



INTEGRISANO UPRAVLJANJE DISTRIBUTIVNIM DELOM VODOVODNOG SISTEMA

REZIME

Integrirano upravljanje distributivnim delom vodovodnog sistema podrazumeva, da se najvažnije aktivnosti moraju usmeriti na dva ključna faktora, očuvanje kvaliteta vode i smanjenje količine izgubljene vode Q&Q (quality and quantity), koji su u najvećem delu posledica, nedovoljno kvalitetnog održavanja mrežnog sistema.

SUMMARY

Integrated management with the distribution part of the water supply system implies, that the most important activities must be focused on two key factors, maintaining water quality and reducing the amount of water lost Q&Q (quality and quantity), which are largely the result of poor quality maintenance of the network system.

UVODNE NAPOMENE

Odavno je poznata činjenica, da je distributivni deo svakog vodovodnog sistema, ključni faktor sa aspekta zaštite kvaliteta i kvantiteta isporučene vode. Zbog svega toga, stručnjaci iz ovih oblasti su ovim aspektima dali ogroman značaj zbog globalnog problema koji proizvode dva pomenuta ključna faktora vodovodnih sistema, **Q&Q (quality and quantity)**. Kako se sve ovo može videti kod iskusnih istraživača kada je, ovu kompleksnu prirodu problema mrežne infrastrukture, vezanu za očuvanje kvaliteta vode (**quality**), a u fazi njene distribucije, moguće iskazati, na jedan krajnje jasan i jednostavan način...„Sistem za transport sirove vode do postrojenja za pripremu vode za piće i distributivni sistem, kao krajnja faza snabdevanja potrošača vodom za piće, važni su za kvalitet i sigurnost distribuirane vode, koliko i sam tretman vode“, (**Sanitacija cevovoda za transport i distribuciju vode, Jahorina 2019.**). Takođe, kada je u pitanju i drugi faktor (**quantity**), mnogi istraživači širom sveta, su značajan deo svojih istraživačkih aktivnosti usmerili na mrežni deo vodovodnih sistema, kao glavno mesto najvećih gubitaka vode. U tom smislu su, veliki značaj sačuvanju vode od velikih gubitaka, kroz kontrolu i upravljanje mrežnim sistemom, dali i nemački istraživači, koji su Upravljanje

imovinom (Asset management) nazvali, ni manje ni više nego, Netz management – Upravljanje mrežnim sistemom (!), (**Kontrola gubitaka kao osnov uspešnog Asset Management--a u vodovodnim sistemima, Jahorina 2016. godine.**)

INTEGRISANO UPRAVLJANJE

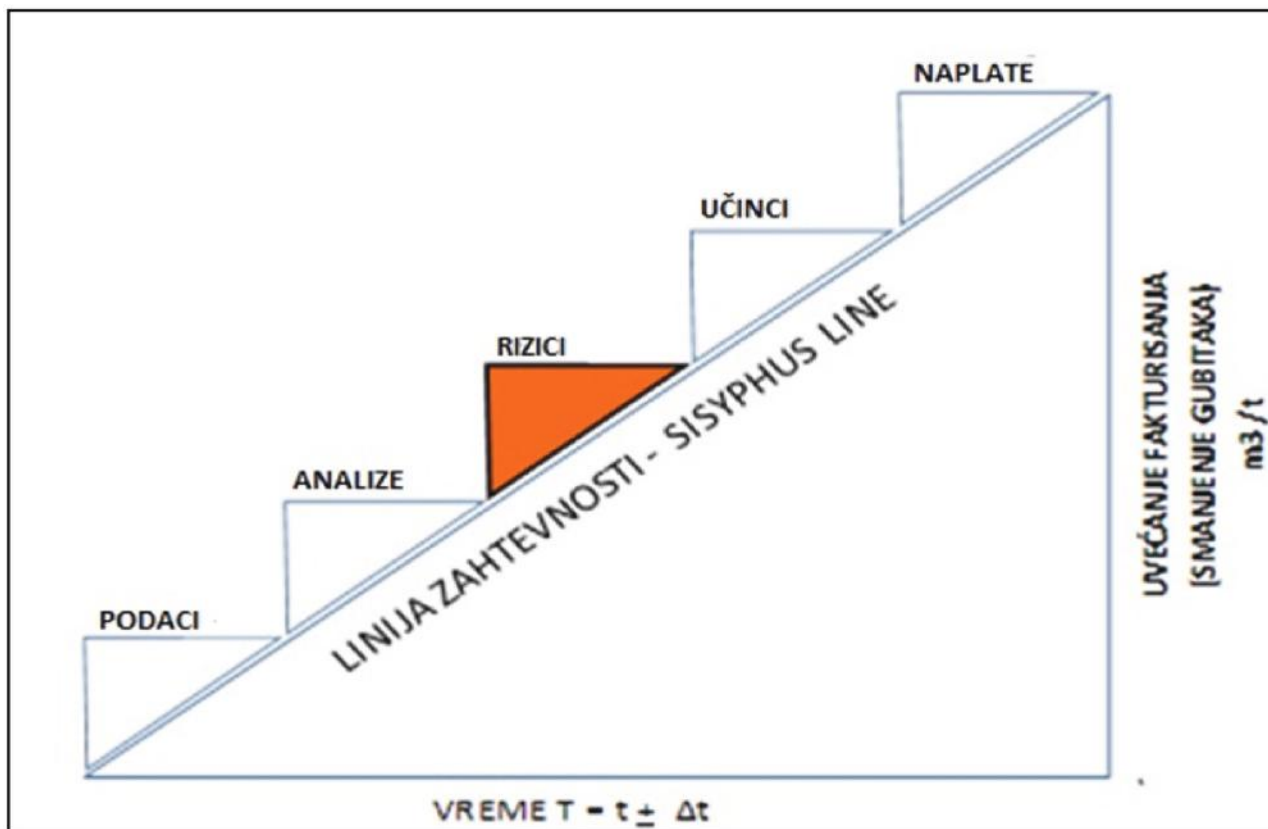
Osnova integrisanog upravljanja mrežnom infrastrukturom jeste pokušaj da se svi rizici, dobijeni analizom podataka iz sistema, (kvalitet vode, stanje mrežne infrastrukture, potencijalni kvarovi, krađa vode, loš rad mernih uređaja,...itd.), koji u slučaju događanja, produkuju visok nivo ugroženosti kvaliteta vode i značajnih gubitaka, svedu na najniži, prihvatljivi nivo. Tako bi se upravo, kroz visok nivo kvaliteta vode i smanjenja njenih gubitaka, pokazala sva učinkovitost ovog načina upravljanja, izražena kroz bezbednost potrošača i konačno u efektima uvećanog fakturisanja i naplate, prevashodno tačno, izmerene i isporučene vode, zahtevanog kvaliteta. Kao što se može videti u grafičkom prilogu (**Slika 1.**), što je Linija zahtevnosti (Sizifova linija) većegpada, to je i efikasnost sistema veća. Skraćenjem vremena svih pet aktivnosti ili pak, smanjenjem gubitaka vode zahtevanog kvaliteta, povećava se opšta učinkovitost sistema. A u slučaju smanjenja i jedne i druge grupe aktivnosti dobija se najveća učinkovitost,

¹ Stevo SAVIĆ, dipl građ inž, Mihailo ŠVAB, dipl građ inž, Tomislav SLAVKOVIĆ, dipl građ inž



odnosno vrhunsko Integrirano upravljanje (Asset management) u predmetnom vodovodnom sistemu, što će detaljnije biti analizirano, kroz prikaz svih aktivnosti, za pomenutih pet „stepenika“ Linije zahtevnosti.

u željenom obimu i nivou kvaliteta, što bi trebalo da stvori privid o vrhunskoj kontroli nad mrežnim sistemom, a što je, nažalost, već odomaćena praksa u mnogim vodovodnim sistemima sa ovih prostora.



Slika 1. – Linija zahtevnosti (vreme - gubici) u pet stepenika

PODACI

Prikupljanje terenskih podataka o stanju vodovodne mreže, jeste jedna izuzetno zahtevna i odgovorna obaveza, ako se zna da se kroz njih može i mora prepoznati uticaj na kvalitet vode, potom i na količinu isporučene vode do krajnjih potrošača. Podaci o kvalitetu vode kao rezultata obaveznog uzorkovanja po redovnom ispiranju vodovodne mreže, potom i uzorkovanja po saniranom otkazu (ili havariji !) na predmetnom delu mreže, jesu izuzetno važna saznanja za stručnjake koji se bave hemijsko-biološkim aspektima zaštite kvaliteta pitke vode. Podaci o stanju i održavanju mreže su izuzetno bitni za analizu i procenu rizika za oba pomenuta ključna faktora Q&Q, počev od broja, vrste i načina nastanka otkaza, starosti mreže, vrste cevnog materijala, broja i vrsta otkaza na priključcima, problemi mernih uređaja, potom i nivoa redovnog ispiranja ukupne mreže, kao i ispiranje delova mreže po otklonjenim kvarovima, ...itd. Svi podaci moraju biti detaljni, autentični i izvorni bez ikakvih potencijalnih „spoljnih“ uticaja da bi se isti prikazali

Prikupljeni podaci se kroz analizu moraju sortirati u dve grupe prema ključnim faktorima (Q&Q), gde bi se podaci iz mrežnog sistema, koji na bilo koji način utiču na kvalitet vode, morali posebno analizirati sa aspekta svih potencijalnih Rizika i posledica po zdravlje potrošača. Druga grupa podataka se odnosi na kvantitativni faktor, koja prevashodno sublimira sve pojedinosti oko kvaliteta distribucije vode, kvaliteta ukupnog mrežnog sistema, kao i svih potencijalnih vrsta gubitaka na uličnom delu pomenutog sistema. Analiza podataka prikupljenih na priključcima i vodomernim skloništim mrežnog sistema, bi takođe morala dati odgovore za oba ključna faktora (Q&Q), imajući u vidu činjenicu da je najveći broj kvarova, na ukupnom mrežnom sistemu, upravo na priključcima. Nažalost, vodomerna skloništa su, kao poslednja tačka isporuke vode, i najrizičniji deo mrežnog sistema, upravo zbog ekstremno niskog nivoa njihovog održavanja. Iako je pravilnikom (Odluka o distribuciji i prečišćavanju vode) jasno naznačena obaveza o održavanju istog, vodomerno sklonište je mala deponija smeća, pogotovo kada vodomer pokaže željenu nisku potrošnju, a onda je kontrola i očitavanje istog „nemoguća misija“, na radost neodgovornih potrošača. Ako se tome doda i realnost plavljenja skloništa, onda svako pucanje stakla na vodomeru, usled mržnjenja u zimskim

uslovima, proizvodi i ogroman Rizik sa aspekta kvaliteta vode. Pored toga, takav vodomer je ili usporen (Slow watermeters) ili u potpunoj blokadi (Blocked watermeters) pa kao takav proizvodi i velike gubitke vode. Konačno, treba analizirati i deo ulične vodovodne mreže sa gledišta vrste materijala, starosti, broja kvarova, stanja u unutrašnjim delovima toga cevovoda, u smislu pojava

ulične mreže pa sve do priključaka i mernih uređaja – vodomera, može se sagledati kroz analizu načina otkaza i neželjenih događaja kao i njihovoj prevenciji, u distributivnom delu vodovodnog sistema, (**Analiza rizika i upravljanje rizikom u distributivnom delu vodovodnih sistema, Jahorina 2017. godine**).



Slika 2. Izgled vodovodne cevi posle 50-60 godina eksploatacije

korozije, inkrustacije, potom i taloga kao proizvoda akumulacije biomase usled usporenog protoka vode, itd. Činjenica da je visok procenat uličnih cevovoda, starosti od 50-60 godina, jasno ukazuje da je potrebno izvršiti njegovu sanaciju, budući da u takvom stanju ugrožava oba ključna faktora Q&Q a kroz to i funkcionisanje vodovodnog sistema (**Slika 2.**).

Kao što se može videti, razvijene zemlje su već odavno uvele Standarde za procenu stanja distributivne mreže i priključaka, definisane kroz tri nivoa (nizak, srednji i visok) a koji su iskazani kroz broj otkaza na godišnjem nivou, (**Tabela 1.**). Iz ovoga je jasno da taj treći (visok) nivo otkaza, prikazuje upravo i nizak nivo stanja predmetnog dela vodovodne mreže, uz neizbežnu prisutnost i visokog Rizika u kvalitativnom

Tabela 1. Standardi (DVGW) za održavanje distributivnog vodovodnog sistema

RIZICI

Koje i kakve sve Rizike proizvodi nedovoljno kvalitetno održavana vodovodna mreža, sa aspekta ugroženosti kvaliteta vode, a takođe i sa aspekta sačuvanja distribuirane vode, od mogućih velikih gubitaka u svim delovima distributivnog sistema, od rezervoara preko

STANDARDI ZA NIVO OŠTEĆENJA (OTKAZA) NA DISTRIBUTIVNOJ MREŽI VODOVODNIH SISTEMA			
NIVO OTKAZA PO DVGW (W 400-3)	STOPA OŠTEĆENJA (OTKAZA) NA MREŽI		Preporuke
	Glavna I sekundarna mreža	Priključci	
	Godišnji otkazi na 100 km mreže	Godišnji otkazi na 1000 priključaka	
Nizak	≤ 10	≤ 5	Održavati ovaj nivo
Srednji	10 do 50	5 do 10	Poboljšati nivo
Visok	50	10	Hitna sanacija-obnova



i u kvantitativnom smislu (Q&Q). Ali i pored svega navedenog, postoji još značajan broj pitanja na koja bi se naprosto morao naći odgovor ...Da li osim broja i vrsta otkaza, i njihove posledice, utiču na ovu odluku o obnovi... Da li značaj lokacije mreže, na kojoj se dogodio otkaz, utiče na odluku o njenoj obnovi... Da li su neki otkazi mogli da se predvide, pa da se prevencijom spreči njihovo neželjeno dejstvo... Da li je održavanje visokog pritiska u vodovodnoj mreži, koji je i najveći generator otkaza, opravdano... itd? Konačno, treba nešto reći i za novu detaljniju i sveobuhvatniju metodologiju o Analizi načina nastanka otkaza, njegovim posledicama i kritičnosti (**FMECA**), sagledavajući njegovu genezu izrastanja od malog otkaza, gotovo beznačajnih posledica, do događaja katastrofalnih razmera, sa gotovo nesagledivim posledicama. Kako otkriti taj mali otkaz u vidu niske faze curenja na maloj prslini i onda pratiti njegovu fazu izrastanja da bi se u pravom trenutku uradila njegova sanacija, pre nego što on izraste do nivoa velike havarije. Odgovor na ovo pitanje bio je „noćna mora“ za mnoge operativce u prethodnim decenijama, pa su mnoge velike havarije na distributivnoj mreži prihvatane kao neizbežno „nužno zlo“. Budući da je najprihvatljivija percepcija Rizika izražena kao proizvod verovatnoće i posledica ($R = P \times C$, gde P – označava verovatnoću pojave neželjenog događaja, a C – označava posledicu neželjenog događaja), potrebno je preko Matrice Rizika doći do neprihvatljivog nivoa Rizika, koji uz visoku verovatnoću, stvara sve pretpostavke za nastanak neželjenog događaja ogromnih posledica.

i praćenja, tih potencijalnih otkaza visokog Rizika. Kako to izgleda u našem okruženju, može se videti na osnovu podataka o broju otkaza na mrežnom delu sistema u BVS-u, gde su dobijeni podaci o najvišem nivou verovatnoće pojave otkaza (**K₃**).

Upravo, da bi se otkrili ti mali otkazi, koji izrastaju do nivoa havarija ogromnih posledica, u ovim vremenima, pojavile su se nove Satelitske tehnologije za otkrivanje otkaza sa najnižim nivoom curenja, koje pomažu terenskim operativcima sa sonarnim uređajima visokog kvaliteta, da tačno lociraju mesto curenja a onda vremenom, prateći njegovo izrastanje, u zavisnosti od nivoa Rizika, mogu se sprečiti neželjeni događaji, preduzimajući pravovremene, preventivne aktivnosti, (**Otkrivanje gubitaka na vodovodnoj mreži primenom satelitske tehnologije, Jahorina 2019.**).

UČINCI

Učinci, odnosno rezultati u smislu preventivnih aktivnosti na bazi konstatovanih nivoa Rizika od moguće pojave neželjenih događaja, jesu aktivnosti koje ne trpe odlaganje, jer upravo sa lošom procenom, otkazi izrastaju do nivoa havarija sa ogromnim posledicama (ogromni gubici, ugroženost snabdevanja vodom lokalnih potrošača, ugroženost životne sredine, prekid saobraćaja pa onda i oštete po osnovu raznih osiguranja, itd). Ako bi se prihvatili standardi DVGW (**Tabela 1**) onda bi se sa konstatovanim trećim (visokim) nivoom otkaza, moralo krenuti u sanaciju tog dela distributivne mreže, kako bi se sprečilo urušavanje kvaliteta vode, potom i sprečavanje ogromnih gubitaka, zbog visoke verovatnoće pojave neželjenog događaja. A ako bi se u našim okolnostima, poštovali važeći pravilnici, onda bi se i vodomerna skloništa morala dovesti na propisani nivo, sa obavezom ugradnje svih pripadajućih armatura (Hvatač nečistoće, vodomer zahtevane veličine,..itd.), kako bi se sprečio značajan nivo gubitaka a takođe i urušavanje kvaliteta vode.

Ispiranje vodovodne mreže ima višestruk značaj sa gledišta zaštite kvaliteta i kvantiteta (Q&Q), isporučene vode. Na

jednoj strani, hemijsko-biološki sadržaji u cevima ugrožavaju kvalitet vode, dok su na drugoj strani, pesak i drugi sitni materijali (opiljci od nabušenja... itd) glavni blokatori rada mernih uređaja, koji po tom osnovu proizvode značajne gubitke, kao posledice usporenog rada vodomera.

Brzina vode (ispirača) - 1.5 m/s

- 3.6 m/s, za potrebe uklanjanja peska iz cevi,

Pritisak

- iznad 140 kPa, (**1.4 bara**)

MATRICA RIZIKA		POSLEDICE		
VEROVATNOĆA (UČESTALOSTI)	KATEGORIJA A	K ₁	K ₂	K ₃
	K ₁	NIZAK	SREDNJI	VISOK
	K ₂			
	K ₃			

Slika 3. Matrica Rizika (N.Štaben i ost.)

Ako bi se koristila ova veoma zahtevna Matrica Rizika, iskazana u tri nivoa verovatnoća i posledica, onda se može videti da su sve te verovatnoće, najvišeg nivoa posledica, isključene iz bilo koje opcije prihvatljivosti, pa su čak, i za najviši nivo verovatnoće (**K₃**), isključene i posledice srednjeg nivoa. Posle ovoga je mnogo jasnije da se određenoj kategoriji podataka mora dati poseban značaj, pogotovo onim koji su prikazani **FMECA** metodologijom, uz svu realnost problema, otkrivanja

Trajanje ispiranja - koliko je potrebno da se voda potpuno očisti i dobije propisana koncentracija sredstava ezinfekcije (**orkovanje!**),

Učestalost ispiranja - program **redovnog** monitoringa i mogućih žalbi potrošača,

Ovo je samo jedan deo pravilnika koji su propisala neka od najznačajnijih svetskih udruženja AWWA, DVGW...i dr., i kroz to su dale upute za pravilan način ispiranja vodovodne mreže.

Konačno, gubitke ne pravi samo pesak i ostali sitni materijali u cevima, nego postoje i druga mesta i kategorije gubitaka koji bi se lako pronašli, primenom Satelitske tehnologije, kako na uličnom delu vodovodne mreže i kućnih priključaka, tako i na ruralnim delovima prigradskih naselja, gde često dominiraju nelegalne mreže i priključci. Koliko bi to bilo značajno za preduzeća u smislu kontrole nad svim kategorijama gubitaka, jasno je kada se zna, da se ukupan nivo svih gubitaka u sistemima stalno minimizira, a oni se iz godine u godinu, stalno uvećavaju u svim svojim poznatim kategorijama.

Sanacija otkaza na mreži je svakako neizbežna aktivnost, ali ako se broj otkaza permanentno uvećava, kao što je to objašnjeno preko Matrice Rizika, ili ako je verovatnoća nastanka novih otkaza vrlo visokog nivoa **K3**, ostaje jedno pitanje iz Analize Rizika... Da li značaj lokacije mreže, na kojoj se dogodio otkaz, utiče na odluku o njenoj obnovi...? Upravo su operativci ponekad bili u takvom problemu, gde je tradicionalna praksa raskopava ulice, prekid saobraćaja, prekid vodosnabdevanja,... itd. A da li sve tako mora biti ?

U potrazi za najprihvatljivijim načinom sanacije, veoma važnih delova distributivne mreže, smeštenih u centralnim delovima urbanih sredina, u BVS-u je pored pomenute klasične metode, korišćena i metoda revitalizacije (**reliling**) dela mreže, kojom je izbegavano raskopavanje ulica, koje bi proizvelo velike posledice na kvalitet funkcionisanja svih ostalih korisnika taga urbanog prostora. Ipak treba reći i to, da je i taj način sanacije u pojedinim segmentima, iskazao visok nivo zahtevnosti, oko obezbeđenja većeg prostora za pripremne aktivnosti, vezane za obradu postojeće narušene mreže i konačno za ugradnju novih delova mreže manjeg prečnika i drugačijih materijala, u postojeću već obrađenu mrežu (**Savremena eksploatacija i održavanje objekata i opreme vodovoda i kanalizacije - Revitalizacija cevovoda, Beograd 2010.**).

NAPLATE

Naplate ili finansijski efekti u svim ovim aktivnostima su nesporno bitne pretpostavke, i oni se najčešće povezuju sa prevencijom gubitaka, ali se kroz sve ovo

ne sme marginalizovati i značaj očuvanja kvaliteta zdrave, pitke vode po svim zahtevanim parametrima, budući da je upravo pitka voda, generator i svoje cene i kao takva direktno utiče na finansijske efekte poslovanja sistema. Sve ove prethodno pominjane aktivnosti iskazane kroz četiri „stepenika“ Linije zahtevnosti, jasno ukazuju na značaj dva ključna faktora Q&Q, koji su usredsređeni na kvalitet i količinu isporučene vode do mesta potrošnje, odnosno potrošača. O značaju i uticaju vodovodne mreže na kvalitet vode i njenu distribuciju do krajnjih potrošača, rečeno je mnogo toga, ali je važno još jednom napomenuti, da su upravo distributivni sistemi, na ovim prostorima, opterećeni sa gotovo svim nivoima Rizika (**Slika 3.**), kada su u pitanju očuvanje kvaliteta i kvantiteta distribuirane vode.

Posle svih prethodnih analiza o problemima očuvanja kvaliteta i kvantiteta proizvedene kvalitetne vode, treba još nešto reći o nekontrolisanoj količini vode, odnosno vode koja ne donosi prihod (NRW) a koja je osnova za uspešno poslovanje i prihodovanje preduzeća. Objavljeno je obilje radova koji su tretirali ovu problematiku, i kod stranih, i kod domaćih istraživača, gde su date prave smernice za rešenje ovog problema, ali se na to nije reagovalo. Ništa od predloženog nije implementirano, posebno na ovim prostorima. A prosto je neshvatljivo i neprihvatljivo, da se gubici, ponegde i veoma teško prečišćene, kvalitetne vode, vode za piće, gube u procentima od 30 do 80% , na ovim prostorima !

Ako bi se konačno, postupalo po prihvaćenim pravilnicima (i istraživačkim iskustvima!), o održavanju vodovodne mreže, priključaka, vodomernih skloništa a potom i o izboru vodomera, prave veličine, za potrebe potrošnje u domaćinstvima, sa svim pripadajućim armaturama, izvesno je da bi efekti fakturisanja i naplate bili značajno uvećani. To bi stvorilo ambijent boljeg i uspešnijeg finansijskog poslovanja preduzeća a stvorili bi se i uslovi za uspešnije održavanje i unapređenje oba ključna faktora, kroz ulaganje u sve napredne tehnologije u podizanju kvaliteta obrade vode za piće a potom i održavanja distributivnog sistema po svim važećim pravilnicima.

UMESTO ZAKLJUČKA

Shvatajući značaj očuvanja kvaliteta vode kao i njene količine u distribuciji, morala bi biti prihvaćena jedna zahtevna i nadasve odgovorna obaveza, od širokog kruga raznih stručnjaka i operativaca zaduženih za ove aktivnosti u vodovodnim sistemima. Problemi koji se javljaju u fazi tretmana zahvaćene vode, do nivoa zdrave i pitke vode, na ovim prostorima, jesu „noćna mora“ za mnoge istraživače raznih profila. U tom` smislu treba razumeti i važnost održavanja mrežnog sistema, koji je na jednoj strani faktor rizika za očuvanje kvaliteta vode i na drugoj strani faktor rizika očuvanja količine isporučene vode za potrebe potrošača



(Q&Q). Nažalost, ispiranje mreže kao bitan preduslov očuvanja vode, u kontekstu oba pomenuta faktora, nije ni izbliza na zahtevanom nivou jer su nadležni operativci potpuno izgubili iz vida, probleme biohemijskog sadržaja u talogu na dnu cevovoda, koji direktno ugrožava kvalitet vode, sa jedne strane i peska „blokatora“, sa druge strane, koji utiče na blokadu rada mernih uređaja, proizvodeći pri tom` značajne gubitke, **(Neki problemi u vodovodnim sistemima kao posledica nedovoljnog ispiranja vodovodne mreže, Jahorina 2015. godine).**

LITERATURA / LITERATURE

1. dr Jasmina Agbaba, dr Božo Dalmacija, dr Aleksandra Tubić, i ost. - Sanitacija cevovoda za transport i distribuciju vode, Jahorina 2019. godine.
2. Mihailo Švab dipl građ inž - Savremena eksploatacija i održavanje objekata i opreme vodovoda i kanalizacije – **Revitalizacija cevovoda**, Beograd 2010. godine.
3. Stevo Savić dipl građ inž - Strategija smanjenja gubitaka u vodovodnim sistemima, Beograd 2018. godine.
4. Stevo Savić dipl građ inž - Otkrivanje gubitaka na vodovodnoj mreži primenom satelitske tehnologije, Časopis „Voda i sanitarna tehnika“, broj 1. 2019. godine.