena ukoliko se ne sprovede kontrola gubitaka. Upravljanje OZB bi zbog toga trebalo razmatrati kao metod smanjenja i zatim održavanja niskog nivoa gubitaka u vodovodnoj distributivnoj mreži.

Ključ upravljanja OZB je pravilna analiza protoka da bi se odredilo da li postoje preterani gubici i identifikovalo prisustvo novih pukotina.

Stvarni gubici predstavljaju razliku između ulaza u sistem i ukupne potrošnje korisnika u definisanoj oblasti (korigovane za netačnosti prilikom merenja). Oni se sastoje od gubitaka (iz glavnih vodovodnih cevi, iz cevi koje vode od glavnih cevi do samih potrošača i iz rezervoara) i preliivanja (uglavnom iz rezervoara).

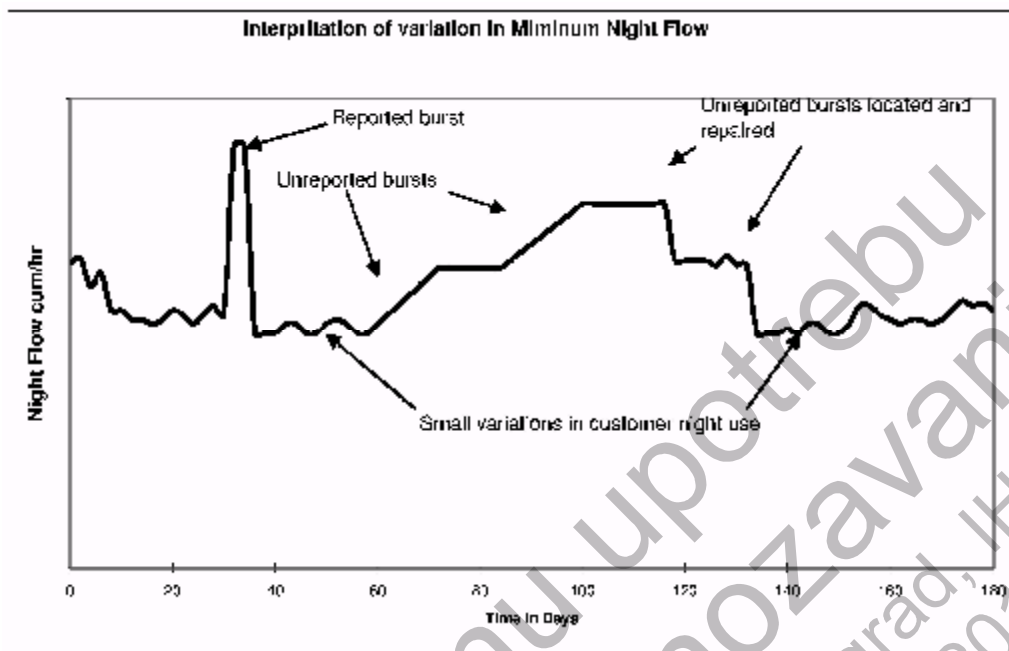
Uobičajeno se stvarni gubici određuju kao zapremina i računaju se na godišnjem nivou. Međutim, ovakav pristup ne dozvoljava da se postigne neophodna fina kontrola gubitaka jer može proći nekoliko meseci dok se otkriju velike promene u sistemu a merenje gubitaka je neprecizno.

Veličina gubitaka može se odrediti analizom 24-časovnog dijagrama neravnomernosti protoka u vodovodu. Mala razlika između minimalnog i maksimalnog protoka, naročito u vodovodima gde je mala industrijska noćna potrošnja, pokazatelj je da postoji curenje u mreži. Međutim, ovaj pristup ne omogućava direktno određivanje visine gubitaka.

Gubici se najtačnije određuju kada je potrošnja korisnika minimalna, što je uobičajeni slučaj noću. To je načelo minimalnog noćnog protoka, preporučeno u britanskom dokumentu Izveštaj 26 iz 1980. god.

Veličina OZB će uticati na nivo gubitaka koji može da se odredi. U velikoj OZB će biti veći gubici i noćna potrošnja korisnika, što će značiti da curenje predstavlja manji deo minimalnog noćnog protoka i na taj način se tačnost određivanja gubitaka smanjuje.

Na slici 3-1 je prikazana tipična promena minimalnog noćnog protoka u OZB u kojoj postoji mala sezonska varijacija u noćnoj potrošnji. Pukotine koje su već otkrivene kao i one koje još nisu otkrivene mogu da se identifikuju.



Slika 3-1: Promena minimalnog noćnog protoka tokom vremena

Night Flow cum/hr – noćni protok m^3/h

Time in days – vreme u danima

Reported bursts – prijavljene pukotine

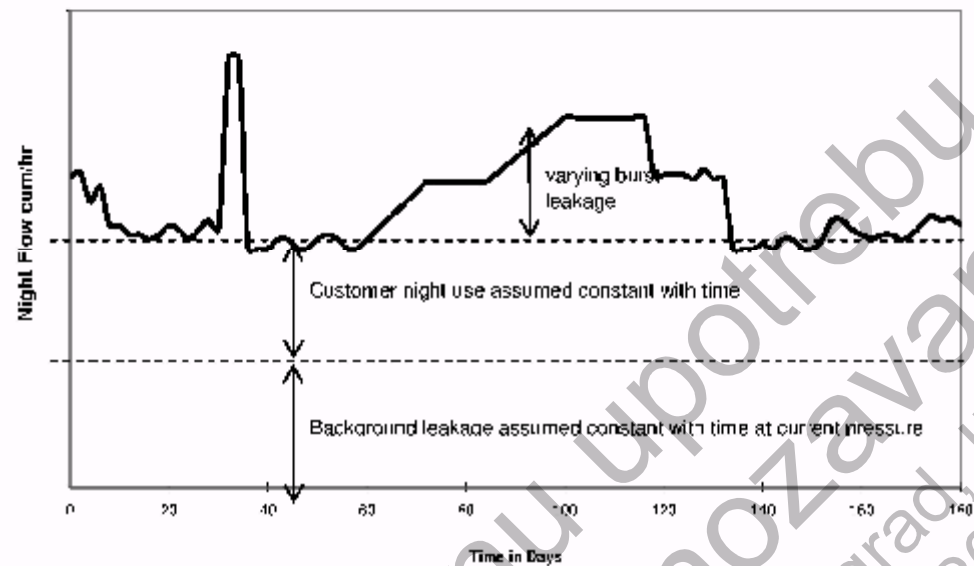
Unreported bursts – neprijavljene pukotine

Unreported bursts located and repaired – neprijavljene pukotine locirane i popravljene

Small variations in customer night use – male varijacije u noćnoj potrošnji korisnika

Ako se sve identifikovane pukotine blagovremeno poprave, tada će se mereni minimalni noćni protok sastojati samo od noćne potrošnje korisnika i baznog (neidentifikovanog) gubitka, kao što je prikazano na slici 3-2.

Typical Minimum Night Flow into a DMA



Slika 3-2: Promena gubitaka tokom vremena

Typical Minimum Night Flow into a DMA – tipičan minimalni noćni protok u OZB

Night Flow cum/hr – noćni protok m^3/h

Time in days – vreme u danima

Varying burst leakage – promenljiv gubitak na pukotinama

Customer night use assumed constant with time – pretpostavljena konstantna noćna potrošnja

Background leakage assumed constant with time at current pressure – pretpostavljeni konstantan bazni gubitak u toku vremena za trenutni pritisak

U većini OZB noćna potrošnja korisnika varira na nedeljnom i sezonskom nivou, tako da je pri tumačenju komponenti noćnog protoka uglavnom neophodno napraviti adekvatnu lokalnu procenu.

U zemljama gde se meri potrošnja, moguće je precizno proceniti stvarnu noćnu potrošnju od strane korisnika primenom tipičnog noćnog faktora na prosečnu izmerenu potrošnju. Ta vrednost se oduzima od minimalnog noćnog protoka u OZB da bi se dobila vrednost efektivnih gubitaka. Tamo gde se potrošnja meri u malom obimu ili se uopšte ne meri, neophodno je proceniti vrednost za opravdanu noćnu potrošnju.

Najjednostavniji način za procenu podataka je da se noćni protok izrazi (recimo u m^3/h) kao procenat prosečnog dnevnog protoka. Ukoliko je ova vrednost viša nego referentna vrednost, to ukazuje da je potrebno izvršiti intervenciju na lokaciji na kojoj postoje gubici. Međutim, ta referentna vrednost može značajno varirati od države do države. Na primer, u Nemačkoj se primenjuje vrednost od 5%, dok u SAD-u odgovarajuća vrednost iznosi 35%. Alternativni kvalitativni parametar korišćen je u Japanu da bi se izrazio izmereni minimalni noćni protok u odnosu na dužinu cevi ($m^3/km/h$), dok je u Velikoj Britaniji često korišćena gustina priključaka ($m^3/priključak/h$). Dok upravljanje OZB uključuje poređenje postojeće vrednosti sa ciljnom vrednošću, izbor parametra treba da odražava lokalne potrebe i karakteristike vodovodne mreže,

Kao deo velike inicijative za dalje razumevanje gubitaka koju sprovodi industrija

Velike Britanije, razvijena je naprednija i detaljnija analiza noćnog protoka na bazi komponentata gubitaka.

3.4 Teorija o komponentama gubitaka

Može se smatrati da se gubici sastoje od dve glavne komponente:

- **Bazni gubici** predstavljaju ukupne gubitke iz svih cevodovoda u mreži koji su pojedinačno suviše mali da bi bili otkriveni preko vizualne inspekcije ili inspekcije uz korišćenje instrumenata koji su bazirani na merenju zvuka. Upravljanje pritiscima ima najveći uticaj na ovu komponentu gubitaka. (Bazni gubici nastaju iz pojedinačnih pukotina sa procima manjim od $0.25 \text{ m}^3/\text{h}$ pri visini pritiska od 50 m koje tipično predstavlja minimalne gubitke koji realno mogu da se otkriju sa modernom tehnologijom za detekciju).
- **Gubici iz pukotina** su gubici vode usled pukotina nastalih u distributivnoj mreži, koje se mogu klasifikovati kao prijavljene i neprijavljene. Brzina kojom se mesto pukotine otkrije, i kasnije popravi utiče na ukupne gubitke iz ovih pukotina; prema tome, kontrola trajanja gubitaka ili vremena curenja minimizuju gubitke.

Zapremina gubitaka = (protok kroz pukotinu) x (vreme trajanja curenja)

Prijavljeno curenje se definiše kao curenje koje je prijavljeno preduzeću za vodosnabdevanje, obično od strane potrošača koji imaju probleme sa vodosnabdevanjem, ili od ljudi koji primete da voda izlazi iz zemlje.

Neprijavljeno curenje se definiše kao ono curenje koje bi moglo da ostane neprimećeno i pored preduzetih mera otkrivanja.

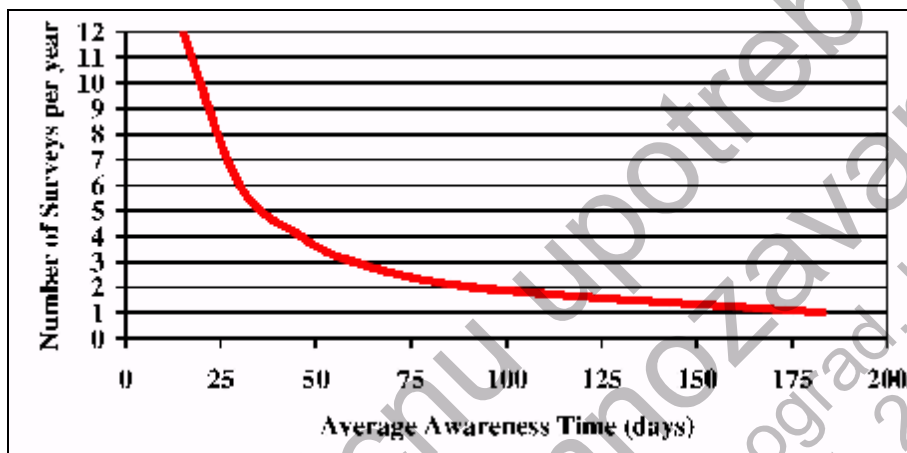
Prijavljeno curenje je uglavnom vidljivo i često ga karakterišu veliki protoci. Međutim, najveći godišnji gubici često nastaju usled neprijavljenog curenja jer je trajanje curenja kod njih uglavnom duže.

Trajanje gubitaka (ukupan vremenski period curenja iz pukotine) može da se podeli na tri posebna perioda, koji se nazivaju **svesnost (uočavanje), lociranje i popravka**.

- Svesnost (uočavanje) predstavlja vremenski period od momenta kada je pukotina nastala do trenutka kada preduzeće za vodosnabdevanje to uoči.
- Lociranje je uobičajeno vreme potrebno da se otkrije mesto pukotine.
- Popravka je uobičajeno vreme potrebno za popravku od trenutka kada se otkrije mesto pukotine, a koje obuhvata planiranje i obaveštenje nadležnih.

Kod prijavljenog curenja, svesnost i vreme lociranja su obično kratki jer su gubici odmah vidljivi ili moraju biti locirani da bi se rešile pritužbe potrošača. Ono, samim tim, može da bude nezavisno od svih drugih sistema aktivne kontrole upravljanja gubicima.

Kod neprijavljenog curenja, na vreme svesnosti utiče praksa upravljanja gubicima: bez upravljanja gubicima, preduzeće za vodosnabdevanje neće biti svesno njegovog postojanja. Ako se u vodovodnoj mreži jednom godišnje ispituje neprijavljeno curenje, tada će prosečno vreme trajanja neprijavljenog curenja iznositi šest meseci plus vreme potrebno za popravku.



Slika 3-3: Uticaj broja istraživanja u toku godine na vreme svesnosti

Number of Surveys per Year – broj istraživanja u toku godine

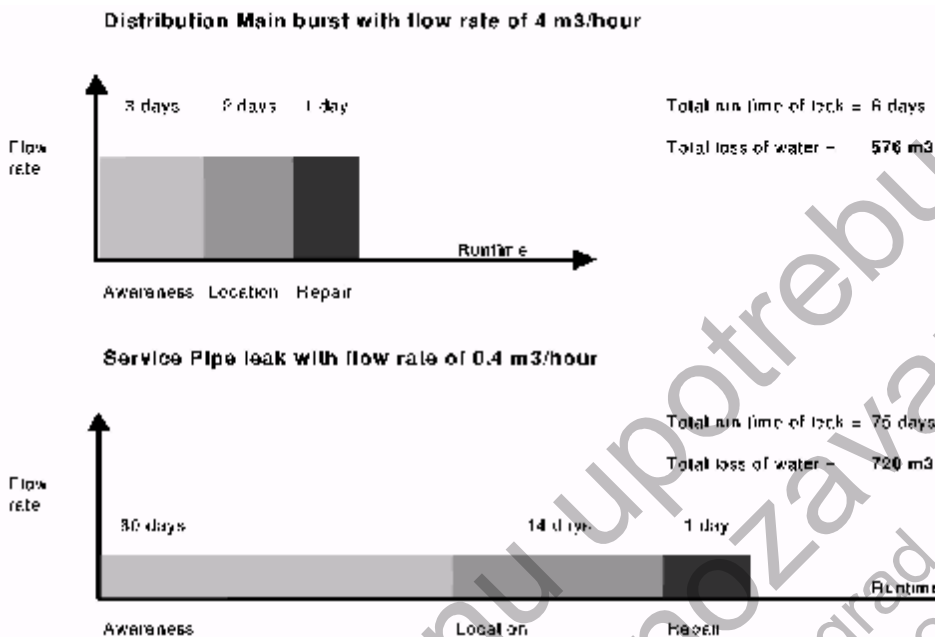
Average Awareness Tim (days)– prosečno vreme svesnosti (uočavanja) u danima

Redovna analiza protoka u OZB će potencijalno smanjiti trajanje gubitaka smanjenjem vremena svesnosti. Tako da ako se protok u OZB analizira svakog meseca, tada će vreme svesnosti o neprijavljenom curenju u proseku iznositi 15 dana. Ukupno trajanje tipičnog neprijavljenog curenja, na mesečnom nivou, iznosiće:

- Svesnost 15 dana
- Lociranje uobičajeno 5 dana
- Popravka uobičajeno 10 dana
- Ukupno trajanje 30 dana

Treba reći da će vreme lociranja i vreme popravke zavisiti od lokalne prakse, raspoloživosti ljudstva kao i lokalnog zakonodavstva u odnosu na aktivnosti preduzeća za vodosnabdevanje.

Slika 3-4 pokazuje važnost razmatranja curenja koja nisu prijavljena od strane građana. Ukupno trajanje većih (prijavljenih) curenja je mnogo kraće nego trajanje manjih curenja. Mnogo duže vreme svesnosti i vreme lociranja ovih manjih izliva može dovesti do većih ukupnih gubitaka.



Slika 3-4: Uticaj trajanja curenja na ukupne gubitke

Distribution Main burst with flow rate of 4m³/hour– curenje iz glavnih vodovodnih cevi sa protokom od 4m³/h

Service pipe leak with flow rate of 0.4m³/hour– curenje iz servisnih vodovodnih cevi sa protokom od 0.4m³/h

Total run time of leak ... days– ukupno trajanje curenja dana

Total loss of water – ukupan gubitak vode

Awareness – svesnost

Location – lociranje

Repair – popravka

Flow rate – protok

Analiza protoka u OZB kada se pojavi neprijavljeno curenje predstavlja ključni faktor za kontrolisanje gubitaka.

Glavni ciljevi analiziranja noćnih protoka u OZB su sledeći:

- Identifikovanje prisustva neprijavljenog curenja da bi se ograničilo njegovo prosečno trajanje.
- Identifikovanje delova mreže koji zahtevaju aktivno lociranje gubitaka, čime se omogućava najefikasnije raspoređivanje resursa.

3.5 Neredovno snabdevanje

Upravljanje OZB može da se ustanovi u mrežama gde postoje prekidi u snabdevanju. Najveća poteškoća vezana je za određivanje količine gubitaka, jer većina potrošača skladišti vodu kada je to moguće da bi na taj način pokrili sate kada je snabdevanja neredovno. Međutim, načela određivanja visine gubitaka ostaju ista. Ukoliko

se meri potrošnja i ako je merenje pouzdano, tada je neophodno samo podesiti prosečnu potrošnju tako da se kompenzuje skraćeno vreme pružanja usluge. Ako nisu dostupni pouzdani podaci o potrošnji, tada će biti neophodno sprovesti monitoring reprezentativnog uzorka potrošača, da bi se dobile tipične vrednosti.

U nekim slučajevima je moguće organizovati snabdevanje OZB po 24-časovnom rotacionom sistemu, tako da minimalni noćni protok može da bude izmeren. Međutim, potrebno je biti oprezan kako povećani gubici (prelivanje iz rezervoara, nedozvoljena potrošnja) ne bi uticali na podatke.

Pokazano je da je neredovno snabdevanje često posledica velikih gubitaka. Prema tome, malo je verovatno da će procena potrošnje korisnika imati značajan efekat na ukupne gubitke. Kada se najveće pukotine poprave, period neredovnog snabdevanja može značajno da se smanji, a moguće čak i eliminiše, čime se značajno pojednostavljuje upravljanje OZB.

3.6 Efekat pritiska

Efekat pritiska, iako veoma razumljiv u teoriji, tek je nedavno postao priznat u upravljanju gubicima, u smislu smanjenja i održavanja niskog nivoa gubitaka u vodovodnoj mreži.

Značajan rad je preduzet da bi se razumela veza između pritiska i gubitaka, što je izvan obima ovog Uputstva.

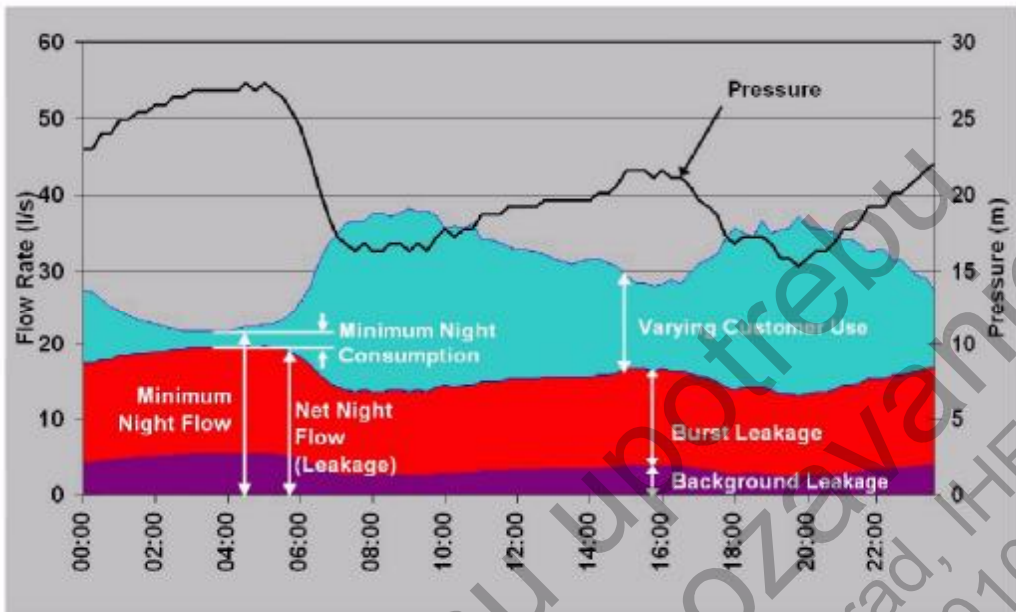
U suštini, najjednostavniji i najpouzdaniji izraz za vezu između pritiska i protoka curenja je:

$$L_1 = L_0 (P_1 / P_0)^{N1}$$

gde P_0 i L_0 predstavljaju početni pritisak i protok curenja u vodovodu, P_1 i L_1 su vrednosti korigovanog pritiska, a eksponent $N1$ uobičajeno varira od 0.5 do 1.5 za pojedinačne OZB, u zavisnosti od prevladajućeg tipa pukotina, kao i da li su materijali od kojih su cevi napravljene kruti ili savitljivi.

Često se pretpostavlja (zbog jednostavnosti) da prosečna vrednost $N1$ u velikim sistemima sa različitim materijalima cevovoda iznosi 1, podrazumevajući linearnu vezu između protoka curenja i pritiska.

Pritisak u vodovodu varira, u zavisnosti od protoka. Tako da ako se protok povećava (kao na primer u vreme najveće potražnje), pritisak će se smanjiti, čime se smanjuju i gubici, kao što je prikazano na slici 3-5.



Slika 3-5: Promena protoka, pritiska i gubitaka u vodovodnoj mreži

Flow rate – protok

Pressure – pritisak

Minimum Night Flow – minimalni noćni protok

Net Night Flow (Leakage) – neto noćni protok (gubici)

Burst Leakage – gubici na pukotinama

Background Leakage – bazni gubici

Minimum Night Consumption – minimalna noćna potrošnja

Varying Customer Use – promenljiva potrošnja korisnika

Shodno tome, stopa gubitaka u 24-časovnom periodu nije konstantna. Parametar koji se koristi da poveže stopu noćnih gubitaka sa stopom dnevnih gubitaka je poznat kao “faktor noć-dan”, FND (*Night-Day Factor - NDF*), (faktor čas - dan u Velikoj Britaniji) i on je određen na sledeći način:

Zapremina dnevnih gubitaka = FND x stopa noćnih gubitaka po času

gde je FND iskazan u časovima po danu.

Tako da će dnevna ušteda biti

$$(L_1 - L_0 (P_1 / P_0)) * FND$$

Za OZB sa gravitacionim snabdevanjem, FND je obično manji ili jednak 24 časa na dan, a za gravitacione sisteme sa niskim pritiskom sa velikim gubicima na trenje, FND može biti nizak i iznositi 12 časova na dan. Međutim, za OZB koje se snabdevaju direktno na pritisku mreže, ili za one sa uređajima za modulaciju pritiska (zasnovanim na vremenu ili protoku), FND je obično veći nego 24 časa na dan, a može ići i do 36 časova na dan.

Jasno je da FND predstavlja važan faktor koji mora da se uzme u obzir kada se noćni protok koristi za procenu dnevnih i godišnjih gubitaka. Iz tog razloga, uvek je bolje da se stope gubitaka koje se zasnivaju na merenju noćnih protoka izraze na časovnoj osnovi (“po času”), a da se stope gubitaka koje se zasnivaju na vodnom bilansu izraze na dnevnoj osnovi (“po danu”).

Pristup izračunavanju FND je dat u Prilog A.

4 PROJEKAT NADZORA NAD VODOVODNOM MREŽOM

4.1 Uvod

Podela velike vodovodne mreže može da bude delikatna operacija koja, ako se ne preduzme pažljivo, može da prouzrokuje probleme sa snabdevanjem i kvalitetom. Međutim, ako se tome pristupi pravilno, čak i najveće i najkompleksnije mreže mogu uspešno da se podele, što potvrđuju i brojni primeri širom sveta. Osnovno je posedovati detaljno i suštinsko znanje o hidraulici postojeće mreže.

Idealno je da prva faza projektovanja upravljanja OZB obuhvati pregled infrastrukture mreže za vodosnabdevanje. Projektovanje nadzora nad vodovodnom mrežom je veoma specifično zbog pojedinih uslova i pravila hidraulike i kvaliteta vode u mreži. Uobičajeno, projektovanje treba da počne od glavnih cevovoda i da se dalje širi ka distributivnoj mreži. Cilj je da se OZB odvoje od sistema glavnih cevovoda što je više moguće, čime se poboljšava kontrola OZB bez uticaja na fleksibilnost sistema glavnih cevovoda. Zbog toga će ključni element ovog inicijalnog pregleda biti utvrđivanje lokalne prakse ili zakonskih obaveza s obzirom na fleksibilnost snabdevanja, kao što je zadovoljenje kapaciteta za protivpožarnu zaštitu itd.

Tipična šema je prikazana na Slici 4-1.

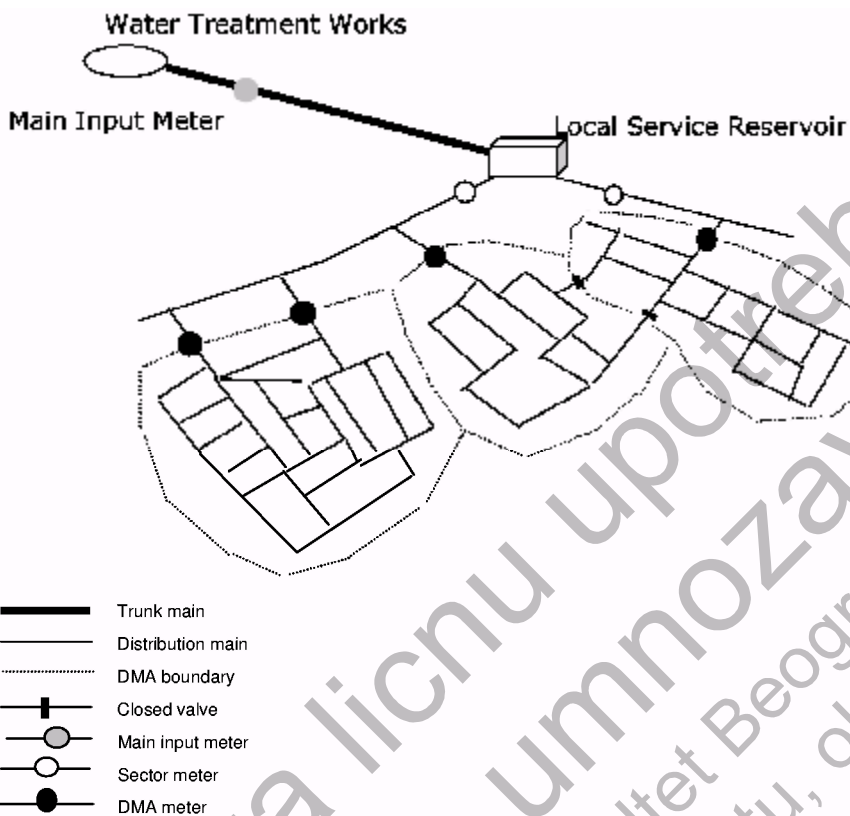


Figure 6: Typical DMA configuration

Slika 4-1: Tipična konfiguracija OZB

Water Treatment Works – postrojenje za prečišćavanje

Main Input Meter – glavni merač na ulazu

Local Service Reservoir – lokalni rezervoar

Trunk main – glavni cevovod

Distribution main – distributivni cevovod

DMA boundary – OZB granica

Closed valve – zatvoren zatvarač

Sector meter – sektorski merač

DMA meter – OZB merač

U velikim i kompleksnim vodovodima, upravljanje OZB treba da bude deo opšteg plana za nadgledanje protoka iz glavnih izvora vode. U takvim situacijama, možda bi bilo bolje da se mreža prvo podeli na veće sektore da bi se identifikovali delovi mreže u kojima je curenje najveće. Ti sektori tada mogu imati prioritet pri formiranju OZB. Ovaj početni plan zahteva pažljivo razmatranje pri određivanju granica, zato što će početno projektovanje biti ključno za opšti uspeh projekta i njegovu dugoročnu efikasnost. U stvari, treba koristiti prirodne granice gde god je to moguće (reke, potoci, železničke pruge itd.), da bi se ograničio broj zatvarača koje treba zatvoriti. Međutim, u kompleksnoj mreži, naročito tamo gde su postojeći pritisci niski, trebalo bi da se koriste kalibrisani hidraulični

modeli da bi se identifikovale mrtve tačke. Manje gradske i seoske mreže su podesnije za transformaciju u OZB, čime se eliminiše potreba za sektorima.

Kontrola pritiska sada se smatra za ključnu karakteristiku upravljanja gubicima i, trebalo bi je uključiti u rekonfiguraciju sistema za vreme projektovanja OZB šeme gde god je to moguće. Za to postoje tri glavna razloga:

- smanjuju se postojeći gubici;
- smanjuje se rizik od pojave novih pukotina kada su postojeće pukotine popravljene;
- produžava se životni vek mreže.

Kontrola pritiska primenjena je uspešno u vodovodnim mrežama sa veoma niskim pritiscima (manjim od 15m). Projektovanje zahteva veoma detaljnu hidrauličku analizu, često sa modelima matematičke simulacije, kao i visokokvalitetne zatvarače za smanjenje pritiska koji imaju niske gubitke pri maksimalnim protocima i izvanrednu kontrolu pri niskim protocima.

4.2 Projektovanje sektora

Kod velikih distributivnih mreža, u prvobitnoj fazi planiranja treba podeliti distributivni sistem na sektore odgovarajuće veličine korišćenjem karata distributivnih cevovoda u krupnoj razmeri, na kojima su prikazane izohipse, da bi se načrtale privremene granice sektora. Ovaj korak zahteva lokalno poznavanje mreže, raspoložive hidrauličke podatke (pritisak i protok), postojeće granice, prirodne karakteristike kao što su železnica, reke, glavni putevi i topografija grada, tako da se kao deo procesa oblast podeli na zone potencijalno visokog pritiska, gde je to prikladno. Kod kompleksnijih mreža treba koristiti matematički hidraulički model mreže da bi se identifikovale mrtve tačke. Na ovaj način, biće moguće zatvoriti zatvarače da bi se uspostavila stalna granica bez ugrožavanja rada postojeće mreže.

Primedba: nije važno da se oblast podeli na jednake sektore jer će postojeća infrastruktura i topografija odrediti najpodesniji način.

Ukoliko je to moguće, ovi sektori ne treba da obuhvataju glavne cevovode tako da je sačuvana fleksibilnost sistema za snabdevanja. Idealno bi bilo da se sektori obrazuju zatvaranjem zatvarača na granicama ili fizičkim prekidima cevi koje su postavljene preko granice. Tamo gde nije moguće napraviti takvu granicu, mogu se postaviti merači da bi se merili doticaji i oticaji iz sektora. Projektovanje sektora može se optimizirati korišćenjem modela matematičke simulacije. Na taj način će takođe biti moguće identifikovati delove mreže koji su predimenzionisani ili suvišni, što će zahtevati proveru kako bi bili sigurni da oni neće uzrokovati probleme sa kvalitetom vode. U velikom broju slučajeva ovi glavni cevovodi su realno predimenzionisani ili suvišni, ali prethodno nisu identifikovani. Predimenzionisani cevovodi su često rezultat promene u razvojnim planovima, prethodno neizvršene hidrauličke analize ili rekonfiguracije mreže.

Proces projektovanja sektora je ključan za ukupan uspeh plana upravljanja OZB. Naredna podela sektora na OZB je mnogo lakša kada je konfiguracija sektora optimizovana. Nije potrebno naglašavati koliko je ova prva faza važna i njome bi trebalo da se pozabave iskusni inženjeri kako bi se osiguralo postizanje najbolje konfiguracije u okviru finansijskih ograničenja.

Dodatna prednost formiranje sektora je ta što se rad može nastaviti na obrazovanju OZB unutar pojedinih sektora u različito vreme a projektni timovi se mogu premeštati u različite sektore. Rano formiranje ovih sektora takođe će omogućiti početnu procenu gubitaka, što može značajno uticati na program projektovanja OZB, tako da se aktivnosti mogu usmeriti na sektore gde su gubici najveći. U nekim slučajevima, formiranje sektora će povoljno uticati na ponovno određivanja mesta gde se ostvaruju gubici i to može biti deo opšteg programa dodatnih aktivnosti u vezi gubitaka.

U idealnom slučaju skladište vode (rezervoari, vodotorenjevi itd.) treba da bude locirano izvan sektora. Ukoliko to ne može da se postigne, alternativno se mere protoci na dovodu i odvodu iz rezervoara i uzimaju se u obzir u svakoj analizi protoka ali na štetu tačnosti merenja.

Samo za licnu upotrebu!
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

5 PROJEKTOVANJE OZB

5.1 Uvod

Metodologija monitoringa gubitaka zahteva postavljanje merača protoka na strateškim tačkama unutar vodovodnog distributivnog sistema, gde svaki merač beleži protok u zasebnoj oblasti, koja ima određenu i stalnu granicu. Takva jedna oblast naziva se Osnovna zona bilansiranja, OZB (*District Meter Area - DMA*).

Projektovanje sistema za monitoring gubitaka treba da ispuni dva zahteva:

- da podeli distributivnu mrežu na određeni broj OZB, tako da protok kroz svaku zonu može stalno da se nadgleda, omogućavajući otkrivanje prisustva neprijavljenih pukotina, kao i da se gubici sa sigurnošću izračunaju.
- da upravlja pritiskom u svakoj ili u grupi OZB tako da mreža funkcioniše sa optimalnim pritiskom.

U zavisnosti od karakteristika same mreže, OZB će biti:

- snabdevana preko jedne glavne cevi (poželjno) ili sa više strana;
- odvojena oblast (to jest bez protoka u susedne OZB);
- oblast koja je prolazna (kaskadna) prema susednoj OZB (varijanta za izbegavanje ukoliko je to moguće).

Efikasan stalni sistem kontrole gubitaka će:

- poboljšati pouzdanost merenja gubitaka unutar OZB;
- olakšati lociranje pukotina;
- ograničiti broj zatvorenih zatvarača, ili ako je moguće odstraniti ih;
- minimizirati promene u postojećoj mreži u hidrauličkom i kvalitativnom smislu.

5.2 Kriterijumi projektovanja OZB

Faktori koje treba uzeti u obzir prilikom projektovanja OZB su:

- zahtevani ekonomski nivo gubitaka;
- veličina (geografska oblast i broj priključaka potrošača);
- tipovi kuća, to jest, blokovi zgrada ili pojedinačne porodične kuće;
- varijacija u visinskim kotama zemljišta;
- razmatranja kvaliteta vode;
- potrebni pritisci;
- kapacitet za zaštitu od požara;
- ciljni nivo gubitaka;
- broj zatvarača koje treba zatvoriti;
- broj merača koji se koriste za monitoring idealno smanjenog protoka;
- veliki potrošači treba da imaju svoje merače koji se tretiraju kao izlazni merači iz

- OZB;
- stanje infrastrukture.

Najvažniji faktor je uspešno formiranje OZB bez značajnog uticaja na kvalitet snabdevanja potrošača. To je naročito važno u mrežama gde su postojeći pritisci već niski. Takođe treba zapamtiti da će smanjenje gubitaka koje omogućuje formiranje OZB voditi ka povećanju radnog pritiska u mreži.

Granice OZB ne treba uvek smatrati kao konačne. Kod promene radnih uslova, može biti neophodno da se granica modifikuje. Iz tog razloga, obično je bolje napraviti granicu zatvaranjem zatvarača nego prekidanjem cevi. Međutim, mora se voditi računa i osigurati da ti zatvarači budu čvrsto zatvoreni i da se izbegne njihovo slučajno otvaranje.

5.3 Veličina OZB i ekonomija

Veličina OZB utiče na troškove njihovog stvaranja: što je manja OZB, troškovi su veći. To je zato što je potrebno više zatvarača i merača protoka. Kasnije održavanje takođe će više koštati. Međutim, manje OZB imaju svoje prednosti, a to su:

- ranije će se otkriti nove pukotine smanjujući time „vreme svesnosti“;
- manje pukotine mogu se otkriti na osnovu noćnog korišćenja;
- vreme potrebno za lociranje pukotina može se smanjiti zato što je brže sprovesti aktivnosti otkrivaja u manjoj OZB nego u većoj;
- smanjiće se troškovi otkrivanja zato što je potrebno istražiti manji deo mreže da bi se otkrile pukotine;
- sve ovo omućava da se održi manji nivo gubitaka.

U praksi, uvek će biti značajnih varijacija u veličini OZB zbog rasporeda postojeće infrastrukture i potrebe da se optimizira upravljanje pritiscima. U Velikoj Britaniji veličina OZB se često određuje prema broju kuća, gde se smatra da je jedna kuća snabdevena preko pojedinačnog priključka. Zbog toga, OZB u gradskim područjima varira između 500 i 3000 kuća.

Zaključeno je se teško uočavaju male pukotine kada je OZB veća od 5000 kuća (kao što su pukotine na servisnim cevima) iz podataka o noćnom protoku, tako da lociranje pukotina traje duže. Međutim, velika OZB može da se подели na privremene manje OZB zatvaranjem dodatnih zatvarača, tako da se svaka podoblast snabdeva kroz merač OZB koji služi za otkrivanja curenja. U ovom slučaju, u fazi projektovanja OZB treba uračunati sve dodatne zatvarače koji su potrebni.

U mrežama u kojima je infrastruktura u veoma lošem stanju, isplati se imati veoma male OZB (sa manje od 500 priključaka potrošača) zbog visoke učestalosti curenja (i pritisak se povećava nakon popravke, što dovodi do stvaranja novih pukotina).

Alternativno, veličina OZB može se odrediti po km cevovoda, naročito u sistemima koji sadrže blokove zgrada u kojima je veoma mala gustina priključaka. Dodatna prednost je ta što se lakše preduzimaju aktivnosti lociranja mesta gde se ostvaruju gubici, koja se obično izražavaju u odnosu na dužinu glavnih cevi.

Obično će hidraulički, praktični i ekonomski faktori konačno odrediti veličinu OZB.

Preduzeća za vodosnabdevanje često imaju sopstvene kriterijume za određivanje prikladne metode za ekonomsku kontrolu gubitaka. Tamo gde to uključuje upravljanje OZB, analizom će se odrediti tip aktivne kontrole gubitaka, veličina OZB, ciljevi i kadrovska politika. Na primer, industrija vode u Velikoj Britaniji je preduzela obiman rad na ekonomiji gubitaka, što je objašnjeno u Izveštaju o upravljanju gubicima C – Postavljanje ekonomskih ciljeva kod gubitaka (*Managing Leakage Report C – Setting Economic Leakage Targets*).

5.4 Razmatranja kvaliteta vode

Obrazovanje OZB obuhvata permanentno zatvaranje graničnih zatvarača. To uslovljava stvaranje više slepih krajeva nego što bi ih normalno bilo u potpuno otvorenom sistemu. Zbog toga mogu da se pojave pritužbe na loš kvalitet vode. Što je veći broj zatvorenih zatvarača u OZB, to je verovatnije da će se to desiti, naročito ako se zatvoreni zatvarač ne nalazi na postojećoj mrtvoj tački. Ovaj problem se može delimično ublažiti sa programom ispiranja, počevši od faze projektovanja i nakon toga u regularnim intervalima, iako je potrebna velika pažnja da bi se osiguralo da to neće pogoršati situaciju. Neka preduzeća za vodu koriste sklop graničnih zatvarača koji se sastoji od dva zatvarača, na svakoj strani hidranta, čime se ovaj problem ublažava. Trebalo bi zapamtiti da stvaranje OZB samo pogoršava postojeći problem kvaliteta vode, što postaje vidljivo ukoliko se konfiguracija mreže menja iz razloga koji nisu vezani za kontrolu gubitaka.

5.5 Planiranje OZB

Faza planiranja predstavlja proces podele svakog sektora na OZB prikladne veličine. To je uobičajeno za velike međusobno povezane mreže. U malim vodovodima verovatno ta faza i neće biti potrebna.

Okvirno planiranje predstavlja prvi korak, kad se koriste karte distributivnih cevovoda u sitnoj razmeri da bi se iscrtale privremene granice. Karta treba da označi:

- svaku zgradu kojoj je potrebno snabdevanje vodom pod pritiskom iznad norme koja važi za tu oblast;
- svakog velikog ili specijalnog potrošača;
- visinske kote zemljišta.

Za ovaj korak koristi se lokalno poznavanje mreže i raspoloživi hidraulički podaci (pritisak i protok) da bi se identifikovala potencijalno problematična mesta, koja bi mogla da se pogoršaju usled zatvaranja graničnih zatvarača. Kada OZB granica prolazi preko cevovoda, zatvarač je zatvoren (ili se postavlja merač). To omogućava da se izračuna neto noćni protok kroz mrežu.

U velikim međusobno povezanim mrežama, naročito u onim u kojima je postojeći pritisak nizak ili postoje problemi sa kvalitetom vode, najbolje je koristiti kalibrisani hidraulički model mreže. Na taj način moguće je identifikovati veliki deo anomalija u mreži (nepoznati zatvoreni zatvarači, greške u povezivanju cevi) koje, ako se ne eliminišu, mogu da izazovu probleme u snabdevanju potrošača tamo gde je formirana OZB.

Granica treba da bude određena ne samo da ispuni opšti kriterijum projektovanja OZB, već i da prođe preko što je moguće manje cevi. Granica treba da sledi „liniju najmanjeg otpora“ korišćenjem prirodnih geografskih i hidrauličkih granica. Cilj je da se minimiziraju

troškovi instaliranja, rada i održavanja. Model je naročito koristan za identifikaciju postojeće mrtve tačke gde se OZB granični zatvarač može zatvoriti bez promene postojećeg rada mreže i time ograniči probleme u vezi pritiska ili kvaliteta vode. Detaljno razumevanje hidraulike koje obezbeđuje hidraulički model mreže takođe omogućava projektovanje odabranih poboljšanja, koja su u nekim slučajevima neophodna da bi se realizovalo optimalno snabdevanje pojedine OZB, naročito u slučajevima gde su propisi protivpožarne zaštite veoma restriktivni. U stvari, iskustvo je pokazalo da čak i u najkompleksnijim mrežama gde su cevovodi slabog kvaliteta, moguće je uspešno formirati OZB koja se snabdeva samo sa jedne strane – uz obaveznu primenu hidrauličkog modela mreže. Tamo gde se smatra da bi kvalitet vode mogao da predstavlja problem, tačke u kojima se vrši ispiranje treba da budu uključene pri projektovanju. Pri izboru ovih tačaka bi trebalo uzeti u obzir mogućnost rada lokalnih ekipa na ovim tačkama, naročito uzimajući u obzir saobraćaj. OZB granični zatvarači trebalo bi da budu lako prepoznatljivi.

U idealnom slučaju glavne cevi bi trebale da budu isključene iz OZB da bi se izbeglo skupo postavljanje merača, kao i da bi se poboljšala tačnost podataka o protoku i održala fleksibilnost snabdevanja. Preciznost merenja je značajno smanjena u slučajevima gde velika količina protoka koji ulazi u OZB prolazi u druge delove sistema.

Očigledno je da stvarne granice moraju biti deo kompromisa ukoliko će se OZB formirati uz minimalne promene infrastrukture. Na primer, postojeći zatvarač se možda ne nalazi tačno na mrtvoj tački, tako da se mora koristiti sledeći najbliži zatvarač. U nekim slučajevima bilo bi ekonomičnije da se cevovodi povežu, naročito ukoliko bi to omogućilo sprovođenje upravljanja pritiskom.

Potpuni podaci o celokupnoj infrastrukturi nisu neophodni u fazi projektovanja, iako treba locirati i uzeti u obzir važne industrijske potrošače. Prvobitno, potrebna je preciznost koja će potvrditi da li se OZB uklapa u opšti kriterijum projektovanja. Tamo gde je dostupan model mreže, već je određen pretpostavljeni protok. Ukoliko ne postoje podaci o protoku, najbolji izvor podataka o potrošačima je GIS, podaci o naplati računa, poštanski broj ili pregled po ulicama.

Za projektovanje lokacija na kojima će se vršiti merenja potrebna je karta u krupnoj razmeri, tako da detalji položaja glavne cevi budu jasno vidljivi, kao i pozicije zatvarača, krivine, priključci, drugi komunalni podaci kao i prepreke. Zatvarači i krivine mogu da uzrokuju netačnost pri merenju protoka kod nekih merača. Važno je postaviti takve merače na pravoj deonici cevi, što dalje od prepreke (naročito krivine). Treba pratiti preporuke proizvođača o razdaljini, izraženoj u broju prečnika cevi, između merača i uzvodnih / nizvodnih prepreka.

Takođe treba voditi i računa o tome kako će se podaci prikupljati iz merača. U mnogim slučajevima male kabine ili merne kućice se mogu nalaziti na podesnim lokacijama pored puta gde se mogu postaviti telemetrijske veze ili se podaci mogu prebaciti na portabl kompjutere.

Ključ za dobro projektovanje OZB je:

- minimalna promena visinskih kota zemljišta u okviru OZB;
- lako identifikovanje čvrstih granica;
- veličina OZB koja odgovara broju pukotina koje treba da se otkriju;
- pravilno projektovanje i postavljanje merača;
- uključivanje svih operativnih parametara na koje će uticati promene u mreži;
- ograničavanje broja zatvorenih graničnih zatvarača;

- ograničavanje broja merača protoka;
- optimiziranje pritiska tako da se održe standardi usluge potrošačima, kao i da bi se smanje gubici.

5.6 Testiranje OZB

Nakon određivanje granica OZB, potrebno je preduzeti probno zatvaranje zatvarača da bi se potvrdila njihova efikasnost i otkrilo koji zatvarači treba da budu zamenjeni. Važnost vodonepropustljivih granica ne treba potcenjivati, zato što jedan neefikasan zatvarač može da ugrozi procenu gubitaka u dve OZB. U stvari, važan razlog za postavljanje graničnog zatvarača što je bliže moguće prirodnoj mrtvoj tački je da se ograniči opadanje pritiska a time i bilo kog protoka kroz zatvarač. Jednom kada se potvrdi efikasnost zatvarača njih treba zatvoriti a pritisak unutar svake OZB nadgledati, da bi se osiguralo da će radni pritisak biti onakav kakav je projektovan. Mogućnost da se obezbede potrebe pri vršnoj potrošnji ili pri protoku za gašenje požara može da se simulira otvaranjem hidranata da bi se proverili hidraulički uslovi. Ukoliko projektovani pritisak ne može da se održi, tada treba detaljno proveriti pojedinosti iz OZB.

Uobičajen problem koji se javlja na terenu je postojanje nepoznatih zatvorenih ili delimično zatvorenih zatvarača. Ukoliko se proverama ne otkrije nijedan od ovih problema tada je najverovatnije da postoji greška u samom projektovanju. Korišćenje hidrauličkog modela mreže omogućava da se takvi problemi otkriju i reše već u fazi projektovanja.

Jednom kada se OZB napravi, treba sprovesti test nultog pritiska. To uključuje prekid snabdevanja OZB i proveru da li pritisak pada prema nuli. Sve granične i razdvojne zatvarače treba proveriti da bi se videlo da li su oni potpuno zatvoreni. Ukoliko se pronađu neispravni zatvarači njih treba popraviti i ponoviti test nultog pritiska.

Uobičajena procedura testiranja nultog pritiska izgleda ovako:

1. Pokazati granične zatvarače tako što će se obeležiti njihovi poklopci (na primer poklopac zatvarača se često boji u crveno).
2. Organizovati testiranje između 1^{oo} i 5^{oo} sati noću. Obavestiti potrošače sa specijalnim potrebama (bolnice, pacijente na dijalizi itd.).
3. Osoblje mora imati plan za pokazivanje granice OZB, graničnih zatvarača i OZB ulaznog zatvarača.
4. Postaviti logere pritiska ili merače na ključnim lokacijama u okviru OZB.
5. Zatvoriti ulaz u OZB da bi se ona izolovala.
6. Analizirati podatke o pritisku. Ako pritisak padne na nulu verovatno je granica nepropusna ili ukoliko postoji nepoznati priključak, verovatno je da će biti veoma malo propusna. Međutim, ako nakon 10 minuta pritisak ne opadne, drugu proveru treba sprovesti simuliranjem potrošnje (na primer otvaranjem hidranata unutar OZB) da bi se podstakao protok, što bi trebalo da smanji pritisak na nulu. Ukoliko nema nepoznatih priključaka, pritisak treba da ostane na niskom nivou kada je hidrant zatvoren.
7. Ukoliko test ne uspe, to jest pritisak se penje, verovatno postoji nepoznati priključak. Procena pijezometarske kote (pritisak + nivo zemljišta) na svakoj od monitoring tačaka će omogućiti da se identifikuje oblast potencijalnog ulaza u sistem. Tada je neophodno preduzeti dalje istraživanje, verovatno sa određivanjem dodatnih zona u okviru OZB da bi se otkrio nepoznati ulaz u sistem. Nije suvišno istaći važnost provere nepropusnosti granice OZB, zato što sve dalje aktivnosti

lociranja mesta gde se ostvaruju gubici zavise od tačnosti procene gubitaka.

Nakon završetka testiranja, zatvarač za snabdevanje se ponovo otvara. Pritisak se nadgleda da bi se osiguralo da će ponovo biti uspostavljeno snabdevanje OZB.

5.7 Izbor merača

Merač protoka treba da ima mogućnost da precizno meri male protoke i da istovremeno nema prevelike gubitaka pri maksimalnim protocima.

Savremena tehnologija merača protoka omogućava izbor merača koji može da odgovori na najveće dnevne protoke i sezonske zahteve i koji može tačno da izmeri:

- noćne protoke u OZB;
- noćne protoke u OZB podsektorima;
- veoma niske protoke koji se javljaju u fazama testiranja;

Izbor veličine i tipa merača zavisiće od:

- prečnika cevi;
- opsega protoka;
- gubitaka pri najvećim protocima;
- uslova pojave protoka u suprotnom smeru ;
- tačnosti i mogućnosti ponavljanja;
- troškova prenosa podataka;
- troškova merača;
- troškova vlasništva i zahteva održavanja;
- prioriteta preduzeća za vodosnabdevanje.

Opseg protoka i zahtevi tačnosti merača takođe će zavistiti od načina korišćenja. Tradicionalno se OZB koristi za monitoring gubitaka pri čemu je značajnija bila sposobnost ponavljanja nego apsolutna tačnost. To je naročito slučaj kada je početni nivo gubitaka veoma visok. Kako je raslo korišćenje OZB za određivanje ukupnih gubitaka, istorijskih tendencija protoka i za procenu tendencija potrošnje, tako se povećavala zahtevana tačnost pojedinačnih merača.

Elektromagnetni merači koji mere protok po celom prečniku cevovoda su najprikladniji za primenu u OZB zato što zadovoljavaju zahteve tačnosti merenja pri niskim protocima bez značajnog uticaja na gubitke pri najvećim protocima. Međutim, oni mogu da budu skupi i u većini slučajeva zahtevaju spoljno napajanje električnom energijom. Ultrazvučni merači imaju iste nedostatke ali troškovi instaliranja su niži jer nema potrebe za sečenjem cevi. U manjim ulaznim cevima, klasičan turbinski vodomer biće više nego dovoljan ako je za čuvanje podataka (logere) korišćena jedinica visoke rezolucije impulsa (poželjno 1 impuls / 10 l). Iako su manje precizni nego merači koji mere po celom prečniku cevovoda, merači koji se postavljaju u samom cevovodu mogu biti korisni, naročito kao privremeno rešenje kada je početni nivo gubitaka veoma visok.

Najlakši način da se maksimizira tačnost je da se smanji broj ulaza u sistem. Ako je moguće, treba izbegavati merenja zasnovana na većem broju ulaza i izlaza jer ona mogu dati varljive nivoe gubitaka zbog prirasta grešaka na meračima .

Kod projektovanja merača treba voditi računa o gubicima, sezonskim promenama, kao i promenama potreba za vodom. Ukoliko se javlja tok u suprotnom smeru ili je verovatno da će do njega doći, treba specificirati merač koji radi i u slučajevima promene smera toka vode. Poređenjem podataka iz prethodnih godina dobija se pokazatelj sezonskih promena. Takođe treba uzeti u obzir i manje protoke koji se javljaju posle pronalazaženja i popravke pukotina.

Ukoliko je pri projektovanju OZB primenjen model mreže, to treba iskoristiti za predviđanje opsega protoka merača, uzimajući u obzir sezonske zahteve i buduće maksimalne i minimalne protoke. Ukoliko model nije dostupan, opseg protoka može da se proceni pomoću privremenog merača postavljenog u samom cevovodu, sa određenim podešavanjem za sezonske i/ili izuzetne protoke.

Alternativno, opseg protoka može da se proceni preko proračuna potreba za vodom, koristeći:

- merene potrošnje korisnika;
- broj potrošača;
- procene o potrošnji izvan domaćinstava (industrijske potrebe);
- procene o izuzetnoj noćnoj potrošnji, višoj od 500 l/čas (za maksimalne protoke);
- procene o noćnoj potrošnji (za minimalne protoke);
- procene gubitaka (za minimalne protoke nakon popravke pukotine);
- protoke za potrebe protivpožarne zaštite;

Formule se izrađuju korišćenjem koncepta "Procena curenja i baznih gubitaka" (*Burst and Background Estimates - BABE*) da bi se odredio dugoročni minimalan stepen gubitaka koji može da se predvidi u OZB (videti Prilog E).

6 USPOSTAVLJANJE OZB

6.1 Potvrđivanje

Nakon postavljanja svih graničnih merača i obrazovanja stalne granice, neophodno je „potvrditi“ OZB oblast da bi se obezbedilo da:

- svi merači rade pravilno;
- ne postoje operativni problemi;
- su svi unutrašnji zatvarači ispravni;
- se odredi prosečan pritisak u OZB.

Podaci sa OZB merača i unutrašnji pritisci bi trebali da se prikupljaju u toku nekoliko dana i analiza tih podataka će odrediti visinu gubitaka.

6.2 Upravljanje

Jednom kada je OZB potvrđena, sav budući rad je vezan za njeno upravljanje, koje uključuje uspostavljanje početnih procedura i narednih rutinskih operacija.

Početni rad obuhvata pitanja „vođenja domaćinstva“ kao što su:

- uspostavljanje izveštaja i procedura za pripremu izveštaja;
- uspostavljanje procedura za monitoring i prikupljanje podataka;
- informisanje odgovarajućeg osoblja o promenama na zatvaračima;
- određivanje prioriteta za sprovođenje aktivnosti lociranja mesta na kome se ostvaruju gubici;
- pregledanje žalbi potrošača, naročito žalbi na promenu boje, nizak pritisak i nestašicu vode.

Sa druge strane, rutinske operacije obuhvataju sledeće aktivnosti:

- da su OZB granični zatvarači jasno obeleženi tako da osoblje može da ih identifikuje;
- da se status zatvorenih zatvarača redovno proverava;
- ukoliko u izuzetnim slučajevima granica mora da se otvori, tada se podaci o protocima registrovanim u tim slučajevima ne razmatraju za procenu bilo kakvog gubitka;
- da se protoci prate zbog konsistentnosti. Dnevna neravnomernost protoka u svakoj OZB mora da bude u saglasnosti sa dnevnom neravnomernosti potrošnje u OZB.. Ukoliko to nije slučaj, verovatno postoje problemi sa graničnim zatvaračima ili meračima. Zbog ovoga treba da se pokrene istraživanje.
- kada su dostupne procene noćne i dnevne potrošnje korisnika, može se sprovesti jednostavna provera da bi se utvrdilo da li su gubici izmereni u toku noći u skladu sa gubicima dobijenim kada se od ukupnog neto dnevnog protoka u OZB oduzme ukupna dnevna potrošnja. Ukoliko to nije slučaj, verovatno postoje problemi sa meračima ili graničnim zatvaračima i treba ih ispitati.

6.3 Zahtevi za podacima za definisanje bazne i noćne potrošnje

Najjednostavnije rečeno, gubici u OZB predstavljaju razliku između dotoka i potrošnje. Kada je formirana OZB, protok se meri direktno preko merača. S druge strane, određivanje potrošnje korisnika nije tako direktno. Čak iako se meri potrošnja svih potrošača, podaci zavise od mnogih faktora koje nije lako odrediti, kao što su greške merača i nelegalno korišćenje.

U mrežama sa kontinuiranim snabdevanjem, mnogi od ovih problema su prevaziđeni određivanjem gubitaka kada je potrošnja minimalna, što je najčešći slučaj noću. Kako je noćna potrošnja obično veoma mala, sledi da će u svim mrežama, osim u onima u kojima nema curenja, najveći deo noćne potrošnje biti posledica gubitaka, pa je gotovo moguće direktno izmeriti gubitke.

Kontinuirano snabdevanje nije, međutim, preduslov za upravljanje OZB. Čak i kod mreža koje imaju neredovno snabdevanje u kojima se snabdevanje prekida noću, još uvek je moguće odrediti gubitke u OZB i upravljati njima, mada će rezultati biti manje precizni. Međutim, važnost tačnosti raste obrnuto u odnosu na visinu gubitaka. Kako je neredovno snabdevanje obično posledica velikih gubitaka, preciznost je u tom slučaju manje važna. Najvažnije je da se što je tačnije moguće odredi stvarna potrošnja za vreme perioda snabdevanja. Dakle, neophodno je da se preduzme monitoring na terenu da bi se odredila prosečna potrošnja. Na ovaj način, prvo se odabere OZB sa najvećim gubicima da bi se smanjili gubici, što može biti dovoljno čak i za prestanak potrebe za prekidom snabdevanja. Tada se može usvojiti precizniji metod zasnovan na noćnom protoku.

6.4 Merenje minimalnog noćnog protoka

Minimalni noćni protok je najmanji protok u OZB koji se javlja svake noći. U većini slučajeva ovaj protok se uglavnom sastoji od gubitaka, sa relativno malom potrošnjom korisnika. U jednostavnim OZB, ovaj noćni protok biće izmeren samo jednim meračem. Međutim, u nekim slučajevima, minimalni noćni protok predstavljaće minimum ukupnih protoka iz nekoliko merača (ne ukupni minimalni protok sa svakog od merača).

Noćni protok treba da bude prosečan protok u određenom vremenu. Period od jednog časa je koristan i u širokoj je upotrebi.

Uobičajeno, logeri podataka su podešeni za merenje protoka i minimalna jednočasovna vrednost treba da predstavlja najniži jednočasovni prosek ovih vrednosti. Minimalni jednočasovni protok je samo donekle zavisao od intervala registrovanja i taj uticaj obično može da se ignoriše.

6.5 Proračun dnevnih gubitaka iz minimalnog noćnog protoka

Način određivanja gubitaka preko minimalnog noćnog protoka je obično najprecizniji jer predstavlja skoro direktno merenje gubitaka. Međutim, treba biti obazriv pri proračunu prosečnih gubitaka preko noćnih gubitaka zbog uticaja pritiska.

Noću je pritisak obično najveći a varira u toku dana jer protok kroz mrežu prouzrokuje hidrauličke gubitke. Stoga ekstrapolovanje noćnih gubitaka na period od 24 časa može dovesti do precenjivanja dnevnih gubitaka. Da bi se uzela u obzir ova činjenica, procene

gubitaka zasnovane na merenjima noćnog protoka se množe sa faktorom noć-dan, FND (*Night-Day Factor - NDF*). U gravitacionim sistemima uobičajene su vrednosti od 18 do 24. Metod procenjivanja FND je dat u Prilogu A.

6.6 Procene noćne potrošnje

Kada je potrošnja korisnika izmerena, moguće je primeniti standardni noćni faktor na raniju potrošnju da bi se procenilo legitimno noćno korišćenje. Kada takvi faktori nisu dostupni ili se ne smatraju pouzdanim, korisno je da se preduzme monitoring uzorka potrošača merenjem potrošnje u 30-minutnim intervalima sa veoma tačnim meračima postavljenim u nizu sa postojećim meračem u periodu od najmanje 7 dana. Takav test će takođe omogućiti procenu greške u merenju upoređivanjem stvarne količine registrovane u test meraču sa očiglednom potrošnjom izmerenom preko merača korisnika čime bi se dobila efektivna greška merača. Isti pristup takođe može da se primeni u mrežama sa neredovnim snabdevanjem ili onim gde potrošači imaju rezervoare. Alternativno, uzorak merača može da se čita ručno u redovnim intervalima u toku dana da bi se izveo zaključak o tipičnim profilima potrošnje.

Značajan rad u vezi noćne potrošnje je obavljen u Velikoj Britaniji i to je objavljeno u Izveštajima E i F o upravljanju gubicima (*Managing Leakage Reports E, & F*), Izveštaju Preduzeća za istraživanje industrije vode u Velikoj Britaniji (*UK Water Industry Research Ltd, UKWIR*) o noćnoj potrošnji domaćinstava (*UKWIR Household Night Consumption Report*) i u Izveštaju o proceni legitimne noćne potrošnje izvan domaćinstava (*Estimating Legitimate Non-household Night Use Report*). Kratak pregled dat je u Prilogu D, dok se najnoviji radovi objavljeni od strane Preduzeća za istraživanje industrije vode u Velikoj Britaniji (*UK Water Industry Research Ltd, UKWIR*) mogu naći na internet stani istraživanja u Velikoj Britaniji, www.ukwir.co.uk. Precizne naknade za noćnu potrošnja su važne u Velikoj Britaniji zato što su vodovodi dužni da kontrolorima podnose izveštaje o gubicima (korišćenjem noćnog protoka). Veliki deo ovog rada, međutim, proizilazi iz činjenice da se u Velikoj Britaniji potrošnja meri kod malog broja potrošača i da se stanovi dosta razlikuju.

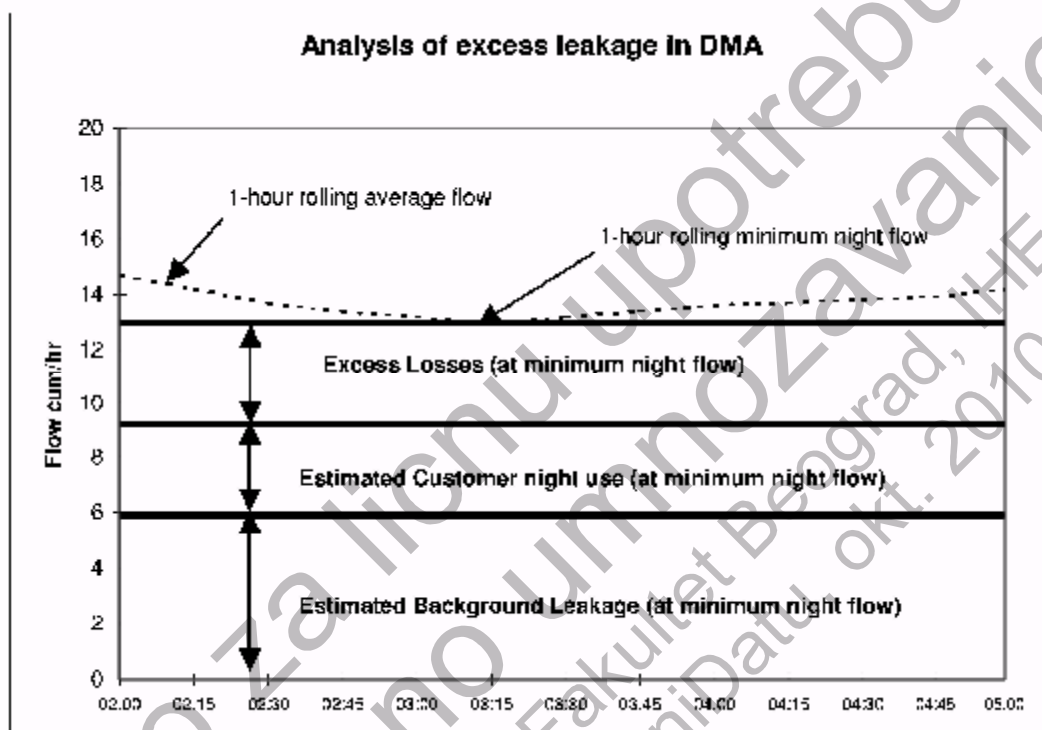
Preporučljivo je da se noćna potrošnja podeli na najmanje tri kategorije, zavisno od vrste potrošnje u mreži. To su:

- domaćinstva;
- potrošnja izvan domaćinstava, kao što su poslovni objekti i škole koje vodu troše uglavnom preko dana;
- specijalni potrošači koji mogu obuhvatati od industrijskih i poljoprivrednih potrošača do bolnica i klinika.

Raspoređivanje potrošača u OZB može se izvršiti na dva načina. Najprecizniji i najprikladniji metod je da se koriste adrese iz računa za naplatu. Ukoliko oni nisu dostupni, a gubici su veliki, dovoljno je proceniti procenat potrošača u svakoj OZB i dodeliti tipičnu potrošnju. Treba se maksimalno potruditi da se potrošnja korisnika odredi precizno čime se povećava pouzdanost dobijenih vrednosti gubitaka.

Dalje smanjenje gubitaka je znatno teže postići kada je već uspostavljena kontrola nad gubicima. U takvim okolnostima, neophodno je detaljnije proceniti svaku komponentu gubitaka. Sa ovim ciljem, u Velikoj Britaniji je razvijen metod za procenu komponenti gubitaka usled gubitaka i baznih gubitaka, PGBG, i kada se taj metod pravilno primeni

može biti osnova za pouzdanu analizu minimalnog noćnog protoka. Ranije su mnoge metode bile korišćene za poređenje i analizu OZB. Nažalost, samo nekoliko metoda dozvoljava poređenje OZB različitih veličina, pritisaka i infrastrukture. Osim što prevazilazi navedene nedostatke, ovaj metod takođe omogućava određivanje količine neizbežnih gubitaka što omogućava određivanje curenja ili prekomernih gubitaka koji realno mogu da se nadoknade.



Slika 6-1: Određivanje prekomernih gubitaka

Analysis of excess leakage in DMA – analiza prekomernih gubitaka u OZB

Flow cum/hr – protok m^3/h

Excess Losses (at minimum night flow) – gubici (pri minimalnom noćnom protoku)

Estimated Customer night use (at minimum night flow) – procenjena potrošnja korisnika (pri minimalnom noćnom protoku)

Estimated Background Leakage (at minimum night flow) – procenjeni bazni gubici (pri minimalnom noćnom protoku)

1-hour rolling average flow – časovni srednji protok

1-hour rolling minimum night flow – časovni minimalni noćni protok

Prekomerni gubici u OZB uzrokovani su prisustvom neprijavljenih pukotina. Da bi se izračunali prekomerni gubici, moraju se izmeriti ili proceniti i druge komponente minimalnog noćnog protoka.

Dok PGBG pristup može da zahteva više podataka, početna primena može da se pojednostavi korišćenjem početnih standardnih vrednosti dok se ne dobiju precizniji podaci. Detaljan opis PGBG pristupa je dat u Prilogu E.

Podaci za ustanovljavanje noćnog korišćenja potrošača obuhvataju sledeće:

- naseljenost
- broj domaćinstava (tj. pojedinačnih stanova u zgradama i kućama)
- broj objekata koji ne spadaju u domaćinstva (industrijski objekti)
- detalje o internoj praksi u vezi vodovodnih instalacija
- identifikaciju potrošača izvan domaćinstava za koje je procenjeno da imaju noćni protok veći od $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ i koji su klasifikovani kao Specijalni noćni korisnici
- detaljnije podatke o industrijskim potrošačima (izvan domaćinstava) kao što su vrsta korisnika i prosečna dnevna potreba za vodom

Podaci za ustanovljavanje baznih gubitaka u OZB su sledeći:

- dužina cevovoda
- broj priključaka
- prosečna dužina privatne priključne cevi, koja povezuje vodovodnu mrežu i potrošača
- prosečni zonski noćni pritisak, PZNP
- kako su potrošači priključeni na vodovod

6.7 Noćna potrošnja kada potrošači imaju velike rezervoare

U mrežama sa neredovnim snabdevanjem, potrošači često imaju sopstvene rezervoare za skladištenje dovoljne količine vode koja pokriva njihovu dnevnu potrošnju. To će veoma uticati na precizno određivanje gubitaka, osim ukoliko se ne vrši monitoring da bi se odredila potrošnja. Rezervoari se takođe koriste i u mrežama sa 24-časovnim snabdevanjem u kojima se javljaju niski pritisci. Ovo može uticati na stopu punjenja rezervoara, naročito noću. U takvim slučajevima, najbolje rešenje je izvršiti monitoring reprezentativnog uzorka, tako da se tačna potrošnja može uneti u proračun gubitaka.

Treba naglasiti da je formiranje OZB, pored toga što obezbeđuje savršen instrument za smanjenje gubitaka, takođe korisno i kao sredstvo za upravljanje potrebama za vodom, da bi se raspoloživa količina vode distribuirala u sve delove mreže. To se postiže postavljanjem zatvarača za smanjenje pritiska na ulaz u OZB i regulisanjem izlaznog pritiska pomoću merača vremena (tajmera).

Iskustvo je pokazalo da su u većini slučajeva, problemi sa neredovnim snabdevanjem ili niskim pritiskom obično prouzrokovani veoma velikim gubicima u mreži. Sistem stalne kontrole gubitaka i pritiska, samim tim, predstavlja prvi korak ka rešenju ovog problema.

6.8 Provera podataka o minimalnom noćnom protoku

Kada se dobiju podaci o protoku, na osnovu kojih se može odrediti OZB u kojoj će se sprovesti otkrivanje curenja, treba uraditi nekoliko provera pre nego što se ekipe za otkrivanje curenja pošalju na teren da pronađu neprijavljene pukotine.

- Da li se povećan protok javio u više uzastopnih dana ili u toku samo jednog dana? Dobro je proveriti da se povećan protok javlja u toku više od jednog dana pre nego što se poradi na promeni.

- Da li je moguće da je do povećanja potrošnje došlo zbog promene u potrošnji velikog potrošača? Korisno je da veliki potrošači imaju merače sa logerima da bi se potvrdila neravnomernost potrošnje.
- Da li je moguće da je tada došlo do smanjenja noćne potrošnje? To bi moglo da bude važno ukoliko je OZB tek formirana.
- Da li je moguće da je do promene došlo usled radova na održavanju? Svaki rad na održavanju treba da bude prijavljen timu za kontrolu gubitaka.
- Da li je promenjen status graničnog zatvarača? Iznenaadne promene protoka često su uzrokovane time što su OZB granični zatvarači bili otvoreni ili zatvoreni. Tim za kontrolu gubitaka treba da bude obavešten o svakoj promeni.
- Da li svi merači pravilno rade? Kvar na jednom meraču, naročito u međusobno povezanim OZB, može promeniti visinu gubitaka u više OZB.
- Da li je moguće da je došlo do velikog otcajaja na hidrantima? To treba u podacima o protoku registrovati kao iznenadni maksimalan protok koji ne treba uzimati u obzir pri proceni gubitaka.

Samo za licnu upotrebu!
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

7 IZBOR OZB ZA SANACIJU GUBITAKA

Nakon što se formira nekoliko OZB, gubici mogu redovno da se određuju. Tada se definišu prioriteta da bi se odabrala najgora OZB po pitanju gubitaka. Ovo poglavlje se bavi metodama koje su dostupne za izbor OZB na kojima je najbolje krenuti sa sanacijom gubitaka.

7.1 Definisane ciljeva i resursa

Detalji postavljanja ciljeva i resursa za ceo vodovodni distributivni sistem prevazilaze obim ovog Uputstva. Međutim, potrebno je ukratko razmotriti ovo pitanje da bi se objasnilo kako postavljanje ciljeva vodi ka izboru OZB u kojoj će se sprovesti otkrivanje i popravka pukotina.

7.1.1 Određivanje ciljeva

Postoji nekoliko različitih ciljeva kod sprovođenja programa kontrole gubitaka u vodovodu. Oni bi mogli da obuhvate:

- poboljšanje trajanja, pouzdanosti i kvaliteta snabdevanja;
- sprečavanje trošenja vodnih resursa;
- ušteda troškova za prečišćavanje i pumpanja;
- ispunjavanje propisanih ciljeva za zahvatanje sirove vode i gubitke.

Specifični ciljevi biće definisani u strateškom planu preduzeća za vodosnabdevanje. Oni će tada predstavljati osnovu za formiranje i kasniji odabir OZB u kojoj će se vršiti otkrivanje curenja. Usvojen način za ispunjavanje ciljeva u vezi gubitaka će verovatno biti zasnovan na kombinaciji sledeće četiri aktivnosti:

- aktivna kontrola gubitaka;
- upravljanje pritiscima;
- upravljanje infrastrukturom;
- upravljanje popravkama.

Važno je zapamtiti da, bez obzira na pristup, cilj nije samo snižavanje postojećeg nivoa gubitaka, već i održavanje niskog nivo gubitaka u budućnosti.

Procena ciljnog smanjenja gubitaka preko Aktivne kontrole gubitaka treba da ide zajedno sa procenom osoblja potrebnog za otkrivanje curenja i popravku pukotina. U zavisnosti od lokalne situacije, početne potrebe za osobljem koje će postaviti sistem kontrole i koje će obavljati početno otkrivanja curenja, mogu biti mnogo veće od potreba za osobljem koje će raditi na održavanju stepena gubitaka onda kada je cilj dostignut.

7.2 Metode za izbor OZB za otkrivanje curenja

Cilj je odrediti one OZB u kojima će se sanacijom postići veća korist od dodatnih napora potrebnih za otkrivanje i popravku pukotina.

To zahteva analizu troškova i koristi (detaljno opisano u Prilogu C), za koju su potrebna četiri glavna elementa:

- troškovi otkrivanja i dodatni troškovi popravke;
- smanjenje visine gubitaka kao posledica otkrivanja i popravke?
- vrednost uštede¹
- učestalost ponovnog pojavljivanja gubitaka²

Postoje praktični problemi u vezi ovakvog pristupa:

- postoji potreba za analizom istorijskih podataka da bi se napravila razumna procena, što nije moguće kada je OZB prvi put formirana;
- može biti teško izračunati vrednost uštede;
- optimalna primena ovog pristupa zahteva fleksibilnost u raspoloživosti ekipa za otkrivanje, što nije uvek moguće.

Ukoliko nisu dostupni svi podaci, neophodno je pribеći jednostavnijoj metodi, koja je zasnovana na stvarnim raspoloživim podacima, ali koja ipak uzima u obzir razliku u veličini OZB.

7.2.1 Najjednostavniji pristup

Najjednostavniji pristup u mrežama sa kontinuiranim snabdevanjem je predstaviti prekomerne gubitke (definisano u Poglavlju 6) kao prekomerne gubitke po priključku potrošača.

OZB treba rangirati od onih sa najvećim prekomernim gubicima po priključku potrošača do onih sa najmanjim prekomernim gubicima po priključku potrošača. OZB sa najvećim prekomernim gubicima po priključku potrošača treba odabrati za otkrivanje pukotina. To se vidi iz činjenice da je najveći deo troškova otkrivanja pukotina povezan sa priključcima potrošača u gradskim područjima.

¹ Vrednost uštede zavisi od okolnosti u OZB. Svaki od četiri cilja u Odeljku 7.1.1 treba da zauzima različitu graničnu vrednost u uštedi u OZB. Tako, na primer, vrednost uštede u OZB u kojima se crpke koriste za snabdevanjem iz izvora sa velikim operativnim troškovima, gde neki potrošači imaju neredovno snabdevanje zbog gubitaka unutar OZB, obično će biti veća nego vrednost uštede u OZB gde je snabdevanje kontinuirano, gravitaciono iz izvora sa niskim operativnim troškovima. Vrednost produženog trajanja, pouzdanosti i kvaliteta snabdevanja obično će prevagnuti ostale ciljeve.

² Početna aktivna kontrola gubitaka, AKG (Active Leakage Control - ALC) će smanjiti broj pukotina unutar OZB. Kada AKG prestane u OZB će broj i veličina pukotina polako rasti, dok se, bez dalje AKG, visina gubitaka ne vrati na prvobitni nivo. Ako broj pukotina i stopa curenja raste brže nego trošak AKG, ona treba da se ponovi. Sa druge strane, ukoliko curenje raste polako, troškovi možda neće morati da se ponavljaju godinama. Tako da je jeftinije sprovesti AKG u OZB sa velikim gubicima i niskom stopom rasta, nego isto to uraditi u OZB sa velikim gubicima i visokom stopom rasta.

Međutim, ukoliko je gustina priključaka mala (manja od 1 priključka na 100 m cevovoda), kao na primer u seoskim područjima ili tamo gde veliki broj pojedinačnih stanova koristi samo nekoliko priključaka), tada može biti pogodnije da se rangiranje izvrši po prekomernim gubicima po kilometru cevovoda. To se vidi iz činjenice da su kod male gustine priključaka, troškovi otkrivanja pukotina više vezani za dužinu cevovoda.

7.2.2 Neredovno snabdevanje

Kontinuirano snabdevanje treba da bude prioritet za svaki vodovod jer su efekti zatvaranja i ponovnog puštanja u rad sistema pod pritiskom ozbiljni i sa konstruktivne i sa kvalitativne tačke gledišta. Samim tim, ako delovi mreže pate od neredovnog snabdevanja, rad na otkrivanju curenja treba usmeriti na one OZB u kojima smanjenje gubitaka može da dovede do redovnijeg snabdevanja. Međutim, u onim OZB gde su primećeni problemi u snabdevanju treba voditi računa ukoliko se razlozi za neredovno snabdevanje vezuju samo za gubitke u toj oblasti. U stvari, iskustvo je pokazalo da je neredovno snabdevanje u problematičnoj oblasti nepromenjeno ukoliko je prouzrokovano prekomernim gubicima u mreži uzvodno od te oblasti. U takvim slučajevima prioritet treba dati OZB u tim oblastima.

Često je stopa gubitaka u oblastima sa neredovnim snabdevanjem veoma niska. To ne mora da se protumači kao nagoveštaj da je mreža skoro bez pukotina, zato što je verovatnije da je radni pritisak takođe nizak. Stoga je moguće da kada se jednom postigne kontinuirano snabdevanje dođe do povećanja gubitaka. Iz tog razloga kontrola pritiska treba da se sprovede i u onim OZB gde je radni pritisak već nizak. U nekim slučajevima, sprovođenje inteligentne kontrole pritiska je prošireno na upravljanje problemima neredovnog snabdevanja, gde se pritisak smanjuje u nekim OZB da bi se omogućilo snabdevanje problematične OZB. Korišćenje hidrauličkog modela mreže će mnogo pomoći u analizi razloga i definisanje rešenja za probleme neredovnog snabdevanja.

7.2.3 Aproksimacija proizvodom granične uštede i prekomernih gubitaka po priključku potrošača

Ukoliko mreža poseduje sledeće karakteristike:

- granične uštede mogu se iskazati novčano³
- granične uštede se dosta razlikuju između OZB
- stopa rasta gubitaka⁴ u svakoj OZB je ili slična ili nepoznata.

³ Granična ušteda označava vrednost uštede po jednom kubnom metru gubitaka. Novčana vrednost je veoma zavisna od određenih okolnosti.

⁴ Stopa rasta gubitaka predstavlja stopu po kojoj se gubici povećavaju između perioda kada se obavlja aktivna kontrola gubitaka. Ona može da se izmeri analiziranjem dugoročnog protoka i troškova popravke. Uobičajeno se iskazuje u litrima po priključku po danu za godinu.

Tada OZB mogu da se prioritizuju preko odnosa (R) proizvoda graničnih ušteda, tj. vrednosti uštede po kubnom metru (*Marginal value of savings per m³*) i prekomernih gubitaka kod priključka potrošača u m³/danu (*excess losses, m³/day*).

$$R = \frac{\text{Granicne uštede(m}^3) \times \text{prekomerni gubici(m}^3 / \text{dan)}}{\text{broj prikljucaka}}$$

Prvo treba odabrati OZB sa najvećim navedenim odnosom.

7.2.4 Indirektan pristup

Za određivanje prioriteta prilikom otkrivanja pukotina ili za obezbeđivanja korisnih informacija koristi se veliki broj drugih metoda. Te metode određuju prekomerne gubitke i pretvaraju te gubitke u bodovni sistem ili se procenjuje broj pukotina koji može potencijalno da se locira.

Kada su prekomerni gubici izraženi preko broja pukotina, to potencijalno predstavlja dodatnu prednost jer je takođe dostupna i procena broja potrebnih iskopa za popravku pukotina, čime se omogućava procena resursa potrebnih za popravku kada su pukotine već locirane.

Obično se broj pukotina izražava kao broj ekvivalentnih pukotina na servisnim cevovodima, gde je procenjeno da ekvivalentna pukotina na servisnom cevovodu, EPSC (*Equivalent Service Pipe Burst*) ima protok od 1,6 m³/h pri visini pritiska od 50 metara, gde je ova zapremina korigovana prema prosečnom pritisku u određenoj OZB. Ukoliko su početni gubici ili formirana mreža rezultat većeg prosečnog curenja tada se može usvojiti sistem zasnovan na ekvivalentnom curenju glavne cevi, ECGC (*Equivalent Mains Pipe Burst*). Vrednost od 5.75 m³/h pri visini pritiska od 50 metara se koristi kao početna vrednost za cevovode prečnika od 80 do 150 mm, dok ne budu dostupnu lokalni podaci.

Iskusni inspektor koji se bavi gubicima može analizirati najnoviji minimalni noćni protok, proceniti EPSC koje treba locirati i pregledati prethodne noćne protoke da bi grubo procenio kako se noćni protok povećao, kao i da napravi početnu procenu da, na primer, on traži 3 EPSC u određenoj OZB jer noćni protok približno raste u tri koraka ili traži pukotine na glavnim cevovodima jer noćni protok raste u jednom koraku. Za sprovođenje dela ovakve analize može se koristiti softver.

Stopa protoka kod pukotina na glavnim cevovodima zasniva se na podacima sakupljenim ranih devedesetih godina prošlog veka u Velikoj Britaniji. Novija iskustva pokazuju da tipičan protok iz pukotine na servisnoj cevi iznosi 0,6 m³/h.

7.2.5 Promena vaše metode za izbor OZB

U mnogim slučajevima se dugi niz godina uspešno primenjuju jednostavne aproksimacije bez potrebe za analizom troškova i koristi.

Međutim, u mrežama sa neredovnim snabdevanjem, kada je postignut kontinuitet u snabdevanju, neophodno je razmotriti usvajanje sofisticiranijeg pristupa.

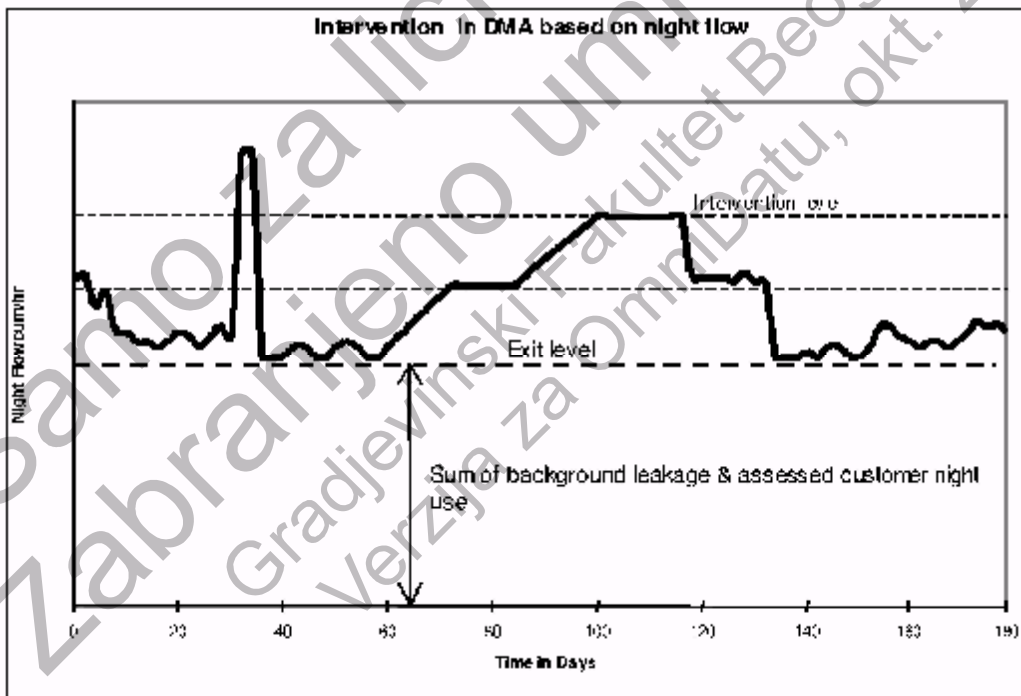
Procena noćne potrošnje korisnika; procene baznih gubitaka; procena troškova aktivne kontrole curenja i uticaja će se poboljšavati tokom vremena. Zbog toga ove procene treba uključiti u metod određivanja prioriteta.

7.3 Nivoi intervencije

Stanja (visina gubitaka) pri kojima treba početi intervenciju (tj. rad na otkrivanju curenja), zovu se nivoi intervencije.

Obično će nivo intervencije omogućiti da se otkrije broj pukotina a izlazni nivo će predstavljati stanje pri kome se nove pukotine ne mogu više locirati i jedino bazni gubici ostaju. U početku, kada su gubici prekomerni u celokupnoj mreži, izlazni nivo može da obuhvati broj pukotina koje se potencijalno mogu locirati dok se ukupni gubici ne smanje.

Nivoi intervencije će biti zasnovani na pristupu koji je usvojen za rangiranje OZB. Ako su nivoi intervencije definisani preko protoka, tada će veličina OZB uticati na najniži nivo intervencije koji se praktično može definistati. Kada se sprovede detaljna ekonomska procena ekonomskog nivoa gubitaka, to može da se pretvori u nivo intervencije i izlazni nivo u OZB.



Slika 7-1: Tipični nivoi intervencije

Intervention in DMA based on night flow-intervencije u OZB zasnovane na noćnom protoku

Night Flow cum/hr-noćni protok m^3/h

Time in Days-vreme u danima

Intervention level-nivo intervencije

Exit level-izlazni nivo

Sum of background leakage & assessed customer night use-zbir baznih gubitaka i procenjene noćne potrošnje

7.4 Određivanje prioriteta kao deo procesa upravljanja OZB

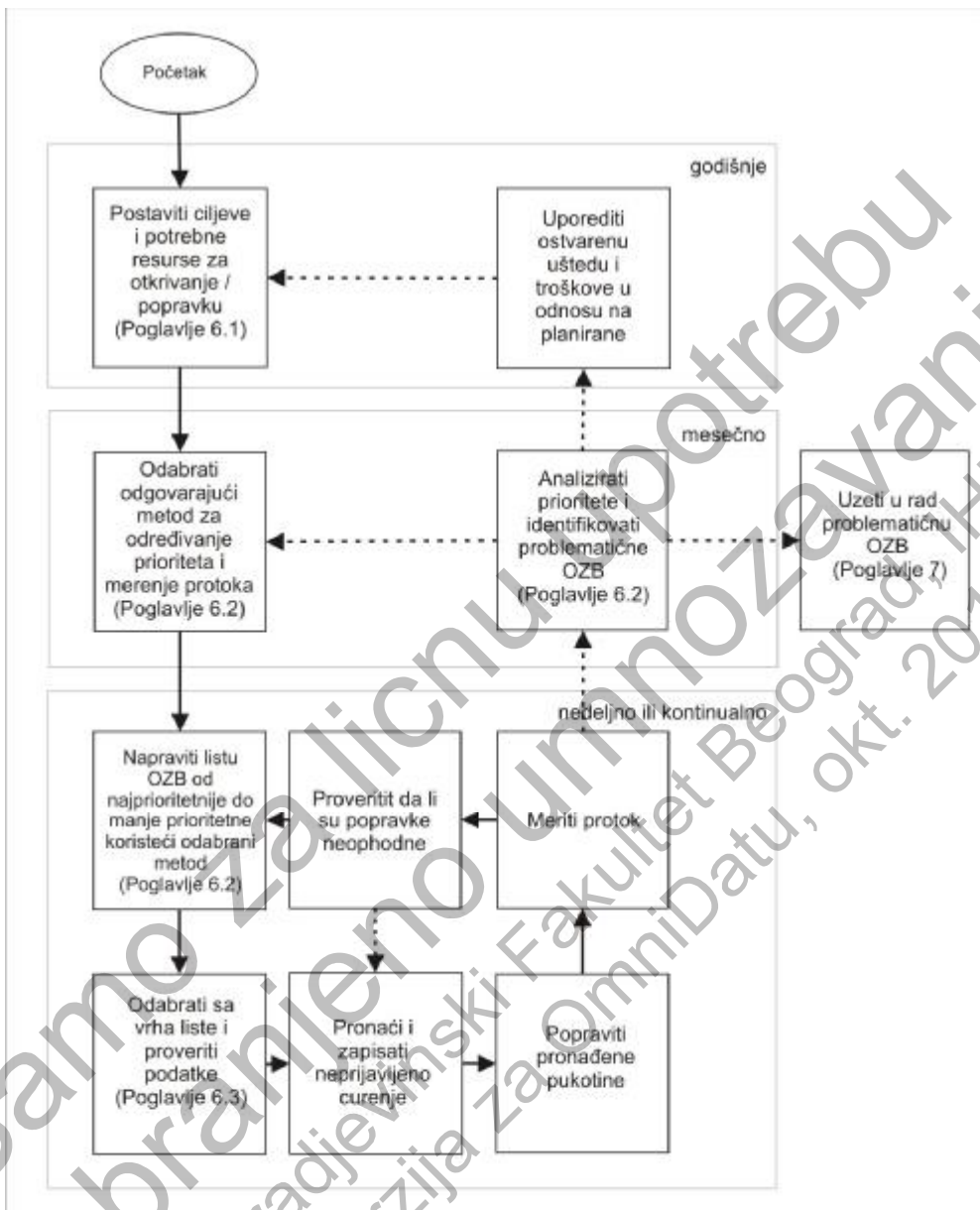
Nakon što se definišu zahtevi za otkrivanje i popravku pukotina, i donese se odluka o metodi na osnovu koje će se odrediti u kojoj OZB će se raditi, prioritete treba odrediti u ciklusima koji traju oko jedne nedelje.

Takođe treba sprovesti i redovne preglede metoda za određivanja prioriteta, zajedno sa procenama koje OZB odgovaraju ciklusu otkrivanja i popravke pukotina, kao i koje su „problematične OZB“ u kojima treba sprovesti dalju istragu.

Metode za odabir OZB će se razvijati kako se znanje osoblja povećava. Vremenom, kad se ustanove stvarni troškovi Aktivne kontrole gubitaka (AKG), biće moguće analizirati metodologiju upoređivanjem stvarnih troškova sa postignutim uštedama. Kao rezultat toga, periodično treba korigovati ciljeve i resurse.

Celokupan proces je prikazan u sledećem algoritmu.

Samo za licnu upotrebu!
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHG
Verzija za OmniDat, okt. 2010.



Slika 7-2: Algoritam za određivanje prioriteta intervencije

7.5 Zaključak

Dobar sistem za određivanje prioriteta će stručnjaku za gubitke obezbediti podatke koji su potrebni za optimizaciju aktivnosti u vezi lociranja mesta na kojima se ostvaruju gubici. Sistem određivanja prioriteta treba da bude u stanju da prihvati onoliko detaljnih informacija koliko je prikupljeno kao i podatke o smanjenju gubitaka, istovremeno omogućujući stručnjaku da lako razume sistem rangiranja.

8 PROBLEMATIČNE OZB

Kada se jednom odredi OZB u kojoj će se preduzeti aktivnosti i kada se pukotine otkriju i poprave, od suštinske je važnosti proceniti rezultate. U nekim slučajevima smanjenje gubitaka može biti mnogo manje od očekivanog ili su rezultati kratkoročni. Takve OZB se nazivaju problematične OZB i zahtevaju nešto drugačiji pristup, što se objašnjava u sledećim poglavljima.

8.1 Veliki gubici, malo pukotina

Postoji mnogo mogućih razloga za očigledno velike gubitke kada se samo ograničen broj malih pukotina može locirati. Ukoliko je OZB valjano proverena a njene granica se pokazala kao nepropusne, tada u suštini postoje dve glavne komponente koje mogu prouzrokovati problem:

- greška prilikom određivanja visine gubitaka;
- greška prilikom određivanja mesta na kojima se ostvaruju gubici.

Prvi zadatak je da se potvrdi visina gubitaka. Da li su granica OZB adekvatno proverene da su vodonepropusne ? Da li je moguće, na primer, da postoji nepoznata ili ilegalna potrošnja? Da li nivo prekomernih gubitaka opravdava dalje istraživanje? Neke od preporučenih aktivnosti su date u Tabeli 8-1.

Tabela 8-1: Aktivnosti koje potvrđuju da su gubici stvarni

Aktivnost	Objašnjenje
1. Provera interne doslednosti izmerenih rezultata	<p>Provera da su protoci registrovani meračem i protoci koji su korišćeni za proračun curenja isti. Jednostavan način provere bi bio čitanje merača dva puta u, recimo, 24 časa. Kumulativan protok kroz merač tada treba da se uporedi sa ukupnim protokom u istom periodu korišćenjem sistema po kojem su izračunati gubici u OZB (na primer loger podataka). Ukoliko se ove vrednosti ne slažu, treba proveriti sistem kojim se podaci iz merača prebacuju u proračun gubitaka, kao na primer netačnost multiplikatora signala, itd.</p> <p>Takođe treba proveriti i metod za dodavanje vrednosti registrovanih na meraču kojim se dobija ukupan protok kroz OZB.</p>
2. Provera osnovnih podataka o OZB	<p>Treba proveriti osnovne veličine koje se koriste u proračunu visine gubitaka. To obuhvata sva čitanja na vodomerima potrošača i naknade za gubitke u domaćinstvima i izvan domaćinstava, broj domaćinstava i potrošača izvan domaćinstava, specijalne korisnike, kao i podatke potrebne za proračun baznih gubitaka.</p>
3. Provera proračuna gubitaka	<p>Proračun prekomernog noćnog protoka treba ponovo uraditi korišćenjem proverenih rezultata o OZB, kao i proverenih podataka o noćnom protoku, i to nezavisno od softvera ili sistema koji se koriste za proračun normalnih gubitaka.</p>
4. Provera mernih grešaka	<p>Ako se u OZB na nekoliko mesta meri ulaz i izlaz iz sistema, tada je korisno izračunati ukupnu grešku merenja. Ukoliko ukupno izmerena greška, korišćenjem $\pm 5\%$ greške, može da objasni prekomerne gubitke, tada treba razmotriti: ili ponovno projektovanje OZB da bi se smanjio broj merača; ili zamena merača kod kojih mali procenat grešaka može dovesti do velikih grešaka u prijavljenim gubicima.</p>
5. Provera graničnih zatvarača	<p>Granični zatvarači treba da budu provereni na isti način kao i kada se proveravaju prilikom formiranja nove OZB.</p>
6. Izvođenje testa nultog pritiska	<p>Treba izvesti test nultog pritiska da bi se utvrdilo da ne postoje nepoznati priključci koji probijaju granicu OZB.</p>
7. Kratak interval merenja protoka	<p>Koristiti kratke intervale merenja protoka da bi se izračunala vremenski promenljiva noćna potrošnja. Ovo može pokazati da je noćno korišćenje veće (ili manje) nego što se pretpostavljalo.</p>
8. Provera tačnosti merača	<p>Neki od ulaznih ili izlaznih merača unutar OZB mogu imati protoke koji mogu indirektno da se provere korišćenjem drugih merača ili kombinacijom merača. Međutim, moguće je da kod nekih drugih merača provera nije moguća. U tom slučaju, treba proveriti protoke.</p> <p>Provera može da obuhvatati zamenu merača. Nakon što se merač zameni, rezultate novog merača treba koristiti za novi proračun gubitaka. Drugi metod može biti korišćenje merača umetnutog nizvodno od postojećeg merača i poređenjem merenih protoka.</p> <p>Noćni protoci mogu da se provere da bi se osiguralo da</p>

	<p>mehanički merači ne prestaju sa radom pri minimalnom protoku. Ukoliko je zaustavljeni merač na izlazu iz OZB, to može dovesti do prividno velikih gubitaka.</p> <p>Može se proveriti i instalacija prema preporukama proizvođača. To uključuje zahtevanu dužinu prave cevi uzvodno i nizvodno, i mesta gde može da se pojavi odvajanje mlaza. Instalacije takođe treba proveriti i zbog stranih tela.</p>
9. Ilegalno korišćenje	Ako OZB sadrži potrošače van domaćinstava čija se potrošnja meri a koja potencijalno mogu da koriste velike količine vode., istraživanje ovih potrošača može dovesti do pronalazjenja ilegalnog korišćenja.
10. Popravke	Provera da su popravljene prijavljene pukotine i curenja.
11. Ponovno razmatranje noćnog korišćenja	<p>Listu potrošača van domaćinstava čija se potrošnja ne meri u OZB treba analizirati da bi se pronašli veliki korisnici, čija se potrošnja možda meri. Kada se oni pronađu treba postaviti merač, ukoliko je to moguće, i vršiti monitoring noćne potrošnje. Slično tome, monitoring noćne potrošnje treba organizovati za potrošače čija se potrošnja već meri a koji potencijalno imaju veliku noćnu potrošnju.</p> <p>Fizički pregled OZB može biti koristan da bi se pronašla domaćinstva sa velikim noćnom potrošnjom. Ovo može biti tačno ukoliko, na primer, postoji veliki broj radnika po smenama u OZB ili ima puno bašti koje se zalivaju noću.</p>

Ukoliko se pokaže da je visina gubitaka tačna, tada je neophodno proceniti tačnost lociranja mesta na kojima se ostvaruju gubici i posebno ispitati mogućnost da neka pukotina nije pronađena.

Korišćenje opreme za otkrivanje mesta na kojima se ostvaruju gubici prevazilazi obim ovog Uputstva. Međutim, kako je većina instrumenata za otkrivanje zasnovana na akustičnoj metodi za otkrivanje curenja, moguće je da šum ne bude registrovan instrumentom. Nemetalne cevi i jak pozadinski šum zajedno sa niskim radnim pritiskom mogu ozbiljno uticati na efikasnost instrumenata, isto kao i neprecizne karte ili nedovoljno pristupačne tačke.

Stoga je neophodno preduzeti hidrauličko testiranje u cilju preciznijeg identifikovanja dela mreže u kome je potrošnja najveća. To može da se uradi sprovođenjem noćnog testa sa naglim promenama, za vreme koga se mreža postepeno izoluje od ulaza u OZB zatvaranjem odabranih zatvarača. Smanjenje protoka koje nastupi neposredno nakon izolacije odgovara potrošnji u izolovanom delu mreže. Dobra je praksa nadgledati pritisak za vreme svake faze u toku trajanja testa da bi se potvrdilo da je zatvaranje efikasno izolovalo mrežu. Alternativno, ukoliko izolovanje mreže nije izvodljivo, moguće je preduzeti dodatna merenja sa istim ciljem. Nedostaci ovog postupka su troškovi postavljanja mernih stanica i činjenica da na ovaj način nije moguće potvrditi izolovanost mreže.

Detaljna procedura preduzimanja testa sa naglim promenama prevazilazi obim ovog Uputstva. Sledi pregled ključnih tačaka:

- noćna potrošnja bilo kog značajnog potrošača bi trebala da se odredi za vreme testa;
- promene pri testiranju bi trebale da budu toliko male koliko je to izvodljivo;

- pre sprovođenja testa treba proveriti zatvorenost zatvarača i zameniti one zatvarače koji nisu dovoljno efikasni.

Kao rezultat testa sa naglim promenama ili dodatnog merenja, može se otkriti da na nekoliko deonica cevovoda postoje veliki gubici u toku noćnog protoka. U tim oblastima neophodno je ponoviti aktivnosti za otkrivanje gubitaka i u nekim slučajevima, stvoriti nove prilazne tačke da bi se smanjile relevantne dužine.

Postoji nekoliko drugih indirektnih metoda koje se mogu primeniti za otkrivanje pukotina u OZB. Ove metode uključuju merenje pritiska unutar OZB da bi se otkrile glavne cevi u kojima dolazi do velike promene u visini pritiska na kratkim dužinama cevovoda, kao i primenu hidrauličkog modela mreže za simulaciju uticaja curenja na pritisak.

8.2 Veoma mali gubici

Ukoliko u OZB postoje veoma mali gubici (mnogo manji nego što bi se očekivalo za OZB sa njenim karakteristikama: videti Prilog E za procenu očekivanih baznih gubitaka), tada može biti korisno da se ispita OZB da bi se utvrdilo da OZB pravilno funkcioniše. Tačke u prethodno datoj Tabeli 8-1 mogu da se koriste kao kontrolna lista za potvrdu da su mali gubici realni, sa prilagođavanjima radije za male nego za velike gubitke.

8.3 Velika učestalost ponovne pojave curenja (visoka stopa rasta)

Čak iako su sve važne pukotine uspešno otkrivene i popravljene, moguće je da je smanjenje gubitaka kratkoročno. To pokazuje da je mreža u lošem stanju i često je prouzrokovano povećanjem pritiska nakon popravke pukotina. Postoje dva moguća rešenja:

- zamena glavnih cevovoda;
- kontrola pritiska.

Zamena glavnih cevovoda predstavlja daleko najskuplje rešenje i može se ekonomski opravdati samo ako je cena vode veoma visoka. Međutim, zamena cevovoda znači da bi curenje bilo potpuno eliminisano. Treba voditi računa ukoliko se preduzima delimična zamena najgorih glavnih cevovoda da se gubici u ostalom delu mreže ne povećaju.

S druge strane, kontrola pritiska predstavlja veoma efikasno i ekonomično rešenje istog problema. Ono uključuje postavljanje zatvarača za smanjenje pritiska (*Pressure Reducing Valve, PRV*) na ulazu u OZB koji ne samo da sve vreme održava optimalni pritisak u mreži, već automatski nadoknađuje smanjenje protoka nakon popravke pukotina dok istovremeno održava originalni radni pritisak u OZB. Iskustvo je pokazalo da je na ovaj način moguće drastično smanjiti učestalost pojave pukotina, čak i u mrežama sa veoma niskim radnim pritiscima. Međutim, ovo u idealnom slučaju zahteva samo jednu glavnu dovodnu cev i veoma pažljivo projektovanje, a istovremeno neće ukinuti potrebu za zamenom određene glavne cevi koja se nalazi u kritičnom stanju.

8.4 Zaključak

Sve otkrivene pukotine treba da budu popravljene. Datum i vreme popravke treba zabeležiti. Popravka treba da bude primetna u smislu da može da se proceni visina curenja. Treba zabeležiti i promenu u protoku kroz OZB i minimalni noćni protok pre i posle popravke. Prosečni zonski noćni pritisak, PZNP takođe treba nadgledati.

Postoji nekoliko mogućih ishoda programa otkrivanja i popravke pukotina. Oni su prikazani u Tabeli 8-2.

Tabela 8-2: Ishodi popravke pukotina

Ishod	Dalje aktivnosti
1. pukotine otkrivene i popravljene: noćni protok opada nakon popravke u očekivanom iznosu	<ul style="list-style-type: none">• nije potrebno preduzimati dalje aktivnosti
2. pukotine otkrivene i popravljene: noćni protok opada nakon popravke u manjem iznosu nego što je očekivano	<ul style="list-style-type: none">• dalje ispitivanje noćnog korišćenja u etapama• ispitati mogućnost smanjenja pritiska
3. pukotine otkrivene i popravljene: nema opadanja ni povećanja noćnog protoka	<ul style="list-style-type: none">• tražiti nove pukotine u OZB• ispitati smanjenje pritiska• razmatrati zamenu servisnih i/ili glavnih cevovoda
4. pukotine otkrivene i popravljene: nema smanjenja noćnog protoka ili povećanje noćnog protoka	<ul style="list-style-type: none">• tražiti nove pukotine u OZB• ispitati smanjenje pritiska• razmatrati zamenu servisnih i/ili glavnih cevovoda
5. pukotine nisu otkrivene na deonici glavne cevi koja ima velike noćne gubitke	<ul style="list-style-type: none">• dalje ispitivanje noćnog korišćenja u fazama• ispitati smanjenje pritiska• razmatrati zamenu servisnih i/ili glavnih cevovoda

U svim slučajevima gde nije došlo do značajnog smanjenja gubitaka, treba razmotriti kontrolu pritiska, zbog njenog uticaja i na učestalost pojave pukotina i na gubitke iz postojećih pukotina. Zamena servisnih i/ili glavnih cevi je verovatno najpouzdaniji metod eliminisanja problema sa curenjem ali je retko ekonomična.

9 REČNIK STRUČNIH IZRAZA

Aktivna kontrola gubitaka, AKG. Proces kojim se neotkrivene pukotine otkrivanju i popravljaju. Suprotna je Pasivnoj kontroli gubitaka.

Active Leakage Control (ALC). *The process by which unreported leaks are detected and repaired. This contrasts to Passive Leakage Control.*

Prosečni zonski noćni pritisak PZNP. Ponderisana srednja vrednost pritiska u zoni u periodu minimalnog noćnog protoka.

Average Zone Night Pressure (AZNP). *The property-weighted average pressure in a zone during the minimum night flow period.*

Vreme svesnosti (uočavanja). Vreme između pojavljivanja neprijavljenog curenja i njegovog uočavanja od strane preduzeća za vodosnabdevanje.

Awareness Time. *The time between the occurrence of an unreported leak and the water undertaking becoming aware of its existence.*

Bazni gubitak. Komponenta gubitka na koju ne utiče Aktivna kontrola gubitaka. Uobičajeno se sastoji od curenja iz veoma malih pukotina.

Background leakage. *The component of leakage that is not effected by ALC. This usually consists of very small leaks.*

Odozdole na gore. Ovaj pojam se odnosi na procene gubitaka na osnovu merenja noćnog protoka u OZB i njegovo svođenje na gubitke u oblasti.

Bottom-up. *This term refers to assessments of leakage made from night flows measured in DMAs and added together to produce an area leakage level.*

Naprsnuće. Kvar na cevi koji dovodi do curenja. U ovoj publikaciji ovaj pojam se zamenjuje sa pojmom pukotina.

Burst. *A failure of a pipe or service leading to leakage. In this publication this term is interchangeable with Leak.*

Kaskada (prolazna OZB). Metod snabdevanja OZB gde voda teče iz jedne u drugu OZB. Ovaj metod zahteva više od jednog merača u nekim OZB; situacija koju je najbolje izbeći.

Cascade. *A method of supplying DMAs where water flows through one DMA into another one. This necessitates more than one meter on some DMAs; a situation that is best avoided.*

Noćna potrošnja. Voda upotrebljena od strane potrošača u periodu minimalnog noćnog protoka.

Customer night use. *The water used by customers during the minimum night flow period.*

OZB. Mala oblast u kojoj se vrši merenje u okviru vodovodnog distributivnog sistema.

Skraćenica dolazi od pojma „osnovna zona bilansiranja“, originalan naziv na engleskom je *District Metered Area*, *DMA*, ali takođe se koristi i pojam Distributivna oblast u kojoj se obavlja monitoring (*Distribution Monitoring Area*) da bi se objasnila ista stvar.

DMA. *A small metered area within the distribution network. The acronym stands for District Metered Area, but the term Distribution Monitoring Area is also used to describe the same thing.*

Ekonomski nivo gubitaka. Visina gubitaka pri kojima su neto troškovi rada mreže minimalni.

Economic Level of Leakage. *The level of leakage at which the net present cost of operation of the network is a minimum.*

Stanovi. Apartmani.

Flats. Apartments

Ispiranje. Izazivanje velikih protoka u cevima otvaranjem hidranata ili ispiranjima.

Flushing. *The induction of high flows in pipes by opening hydrants or washouts.*

Mrtva tačka. U komplikovanijim mrežama u kojima se voda dovodi sa nekoliko glavnih cevovoda, postojeće nekoliko tačaka u distributivnoj mreži gde je protok blizu nule u određeno vreme, dok se potrošači sa različitih strana tih tačaka snabdevaju iz drugih pravaca. Ove mrtve tačke često odgovaraju granicama sektora ili OZB jer bi zatvaranje zatvarača ovde dovelo do malog poremećaja.

Hydraulic Balance Point. *In a complicated network fed by several trunk mains, there will be points within the distribution mains network where the net flow is close to zero at a given time, as flows from different routes feed the customers on either side. These hydraulic balance points are often suitable for sector or DMA boundaries as the closure of a valve here will cause little disruption.*

Infrastruktura. Fizičke komponente distributivne mreže. One obično ne obuhvataju električne komponente.

Infrastructure. *The physical components of the distribution network. This normally excludes electrical components.*

Pukotina. Videti pod Naprsnuće.

Leak. See Burst

Gubitak. Voda koja se izgubi kroz rupe u cevovodima i rezervoarima koji obrazuju mrežu.

Leakage. *The water lost through holes in the pipes and tanks forming the network.*

Vreme lociranja. Vreme proteklo od trenutka kada je preduzeće za vodosnabdevanje postalo svesno da postoji pukotina do trenutka kada preduzeće zna tačnu lokaciju te pukotine.

Location Time. *The time taken from the point where the Water Undertaking is aware of the existence of a leak to the point when the undertaking is aware of the exact location of the leak.*

Gubici. Gubici se mogu podeliti na očigledne gubitke (greške merača i neovlašćena potrošnja) i stvarne gubitke. Stvarni gubici su ekvivalentni curenju iz glavnih cevovoda i priključaka, kao i prelivanju iz rezervoara i postrojenja za prečišćavanje vode.

Losses. *Losses can be divided into apparent losses (meter errors and unauthorised consumption) and real losses. Real losses are equivalent to leakage from mains and service connections and overflows from service reservoirs and treatment plants*

Minimalni noćni protok. Protok kroz merenu oblast u periodu minimalnog protoka: ovaj period obično iznosi jedan čas.

Minimum night flow. *The net flow into a metered area during the period of minimum flow: this period is usually one hour.*

Faktor noć – dan, FND. Faktor po kome gubitke pri noćnom protoku (izračunate iz minimalnog noćnog protoka u periodu od jednog časa) treba pomnožiti da bi se dobilo dnevno curenje. FND je obično manji od 24, zbog nižih pritisaka u toku dana.

Night Day Factor (NDF). *The factor by which night flow losses, (calculated from the Minimum Night Flow over a one hour period), should be multiplied to obtain the daily leakage. The NDF is usually less than 24, due to lower pressures during the day.*

Noćna linija. Videti pod Minimalni noćni protok.

Night Line. See Minimum Night Flow

Pasivna kontrola gubitaka. Kontrola gubitaka koja se sprovodi popravljanjem samo onih pukotina kod kojih je curenje vidljivo i koje su prijavljene preduzeću za vodosnabdevanje.

Passive Leakage Control. *Leakage control carried out by repairing only those leaks that become visible and are reported to the Water Undertaking.*

Zatvarač za smanjenje pritiska. Kontrolni zatvarač unutar mreže koji smanjuje nizvodni pritisak korišćenjem različitih metoda za kontrolu.

PRV. *Pressure Reducing Valve. A control valve within the network which reduces the downstream pressure using various types of control method.*

Faktor korekcije pritiska, FKP. Kada je izmereno ili procenjeno curenje (L_0) pri jednoj vrednosti pritiska (P_0), tada se za procenu curenja (L_1) pri drugoj vrednosti pritiska (P_1) može koristiti veza u obliku:

$$L_1 = L_0 \cdot \text{FKP}$$

FKP predstavlja funkciju pritiska P_1 i P_0 . Ovaj metod se često koristi za proračun stvarnog pritiska u zoni na osnovu procenjenih gubitaka pri visini pritiska od 50m.

Pressure Correction Factor (PCF). *If leakage (L0) is either measured, or estimated, at one pressure (P0), then in order to estimate the leakage (L1) at another pressure (P1), a relationship of the form:*

$$L_1 = L_0 \cdot FKP$$

can be used. The PCF is a function of the two pressures P1 and P0. This method is frequently used to translate leakage estimated at 50m head into leakage at the actual pressure experienced in a zone.

Test nultog pritiska. Videti Nulti test pritiska.

Pressure zero test (PZT) *See zero pressure test.*

Stepen povećanja gubitaka. *Stepen (stopa) kojom se gubici povećavaju u toku vremena i to u periodu između perioda kada se obavlja aktivna kontrola gubitaka. Ona se može izmeriti pomoću analize podataka o protocima u dugom vremenskom periodu i podataka o popravkama. Obično je iskazana u litrima po priključku po danu po godini.*

Rate of Rise of Leakage. *The rate at which leakage increases with time between periods of active leakage control. This can be measured by analysis of long-term flow and repair records. It is usually expressed in litres per connection per day per year*

Vreme popravke. *Vreme od trenutka kada se odredi tačna lokacija pukotine do trenutka kada se popravka završi.*

Repair Time. *The time taken from the point when the undertaking is aware of the exact location of the leak to the point when the repair is completed.*

Prijavljeno curenje. *Curenje sa kojim je poznato preduzeće za vodosnabdevanje bez aktivnosti otkrivanja tačne lokacije. Do ovoga obično dolazi kada se voda pojavi na površini terena ili kada dodje do prekida u snabdevanju potrošača usled curenja.*

Reported burst. *A leak that the water undertaking becomes aware of without any detection activity. The reasons for this are typically that the water becomes visible on the surface or the burst leads to loss of supply to customers.*

Restrikcije u snabdevanju. *Ograničenje snabdevanja tako da se delovi mreže snabdevaju u periodima restrikcije, često prema vremenskom rasporedu.*

Rota cuts. *Rationing of supply by providing supply to parts of the distribution network for restricted periods, often according to a timed rota.*

Vreme trajanja gubitaka. *Ukupno vreme od pojave pukotine do njene popravke.*

Run time of burst. *The total time from the occurrence of a burst to its repair.*

Sektor. *Deo distributivne mreže, obično mnogo veći od OZB i često određen jasnim prirodnim ili veštačkim granicama, kao što su reke ili železničke pruge.*

Sector. *A section of the distribution network, usually much larger than a DMA and often defined by clear natural or manmade boundaries, such as rivers or railways.*

Test sa naglim promenama. *Test za otkrivanje lokacije curenja. Delovi oblasti, čiji se dotok meri, se postepeno izoluju uz monitoring protoka. Smanjenje protoka nakon svake*

etape izolovanja se koristi za otkrivanje količine gubitaka u toj izolovanoj oblasti.

Step test. *A test to find the location of a leak. Parts of an area fed through a meter are progressively isolated while the flow is monitored. The drop in flow after each isolation is used to identify the amount of leakage in that isolated section.*

Odoz gore na dole. Odnosi se na procenu nivoa gubitaka preko vodnog bilansa.

Top-down. *Refers to assessment of leakage levels through a water balance.*

Neprijavljeno curenje. Curenje koji se može otkriti preko aktivne kontrole gubitaka, ali ne i preko pasivne kontrole gubitaka.

Unreported burst. *A burst which can be found by active leakage control but not by passive leakage control.*

Preduzeće za vodosnabdevanje. Opšti pojam za organizaciju odgovornu za rad sistema za vodosnabdevanje i distribuciju.

Water Undertaking. *A general term for the organisation responsible for operation of the water supply and distribution system.*

Nulti test pritiska. Test za otkrivanje da li je granica oblasti vodonepropustljiva. Oblast distributivnog sistema je izolovana zatvaranjem graničnih zatvarača. Pritisak se nadgleda i ako padne na nulu, to pokazuje da je granica vodonepropustljiva.

Zero pressure test. *A test to identify whether the boundary to a zone is watertight. An area of the distribution system is isolated by closing boundary valves. The pressure is monitored and if it drops to zero this indicates that the boundary is watertight.*

BIBLIOGRAFIJA

Izveštaj 26 strategija i praksa u kontroli gubitaka, Udruženje vodovoda Velike Britanije (*Report 26 Leakage Control Policy & Practice, UK Water Authorities Association*) (1980)

Upravljanje gubicima, Britanski odbor za inženjering i rad u industriji vode (izdato od strane WRc) (*Managing Leakage, UK Water Industry Engineering and Operations Committee, (published by WRc)*), (1974)

Priručnik za OZB praksu, Preduzeće za istraživanje industrije vode u Velikoj Britaniji (*Manual of DMA Practice, UK Water Industry Research Ltd*), (1999)

Procena gubitaka na osnovu analize noćnog protoka, Preduzeće za istraživanje industrije vode u Velikoj Britaniji (*Leakage Estimation from Night Flow Analysis, UK Water Industry Research Ltd*), (1999)

Prirodna stopa povećanja gubitaka, Preduzeće za istraživanje industrije vode u Velikoj Britaniji (*The Natural Rate of Rise of Leakage, UK Water Industry Research Ltd*), (1999)

Procena opravdanog noćnog korišćenja potrošača izvan domaćinstava, Preduzeće za istraživanje industrije vode u Velikoj Britaniji (*Estimating Legitimate Non-Household Night Use Allowances, UK Water Industry Research Ltd*), (1999)

Noćna potrošnja domaćinstava, Preduzeće za istraživanje industrije vode u Velikoj Britaniji (*Household Night Consumption, UK Water Industry Research Ltd*), (2002)

Procena baznih gubitaka, Preduzeće za istraživanje industrije vode u Velikoj Britaniji (*Estimating Background Leakage, UK Water Industry Research Ltd*), (2003)

Upravljanje gubicima – ekonomska i tehnička pitanja. London, A. Lambert, S. Majers, S. Trou (Finansijska vremena (FT energija) d.o.o.) (*Managing water leakage - Economic and technical issues. London, Lambert A, Myers S, Trow S. (Financial Times (FT Energy) Business Ltd*), (1998)

Priručnik za kontrolu gubitaka vode, Dž. Thornton (Mekgrou-Hill) (*Water Loss Control Manual, J Thornton*), (2002)

Gubici u vodovodnim mrežama, M. Farli i S. Trou (IWA izdavaštvo) (*Losses in Water Distribution Networks, M Farley and S Trow, (IWA Publishing)*), (2003)

Tehnologija i oprema za upravljanje gubicima vode, Malkolm Farli (IWA izdavaštvo) (*Technology and Equipment for Managing Water Losses, Malcolm Farley, (IWA Publishing)*), (2006)

Indikatori performansi za službe vodosnabdevanja (drugo izdanje), H. Alegre, Dž.M. Baptista, E. Cabrera mlađi, F. Kubiljo, P. Duarte, V. Hirner, V. Merkel, R. Parena IWA izdavaštvo), (*Performance Indicators for Water Supply Services (Second Edition), H Alegre, JM Baptista, E Cabrera Jr, F Cubillo, P Duarte, W Hirner, W Merkel, R Parena, (IWA Publishing)*), (2006)

Prilog A – Procena faktora noć – dan, FND (*Night-Day Factor, NDF*)

FND za svaku OZB može da se izračuna merenjem pritisaka na svakih sat vremena u prosečnoj zonskoj tački (*Average Zone Point, AZP*) u periodu od 24 sata. U tom slučaju, ako:

- je pritisak u prosečnoj zonskoj tački u periodu od jednog sata za vreme minimalnog noćnog protoka P_{\min}
- su pritisci u prosečnoj zonskoj tački koji odgovaraju jednočasovnim serijama noćnih protoka Q_0 (od 00 do 01 sat), Q_2 (od 01 do 02 sata) i tako dalje, P_0 , P_1 i tako dalje

tada FND može da se izračuna kao

$$FND = (P_0 / P_{\min})^{N1} + (P_1 / P_{\min})^{N1} + (P_2 / P_{\min})^{N1} + \dots + (P_{23} / P_{\min})^{N1}$$

gde $N1$ predstavlja eksponent u FAVAD jednačini (*Fixed and Variable Area Discharges* - Proticaji kroz fiksni i pomenljivi poprečni presek) koja vezuje stopu gubitaka za pritisak, tj.

Gubici su proporcionalni Pritisku $N1$

Iz gornje formule vidi se da FND može da se izračuna bez merenja protoka u OZB. Ukoliko je veza između prosečnog pritiska i stope curenja linearna ($N1 = 1.0$), kao što se može pretpostaviti u odsustvu specifičnih procena $N1$ (videti u nastavku), tada se jednačina za izračunavanje FND pojednostavljuje na

$$FND = 24 \left(\frac{\text{Prosečni dnevni pritisak}}{P_{\min}} \right)$$

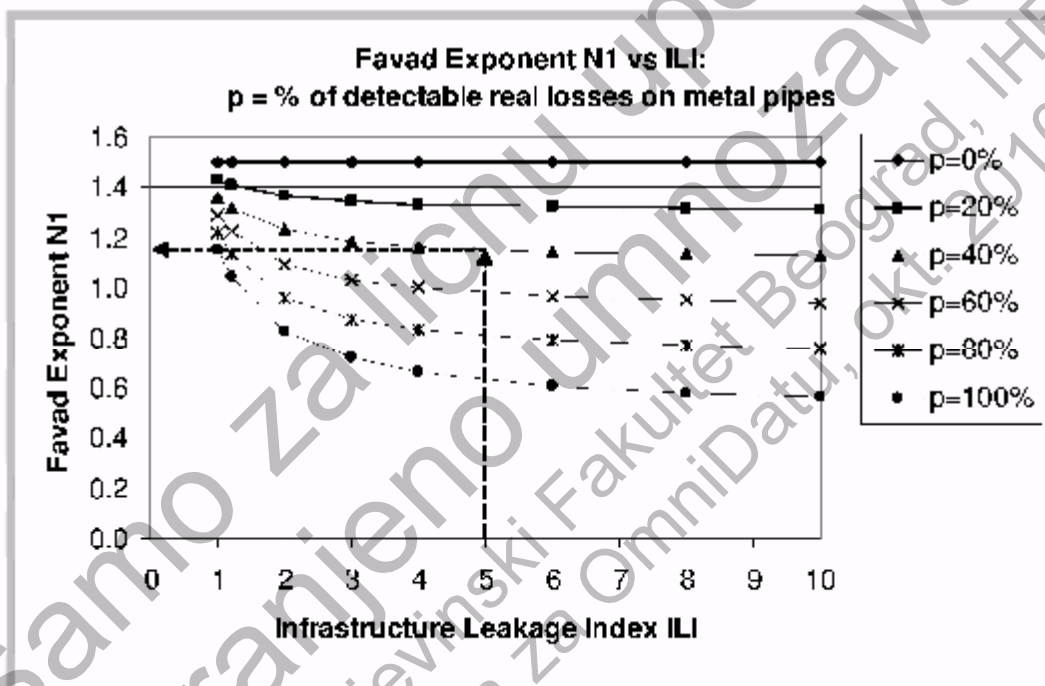
S obzirom da 24-časovni pritisak u prosečnoj zonskoj tački može da varira u različitim danima u nedelji, kao i sezonski, FND takođe može da varira u skladu sa tim.

Procena vrednosti N1

Vrednost FAVAD eksponenta N1 za vezu između pritiska i gubitka u pojedinačnim OZB, zasnovana na obimnim laboratorijskim i terenskim testiranjima, uobičajeno iznosi između 0,5 i 1,5. To je zbog toga što bazni gubici, kao i curenje koje se može otkriti (prijavljeno i neprijavljeno) iz nemetalnih cevi, imaju N1 vrednost blizu 1,5 i veoma su osetljivi na promene u pritisku. Suprotno tome, pukotine koje se mogu otkriti (otkrivene i neotkrivene) iz metalnih cevi, imaju N1 vrednost blizu 0,5 i manje su osetljive na pritisak.

Kada se sprovodi detaljna analiza komponenti noćnog protoka, neophodno je da se uzme u obzir različita vrednost N1 vrednosti kod različitih tipova curenja.

Međutim, za izračunavanje FND preko podataka o pritisku u prosečnoj zonskoj tački, može da se koristi jednostavniji praktični pristup, zasnovan na sledećem dijagramu:



Favad Exponent N1 vs ILI-Favad eksponent N1 u odnosu na Indeks gubitaka na infrastrukturi, IGI

Favad Exponent -Favad eksponent

Infrastructure Leakage Index ILI-Indeks gubitaka na infrastrukturi, IGI

% of detectable real losses on metal pipes-% stvarnih gubitaka na metalnim cevima koji mogu da se otkriju

Prvo procenite visinu gubitaka u OZB, na skali od 1 (najniži mogući) do 10 (veoma visoki); to će dati grubu aproksimaciju Indeksa gubitaka na infrastrukturi (IGI), koji se uobičajeno izračunava objektivnije. Pretpostavimo da je procenjeni IGI oko 5.

Dalje, procenite koliki procenat gubitaka koji se mogu otkriti dolazi iz metalnih cevi. Najgrublja procena biće zasnovana samo na procentu dužine cevi (glavnih cevi i servisnih cevi) koje su metalne. Pretpostavimo da on iznosi oko 60%.

Tada, očita se „5“ na X-osi vertikalno dok se ne dostigne kriva „60%“, a onda se čita do Y-ose da bi se procenila N1 vrednost, koja iznosi oko 1,1.

Samo za licnu upotrebu
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

Prilog B – Procena prosečnog zonskog noćnog pritiska

U zavisnosti od lokalne topografije, visinske kote zemljišta unutar OZB mogu značajno varirati, naročito u ruralnim oblastima, kao i u slučajevima kada se mreža nalazi u dolini. Za izračunavanje uticaja pritiska treba proceniti prosečan pritisak u okviru OZB. Prosečni zonski noćni pritisak (PZNP) u OZB bi trebao da bude najbolje procenjen prosečni pritisak u OZB noću (kada je izračunata minimalna noćna potrošnja). Postoji nekoliko načina da se identifikuje surogat tačka za ovo merenje:

- Postaviti merač pritiska blizu središnje tačke OZB i meriti pritisak nekoliko nedelja da bi se odredio tipičan pritisak noću.
- Nabaviti visinske kote zemljišta za sve priključke potrošača u OZB. Izračunati prosečnu kotu zemljišta kod priključka. Odrediti ukupni pijezometarski novo na osnovu pritiska merenog ili procenjenog na ulazu u OZB. Oduzeti prosečnu kotu zemljišta kod priključka da bi se procenio PZNP.
- Koristiti kalibrisan hidraulički model mreže, izračunati pritisak na svakom čvoru u OZB za vreme minimalnog noćnog protoka i izračunati ponderisanu srednju vrednost po priključku

Pristup korišćen od jednog preduzeća za određivanje PZNP u nekih 3000 OZB, polazio je od najbolje procene lokalnog osoblja i ta procena je postepeno poboljšavana korišćenjem geografskog informativnog sistema, da bi se odredio prosečna kота zemljišta kod priključaka u određenoj OZB a zatim odredio i tipičan pritisak noću u OZB dobijen iz merača pritiska na kritičnim tačkama, pritisak zatvarača za smanjenje pritiska, pritisak na izlazu iz crpnih stanica, kao i maksimalni nivoi vode u rezervoarima.

Tamo gde OZB sadrži više zona pritiska, PZNP treba izračunavati za svaku zonu pritiska a PZNP za OZB biće jednak ponderisanoj srednjoj vrednosti po priključku.

Primer OZB sa više zona pritiska:

Zona pritiska 1 ----- 500 priključaka sa PZNP od 30 metara
Zona pritiska 2 ----- 200 priključaka sa PZNP od 70 metara
Zona pritiska 3 ----- 700 priključaka sa PZNP od 45 metara

$$\text{OZB PZNP} = (500 \cdot 30) + (200 \cdot 70) + (700 \cdot 45) / (500 + 200 + 70) = 43.2 \text{ m}$$

Treba napomenuti da, u zavisnosti od lokalnih uslova PZNP obično može grubo da se proceni od strane lokalnog osoblja nakon što se da uputstvo koje odgovara lokalnim uslovima. Pritisak noću je obično maksimalan koji se može izmeriti u zoni, to jest ulazni pritisak iz zatvarača za smanjenje pritiska, u rezervoarima itd. jer dolazi do smanjenja pritiska u toku dana usled gubitaka.

Kod proračuna prosečnog PZNP za grupu OZB, treba izračunati vrednost za svaku OZB i onda izračunati ponderisanu srednju vrednost po priključku, kao u slučaju proračuna OZB sa različim pritiscima.

U slučajevima kada postoje značajne sezonske varijacije u pritisku može biti neophodno da se preduzme merenje pritiska u dužem vremenskom periodu da bi se procenio uticaj sezonskih promena.

Kada su pritisci koji se javljaju u sistemu kompleksniji ili se u sistemu smanjuje protok da bi se održalo ili ograničilo snabdevanje, treba razmotriti uticaj na procenjen PZNP.

Samo za licnu upotrebu
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

Prilog C – Izbor OZB za aktivnu kontrolu gubitaka kada su dostupni ključni podaci

Ako je dostupan veliki broj podataka o troškovima otkrivanja i popravke pukotina, moguće je razviti metod za izbor OZB, u kojoj će se vršiti otkrivanje pukotina, koji će doneti skoro optimalne rezultate. Postoji nekoliko varijanti metode koja se koristi a koje koriste različite nivoe kompleksnosti i različite modele procesa nastanka gubitaka. Ovde dajemo opis jednostavnog pristupa, koji se lako može poboljšati.

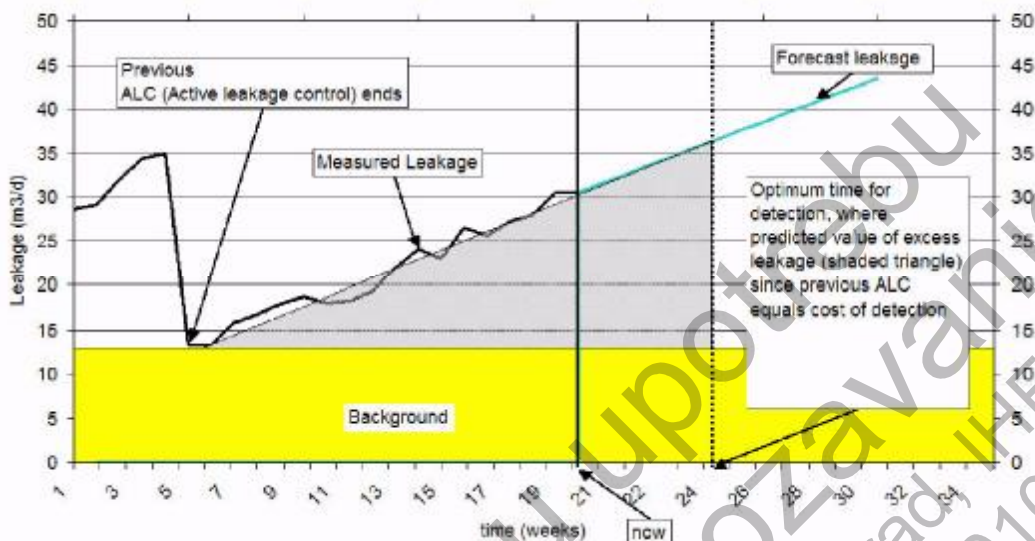
Za svaku OZB potrebni su sledeći podaci:

- trošak otkrivanja pukotina u OZB da bi se gubici smanjili na nivo baznih gubitaka nakon popravke
- vrednost uštede koja može da se postigne
- stopa povećanja curenja između faza aktivne kontrole gubitaka

Glavne pretpostavke su:

- stopa povećanja gubitaka između faza aktivne kontrole gubitaka je linearna
- nivo gubitaka postignut neposredno nakon aktivne kontrole gubitaka ne zavisi od početnog nivoa
- svi podaci mogu precizno da se predvide
- troškovi popravke su nevažni zato što bi sve pukotine u jednom trenutku bile otkrivene.

U ovom slučaju, kako gubici rastu, otkrivanje i popravku treba sprovoditi onda kada vrednost prekomernih gubitaka bude jednaka troškovima otkrivanja. To je ilustrovano na sledećoj slici.



Slika C-1: Ilustracija alternativne metode za izbor OZB za Aktivnu kontrolu gubitaka

Leakage m^3/d -gubici, m^3 /dan

Time (weeks)-vreme (nedelje)

Previous ALS (Active leakage control) ends-kraj prethodne aktivne kontrole gubitaka, AKG

Measured Leakage-mereni gubici

Forecast Leakage-predviđeni gubici

Optimum time for detection, where predicted value of excess leakage (shaded triangle) since previous ALC equals cost of detection-optimalno vreme za otkrivanje, gde je očekivana vrednost prekomernih gubitaka (šrafiran trougao) jer je prethodna AKG jednaka ceni otkrivanja

Prilog D – Procena noćne potrošnje: iskustvo Velike Britanije

Mnogo truda je uloženo u procenu noćne potrošnje u Velikoj Britaniji. Ovo je delimično vođeno zahtevima koje je nametala regulativa. Metode navedene u daljem tekstu su razvijene tokom 1994, u vreme Nacionalne inicijative za gubitke Velike Britanije (opisane u izveštajima o upravljanju gubicima: „Upravljanje gubicima, Odbor za inženjering i rad industrije vode Velike Britanije, objavljen od strane WRc 1994. god. (*Managing Leakage, UK Water Industry Engineering and Operations Committee, published by WRc*). Ove relativno jednostavne metode su verovatno pogodne za primenu kao prvi korak u različitim slučajevima. Ove metode su dalje razvijane od 1994. god. i to je opisano u sledećim tekstovima Preduzeća za istraživanje industrije vode u Velikoj Britaniji (*UK Water Industry Research Ltd*): „ Procena curenja na osnovu analize noćnog protoka, 1999“ (“Leakage Estimation from Night Flow Analysis), Procena propisanih naknada za noćnu potrošnju izvan domaćinstava, 1999“ (*Estimating Legitimate Non-Household Night Use Allowances*), i „Noćna potrošnja u domaćinstvima, 2002, (Household Night Consumption).

Noćna potrošnja u domaćinstvima

Bez obzira da li se potrošnja korisnika meri ili ne, verovatno je da će na noćnu potrošnju u domaćinstvima u određenom sistemu uticati unutrašnje vodovodne instalacije i broj stanovnika u domaćinstvima. Istraživanje u Velikoj Britaniji je pokazalo da je nastanjenost domaćinstava ključni faktor za procenu noćne potrošnje korisnika. To ne predstavlja iznenađenje jer sa povećanjem broja stanovnika u domaćinstvu, povećava se mogućnost da će se noću koristiti više vode. Do danas, noćna potrošnja u domaćinstvu se uglavnom bazira na sledećoj zavisnosti:

Noćna potrošnja u domaćinstvu = Broj domaćinstava x stopa noćne potrošnje

gde je ustanovljena prosečna stopa nastanjenosti domaćinstva da bi se odredila prosečna noćna potrošnja.

Pregled ključnih rezultata iz Preduzeća za istraživanje industrije vode u Velikoj Britaniji (*UK Water Industry Research Ltd*, *UKWIR*) noćne potrošnje domaćinstava su:

Odgovarajuća prihvatljiva noćna potrošnja će se razlikovati za svako preduzeće i treba da bude određena na osnovu lokalnih podataka. U ovom izveštaju prikazani su indikativni rezultati izvedeni iz pojedinačnih monitoringa domaćinstava (*Individual Household Monitor - IHM*) podataka. Rezultati su izvedeni nakon eliminisanja svih gubitaka ali oni ne uzimaju u obzir neregistrovane merače ili bilo kakvu predrasudu pri odabiru uzorka.

Prosečna godišnja vrednost noćne potrošnje u domaćinstavu, između 1,8 i 2,5 l/domaćinstvo/h, izvedena je iz pojedinačnih monitoringa domaćinstava (*Individual Household Monitor - IHM*), analizirana je za ovaj projekat korišćenjem svih dostupnih podataka. Ove brojke, koje ne obuhvataju naknade neregistrovanih potrošača, veće su od vrednosti 1,7 l/domaćinstvo/h (uključujući neregistrovane potrošače) navedene u Upravljanju gubicima.

Noćna potrošnja izvan domaćinstava

Da bi se odredila noćna potrošnja izvan domaćinstava u OZB, korisno je identifikovati potrošače koji ne spadaju u domaćinstva a koji se nalaze unutar OZB. Izveštaj E o upravljanju gubicima sadrži osnovni metod za proračun noćne potrošnje izvan domaćinstava. On daje rezultat:

Noćna potrošnja izvan domaćinstava = broj potrošača izvan domaćinstava x 8 l/h

Vrednost od 8 je nedavno povećana na 10 litara po času od strane jednog preduzeća u Velikoj Britaniji, kao rezultat detaljnije analize, ne uzimajući u obzir specijalne noćne potrošače.

Otkriveno je da ova naknada često potcenjuje stvarnu noćnu potrošnju izvan domaćinstava.

Izveštaj E o upravljanju gubicima takođe sadrži kompleksniju metodu, po kojoj postoji pet kategorija noćnih potrošača, gde je:

Noćna potrošnja izvan domaćinstava = zbir za kategorije od A do E (potrošači izvan domaćinstava po kategoriji X potrošnja za kategoriju)

Kategorije, kao i njihove potrošnje su prikazane u sledećoj tabeli:

Tabela D-1: Kategorije noćne potrošnje izvan domaćinstava

Kategorija	Vrsta potrošača	Noćna potrošnja (l / h)
A	Vatrogasne i policijske stanice bez posade, telefonske centrale, banke, crkve, kapele, bašte/poljoprivredne parcele, postrojenja za preradu vode za piće i upotrebljene vode	0,7
B	Prodavnice, kancelarije, zanatski centri, servisi za pranje rublja, železničke i autobuske stanice, veliki domaći posedi, gostinske kuće, garaže/benzinske pumpe, putnički kampovi, farme, mala imanja, pojilice za stoku	6,3
C	Hoteli, škole/fakulteti, restorani, kafei, javne ustanove, socijalne ustanove, rezidencijalni kampovi, konjušnice	10,4
D	Bolnice, fabrike, javni toaleti, gradilišta	20,7
E	Starački domovi, rudnici, kamenolomi	60,6

Specijalni potrošači

Uobičajeno, ovo su najveći industrijski potrošači čija je noćna potrošnja veća od 500 l/h i kod kojih je moguća velika razlika u noćnoj potrošnji od noći do noći. Ovi potrošači mogu da se identifikuju preko podataka o izmerenim protocima. Obično je tada neophodno merenje noćne potrošnje, ili čitanje vodomera kod potrošača u jednočasovnom intervalu, obično između 01:00 i 05:00 noću.

Neki potrošači će imati ujednačenu noćnu potrošnju, dok će se noćna potrošnja drugih znatno razlikovati od noći do noći, ili od nedelje do nedelje. Ova pojava se obično može

razumeti ukoliko se razgovara sa potrošačem. Ako je noćna potrošnja velikog potrošača promenljiva, može se izvršiti nekoliko merenja noćnog protoka ili se mogu koristiti podaci iz logera nekoliko registrovanih merenja.

Izuzetna potrošnja se javlja u retkim slučajevima, kada potrošač koji obično ima manju potrošnju koristi više od 500 l / h u toku samo nekoliko noći u godini. Ovo ne treba da bude uključeno kao izuzetno korišćenje. Na primer, za održavanje fabrike se ponekad mogu koristiti veoma velike količine vode u toku noći.

Veoma veliki potrošači treba da imaju sopstvene merače, koji se tretiraju kao izlazni merači iz OZB. To je naročito važno ukoliko je noćna potrošnja promenljiva.

Samo za licnu upotrebu!
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

Prilog E – Koncept procene curenja i baznih gubitaka (*Burst and Background Estimates – BABE*)

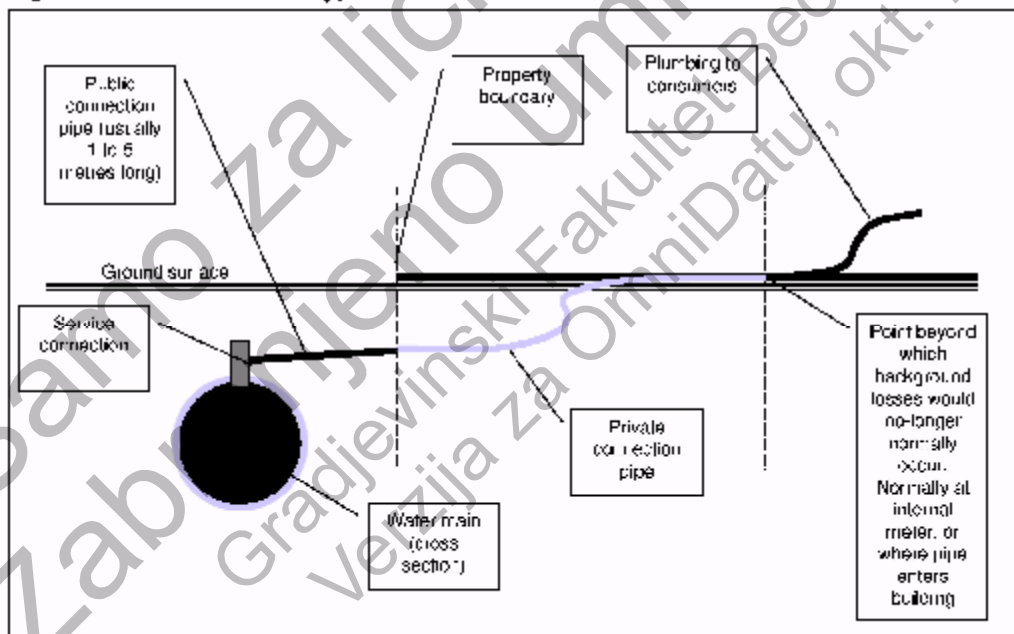
Izračunavanje prosečnog zonskog noćnog pritiska, PZNP

Prosečni zonski noćni pritisak za OZB treba da bude najbolja procena prosečnog pritiska u OZB noću (kada je izračunata minimalna potrošnja). Ovo je objašnjeno ranije u Prilogu B.

Izračunavanje baznih gubitaka

Korišćenjem principa curenja i baznih gubitaka, bazni gubici u OZB se mogu proceniti na osnovu sledećeg:

- dužine glavne cevi
- PZNP prosečnog noćnog pritiska u OZB
- broju priključaka
- dužini cevi privatnog priključka (u Velikoj Britaniji servisna cev, u SAD od granice poseda do vodomera)



Slika E-1: Presek tipičnog priključka potrošača

Public connection pipe (usually 1 to 5 meters long)-priključna cev (obično dugačka 1 do 5 m)

Service connection-servisni priključak

Property boundary-granica poseda

Plumbing to consumers-vodovodne instalacije kod potrošača

Water main (cross section)-vodovodna cev (poprečni presek)

Private connection pipe-privatna priključna cev

Point beyond which background losses would no longer normally occur. Normally at internal meter, or where pipe enters building-tačka posle koje obično nema baznih gubitaka. Obično na

unutrašnjem vodomeru ili gde cevovod ulazi u zgradu

IWA je 2004. god. preporučila sledeću formulu:

Procenjeni bazni gubici za infrastrukturu u dobrom stanju pri visini pritiska od 50 metara u litrima po času

$$= 0.02 \times \text{dužina cevi u metrima} + 1.25 \times \text{broj priključaka} + 0.033 \text{ litara / metru privatne cevi} + 0.25 \text{ litara po domaćinstvu ili potrošaču izvan domaćinstva (industrijski)}$$

Fleksibilniji pristup je dat u sledećoj jednačini:

$$= FSI \times (0.02 \times \text{dužina cevi u metrima} + 1.25 \times \text{broj priključaka}) + (FSI \text{ videti belešku 1} \times 0.033 \text{ litara / metru privatne cevi}) + 0.25 \text{ litara po domaćinstvu ili potrošaču izvan domaćinstvu videti belešku 2}$$

FSI je Faktor stanja infrastrukture, (*Infrastructure Condition Factor, ICF*) čija vrednost normalno iznosi između 1 i 4.0, u zavisnosti od stanja u kome se nalaze cevi: (vrednost je 1 ukoliko se smatra da su cevi u dobrom stanju, a 4.0 ako se smatra da nisu u dobrom stanju, sa tačke gledišta vodopropustljivosti). U Velikoj Britaniji je rašireno korišćena početna procena od 2, dok se ne dobiju detaljnije informacije.

Jednačina može dalje da se razvija uzimanjem u obzir, pritiska korišćenjem faktora korekcije pritiska zasnovanom na prosečnom zonskom noćnom pritisku. Eksponent 1.5 je dobijen specifično za bazne gubitke na osnovu međunarodnih podataka.

Tako da ukupni bazni gubici u OZB mogu da se odrede kao:

$$= (FSI \times (0.02 \times \text{dužina cevi u metrima} + 1.25 \times \text{broj priključaka}) + (FSI \text{ videti belešku 1} \times 0.033 \text{ litara / metru privatne cevi}) \times (PZNP/50)^{1.5} + (0.25 \text{ litara po domaćinstvu ili potrošaču izvan domaćinstva} \times (PZNP/50)^{1.5} \text{ videti beleške 2 i 3})$$

Beleške

1. Tamo gde su vodomeri potrošača postavljeni na spoju priključka i privatne cevi, malo je verovatno da će FSI uticati na privatnu cev, tako da je u interesu potrošača da minimizuje bilo kakve gubitke.
2. Na gubitke u vodovodnim instalacijama u samom objektu najverovatnije neće uticati stanje podzemne infrastrukture.
3. Pritisak će uticati na cevi u objektu potrošača samo kada je snabdevanje direktno. Dakle, na vodovodne instalacije u samom objektu potrošača neće uticati pritisak ukoliko se objekat snabdeva iz podzemnih ili krovnih rezervoara, i preporučuje se početna vrednost gubitaka u vodovodnim instalacijama u objektu od 0.25 l / domaćinstvo / izvan domaćinstva (industrijski potrošači)

Primer izračunavanja baznih gubitaka u OZB:

Podaci o infrastrukturi OZB	
Dužina cevi u metrima	22500
PZNP u metrima	60
Broj priključaka	1500
Broj privatnih cevi	1500
Prosečna dužina pojedinačne privatne cevi u metrima	12
Faktor stanja infrastrukture, FSI	1.5

Proračun kada se ne meri potrošnja korisnika i snabdevanje je direktno:

$$= \{1.5 \times [(22500 \times .02) + (1500 \times 1.25) + (1500 \times 12 \times .033)] \times (60/50)^{1.5}\} + \{(1500 \times .25) \times (60/50)^{1.5}\}$$

$$= 6250 \text{ l/h ili } 6.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Proračun kada se potrošnja korisnika meri na granici privatne cevi i snabdevanje je direktno:

$$= \{1.5 \times [(22500 \times .02) + (1500 \times 1.25) + (1500 \times 12 \times .033)] \times (60/50)^{1.5}\}$$

$$= 5860 \text{ l/h ili } 5.9 \text{ m}^3/\text{h}$$

Varijacije baznih gubitaka sa Prosečnim zonskim noćnim pritiskom, PZNP i Faktorom stanja infrastrukture, FSI - potrošnja korisnika se meri na granici privatne cevi i snabdevanje je direktno

PZNP	Bazni gubici (l/ priključku/čas) za infrastrukturu u:		
	Dobrom stanju FSI = 1	Prosečnom stanju FSI = 2	Lošem stanju FSI = 4
20	0.5	0.9	1.6
30	1.0	1.6	3.0
40	1.5	2.5	4.6
50	2.1	3.5	6.4
60	2.8	4.7	8.5
70	3.5	5.9	10.7
80	4.2	7.2	13.0
90	5.1	8.6	15.6

(Primedba: pretpostavlja se 10 metara cevi po priključku i 12 metara prosečne dužine privatne cevi)



Prilog F – Primeri uspešne primene OZB

Ovde navedeni primeri daju kratak pregled projekata u kojima su uspešno primenjene OZB u nekoliko različitih zemalja. Ovi primeri pokazuju neke od karakterističnih problema i rešenja koji se sreću u zemljama sa veoma različitim tipovima infrastrukture, zahtevima potrošača i propisanim režimima. Važno je napomenuti da ovde korišćene metode nisu neminovno one koje preporučuju autori Uputstva ili IWA Odeljenje za gubitke vode kao najbolje metode.

Samo za licnu upotrebu!
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

IRIGACIONA OBLAST EL DORADO, KALIFORNIJA, SAD

	Opis projekta
1	<i>Kratak opis lokacije?</i>
	<p>OZB je formirana u Irigacionoj oblasti El Dorado (<i>El Dorado Irrigation District, EID</i>) u Kaliforniji, kao deo istraživačkog projekta delimično finansiranog od strane Istraživačke fondacije američkog udruženja vodovoda (<i>American Water Works Association Research Foundation - AwwaRF</i>), a u cilju procenjivanja mogućnosti prenošenja međunarodnih tehnologija upravljanja gubicima u Severnu Ameriku.</p> <p>Topografija EID oblasti snabdevanja nije homogena, zbog čega je vodovodna distributivna mreža već podeljena na kontrolne zone pritiska. Zato je odlučeno da se postojeća zona pritiska pretvori u trajnu OZB. Izabrana je oblast "Severni Šingl" (<i>North Shingle</i>), u koju dotok stiže samo u jednoj tački. OZB opslužuje populaciju od približno 1.200 ljudi, sa prosečnim zonskim pritiskom od 78 metara. Bilo je potrebno oko 3 meseca od početka projektovanja OZB do trenutka kada je ona postala operativna.</p>
2	<i>Nivo stvarnih gubitaka pre i posle formiranja OZB?</i>
	Nivo stvarnih gubitaka u OZB Severni Šingl iznosila je 1.545 l/priključak/dan, ili 18,62 l/priključak/m, uz odgovarajući Indeks curenja infrastrukture, ICI (<i>Infrastructure Leakage Index</i>) od 9,23.
3	<i>Aranžmani snabdevanja za tipična domaćinstva?</i>
	Svaki servisni priključak u OZB je opremljen meračem, dok u domaćinstvima nema rezervoara. Tipična visina pritiska na tački isporuke se kreće od 50 metara do 140 metara u OZB. Zbog brdovitog terena postoje delovi OZB sa prekomernim pritiskom i zbog toga je većina servisnih priključaka opremljena sa zatvaračima za smanjenje pritiska.
	Projektovanje
4	<i>Šta utiče na projektovanje pojedinačne OZB?</i>
	Projektovanje OZB uslovljeno je potrebom da se koristi postojeća oblast kontrole pritiska sa pojedinačnim dovodom, kao i potrebom da se zadovolje potrebe za protivpožarnu zaštitu, minimalni pritisak i zahtevi osiguranja.
5	<i>Da li se upravljanje pritiska uzima u obzir u fazi projektovanja?</i>
	Upravljanje pritiskom se razmatra u fazi projektovanja zbog prekomernog pritiska u sistemu. Voda dotiče u OZB u jednoj tački koja je opremljena sa 2 zatvarača za smanjenje pritiska, (jedan osnovni zatvarač i jedan korektivni zatvarač za smanjenje pritiska) koji upravljaju pritiskom u celoj OZB.
6	<i>Metode korišćene za projektovanje</i>
	Nije zahtevano projektovanje granica ili veličine OZB jer je postojeća zona kontrole pritiska pretvorena u trajnu OZB. Procenjeni su podaci o potrošnji iz sistema naplate i poznatog odnosa između letnje i zimske najveće potražnje. Procenjene su takođe i potrebe za vodom za protivpožarnu zaštitu. Analizirani su istorijski podaci o pritisku na kritičnim tačkama unutar OZB i dodatno su izvršena merenja pritiska širom OZB. Na osnovu početnih procena, proračuna i merenja, ustanovljeno je da postojeća cev od 200mm kojom se voda dovodi u OZB može, za vreme minimalne noćne potrošnje, imati brzinu protoka koja je suviše mala da bi se izvršila precizna merenja protoka. Zbog toga je projektni tim odlučio da pretvori glavni zatvarač za smanjenje pritiska od 150mm u merni zatvarač za smanjenje pritiska (ovu tehnologiju omogućava većina proizvođača zatvarača za

	<p>smanjenje pritiska). Korektivni zatvarač od 200mm je projektovan za korišćenje za protivpožarnu zaštitu i hitne slučajeve. Za projektovanje OZB nije korišćen ni jedan mrežni model.</p>
8	<p><i>Kako je testirana postojanost granica?</i></p> <p>Upoređeni su rezultati testiranja minimalnog noćnog protoka, MNP (<i>Minimum Night Flow - MNF</i>) i proračunate dnevne potrošnje po priključku sa podacima o naplati iz obračuna u OZB. Podaci o potrošnji iz naplate i dnevna potrošnja zasnovane na testiranju MNP su se veoma dobro slagali čime je potvrđena postojanost OZB.</p>
9	<p><i>Kako su određene granice OZB i kako se upravljalo OZB?</i></p> <p>Granice OZB su postojale, sa značajnim fizičkim odvajanjima zbog topografije, različitih zona pritiska i slepih krajeva.</p>
10	<p><i>Da li nove granice uključuju opremu za ispiranje?</i></p> <p>Nisu ustanovljene nove granice, a postojeće granice uključuju mesta za ručno ispiranje kada je to potrebno.</p>
11	<p><i>Da li je sistem organizovan tako da se registruje rad graničnih zatvarača?</i></p> <p>Nema podataka.</p>
12	<p><i>Kako su merači izabrani? Ovo obuhvata vrstu i veličinu merača.</i></p> <p>Pošto je postojeća zona kontrole pritiska promenjena, odlučeno je da se koristi postojeća stanica za regulaciju pritiska. Istraživanjem se otkrilo da proizvođači zatvarača za smanjenje pritiska nude opremu kojom se postojeći zatvarači za smanjenje pritiska pretvaraju u merni zatvarač. Za proizvodnju opreme za merni zatvarač izabran je isti proizvođač kao i za postojeći zatvarača za smanjenje pritiska.</p>
13	<p><i>Opišite tipično postavljanje merača?</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Slika F-1: Stanica za regulaciju pritiska</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Slika F-2: Merni zatvarač na bajpas cevi</p> </div> </div>
	<p>Vodeći zatvarač za smanjenje pritiska od 150mm na desnoj strani na slici 1</p>

	pretvoren je u merni zatvarač, prikazan na slici 2. Instalacija je podzemna i obuhvata zatvarače za izolaciju.
14	<i>Kako se izračunavaju naknade za noćno korišćenje prilikom procenjivanja visine gubitaka (ukoliko postoji)?</i>
	Definišu se 4 tipa potrošača u OZB, na osnovu podataka o naplati. Za svaki tip potrošača očitava se reprezentativni uzorak merača, za vreme minimalnog noćnog protoka - MNP testiranja, da bi se izračunala ukupna minimalna noćna potrošnja
	OZB u upotrebi
15	<i>Kako se sakupljaju podaci o protoku u tipičnoj OZB?</i>
	Podaci o protoku i pritisku (uzvodni i nizvodni pritisak) na ulaznom zatvaraču za smanjenje pritiska i prosečni i kritični pritisak u OZB registrovani su u petominutnim intervalima i uskladišteni u logerima. Podaci iz ovih logera se ručno preuzimaju na mesečnom nivou i podaci se tada analiziraju.
16	<i>Kako se proverava ispravnost podataka o protoku?</i>
	S obzirom da je merač protoka nov, do sada nisu preduzeta nova testiranja merača protoka.
17	<i>Opišite kako se podaci o protoku koriste za procenu nivoa gubitaka?</i>
	Procena nivoa gubitaka u OZB zasniva se na merenjima minimalnog noćnog protoka MNP, uz očitavanja minimalne noćne potrošnje. Vodni bilans nije korišćen.
18	<i>Opišite proces donošenja odluka o tome koje se OZB ispituju od strane timova za kontrolu gubitaka. To može obuhvatiti proces određivanja prioriteta. Navedite primere sprovođenja procesa određivanja prioriteta, čime se pokazuje koji indikatori performansi su korišćeni i koje su OZB izabrane kao rezultat toga.</i>
	Nema podataka.
19	<i>Šta se dešava kada je OZB ispitana od strane timova za kontrolu gubitaka, ali gubici se ne smanjuju?</i>
	Nema podataka.
20	<i>Opišite procese održavanja, kao što su provere granice OZB, kontrola podataka iz OZB, registrovanje pritiska, ispiranje. Ovo treba da obuhvati da li se održavanje vrši u regularnim intervalima ili je odgovor na pojavu kvarova.</i>
	Nema podataka.
21	<i>Opišite druge situacije koje ste nametnuli OZB, kao što su: procena godišnjih gubitaka; proučavanje potreba za vodom;; potrošnja po glavi korisnika (Per Capita Consumption - PCC); faktor stanja infrastrukture, FSI (Infrastructure Condition Factor - ICF); planiranje; monitoring rada; troškovi monitoringa; prirodna stopa povećanja gubitaka; analiza mreže; svakodnevni rad mreže.</i>
	Druga korišćenja OZB u svrhu studije Istraživačke fondacije američkog udruženja vodovoda (American Water Works Association Research Foundation - AwwaRF) jesu procena FSI nakon ponovljenog otkrivanja pukotina i sporovođenja popravki, kao i monitoring prirodnog povećanja gubitaka.
	Drugi aspekti
22	<i>Da li postoji još neki aspekt u vezi projektovanja, formiranja i korišćenja OZB koji je važan, a koji nije pokriven u prethodnim pitanjima? To se odnosi na posebne probleme i na to kako su oni prevaziđeni.</i>
	Nema podataka o tome.

Saradnik: Rajnhard Šturm

Udruženje: WSO

Dozvola za objavljivanje informacija: Irigacion oblast El Dorado dala je dozvolu za objavljivanje podataka u IWA – OZB Uputstvu.

Samo za licnu upotrebu
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

ODBOR ZA VODU GRADA LIMASOL, KIPAR

	Opis projekta
1	<i>Kratak opis lokacije?</i>
	<p>Grad Limasol nalazi se na južnoj obali Kipra u severo-istočnom delu Mediteranskog mora i sa svojih 150.000 stanovnika predstavlja drugi najveći grad na Kipru. Odbor za vodu grada Limasol je neprofitna polu-vladina organizacija, odgovorna za snabdevanje pijaćom vodom grada i okoline Limasola.</p> <p>Odbor za vodu se 1985. god. upustio u ambiciozan razvojni program koji je sadržao glavno proširenje vodovodnog distributivnog sistema i obuhvatao podelu distributivne mreže na zone pritiska, svake sa odgovarajućim kapacitetom rezervoara. Izgrađene su serije crpnih stanica da bi podigle vodu u više zone. Napredan sistem za kontrolu i prikupljanje podataka (<i>Supervisory Control and Data Acquisition System - SCADA</i>) sa daljinskim terminalskim jedinicama je postavljen na svim izvorima vode, rezervoarima i crpnim stanicama, sa svojom centralnom kontrolnom sobom u glavnim kancelarijama Odbora za vodu, i pušten je u rad 1988. god.</p> <p>Topografija Limasola je takva da kote zemljišta u oblasti koja se snabdeva variraju od 0 na obali, pa do 315 metara iznad nivoa mora u podnožjima planina. Da bi se obezbedio prihvatljiv pritisak za potrošače, čitava oblast snabdevanja je podeljena na 7 zona pritiska, svaka sa sopstvenim rezervoarom. Svaka od ovih zona pritiska je podeljena na Osnovne zone bilansiranja (OZB) koje se snabdevaju gravitacijom iz svog rezervoara preko duktilnih glavnih cevovoda prečnika od 800mm do 300 mm. Do 2003. god. ukupno je bilo 27 OZB, ali se smatralo da je potrebno pažljivo ispitati veličinu tih OZB, naročito onih u zonama visokog pritiska u cilju daljeg smanjenja stvarnih gubitaka u sistemu i istovremeno, obezbeđivanja bolje i efikasnije aktivne kontrole gubitaka. Restruktuiranje OZB je započeto 2004. god. i biće završeno do kraja 2007. god. a rezultiraće sa 52 OZB. Prosečni pritisak u OZB pre restrukturiranja varirao je od 4-6 bara. Nakon restrukturiranja, u svim OZB sprovodi se kontrola pritiska koji varira od 2-4 bara.</p> <p>Danas Odbor za vodu pokriva oblast od oko 100 km² uz približno 800 km podzemnih cevovoda i približno 70.000 registrovanih potrošača, kao i godišnjom proizvodnjom vode od 13 miliona kubnih metara.</p>
2	<i>Koliki je bio nivo stvarnih gubitaka pre i posle postavljanja OZB?</i>
	Videti priloženi Grafikon 1 i Grafikon 2.
3	<i>Kratak opis aranžmana o snabdevanju za tipična domaćinstva?</i>
	<p>Svaki priključak u OZB je izmeren a vodomjer je postavljen veoma blizu granice poseda. Za deo do vodomera, Odbor za vodu je odgovoran za postavljanje i održavanje priključka. Za deo posle vodomera, sam vlasnik je odgovoran za postavljanje vodovodnih cevi. Zahtevano je da se direktna linija za snabdevanja pijaćom vodom vodi od vodomera do kuhinje. Druga linija snabdevanja je od rezervoara hladne vode na krovu, iz koga je voda distribuirana u kuću za korišćenje u kupatilima, toaletima, kuhinji, itd. Visina pritiska pri maksimalnoj potrošnji, zadata od strane Odbora za vodu, je 2 bara na najvišoj tački OZB. Prosečna zonska noćna potrošnja u OZB je 2,5-3,5 bara. U normalnim uslovima vodosnabdevanje</p>

	je kontinuirano. Međutim, u periodima ekstremne nestašice vode, snabdevanje je neredovno.
	Projektovanje
4	Šta utiče na projektovanje pojedinačne OZB?
	<p>Projektovanje OZB zasnovano je na sledećim ključnim faktorima:</p> <ul style="list-style-type: none"> • veličina OZB, • minimalno promene nivoa tla širom OZB, • jednostavno identifikovanje granica, • pravilno projektovani i postavljeni merača, • pojedinačna tačka ulaza u OZB, • odvojene OZB granice, • pritisak optimiziran tako da održi standardnu uslugu potrošačima, • stepen težine rada u gradskom području. <p>Cilj je bio da OZB budu male i srednje veličine (do 3000 objekata) sa minimalnim promenama kota zemljišta, tako da može da se primeni efikasna kontrola i smanjenje pritiska. Primćenjen je fizički prekid cevovoda na graničnim uslovima između OZB, izbegavajući slepe krajevi cevi gde god je moguće. U slučaju da slepi krajevi postoje, instalirana je oprema za ispiranje. Za formiranje odvojenih granica između OZB izabrani su glavni putevi, kao i potoci.</p>
5	Da li se upravljanje pritiska uzima u obzir u fazi projektovanja?
	<p>Ispitane su promene nivoa tla širom proučavane oblasti i naročita pažnja je posvećena uticaju pritiska unutar OZB. Upravljanje pritiskom predstavlja ključni faktor za sprovođenje efikasnog upravljanja gubicima. To je Odbor za vodu odavno prepoznao i postavio je krajnji cilj da sve OZB budu opremljene sa PRV-ima da bi se smanjio pritisak gde god je to moguće, kao i da se kontroliše i stabilizuje pritisak u onim OZB gde smanjenje pritiska nije izvodljivo.</p> <p>Izvršena su merenja pritiska unutar OZB da bi se uspostavio radni pritisak na niskim, srednjim i visokim tačkama u OZB, kao i Prosečni zonski noćni pritisak, PZNP (<i>Average Zone Night Pressure, AZNP</i>) za svaku OZB. Štaviše, detaljno su ispitana merenja pritiska u cilju smanjenja pritiska koliko god je to moguće, uz istovremeno održavanje minimalnih standarda usluge koja se priža potrošačima. Pravilo je bilo da se održi minimalni standard usluge od 2 bara na najvišim tačkama u OZB, za vreme maksimalne potrošnje. Ovo je, naravno, bilo ponovo razmatrano u nekim slučajevima, gde su postojale visoke zgrade koje koriste pritisak u sistemu da bi dovele vodu do svojih rezervoara na krovu. U takvim slučajevima, Odbor za vodu će dotirati postavljanje podzemnih rezervoara i crpnih sistema da bi se voda pumpala do rezervoara na krovu visokih zgrada, čime će se omogućiti dalje smanjenje pritiska.</p>
6	Metode korišćene za projektovanje
	Važan faktor koji je razmatran su hidrauličke karakteristike mreže. One su projektovane da obezbede optimalan učinak u okviru granica nametnutih samom dispozicijom mreže.
7	Da li je korišćena hijerarhija izmerenih zona?
	Sve OZB su projektovane da funkcionišu nezavisno, sa pojedinačnom tačkom ulaza u sistem koja se meri.
8	Kako je testirana postojanost granica?
	Sprovedeno je testiranje nultog pritiska da bi se potvrdilo da su locirane i izolovane sve međusobno povezane cevi između OZB, što je uključilo

	zatvaranje zatvarača na ulazu u OZB, čime je OZB izolovana i primećeno je da je pritisak unutar OZB odmah opao, što ukazuje da su sve međusobno povezane cevi izolovane. Ovo testiranje je obično vršeno između 02:00 i 04:00 ujutro da se ne bi uznemiravali potrošači.
9	<i>Kako su određene granice OZB i kako se upravljalo OZB?</i>
	Proces projektovanja je vodio ka manjim OZB, lakšim za upravljanje, sa fizičkom nepovezanošću cevi između OZB. Sa granicama koje formiraju zatvoreni zatvarači uvek postoji opasnost da se zatvarači slučajno otvore i da ostanu tako otvoreni.
10	<i>Da li nove granice uključuju opremu za ispiranje?</i>
	Tamo gde je to bilo moguće, izbegnuti su slepi krajevi cevi, da bi se održao kvalitet vode. Ukoliko ovo nije moguće, na ovim tačkama postavljena je oprema za ispiranje.
11	<i>Da li je sistem organizovan tako da se registruje rad graničnih zatvarača?</i>
	Nema graničnih zatvarača. Politika Odbora za vodu je da cevi budu nepovezane.
12	<i>Kako su merači izabrani? Ovo obuhvata vrstu i veličinu merača.</i>
	Izbor merača zasnovan je na dostupnim istorijskim podacima o minimalnom, prosečnom i najvećem protoku, uzimajući u obzir i sezonske promene. Izabran je jeftini mehanički merač tipa "Waltmen" metrološke klase B, sa izlaznim impulsom koji pokriva protoke do 200 m ³ /h. Većini OZB potreban je merač sa nominalnim prečnikom od 100 mm, dok veće OZB zahtevaju nominalni prečnik od 150 mm.
13	<i>Opišite tipično postavljanje merača?</i>
	Videti priloženu fotografiju
14	<i>Kako se izračunavaju naknade za noćno korišćenje prilikom procenjivanja visine gubitaka (ukoliko postoji)?</i>
	Sakupljaju se podaci potrebni za ustanovljavanje redovne noćne potrošnje korisnika i baznih gubitaka u svakoj OZB. Kada su ti podaci dobijeni, koristi se pristup Procene curenja i baznih gubitaka (Burst And Background Estimate - BABE) da bi se analizirao Minimalni noćni protok, MNP (Minimum Night Flow - MNF).
	OZB u upotrebi
15	<i>Kako se sakupljaju podaci o protoku u tipičnoj OZB?</i>
	Od suštinskog značaja za efikasno funkcionisanje OZB je da se uspostavi pouzdan direktan monitoring sistem u cilju primene najboljeg upravljanja u OZB, a koji uključuje analizu noćnog protoka u OZB razmatranog kao Minimalni noćni protok (MNP), da bi se procenili gubici. U ovu svrhu, svaki merač je opremljen sa programabilnim kontrolorom koji se u većini slučajeva napaja sunčevom energijom, čime se dobija jeftino i efikasno rešenje. Programabilni kontrolor obavlja sledeće zadatke: <ul style="list-style-type: none"> • Registrovanje podataka o protoku i pritisku • Kontrola (otvaranje i zatvaranje) zatvarača za smanjenje pritiska • Komunikacija sa kontrolnim centrom u kancelarijama Odbora za vodu preko PSTN linije, GSM mreže, radija ili kablovske veze. Direktni monitoring merača predstavlja kombinaciju informacione tehnologije i telekomunikacionih mreža za prenos podataka preko interneta. Podaci sakupljeni u programabilnom kontroloru za svaku OZB šalju se kontrolorom na e-mail adresu. Odgovarajući kompjuterski program koji radi na kompjuteru u kontrolnoj sobi Odbora za vodu priključuje se na tu adresu na svakih sat vremena i preuzima podatke, koji se prvo sortiraju prema OZB, a onda se koriste za ažuriranje postojećih

	izveštaja. Direktni pristup programabilnim kontrolorima iz kontrolne sobe omogućava modifikaciju programa kontrolora, preuzimanje ranijih podataka po zahtevu, kao i zatvaranje ili otvaranje zatvarača za regulaciju pritiska. Tipična šema direktnog nadgledanja distriktnog merača prikazana je na Slici 1.
16	<i>Kako se proverava ispravnost podataka o protoku?</i>
	Kontinuirano nadgledanje protoka počinje odmah nakon obrazovanja svake OZB. To omogućava uspostavljanje dijagrama neravnomernosti protoka za OZB, čime se dobijaju ključni podaci kao što su maksimalni i prosečni dnevni protoci i minimalni noćni protoci. Tipičan dijagram neravnomernosti za protok i pritisak u OZB je prikazan na Slici 2.
17	<i>Opišite kako se podaci o protoku koriste za procenu nivoa gubitaka? Da li ovo obuhvata i merenje noćnog protoka i vodnog bilansa? Kako se ovo usklađuje? Da li je korišćen IWA vodni bilans? Ukoliko je korišćen vodni bilans na nivou OZB, za koji period je rađen i da li obuhvata i merenje potrošnje korisnika u toku istog perioda?</i>
	Podaci su sakupljeni i sprovedena su proračuni na osnovu principa Procene curenja i baznih gubitaka da bi se odredili bazni gubici i gubici koji mogu da se lociraju u svakoj OZB. Da bi se odredili gubici koji mogu da se lociraju u OZB korišćen je minimalni noćni protok, uzet iz direktnog sistema za monitoring. OZB su tada rangirane na osnovu nivoa gubitaka koji mogu da se lociraju i aktivna kontrola gubitaka je sprovedena u OZB koja se najviše rangira. Ovaj pristup "odozdole-nagore" primenjen je za sve OZB. Bilans vode izvodi se na godišnjoj osnovi jer se pristup "odozgore-nadole" javlja na nivou stvarnih gubitaka. Ovaj nivo je upoređen sa rezultatom pristupa "odozgore-nadole" i izvršene su neophodne promene pretpostavki kod oba pristupa sve dok nivo stvarnih gubitaka nije postao isti korišćenjem oba metoda.
18	<i>Opišite proces donošenja odluka o tome koje se OZB ispituju od strane timova za kontrolu gubitaka.</i>
	Određivanje prioriteta se zasniva na nivou gubitaka koji mogu da se lociraju. U donjem primeru prioritet u lociranju i popravci pukotina dat je prvo OZB 230, a kasnije OZB 225 i OZB 227. Za ostale OZB smatra se da je neekonomično istražiti gubitke koji mogu da se lociraju jer je njihov nivo ispod jednog curenja na ekvivalentnoj cevi (tabela 1).
19	<i>Šta se dešava kada je OZB ispitana od strane timova za kontrolu gubitaka, ali curenje ne bude smanjeno?</i>
	Mi u Odboru za vodu grada Limasola sprovodimo 4 osnovne prinudne aktivnosti za smanjenje gubitaka, a to su Upravljanje pritiskom, Upravljanje cevovodima i objektima, Aktivna kontrola gubitaka i Brzina i kvalitet popravki. Ova metodologija je veoma efikasna i nema nikakvog razloga da, pod uslovom da se primenjuje pravilno, ne dovede do smanjenja gubitaka.
20	<i>Opišite procese održavanja.</i>
	Vrši se kontinuirano sakupljanje podataka o protoku i pritisku preko direktnog monitoringa. Sledeće aktivnosti se sprovode u redovnim intervalima: <ul style="list-style-type: none"> • proveravanje i čišćenje uzvodnih laminatora merača protoka na svakih 6 meseci. • proveravanje i podešavanje, ako je potrebno, zatvarača za smanjenje pritiska na svakih 6 meseci.
21	<i>Opišite druge situacije koje ste nametnuli OZB</i>

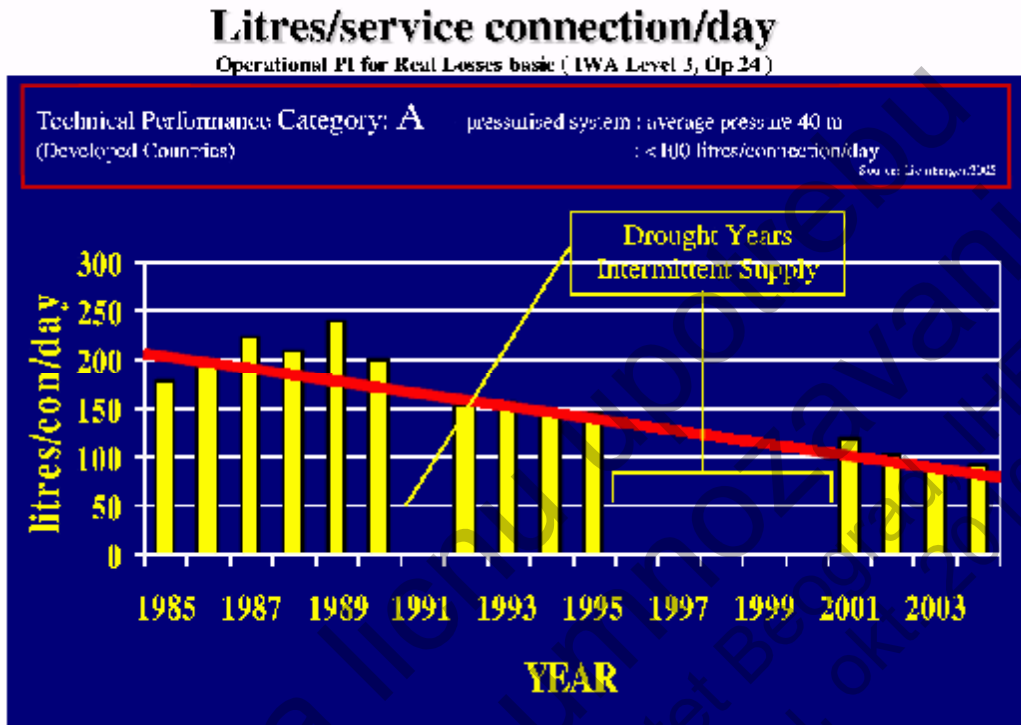
	Naravno da su OZB izuzetno korisne za procenu stvarnih gubitaka. Dodatno, dobijaju se i korisne informacije i podaci o potrebama potrošača, sezonskim promenama potrebe potrošača, promenljivosti pritiska, kao i učestalosti pojave pukotine na cevima.
	Drugi aspekti
22	<i>Da li postoji još neki aspekt u vezi projektovanja, formiranja i korišćenja OZB koji je važan, a koji nije pokriven u prethodnim pitanjima? To se odnosi na posebne probleme i na to kako su oni prevaziđeni.</i>
	Važno je razumeti da primena filozofije OZB mora da bude deo strateškog plana za efektno i efikasno Upravljanje gubicima.

Saradnik: Bambos Haralambos

Udruženje: Odbor za vodu grada Limasol, Kipar

Samo za licnu upotrebu!
 Zabranjeno umnozavanje!
 Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
 Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

Radne performanse u poslednjih 20 godina izražene u litrima/priključak/ dan i Indeks curenja infrastrukture, ICI.

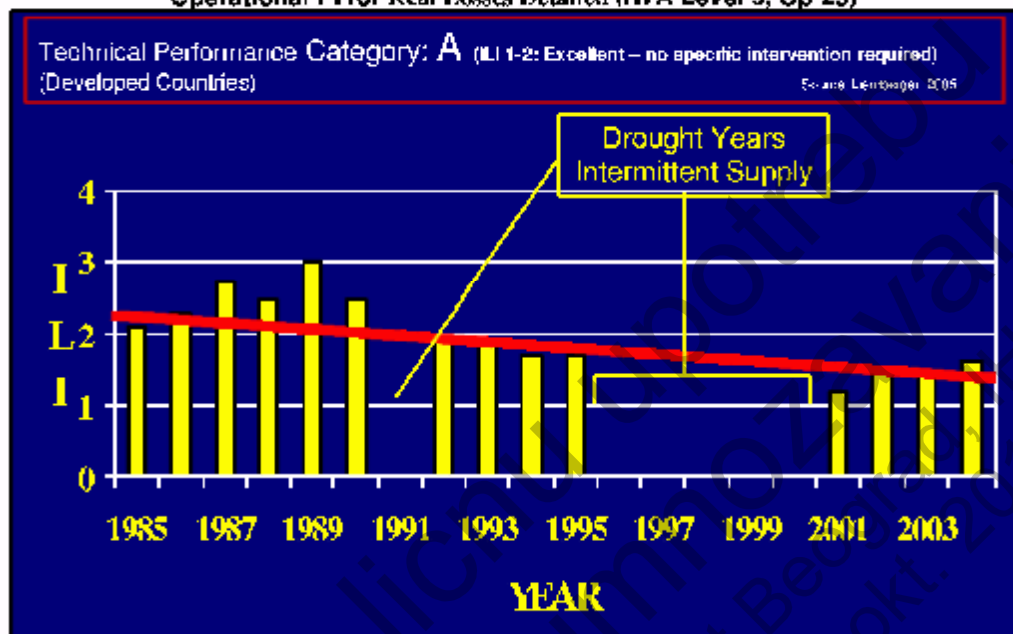


Slika F-3 : Radne performanse (litri / servisni priključak / dan)

Technical Performance Category:A- kategorija tehničke performanse:A
 Pressurised system: average pressure- sistem pod pritiskom: prosečan pritisak
 Developed Countries – razvijene zemlje
 Litres/con/day- litara/priključku/dan
 year- godina
 Drought Years, Intermittent Supply – sušne godine, neredovno snabdevanje

Infrastructure Leakage Index

Operational PI for Real Losses Detailed (IWA Level 3, Op 25)



Slika F-4 : Indeks gubitaka na infrastrukturi

Technical Performance Category: A- kategorija tehničke performanse: A

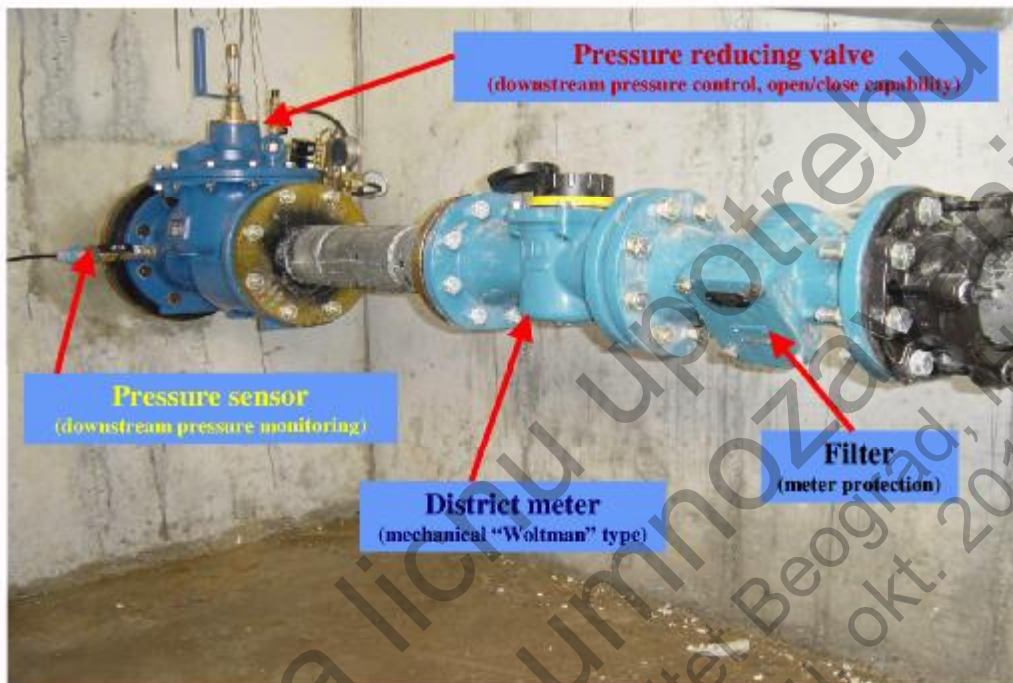
Excellent, no specific intervention required - odlično, nisu potrebne intervencije

ILI – IGI, indeks gubitaka na infrastrukturi

year- godina

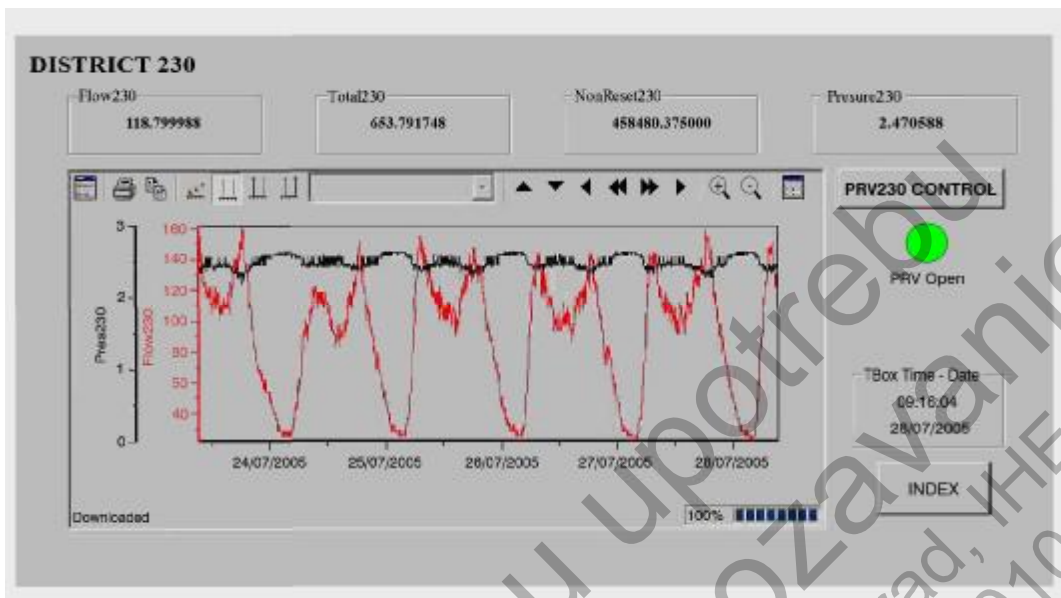
Drought Years, Intermittent Supply – sušne godine, neredovno snabdevanje

DMA Inlet Chamber

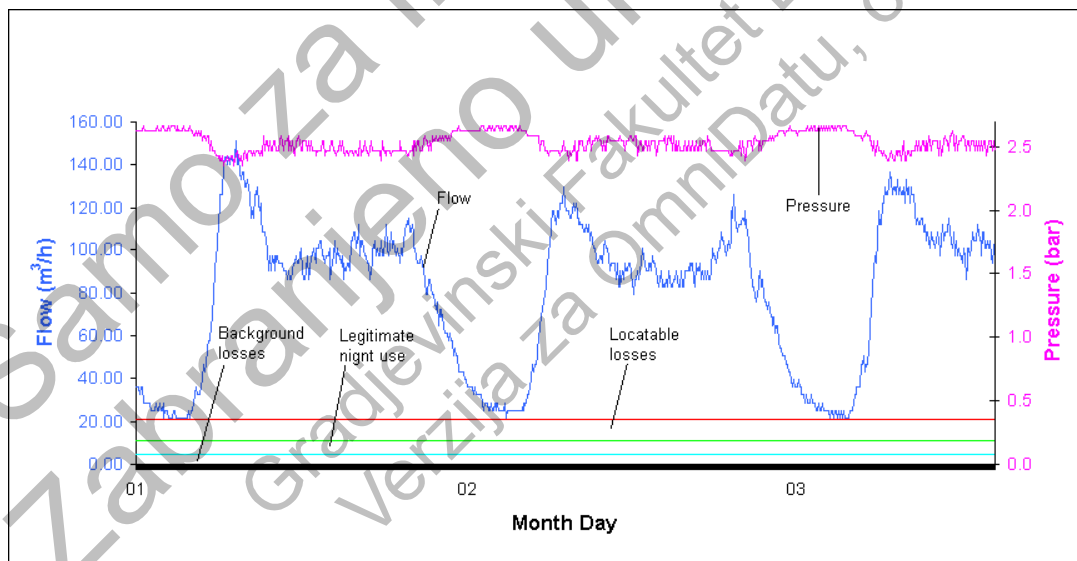


Slika F-5 : OZB ulazna komora

Pressure reducing valve (downstream pressure control, open/close capability) – zatvarač za smanjenje pritiska (nizvodna kontrola pritiska, mogućnost otvaranja/zatvaranja)
Pressure sensor (downstream pressure monitoring) – Senzor pritiska (monitoring nizvodnog pritiska)
District meter (mechanical "Woltman" type) – zonski merač (mehanički, tip "Woltman")
Filter (meter protection) – filter (zaštita merača)



Slika F-6 : Tipična šema direktnog monitoring sistema zonskog merača



Slika F-7: Tipičan dijagram neravnomernosti protoka i pritiska u OZB

Flow – protok

Month Day – mesec dan

Pressure – pritisak

Background losses – bazni gubici

Legitimate night use – opravdana noćna potrošnja

Locatable losses – gubici koji mogu da se lociraju

Tabela F-1: Tipično određivanje prioriteta za Zonu pritiska 2

OZB	Aktuelni minimalni noćni protoci - MNP (m ³ / h)	Bazni gubici (m ³ / h)	Opravdano noćno korišćenje (m ³ / h)	Gubici koji mogu da se otkriju (m ³ / h)
220	2,16	0,24	1,41	0,51
221	3,85	1,65	2,13	0,07
222	2,24	0,71	1,49	0,03
223	2,56	0,82	1,54	0,20
224	2,52	0,82	1,59	0,11
225	9,78	2,41	3,38	3,99
226	6,84	2,55	4,05	0,24
227	10,44	3,38	5,50	2,56
228	7,20	3,03	3,67	0,50
229	3,73	0,96	0,92	1,85
230	18,00	4,60	6,86	6,54
231	7,92	3,54	4,21	0,18
232	4,32	1,05	1,64	1,63
233	3,96	1,10	1,49	1,37
234	2,44	0,23	0,97	1,24

**GRAD BANGOR, DWR KIMRU VELŠKA VODA,
VELS, VELIKA BRITANIJA**

	Opis projekta
1	<p><i>Kratak opis lokacije(kao što su naziv države; populacija koja se opslužuje, uobičajen pritisak snabdevanja, kratak opis organizacije snabdevanja), razlozi za formiranje OZB i stvarno trajanje projekta od početka projektovanja do početka funkcionisanja OZB.</i></p>
	<p>Grad Bangor nalazi se u Velsu, Velika Britanija. To je mali univerzitetski grad koji se sastoji uglavnom od stambenih zgrada, kancelarija, univerzitetskih zgrada, prodavnica i lake industrije na industrijskim posedima. Stambene zgrade predstavljaju mešavinu zgrada u nizu i izdvojenih zgrada, tipičnim za Veliku Britaniju.</p> <p>Snabdevanje grada vrši se iz dva udaljena postrojenja za prečišćavanje vode za piće iz lokalnih rezervoara, sa dodatnim direktnim snabdevanjem iz glavnih cevovoda u distributivnu mrežu. Do sada nije sprovedena efikasna aktivna kontrola gubitaka.</p> <p>Aktivna kontrola gubitaka je bila neophodna, jer kada je potreba za vodom najveća i kada dođe do pojave curenja isti posedi koji se nalaze na visokim kotama ostaju bez vode. Grad leži u dolini, sa rezervoarima na jednoj strani i velikim brojem poseda na dnu doline ili na suprotnoj strani. Posedi su stacionirani na nivou mora do oko 80 m AOD (iznad nivoa mora), dok se rezervoari nalaze na kotama 94 i 114 m AOD.</p> <p>Izabrana je Aktivna kontrola gubitaka u OZB, zasnovana na predviđanjima smanjenja gubitaka navedenim u Izveštaju 26 strategija i praksa u kontroli gubitaka, i potrebno je preći na metod kontrole gubitaka kod koga mogu da se izmere stvarni nivoi gubitaka.</p> <p>Ukupno trajanje projekta do završetka poslednje OZB i režima zatvarača za smanjenje pritiska iznosilo je više godina, jer je u početnoj fazi rađeno na poboljšanju karata nakon čega je urađena početna podela na sektore, OZB, projektovanje zatvarača za smanjenje pritiska i implementaciju prućenu oblaganjem postojećih gvozdrenih cevi nakon čega je dodatno fino regulisano upravljanje PRV.</p>
2	<p><i>Koliki je bio nivo stvarnih gubitaka pre i posle postavljanja OZB u nekim ili svim navedenim jedinicama: m³/godini, l/priključak/dan, l/priključak/dan/metar pritiska, Indeks curenja infrastrukture, ICI ?</i></p>
	<p>Početna procena gubitaka zasnovana je na merenju uzorka i iznosila je 440 l/priključak/dan, gruba procena je 6-8 l/priključak/dan/m.</p>
3	<p><i>Kratak opis aranžmana snabdevanja za tipična domaćinstva: da li postoji rezervoar u domaćinstvu, i ako postoje da li se rezervoari nalaze pod zemljom i/ili su na višim kotama; da li se meri potrošnja na tipičnim priključcima; tipičan (ili zahtevan) pritisak u tački isporuke; da li je snabdevanje kontinuirano u celoj oblasti?</i></p>
	<p>Tipične kuće se snabdevaju preko posebnih cevi prečnika 12mm, na kojima ne postoje merači, sa jednom ili svim slavinama sa hladnom vodom koje se snabdevaju direktno iz uličnih cevovoda i svim slavinama sa vrućom vodom, kao i preostalim slavinama sa hladnom vodom snabdevanih iz malih kućnih rezervoara koji se obično nalaze na krovu. Snabdevanje je kontinuirano za 99% priključaka.</p>
	Projektovanje

4	Šta utiče na projektovanje pojedinačne OZB? To može da uključuje: upotreba cevi sličnog materijala; ciljna veličine OZB; kvalitet vode; broj graničnih zatvarača; protivpožarna zaštita; osiguranje; pouzdanost snabdevanja; održavanje istog pritiska (raspoloživa visina pritiska) u celoj OZB koji će pomoći upravljanje pritiskom itd.
	Projektovanje OZB uslovljeno je topografijom, kvalitetom vode i postojećom konfiguracijom mreže.
5	Da li se upravljanje pritiskom uzima u obzir u fazi projektovanja? ? Ako je tako, da li je projektovan da pokriva sve OZB? Ako nije, kako se donose odluke o tome gde postaviti upravljanje pritiskom?
	Zbog same topografije, dugoročno i kratkoročno upravljanje pritiskom je integrisano u projektovanje OZB. U početku nije postojala mogućnost za upravljanje pritiskom jer su prekomerni gubici prouzrokovali prevelik pad pijezometarske linije širom sistema. Jednom kada se završi početno čišćenje distributivne mreže od pukotina i kada se mreža podeli na sektore prema budućim zahtevima po pitanju pritiska, pritisak se tada održava na nižem nivou od onog koji su potrošači prethodno iskusili u periodima kada je potreba za vodom najveća. Dodatno fino podešavanje sistema upravljanja pritiskom je izvršeno kada je završena popravka gvozdениh cevi, što je povećalo hidraulički kapacitet mreže. Ovaj posao je preduzet zbog problema sa kvalitetom vode.
6	Metode korišćene za projektovanje One mogu da obuhvate ono što se dobilo početnim ispitivanjima i probama, kao i da li su (i u kom obimu) korišćeni modeli mreže.
	Početno kartiranje oblasti nije bilo kompletirano, a deo procesa projektovanja kojim se određuje konfiguracija OZB predstavljao je potpuno premeštanje postojećih glavnih cevovoda i kasnije kartiranje. Oblik OZB je određen na osnovu topografije i povezivanje glavnih cevovoda u mrežu. Izvršena je analiza mreže da bi se oblast podelila na sektore na osnovu pritisaka u njima i da bi se potvrdilo koje suvišne spojeve treba odbaciti.
7	Da li je korišćena hijerarhija mernih zona: to jest da li se OZB uklapaju u veće mernе zone i da li su te veće zone instalirane kao deo istog procesa, ili su one već postojale i ako je tako, da li se u njima ranije vršilo merenje?
	Postoji hijerarhija merenja sa početnim ulaznim meračima u dva rezervoara, nakon kojih slede izlazni merači iz rezervoara i dodatni merači nizvodno od rezervoara na liniji snabdevanja u slučajevima gde izlaz iz rezervoara merača ne vodi direktno u OZB. Konfiguracija mreže dozvoljava jedan ulazni merač i nijedan izlazni merač u svim OZB. Postoje dodatni merači uzvodno od rezervoara na cevovodu koji je vodi do fabrike za prečišćavanje vode.
8	Kako je testirana postojanost granica? Da li osluškivanjem zatvarača, sprovođenjem testa nultog pritiska u celoj OZB (gde je oblast izolovana od ostatka distributivnog sistema, a pritisak je nadgledan da bi se osiguralo da pritisak pada blizu nuli), sprovođenjem testa nultog pritiska na pojedinim delovima cevovoda blizu granice, ili nekim drugim metodom testiranja?
	Postojanost granica OZB je ispitivana različitim metodama, u početku osluškivanjem zatvarača; upoređivanjem graničnog pritiska i konačno, sprovođenjem testa nultog pritiska.
9	Kako su granice OZB određene i kako se upravlja njima? Na primer: da li su granični zatvarači zatvoreni i obeleženi, ili su delovi cevi premešteni a

	<i>njihovi krajevi zatvoreni da bi se stvorile trajne granice?</i>
	Granice OZB formirane su zatvaranjem zatvarača, čiji su poklopci obojeni u crveno, a zatvarači su označeni kao zatvoreni na elektronskom sistemu mapa. Izveštaj se priprema za slučaj kada zatvarači moraju da se otvore.
10	<i>Da li nove granice uključuju opremu za ispiranje?</i>
	Gde je to neophodno oprema za ispiranje je postavljena zatvaranjem zatvarača.
11	<i>Da li je sistem organizovan tako da se registruje rad graničnih zatvarača?</i>
	Početni upravljanje zatvorenih zatvarača u prvobitnom periodu zahteva veliki napor, ali jednom kad se ustanovi konfiguracija OZB zatvoreni zatvarači se registruju na mapama i kompletiraju se izveštaji o statusu ako se rukovalo zatvaračima.
12	<i>Kako su merači izabrani. Ovo obuhvata vrstu i veličinu merača.</i>
	Izabrani su merači tipa Waltmen koji imaju mogućnost proizvodnje impulsnog izlaza. Većina OZB merača ima opseg od 80 do 100 mm, neki i 150 mm.
13	<i>Opišite tipično postavljanje merač (npr. da li je merač postavljen na bajpas cevovodu, koji materijali su korišćeni, gde se nalaze popusni zatvarači i hidranti, da li je instalacija podzemna?). To bi se možda najlakše objasnilo putem dijagrama i fotografija.</i>
	Merači se nalaze u podzemnim rezervoarima, osim kad su postavljeni u kontrolnim komorama servisnih rezervoara. Tamo gde je moguće merači se postavljaju na bajpas cevovodu ili imaju bajpas cevovod da bi njihova zamena bila laka.
14	<i>Kako se izračunavaju naknade za noćno korišćenje prilikom procenjivanja visine gubitaka (ukoliko postoje)?</i>
	Izračunavanje naknade za noćno korišćenje postepeno se menja u skladu sa najnovijom praksom u Velikoj Britaniji i trenutno je zasnovana na Proceni curenja i baznog protoka - BABE (<i>Burst and Background Estimates</i>) za određivanja noćne potrošnje korisnika i baznih gubitaka.
	OZB u upotrebi
15	<i>Kako se sakupljaju podaci o protoku u tipičnoj OZB? Ovo obuhvata učestalost sakupljanja podataka, intervale skladištenja podataka, da li se podaci čuvaju u logerima i obrađuju ručno ili preko telemetrije? Da li se pritisak registruje?</i>
	Od kada su OZB ustanovljene, sakupljanje podataka se vrši na različite načine i postepeno se menja ka kontinuiranom sakupljanju podataka sa modemskim vezama koje omogućavaju dnevnu obradu podataka i upozoravaju na prekomerni protok.
16	<i>Kako se proverava ispravnost podataka o protoku?</i>
	Poređenjem sa prethodnim podacima o promeni protoka i proverom protoka u okolnim OZB.
17	<i>Opišite kako se podaci o protoku koriste za procenu nivoa gubitaka? Da li ovo obuhvata i merenje noćnog protoka i vodnog bilansa? Kako se ovo usklađuje? Da li je korišćen IWA vodni bilans? Ukoliko je korišćen vodni bilans na nivou OZB, za koji period je rađen i da li obuhvata i merenje potrošnje korisnika u toku istog perioda?</i>
	Visina gubitaka u OZB uobičajeno se analiziraju nedeljno, na osnovu minimalnog noćnog protoka i baznog curenja dobijenog metodom procene curenja i baznih gubitaka plus procenjena noćna potrošnja korisnika. Tada se za preduzimanje aktivne kontrole gubitaka određuje OZB sa

	potencijalno najvećim prekomernim gubicima. Onda se vrši procena gubitaka na godišnjem nivou po principu odozdole-nagore, korišćenjem minimalnih noćnih protoka u OZB i upoređuje se sa godišnjim vodnim bilansom ili po principu odozgo-nadole za gubitke. Principom odozgo-nadole procenjuje se potrošnja korisnika korišćenjem vodomera potrošača i procenjuje se neizmerena potrošnja na osnovu potrošnje po glavi stanovnika za potrošače čija se potrošnja ne meri. Meri se potrošnja i svih industrijski korisnici.
18	<i>Opišite proces donošenja odluka o tome koje se OZB ispituju od strane timova za kontrolu gubitaka. To može da obuhvati i proces određivanja prioriteta. Navedite primere sprovođenja procesa određivanja prioriteta, čime se pokazuje koji indikatori performansi su korišćeni i koje su OZB izabrane kao rezultat toga.</i>
	Inspektori su odgovorni za grupu OZB, a aktivna kontrola gubitaka se zasniva na nedeljnim izveštajima kojima se procenjuje trenutna visina prekomernih gubitaka u svakoj OZB. Određivanje prioriteta OZB vrši se ili preko ukupnih prekomernih gubitaka ili preko prekomernih gubitaka na 100 priključaka.
19	<i>Šta se dešava kada je OZB ispitana od strane timova za kontrolu gubitaka, ali gubici se ne smanjuju?</i>
	Ukoliko ne može uspešno da se predvidi visina gubitaka, preduzimaju se dodatne provere da bi se osigurala celovitost granice, izuzetni noćni potrošači i konačno, ako je to pogodno, vrši se zvučno ispitivanje.
20	<i>Opišite procese održavanja, kao što su provere granice OZB, kontrola podataka iz OZB, registrovanje pritiska, ispiranje. To se odnosi na slučajeve kada se održavanje obavlja u regularnim intervalima ili kad se reaguje na pojavu kvarova.</i>
	Podaci se obrađuju dnevno, a zatvarači za smanjenje pritiska se održavaju na godišnjem nivou.
21	<i>Opišite druge situacije koje ste namethuli OZB kao što su: procena godišnjih gubitaka; izučavanje potreba; potrošnja po glavi korisnika; faktor stanja infrastrukture (FSI); planiranje; monitoring performanse; troškovi monitoringa; prirodna stopa povećanja gubitaka; analiza mreže; svakodnevni rad mreže.</i>
	OZB se ustanovljavaju da bi se odredila potrošnja po glavi korisnika i stanje infrastrukture ICF kao deo procene ekonomskog nivoa gubitaka. Sa usavršenim modeliranjem mreže koje uključuju sve modele glavnih cevi, ustanovljava se dijagram neravnomernosti protoka u OZB da bi se odredila potrošnja u čvorovima u okviru OZB.
	Drugi aspekti
22	<i>Da li postoji još neki aspekt u vezi projektovanja, formiranja i korišćenja OZB koji je važan, a koji nije pokriven u prethodnim pitanjima? To se odnosi na posebne probleme i na to kako su oni prevaziđeni.</i>
	Ključni element uspešne aktivne kontrole gubitaka u OZB je posvećenost upravljanju i shvatanja da do uspeha dolazi samo ukoliko se upravljanje primenjuje. U ovom primeru, infrastruktura OZB većim delom je ostala nepromenjena u poslednjih 20 godina, kontinuirano snabdevanje je održano čak i u slučajevima maksimalne potrošnje, a gubici su smanjeni sa 440 na 110 litara po priključku na dan.

Saradnik: Džon Morison
Udruženje: u ime Dwr Kimru Velške vode

DŽOHORE, MALEZIJA

Opis projekta

Projekat je smešten u Džohoreu, najjužnoj državi na malezijskom poluostrvu. 800.000 korisnika čija se potrošnja meri sa 100% pokrivenosti populacije države. Tipičan pritisak snabdevanja iznosi između 1 bara i 7 bara. Postaviti zatvarač za smanjenje pritiska za pritisak iznad 3 bara.

Ugovorom se Renhil vodovod (Ranhill Water Services) obavezaao da će primeniti holistički pristup da bi smanjio trenutni NRW nivo sa 36,6% na 20% do 2010. godine. Danas postoji 650 OZB koje treba nadgledati, a taj broj će se u sledeće dve godine povećati na 800, čime će se pokriti 100% potrošača u državi Džohore (Johore).

Nenaplaćena voda predstavlja pokazatelj radnog učinka, računata oduzimanjem ukupno naplaćene količine vode od ukupne proizvedene količine.

Da bi se primenila aktivna kontrola gubitaka u kontrolnom području, oblasti vodosnabdevanja su podeljene na podoblasti, odnosno na Merne oblasti (OZB). OZB su snabdevane iz jednog izvora, a okolne oblasti su razdvojene graničnim zatvaračem, koji će biti zatvoren sve vreme. To se radi da bi se ulazni protok mogao registrovati i nadgledati.

Za ustanovljavanje OZB, od kartiranja cevovoda, ispitivanja pritiska, testiranja nultog pritiska, uzimanja uzorka redovnog noćnog protoka, izračunavanja T faktora, postavljanja i puštanje u rad merača protoka odmah od prvog merenja protoka i na taj način monitoring OZB, potrebno je da protekne u proseku mesec dana.

Stvarni gubici u OZB nadgledani su korišćenjem podataka o noćnom protoku u mreži. Za vreme ranije faze projekta, nivoi stvarnih gubitaka iznosili su od 5 l/s do 50 l/s. Primenom aktivne kontrole, noćni protok u OZB treba da se smanji na prosek od oko 2,5 l/s.

Većina domaćinstava snabdeva se iz svojih nadzemnih rezervoara sa minimalnim kapacitetom od 0,5 m³. Dozvoljena je samo jedna direktna slavina. Potrošnja svih korisnika se meri, a čitanja merača se sprovode mesečno. Minimalni dozvoljeni pritisak za sva domaćinstva iznosi 7,6 m. Trenutno se svi potrošači snabdevani 24 časa dnevno.

Projektovanje

Kriterijumi koje treba uzeti u obzir prilikom projektovanja OZB:

- povezanost od 500 do 2000
- snabdevanje iz jednog izvora
- održavanje minimalnog pritiska u sistemu
- kontinuirano vodosnabdevanje
- granični zatvarač može da se locira i zatvori
- zatvarač treba da bude dostupan za fazno testiranje ili za postavljanje novog

Sprovedeno je ispitivanje pritiska u oblasti, uključujući i okolnu oblast u OZB, da bi se raspored visine pritisaka bolje razumeo. Na najvišim, najnižim, najbližim i najdaljim

tačkama od ulaza u OZB i u njenoj okolini, postavljeni su logeri pritiska pre nego što je urađena izolacija,

Da bi se kompletiralo formiranje OZB, treba sprovesti sledeće aktivnosti:

- napraviti šematski prikaz predložene OZB uključujući i mesto proučavanja i provere
- pregledati podatke o pritiscima
- sprovesti testiranje nultog pritiska
- uzorkovati opravdani noćni protok
- izračunati T faktora
- izvršiti početno merenje protoka da bi se snimili najveći protok, minimalni protok, trend protoka i nivoa baznih gubitaka.

Svi granični zatvarači, nakon što se potvrdi njihova lokacija i izvrši zatvaranje, biće obeleženi farbanjem njihovih komora u crveno.

Elektromagnetni merači protoka su izabrani za merenje protoka u ovom projektu. Iskustvo u korišćenju mehaničkog merača koje je dao velike gubitke za vreme najvećeg protoka i zapašavanje uzvodnog laminatora otpatcima, dovelo je do korišćenja elektromagnetnog merača protoka kao pouzdanog i efikasnog načina za sakupljanje podataka. Prethodna verzija elektromagnetnog merača protoka se pokazala kao jednostavna za održavanje u poslednjoj deceniji, od kada je instalirana u Džohoreu.

Određivanje veličine ovog merača je bilo bazirano na projektnim zahtevima za maksimalnim protokom i sposobnošću da se registruje minimalni protok. Minimalni gubitak kroz merač prilagođen je da bi se izabrao odgovarajući merač. Ostali zahtevi su razmatrani u toku samog procesa projektovanja.

S obzirom da kod elektromagnetnog merača nema održavanja, on je postavljen pod zemlju, sa komunikacijskim kablom postavljenim unutar kućišta koje je izgrađeno iznad zemlje. Merač je postavljen direktno na cevovod i spojen je flanšama. Nije korišćen laminator kod ovog merača jer je merač takav da meri po celom prečniku cevovoda.

OZB u upotrebi

Merači se čitaju mesečno, a potrošnja se osrednjuje dnevno. Gubici se računaju tamo gde postoji povećana dnevna potrošnja. Za bazne gubitke iznad 20%, postavljen je ručni loger za beleženje minimalnog noćnog protoka.

Timovi za otkrivanje gubitaka se raspoređuju kad je noćni protok iznad 2,5 l/s. U OZB u kojima su postavljeni stalni logeri, noćni protok se nadgleda svakog dana. Analiziraju se podaci o protoku i pritisku koji se dnevno prenose kroz telemetriju do kontrolnog centra.

Snimljeni podaci o protoku se pretvaraju u neto noćni protok, nakon što se oduzme opravdani noćni protok. Ovaj minimalni noćni protok se koristi da bi se predstavili bazni gubici koje se javljaju u OZB. Druge komponente nenaplaćene vode su samo bile izmerene u toku aktivnosti oko bilansiranja protoka. Bilansiranje protoka je jedna od aktivnosti koja se preduzima u okviru holističkog pristupa da bi se osiguralo da su zapremina vode proizvedene u postrojenju za prečišćavanje uzete u obzir i da je korišćena u proračunu vodnog bilansa u sistemu.

OZB merači se očitavaju mesečno i pravi se lista koja pokazuje nivo gubitaka. Gubici se klasifikuju prvenstveno prema neto noćnom protoku u mreži. Tim za otkrivanje gubitaka

koji sprovodi vizuelnu inspekciju se raspoređuje u onim OZB u kojima je neto noćni protok iznad 5 l/s. Za precizno lociranje pukotina koriste se registratori zvuka i korelatori ili u celoj oblasti ili u podoblastima ukoliko je oblast podeljena na manje oblasti. U oblastima u kojima nije došlo do smanjena gubitaka ni nakon angažovanja timova za otkrivanje pukotina, sprovodi se postepeno testiranje označene oblasti, u cilju redukovanja visine gubitaka. Za ove manje oblasti trebalo bi sprovesti detaljnije istraživanje da bi se precizno odredila visina gubitaka i razlozi zbog kojih je do njih došlo – usled pritiska, materijala od koga su cevi, starosti cevi, uslova u tlu, povezanost cevi, stručnost primenjenu tokom instaliranja, kao i sva druga odgovarajuća pitanja. Da bi se smanjila visina gubitaka u konkretnoj podoblasti, treba dati preporuku kao što je zamena cevi ili smanjenje ulaznog pritiska.

Pre postepenog testiranja proveravaju se granice OZB. Kod mesečnog očitavanja koje ima neke nepravilnosti, proverava se granični zatvarač da bi se osiguralo da je OZB snabdevana iz jednog izvora. Testiranje na opravdani noćni protok treba obaviti svakih 5 godina, ili kada se pojavi neka razlika u trendu korišćenja vode.

Osim programa kontrole gubitaka, pri formiranju OZB, takođe se mogu primeniti drugi vidovi upravljanja vodosnabdevanjem, kao što su:

- procena godišnjih ili mesečnih gubitaka
- ispitivanje potreba za vodom
- potrošnja po glavi korisnika
- upravljanje pritiskom
- trend korišćenja vode
- obeležavanje potrošača
- program rehabilitacije cevovoda
- dnevni monitoring pritiska i protoka

REGIONALNA KOMISIJA ZA VODU HALIFAKSA

	Opis projekta
1	<i>Kratak opis lokacije</i> (kao što su naziv države; populacija koja se opslužuje, uobičajen pritisak snabdevanja, kratak opis organizacije snabdevanja), razlozi za formiranje OZB i stvarno trajanje projekta od početka projektovanja do početka funkcionisanja OZB.
	Halifaks regionalna komisija za vodu (<i>Halifax Regional Water Commission</i>) nalazi se u Halifaksu Nova Škotska, Kanada i trenutno opslužuje populaciju od 320,000 ljudi, uz prosečan pritisak snabdevanja od 50 metara. Halifaks se snabdeva iz dva velika postrojenja za prečišćavanje vode, 180 miliona litara dnevno postrojenje opslužuje Zapadni region, a 90 miliona litara dnevno postrojenje Istočni region. Halifaks ima visoku prirodnu stopu pucanja vodovodnih cevi i sa izgradnjom novog postrojenja za prečišćavanje vode u istočnom regionu, uz odgovarajuće povećanje graničnih troškova vode, smanjenje stvarnih gubitaka je postao zajednički prioritet. Nivo terena u Halifaksu se kreće od 170 m.n.m. do nivoa mora, što zahteva veliki broj odvojenih zona pritiska i crpnih stanica. Ove zone pritiska i pumpne stanice formirale su najranije OZB jednostavnim postavljanjem merača protoka na kontrolnoj opremi. Uz znanje da je u OZB moguće rano otkrivanje gubitaka, Regionalna komisija za vodu Halifaksa je 1999. godine primenila program stvaranja OZB u celom preduzeću. Nakon šest godina, program je blizu završetka.
2	<i>Koliki je bio nivo stvarnih gubitaka pre i posle postavljanja OZB u nekim ili svim navedenim jedinicama: m³/godini, l/priključak/dan, l/priključak/dan/metar pritiska, Indeks curenja infrastrukture , ICI.</i>
	Godišnji stvarni gubici pre potpune implementacije OZB (1999) iznosili su 18,055,000 m ³ . Do 31. marta 2001. godine, stvarni gubici su iznosili 8,101,000 m ³ . Prvi Indeks curenja infrastrukture, ICI izračunat je 1999/2000 i iznosio je 6,4, a 31. marta 2005. iznosio je 3,8. Očekujemo dalje smanjenje u toku 05/06 do mogućih 3,4.
3	<i>Kratak opis aranžmana snabdevanja za tipična domaćinstva: da li postoji rezervoar u domaćinstvu, i ako postoje da li se rezervoari nalaze pod zemljom i/ili su na višim kotama; da li se meri potrošnja na tipičnim priključcima; tipičan (ili zahtevan) pritisak u tački isporuke; da li je snabdevanje kontinuirano u celoj oblasti?</i>
	Tipično domaćinstvo ima sopstveno liniju snabdevanja uz prosečan pritisak snabdevanja od 50 metara. Ne postoji rezervoar, a sistem je konstantno pod pritiskom. Meri se potrošnja na svim priključcima sa vodomernima koji su postavljeni unutar domaćinstva.
	Projektovanje
4	<i>Šta utiče na projektovanje pojedinačne OZB? To može da uključuje: upotreba cevi sličnog materijala; ciljna veličine OZB; kvalitet vode; broj graničnih zatvarača; protivpožarna zaštita; osiguranje; pouzdanost snabdevanja; održavanje istog pritiska (raspoloživa visina pritiska) u celoj OZB koji će pomoći upravljanje pritiskom itd.</i>
	Ciljna veličina OZB koja može da se izmeri u jednom danu. Protivpožarna zaštita. Potrebe za protokom u komercijalnoj industriji Višestruki ili suvišni dovodi. Kvalitet vode i moguće lokacije merača. Lokacija velikih korisnika.

5	<i>Da li se upravljanje pritiskom uzima u obzir u fazi projektovanja? ? Ako je tako, da li je projektovan da pokriva sve OZB? Ako nije, kako se donose odluke o tome gde postaviti upravljanje pritiskom?</i>
	Upravo smo započeli primenu upravljanja pritiskom prilagođavanjem protoka i nastavice sa tim, uzimajući u obzir faktor stanje infrastrukture, istojiju ponovne pojave curenja, prosečan pritisak unutar OZB, kao i troškove implementacije.
6	<i>Metode korišćene za projektovanje One mogu da obuhvate ono što se dobilo početnim ispitivanjima i probama, kao i da li su (i u kom obimu) korišćeni modeli mreže.</i>
	OZB su projektovane na papiru korišćenjem postojećih granica gde god je to moguće. Korišćenjem kriterijuma navedenim u pitanju broj 4; OZB su obeležene na mapama i podvrgnute su oceni od strane inženjeringa (u kući). Gde god su bile potrebne značajne promene, OZB su modelirane da obezbede adekvatno snabdevanje. OZB je tada postavljena kao privremena OZB i vršena su testiranja stvarnog protoka, a preko privremenog merača beleženi su noćni protoci.
7	<i>Da li je korišćena hijerarhija mernih zona: to jest da li se OZB uklapaju u veće merne zone i da li su te veće zone instalirane kao deo istog procesa, ili su one već postojale i ako je tako, da li se u njima ranije vršilo merenje?</i>
	U nekim situacijama postoji hijerarhija izmerenih i kaskadnih zona, gde voda iz jedne OZB prvo prolazi kroz sledeću. U većini slučajeva, veće zone postoje kao rezultat tražene hidraulike i neophodnih granica.
8	<i>Kako je testirana postojanost granica? Da li osluškivanjem zatvarača, sprovođenjem testa nultog pritiska u celoj OZB (gde je oblast izolovana od ostatka distributivnog sistema, a pritisak je nadgledan da bi se osiguralo da pritisak pada blizu nuli), sprovođenjem testa nultog pritiska na pojedinim delovima cevovoda blizu granice, ili nekim drugim metodom testiranja?</i>
	Granica OZB potvrđena je zatvaranjem svih postojećih zatvarača, ostavljajući samo jedan otvoren zatvarač da bi snabdevao OZB. Sa logerima pritiska postavljenim duž granice, izvan OZB, pritisak unutar OZB smanjen je na minimum. Protok i pritisak u susjednoj OZB su beleženi putem SCADA sisteme i pregled zabeleženih podataka je vršen u slučaju bilo kakvih promena. Logeri pritiska su takođe pregledani da bi se osiguralo da neće biti nikakvog uticaja preko granice. Kod minimalnog pritiska, svi granični zatvarači su zatvoreni.
9	<i>Kako su granice OZB određene i kako se upravlja njima? Na primer: da li su granični zatvarači zatvoreni i obeleženi, ili su delovi cevi premešteni a njihovi krajevi zatvoreni da bi se stvorile trajne granice?</i>
	Jednom ustanovljeni, granični zatvarači uneti su u GIS kao zatvoreni zatvarači i obeleženi su jedinstvenim simbolom na kartama. Markeri su postavljeni unutar kutije zatvarača da bi osigurali da zatvarači neće slučajno biti otvoreni.
10	<i>Da li nove granice uključuju opremu za ispiranje?</i>
	Tamo gde postoje problemi sa kvalitetom vode, postavljeni su bajpasevi preko graničnog zatvarača. Postoji nekoliko njih, a takođe i nekoliko "rasteretnih ventila" koji rade kad je to neophodno. Ova voda se ispušta u kanalizacioni sistem za atmosfersku vodu.
11	<i>Da li je sistem organizovan tako da se registruje rad graničnih zatvarača?</i>
	Svi sistemski zatvarača su provereni i rade kao deo programa održavanja zatvarača; međutim, granični zatvarači se proveravaju, ali nisu operativni.
12	<i>Kako su merači izabrani. Ovo obuhvata vrstu i veličinu merača.</i>

	<p>U Halifax regionalnoj komisiji za vodu, vrsta i veličina merača se određuje za svaki slučaj posebno, usklađujući radne karakteristike i osobine merača sa specifičnim zahtevima tog slučaja. Magnetni merači protoka predstavljaju poželjni izbor, ali na cevima većim od 200 mm se razmatraju ultrazvučni merači, a turbine su razmatrane za prečnike jednake ili manje od 100 mm. U svakom slučaju merači moraju biti u mogućnosti da rade zajedno sa SCADA sistemom Regionalne komisije za vodu Halifaxa koristeći ili impulsni izlaz ili digitalni protokol.</p> <p>Tačnost je razmatrana kod svih merala i tamo gde je to bilo potrebno merači su kalibrisani na terenu.</p>
13	<p><i>Opišite tipično postavljanje merača</i> (npr. da li je merač na bajpas cevovodu, koji materijali su korišćeni, gde se nalaze popusni zatvarači i hidranti, da li je instalacija podzemna?). To bi se možda najlakše objasnilo putem dijagrama i fotografija.</p>
	<p>Regionalna komisije za vodu Halifaxa je standardizovala postavljanje OZB merača. Kada je zahtevana kontrola pritiska, merač je instaliran na manjem bajpas cevovodu u liniji sa malim zatvaračem za smanjenje pritiska. Veći zatvarač za smanjenje pritiska se nalazi paralelno i snabdeva vodom za protivpožarnu zaštitu i za sve druge vanredne potrebe... Granični prekidač na većem zatvaraču za smanjenje pritiska pokazuje da je on otvoren. Kada nije potrebna kontrola pritiska, magnetni merači se postavljaju u šahtovima sa RTU tablama zakačenim na obližnjim stubovima.</p> <p>Cevi unutar šahtova su obično od daktilnog gvožđa a unutar komore zatvarača za smanjenje pritiska su ili od daktilnog gvožđa ili od nerđajućeg čelika. Merači se flanšama spajaju sa cevima osim u slučaju ultrazvučnih merača koji se mogu postaviti direktno na cev. Zatvarači sa obe strane merača obezbeđuju izolaciju merača. Sa izuzetkom crpnih stanica, svi merači se nalaze ispod zemlje. Videti propratne fotografije.</p>

Samo Za
Zabranjeno
Gradjevinski Fakultet
Verzija za OmniData

14	Kako se izračunavaju naknade za noćno korišćenje prilikom procenjivanja visine gubitaka (ukoliko postoje)?																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ulazni podaci</th> <th>Standardne vrednosti</th> <th>Računate vrednosti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Standardni parametri za procenu noćne potrošnje</td> </tr> <tr> <td>Nastanjenost domaćinstva</td> <td>3.00</td> <td>br. stanovnika po domaćinstvu</td> </tr> <tr> <td>Noćno korišćenje toaleta</td> <td>6.0%</td> <td>stanovnika od 03 do 04 h</td> </tr> <tr> <td>Prosečna veličina vodokotlića</td> <td>14.0</td> <td>litara</td> </tr> <tr> <td>Prosečno noćno korišćenje toaleta</td> <td>2.52</td> <td>Litara/domaćinstvo/h</td> </tr> <tr> <td>Pretpostavka</td> <td>1.0%</td> <td>Od curenja iz vodokotlića</td> </tr> <tr> <td>Pretpostavka</td> <td>2.5</td> <td>Broj vodokotlića po domaćinstvu</td> </tr> <tr> <td>Pretpostavljeno curenje iz vodokotlića</td> <td>10.0</td> <td>Litara/domaćinstvo prosečno</td> </tr> <tr> <td>Prosečno curenje iz toaleta</td> <td>0.25</td> <td>Litara/domaćinstvo/h</td> </tr> <tr> <td>Ostali gubici u domaćinstvu posle vodomeša</td> <td>0.25</td> <td>Litara/domaćinstvo/h</td> </tr> <tr> <td>Prosečna noćna potrošnja u domaćinstvu</td> <td>3.02</td> <td>Litara/domaćinstvo/h</td> </tr> <tr> <td>Prosečna noćna potrošnja izvan domaćinstva</td> <td>10.0</td> <td>Litara/izvan domaćinstva/h</td> </tr> </tbody> </table>	Ulazni podaci	Standardne vrednosti	Računate vrednosti	Standardni parametri za procenu noćne potrošnje			Nastanjenost domaćinstva	3.00	br. stanovnika po domaćinstvu	Noćno korišćenje toaleta	6.0%	stanovnika od 03 do 04 h	Prosečna veličina vodokotlića	14.0	litara	Prosečno noćno korišćenje toaleta	2.52	Litara/domaćinstvo/h	Pretpostavka	1.0%	Od curenja iz vodokotlića	Pretpostavka	2.5	Broj vodokotlića po domaćinstvu	Pretpostavljeno curenje iz vodokotlića	10.0	Litara/domaćinstvo prosečno	Prosečno curenje iz toaleta	0.25	Litara/domaćinstvo/h	Ostali gubici u domaćinstvu posle vodomeša	0.25	Litara/domaćinstvo/h	Prosečna noćna potrošnja u domaćinstvu	3.02	Litara/domaćinstvo/h	Prosečna noćna potrošnja izvan domaćinstva	10.0	Litara/izvan domaćinstva/h
Ulazni podaci	Standardne vrednosti	Računate vrednosti																																						
Standardni parametri za procenu noćne potrošnje																																								
Nastanjenost domaćinstva	3.00	br. stanovnika po domaćinstvu																																						
Noćno korišćenje toaleta	6.0%	stanovnika od 03 do 04 h																																						
Prosečna veličina vodokotlića	14.0	litara																																						
Prosečno noćno korišćenje toaleta	2.52	Litara/domaćinstvo/h																																						
Pretpostavka	1.0%	Od curenja iz vodokotlića																																						
Pretpostavka	2.5	Broj vodokotlića po domaćinstvu																																						
Pretpostavljeno curenje iz vodokotlića	10.0	Litara/domaćinstvo prosečno																																						
Prosečno curenje iz toaleta	0.25	Litara/domaćinstvo/h																																						
Ostali gubici u domaćinstvu posle vodomeša	0.25	Litara/domaćinstvo/h																																						
Prosečna noćna potrošnja u domaćinstvu	3.02	Litara/domaćinstvo/h																																						
Prosečna noćna potrošnja izvan domaćinstva	10.0	Litara/izvan domaćinstva/h																																						
	OZB u upotrebi																																							
15	Kako se sakupljaju podaci o protoku u tipičnoj OZB? Ovo obuhvata učestalost sakupljanja podataka, intervale skladištenja podataka, da li se podaci čuvaju u logerima i obrađuju ručno ili preko telemetrije? Da li se pritisak registruje?																																							
	OZB merači se beleže preko SCADA sistema u intervalima od 45-90 sekundi. Vrednosti se registruju svakog minuta u bazi podataka. U skoro svim slučajevima, beležene se i pritisak i protok.																																							
16	Kako se proverava ispravnost podataka o protoku?																																							
	Merači se kalibrišu na terenu preko proticanja vode kroz kalibrisan test merač i provere da dva merača beleže isti protok. Ovo zahteva izolovanje merača.																																							
17	Opišite kako se podaci o protoku koriste za procenu nivoa gubitaka? Da li ovo obuhvata i merenje noćnog protoka i vodnog bilansa? Kako se ovo usklađuje? Da li je korišćen IWA vodni bilans? Ukoliko je korišćen vodni																																							

	<i>bilans na nivou OZB, za koji period je rađen i da li obuhvata i merenje potrošnje korisnika u toku istog perioda?</i>
	Aplikacije Regionalne komisije za vodu Halifaxa automatski određuju prosek noćnih protoka između 03 i 04 sati i upoređuju to sa izračunatim minimalnim noćnim protokom (proračun odozdo-nagore) za svaku OZB. Proračuni Indeksa curenja infrastrukture - ICI za svaku OZB se još ne sprovode, međutim, to se namerava uz usaglašavanje redosleda očitavanja merača u OZB.
18	<i>Opišite proces donošenja odluka o tome koje se OZB ispituju od strane timova za kontrolu gubitaka. To može da uključuje i proces određivanja prioriteta. Navedite primere sprovođenja procesa određivanja prioriteta, čime se pokazuje koji indikatori performansi su korišćeni i koje su OZB izabrane kao rezultat toga.</i>
	Koristeći istorijske podatke o protocima, na intranet stranu Regionalne komisije za vodu Halifaxa aplikacije se postavlja pet poslednjih stvarnih prosečnih noćnih protoka (prosečno između 03 i 04) i porede se sa izračunatim minimalnim noćnim protokom za određene OZB. Ekipe za otkrivanje pukotina se šalju u OZB sa najvećim nivoima aktivnih gubitaka. Sistemima sa crpkama se daje prioritet.
19	<i>Šta se dešava kada je OZB ispitana od strane timova za kontrolu gubitaka, ali gubici se ne smanjuju?</i>
	Ekipe za otkrivanje pukotina su obično veoma uspešne, međutim, kada ne uspeju da otkriju pukotine iz prvog puta, primenjuje se agresivniji i detaljniji pristup, koji uključuje slušanje svih zatvarača i površinskih zvučnih prekida. Ako se ni tada ne ostvare rezultati, merenje se proverava i ispituje se vanredno noćno korišćenje. Ukoliko gubici ne mogu da se smanje primenom ovih metoda, planira se kompleksnije upravljanje pritiskom.
20	<i>Opišite procese održavanja, kao što su provere granice OZB, kontrola podataka iz OZB, registrovanje pritiska, ispiranje. To se odnosi na slučajeve kada se održavanje obavlja u regularnim intervalima ili kad se reaguje na pojavu kvarova.</i>
	Ispiranje sistema se obično radi u proleće. Registrovanje pritiska je standardno unutar svake OZB. Granični zatvarači su provereni kao deo programa sistema zatvarača ma koliko oni nisu operativni. Ako OZB ne funkcioniše pravilno i sumnja se da postoje gubici na zatvaračima, granični zatvarači biće zatvoreni.
21	<i>Opišite druge situacije koje ste nametnuli OZB kao što su: procena godišnjih gubitaka; izučavanje potreba; potrošnja po glavi korisnika; faktor stanja infrastrukture (FSI); planiranje; monitoring performanse; troškovi monitoringa; prirodna stopa povećanja gubitaka; analiza mreže; svakodnevni rad mreže.</i>
	OZB su korišćene da bi odredili FSI za studiju potreba za vodom i za kalibrisanje ili potvrđivanje hidrauličkog modela. Često su primećena neovlašćena korišćenja vode iz požarnih hidranata (očigledan gubitak). Za potrebe očitavanja može se izmeriti korišćena voda za kapitalne radove, ispiranje sistema, kao i održavanje. Rad sistema se nagleda i identifikuju se neophodna poboljšanja.
	Drugi aspekti
22	<i>Da li postoji još neki aspekt u vezi projektovanja, formiranja i korišćenja OZB koji je važan, a koji nije pokriven u prethodnim pitanjima? To se odnosi na posebne probleme i na to kako su oni prevaziđeni.</i>
	Postavljanje velikih potrošača na ili blizu krajeva OZB može da pomogne

da voda bude sveža. U Severnoj Americi, ispunjavanje potreba za vodom koja se koristi za protivpožarnu zaštitu i potreba za višestrukim izvorima, podrazumeva veoma malu brzinu u velikim glavnim cevima, što otežava merenje i samim tim, izbor merača i određivanje lokacije za merač čini veoma važnim.
--

Saradnik: Grejem Mekdonald

Udruženje: Halifaks regionalna komisija za vodu, Halifaks Nova Škotska, Kanada

Samo za licnu upotrebu!
Zabranjeno umnozavanje!
Gradjevinski Fakultet Beograd, IHE
Verzija za OmniDatu, okt. 2010.

SMANJENJE GUBITAKA U DŽAKARTI, INDONESIA

< Ovaj članak je preuzet (sa malim izmenama) iz Izveštaja sa IWA Specijalizovane konferencije "Gubici 2005", Halifaks, Nova Škotska, septembar 2005. >

D. Rodžers

DEWI S.r.l. Via dei Čerajoli 15, 06080 Kolobmela (PG), Italija. email: dewitd@tin.it

Ključne reči: kontrola gubitaka, matematički modeli, kontrola pritiska

Rezime

Džakarta, glavni grad Indonezije, gubi oko polovine svoje proizvodnje vode zbog curenja iz cevovoda. Niski radni pritisci, nemetalne cevi i velika buka, čine nemogućim primenu akustičnih instrumenata. Razvijen je metod baziran na principu korak-po-korak, zasnovan na direktnom određivanju gubitaka, i pokazao se kao veoma uspešan.

Naglašena je važnost kontrole pritiska koja održava nizak nivo gubitaka u mreži. Primena matematičkog modela je ključna da bi se izgradili sistemi trajne kontrole pritiska i gubitaka.

Uvod

Voda je jedan od najvrednijih resursa u svetu. Bez nje, život ne bi postojao. Predviđa se da će u roku od 20 godina, skoro trećina svetske populacije imati nedovoljno snabdevanje vodom. U svetlu ovako drastične situacije, iznenađujuće je da veliki broj vodovoda u svetu još uvek gubi oko polovine ovog resursa zbog gubitaka iz cevi. Znaci za budućnost su već preteći. Zatvaranje mreže tokom noći da bi se napunio rezervoar, postalo je uobičajena operacija u mnogim delovima sveta, od Južne i Centralne Amerike, preko Evrope, pa do Azije. U ekstremnim slučajevima, zajednice čak započinju i rat. Oko dve trećine sveta suočava se sa potencijalnom krizom. Pronaći efektivno rešenje predstavlja pravi izazov.

Sa ubrzanim povećanjem populacije, situacija se samo pogoršava. Iskustvo Džakarte, glavnog grada Indonezije, pokazuje da polazna tačka za poboljšanje ovakve situacije treba da bude efikasnije korišćenje postojećih resursa drastičnim smanjivanjem gubitaka u vodovodnim mrežama. Iako postoji mnogo poteškoća da bi se to postiglo, važno je da se definiše najprikladniji pristup tamo gde je ograničeno znanje o mreži i gde njene karakteristike nisu kompatibilne sa tehnologijom koja se uobičajeno primenjuje u razvijenijim delovima sveta.

Situacija u Džakarti

Džakarta je rasprostranjen grad sa oko 12 miliona stanovnika. Upravljanje vodovodnom mrežom je krajem devedesetih godina prošlog veka privatizovano preko dve odvojene koncesije. Projekat koji se razmatra u ovom radu odnosi se na deo kojim upravlja Palidža, čiji je vlasnik Suez grupa.



Slika F-8: Tipični uslovi u Džakarti

Vodovod se prostire na preko 3000 km. Sačinjen je uglavnom od nemetalnih cevi, čiji prečnik varira od 1200 mm pa do 25 mm. Radni pritisci retko prelaze 15 metara, a obično su manji od 10 metara. Neki delovi mreže, naročito u krajnjim delovima, većim delom dana imaju nulti pritisak. Veći deo mreže izgrađen je od strane preduzimača. Kao rezultat toga, veliki broj ulica ima četiri različite cevi i samim tim je ograničena raspoloživost preciznih projekata izvedenog stanja. Štaviše, stare mreže nisu uvek bile napuštene kada su nove izgrađene. Kao i u mnogim azijskim gradovima, saobraćaj je bučan i neprestano je zakrčen. Nenaplaćena voda (*Non Revenue Water – NRW*) iznosi 46% od kojih preko 75% čine stvarni ili tehnički gubici. Zbog karakteristika zemljišta i činjenice da su mnogi putevi imaju betonsku podlogu, curenje je retko vidljivo. Skoro sva iskopavanja vrše se ručno.

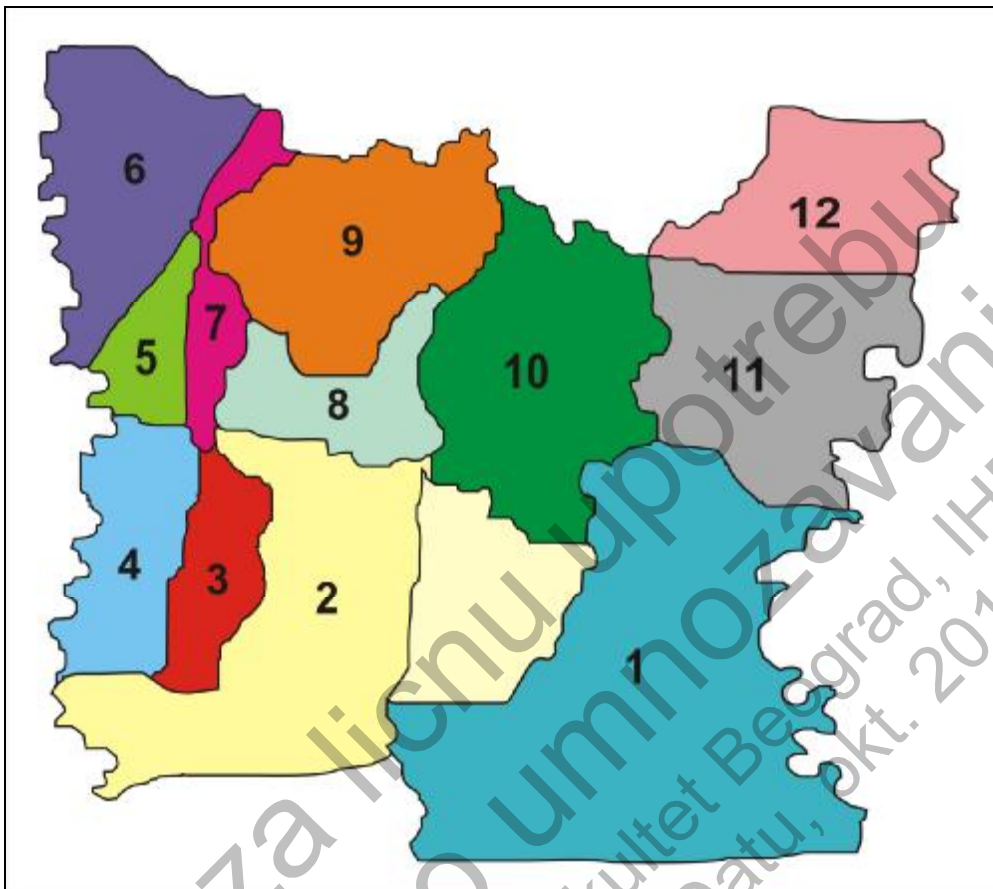


Slika F-9: Ručno iskopavanje

Uobičajeni način otkrivanja pukotina je korišćenje instrumenata baziranih na merenju zvuka kao što su korelatori, logeri šuma i mikrofoni. Ipak, ovi uređaji će dobro funkcionisati ukoliko postoji odgovarajući pritisak da bi se proizveo šum usled curenja, dobar prenos šuma duž metalnih cevi, precizne podatke o cevima i slab pozadinski šum. U Džakarti, nedostaju sve ove karakteristike. Zbog toga je bilo neophodno da se razvije potpuno različit pristup, koji u nekim slučajevima modifikuje tradicionalan način kontrole i lociranja curenja

Tehnički pristup

Mogućnost uspešnog pronalazenja nekog ličnog predmeta značajno se povećava ako se pretraga usmeri direktno na jednu određenu sobu u kući, umesto nasumične pretrage celog grada. Isto je i sa curenjem. Trajnom podelom mreže na određeni broj sektora, snabdevenim preko nekoliko glavnih cevi, moguće je ne samo da se istog trena otkrije prisustvo curenja, već i da se to uradi mnogo lakše. Samim tim, stručni timovi su u mogućnosti da zadrže gubitke na minimalnom nivou, tako što će uvek da rade u najprioritetnijim sektorima.



Slika F-10: Stalne oblasti

Ovakav pristup nije nov. Koncept Osnovnih zona bilansiranja sa velikim uspehom primenjen je i u Velikoj Britaniji i drugde. Međutim, isti pristup nije podesan za situaciju kakva je u Džakarti, zbog veličine, kompleksnosti i nepoznavanja mreže.

Glavni cilj sistema stalne kontrole je da kontinuirano određuje trenutna visina gubitaka i da odmah identifikuje prisustvo nove pukotine. Stoga je od vitalne važnosti da su granice između sektora postojane. Jedan od načina da se to obezbedi je korišćenje prirodnih granica. Takođe je neophodno razumeti i postojeći hidraulički rad mreže.

Zatvaranje cevi u cilju pravljenja granica sektora teži da dovede do smanjivanja kapaciteta mreže. Takav pristup u Džakarti, ako se ne sprovede pažljivo, može dalje dovesti do smanjenja već ionako niskih radnih pritisaka. Međutim, u mreži postoji veliki broj cevi koje predstavljaju mrtve tačke i imaju malu ili uopšte nemaju hidrauličku funkciju. Iz ovoga sledi da će njihovo zatvaranje imati mali ili neće imati nikakav uticaj na rad mreže. Zato je cilj podele mreže identifikovanje takvih tačaka. Od suštinske važnosti je da se to uradi u Džakarti. Odgovor leži u korišćenju hidrauličkog matematičkog modela.

Matematički model primenjen u Džakarti treba da bude precizan dovoljno da pronađe greške u ranijim saznanjima o mreži, kao i da razume njen hidraulički rad. On je sadržao sve cevi prečnika od 125 mm i više, kao i precizno određenu potrošnju. Potpuno je kalibrisan upoređivanjem izračunatih pritisaka i protoka sa onim izmerenim za vreme testiranja na terenu. U stvari, određeni broj nepravilnosti koji je primećen za vreme podešavanja modela, kasnije je potvrđen na terenu. Model je tada korišćen za optimizaciju

podele mreže na sektore koji su nazvani Trajne oblasti. Svaka oblast je snabdevena sa maksimalno 3 glavne cevi na kojima su postavljeni stalni merači protoka. Zatvarači su zatvoreni na drugim priključcima da bi oformili stalnu granicu. Zahvaljujući primeni ovog modela, broj zatvorenih zatvarača je smanjen na minimum.



Slika F-11: Matematički model u Džakarti

Formirano je ukupno 12 Trajnih oblasti u eksperimentalnom području koja pokrivaju oko 1200 km. Jedinu poteškoću u formiranju granica predstavljao je deo mreže pod nazivom Blok M, koji je veoma gusto naseljen. Razlog leži u nedovoljno preciznom prikazivanju mreže na kartama, kao i u naročito niskom radnom pritisku. Određivanjem visine gubitaka u svakoj Trajnoj oblasti bilo je moguće odrediti prioritete, na koje treba usmeriti aktivnosti lociranja gubitaka.

Zaključeno je da su gubici po jedinici dužine cevi najreprezentativniji parametar jer je bilo jednostavno to odrediti i direktno ukazuje na postupke koje treba preduzeti da bi se smanjila visina gubitaka.

Kada nivo gubitaka u Trajnoj oblasti zahteva intervenciju, mreža je podeljena na nešto se naziva Privremena oblast. Privremene oblasti uobičajeno pokrivaju oko 20 km mreže i snabdeveni su preko pojedinačne cevi na kojoj je instaliran merač protoka. Čak iako se njihovo projektovanje poboljša korišćenjem matematičkog modela, ostaje neizvodljivo da se, uz postojeći pritisak, trajno zatvore granice, a da se ne pojave problemi sa snabdevanjem. Zbog toga su oblasti formirane na nedelju dana da bi se omogućio završetak monitoringa, i odatle i naziv Privremene oblasti. Na ovaj način moguće je dalje suziti deo mreže gde su gubici najveći. U budućnosti, kada se pukotine jednom poprave, ove oblasti mogu da postanu stalne oblasti.

Stvaranje Privremene oblasti zahteva mnogo veće i detaljnije poznavanje mreže nego što je to slučaj sa Trajnim oblastima. Neophodno je pažljivo istraživanje da bi se proverila konfiguracija mreže, koje uključuje hidrauličko testiranje i iskopavanja.

To je aktivnost koja zahteva puno vremena, jer postoje značajne razlike između karata i stvarnosti na terenu. Prednost je što se ovakav rad preduzima samo tamo gde je izrazito neophodan.

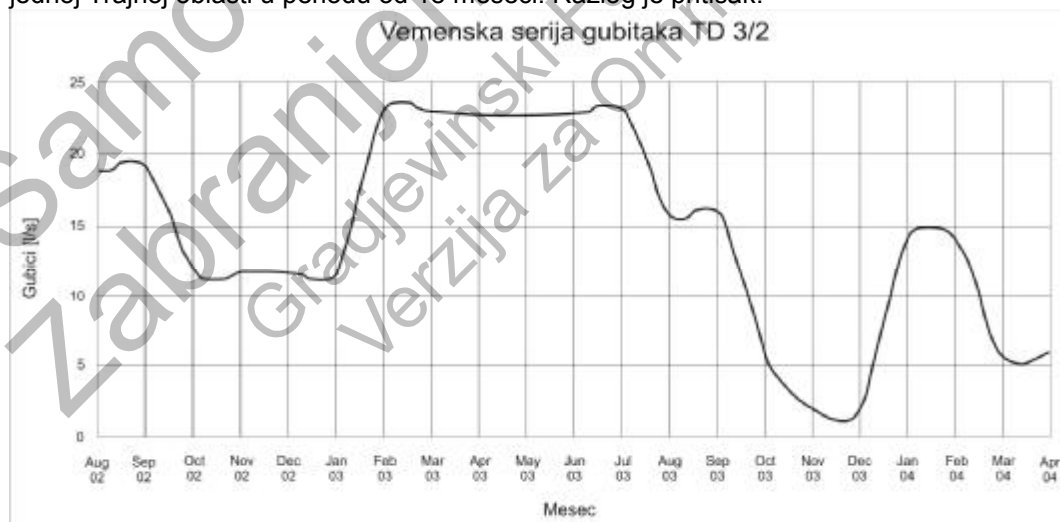
U Privremenim oblastima sa najviše pukotina, a koji uobičajeno čine oko 40% Trajne oblasti, vrše se noćna fazna testiranja u toku kojih se mreža postepeno izoluje. Smanjenje protoka koje sledi nakon svakog zatvaranja, korespondira sa gubicima u izolovanoj mreži. Na ovaj način, moguće je precizno odrediti cevi kod kojih se javlja curenje.

Pokušaj korišćenja uređaja baziranih na merenju zvuka potvrdio je da kombinacija stvaranja slabog šuma i malog kapaciteta prenošenja čini te instrumente praktično neupotrebljivim. Stoga je najbolje rešenje bilo da se napuste cevi koje cure i da se premeste priključci potrošača, što je u Džakarti moguće zbog velikog broja cevi u svakoj ulici. Kada to nije izvodljivo, vrši se analiza ulaganja/dobiti da bi se odredila ekonomska efikasnost zamene cevi.

Prednost ovakvog postepenog pristupa je što je usmeren samo na one oblasti gde je povraćaj maksimalan. On se ne primenjuje samo za otkrivanje pukotina, već i za preduzimanje hidrauličkih testova da bi se ustanovio stvarna konfiguracija mreže.

Kontrola pritiska

Cilj sistema stalne kontrole gubitaka nije samo smanjenje gubitaka, već i održavanje niskog nivoa gubitaka u budućnosti. Metoda razvijena u Džakarti pokazala se kao veoma uspešna u pronalaženju pukotina. Ubrzo postaje očigledno da samo što se jedna velika pukotina eliminiše pojavi se druga pukotina. Slika F-12 pokazuje promenu nivoa gubitaka u jednoj Trajnoj oblasti u periodu od 18 meseci. Razlog je pritisak.



Slika F-12: Promena visine gubitaka tokom vremena

Leakage – gubici

Historical Leakage – istorijski gubici

Month – mesec

U hidrauličkoj teoriji, proticaj kroz otvor u sistemu pod pritiskom se izražava preko jednačine sa kvadratnim korenom:

$$V = C_d\sqrt{2gP}$$

u kojoj je:

- V - brzina vode kroz otvor,
- C_d - koeficijent isticanja,
- g - gravitaciono ubrzanje
- P - pritisak

Istraživanja sprovedena u Japanu, Brazilu i ono najpoznatije u Velikoj Britaniji pokazala su da je efektivna zavisnost u stvari više linearna. Slika F-13 pokazuje jednu od zavisnosti izvedenu u Velikoj Britaniji (ova zavisnost se više ne koristi u UK).



Slika F-13: Uobičajena zavisnost pritisak – gubici

Iako se u mnogi delovima sveta ispituju prednosti smanjivanja pritiska, tendencija je bila da se primenjuju tamo gde su pritisci bili prekomerno visoki. Manje se ceni pozitivan uticaj koji kontrola pritiska ima na gubitke čak i kada su pritisci niski kao što su u Džakarti.

Veliko curenje prouzrokuju veliki protok, koji povećava gubitke i smanjuje pritisak. Ali kada su pukotine popravljene, situacija je obrnuta. Viši pritisak uzrokuje odgovarajuće povećanje ne samo gubitaka vode curenjem kroz manje pukotine, već i opasnost od pojave novih pukotina. Ova činjenica je potvrđena u Džakarti i verovatno objašnjava zašto

je količina vode koja je nadoknađena u prošlosti nakon zamene cevi, znatno manja nego što se očekivalo. Sa stvaranjem sistema kontrole pritiska, smanjeni gubitak je automatski kompenzovan preko zatvarača za smanjenje pritiska (PRV).

Iako je jasno da kontrola pritiska predstavlja rešenja problema gubitaka u Džakarti, mnogo je teže reći da li takav sistem može da radi kada je radni pritisak malo veći od 10 metara i gde se minimalni pritisak teško može registrovati. Osim toga, stvaranje efikasnog sistema kontrole pritiska zahteva snabdevanje iz jednog izvora, što sprečava potencijalno opasnu nestabilnost koja može da se javi kao posledica snabdevanja iz više izvora. Ovo je čak i važnije u mrežama sa niskim pritiskom, gde udar može da dovede do zatvaranja zatvarača. Ali, formiranje takve konfiguracije je mnogo delikatnije u sistemu sa niskim pritiscima. Tada je od suštinske važnosti korišćenje matematičkog modela.

Proba je izvršena u eksperimentalnoj oblasti od oko 20 km. Instaliran je visoko kvalitetan PRV zatvarač istog prečnika kao i ulazna cev da bi se minimizirali gubici pri maksimalnim protocima. Rezultati su bili veoma dobri i pokazali su da nije samo PRV zatvarač sposoban da održi konstantan nizvodni pritisak, već da je daljim smanjivanjem pritiska bilo moguće značajno smanjiti gubitke. Postavljena je elektronska kontrolna jedinica na eksperimentalni zatvarač za smanjenj pritiska da bi automatski smanjila izlazni pritisak u periodu od 20:00 do 05:00 časova.

Rezultati

Pristup korak-po-korak veoma je uspešno primenjen u Džakarti. U prvoj Trajnoj oblasti koja je analizirana, gubici su smanjeni za preko 60 l/s i to samo eliminisanjem velikih pukotina, kao što je prikazano na slici F-14.



Slika F-14: Efekat popravke pukotine

Abandon pipe – napuštena cev

Veličina pukotina je predstavljala iznenađenje, uzimajući u obzir veoma niske radne pritiske. Razlog može da se vidi prvenstveno u materijalima od kojih su cevi izrađene i slabom kvalitetu izrade, posebno kada su u pitanju krajnji čepovi. Takođe se pokazalo da je problem gubitaka prouzrokovan uglavnom zbog malog broja velikih pukotina, a ne zbog velikog broja malih pukotina, kao što se u početku mislilo. To ne potvrđuje samo otkrića kod sličnih slučajeva u drugim delovima sveta, već znači da je moguće dobiti izvanredne rezultate bez preterano velikih ekonomskih ulaganja.

Osim toga, instaliranje zatvarača za smanjenje pritiska omogućava održavanje sanacije u budućnosti. U stvari, sa primenom elektronskog regulatora, moguće je smanjiti noćne gubitke za dodatnih 50%.

Ovi rezultati su značajni iz sledećih razloga:

- moguće je smanjiti gubitke čak i u mrežama u kojim se ne može primeniti tradicionalna akustična tehnologija;
- velike pukotine su takođe moguće i u mrežama sa niskim pritiskom;
- nizak pritisak je posledica visokog nivoa gubitaka;
- kontrola pritiska je ključna zbog da bi se obezbedilo da se nove pukotine neće pojaviti nakon popravke postojećih;
- smanjenje noćnog pritiska, čak i tamo gde su postojeći radni pritisci veoma niski, može biti od velike koristi;
- obično samo oko 40% mreže ima ozbiljan problem sa gubicima;
- samo u eksperimentalnoj oblasti koja pokriva šestinu mreže u Džakarti izvodljivo je povratiti preko 300 l/s;
- voda koja se sačuva nakon popravki pukotina omogućuje da krajnji delovi mreže u Džakarti imaju konstantno vodosnabdevanje.

Zbog uspeha koji je postignut primenom ove metode, odlučeno je da se proširi rad, u cilju pokrivanja svih 3000 km mreže.

Zaključak

Kao i mnogim drugim delovima sveta, vodovodna mreža u Džakarti je veoma velika, kompleksna i gubi oko polovine svoje proizvedene vode kroz pukotine u cevima. Ona je izgrađena uglavnom od nemetalnih cevi u gusto naseljenim ulicama i ima ekstremno niske radne pritiske. Kao rezultat toga, nije realno koristiti tradicionalne instrumente za lociranje pukotina koji su bazirani na merenju zvuka .

Razvijen je pristup korak-po-korak, zasnovan na direktnom merenju curenja, koji uključuje podelu mreže na Trajne oblasti, snabdevane preko nekoliko glavnih cevovoda na kojima su postavljeni merači protoka. Ove oblasti su znatno veće nego tradicionalne Merne oblasti (OZB) i pokrivaju oko 100 km mreže. Ali isto kao i OZB, one služe da redovno određuju visinu gubitaka i da identifikuju prisustvo novih pukotina.

U tim Trajnim oblastima, gde su specifični gubici veliki, mreža je podeljena na Privremene oblasti, od kojih se svaka snabdeva preko pojedinačne cevi na koju je postavljen privremeni merač protoka. Oblasti su privremene jer formiranje granica može da prouzrokuje lokalne probleme sa pritiskom. Na ovaj način moguće je preciznije odrediti deo Trajne oblasti u kome su gubici najveći gde treba sprovesti noćni fazni test da bi se identifikovale cevi kod kojih postoji curenje. One se kasnije mogu zameniti ili napustiti, u zavisnosti od lokalnih uslova.

Jedno od poteškoća mreže u Džakarti je nepreciznost podataka o cevima. Kada se to spoji sa veoma niskim radnim pritiscima od 10 metara ili manje, veoma je teško stvoriti sistem trajne kontrole. Ovaj problem je prevaziđen u Džakarti pravljenjem kalibrisanih matematičkih modela da bi se otkrile anomalije, koji se u potpunosti ispitani na terenu sprovođenjem hidrauličkih testova i odabranim iskopima. Ovakav pristup je, uz jako malo poteškoća, veoma uspešno primenjen jer je trećina mreže kojom upravlja Palidža, bila podeljena u Trajne oblasti. Prednost ovakvog pristupa je u tome što se dug, težak i mučan postupak ažuriranja podataka o cevima preduzima samo tamo gde je izrazito neophodan. Projekat u Džakarti je takođe ukazao na značaj kontrolisanja pritiska čak i u mrežama gde je u početku bio veoma nizak pritisak. Važnost smanjivanja pritiska da bi se smanjili gubici vode usled curenja, je poznata odavno. Ono što se slabije razume je da će veliki gubici prouzrokovati niske pritiske. Tako da kada se pukotine poprave, pritisak će rasti, povećavajući opasnost od formiranja novih pukotina. Rešenje za ovaj problem je postavljanje zatvarača za smanjenje pritiska (PRV), koji će automatski da kompenzuje povećanje pritiska, istovremeno osiguravajući da se niži nivo gubitaka može održati u budućnosti. Sa primenom PRV regulatora, moguće je da se dalje smanjuje noćni pritisak, što će rezultovati smanjenjem gubitaka.

Sa uspehom koji je ostvario eksperimentalni projekat u Džakarti, trenutno je proširen da pokriva svih 3000 km mreže kojom upravlja Palidža. Samo ovo neće dovesti do značajnog smanjenja nivoa gubitaka, ali ono što je možda još važnije, omogućiće da krajnji delovi mreže imaju kontinuirano snabdevanje vodom.