

**PRILOG ANALIZI EKSPLOATACIONE POUZDANOSTI
SISTEMA VODOSNABDIJEVANJA**

**CONTRIBUTE TO THE ANALYSIS OF EXPLOITATION
RELIABILITY WATER SUPPLY SISTEM**

M. Sc. Sanel Buljubašić¹, dipl.inž.maš.

D. Sc. Hasan Avdić, vanr.prof.

D. Sc Džemo Tufekčić, red.prof.

**¹JP Vodovod i kanalizacija 'Srebrenik' dd, Srebrenik
Mašinski fakultet u Tuzli, email:vodosreb@bih.net.ba**

REZIME

Vjerovatnoća da će sistem po ulasku u područje dozvoljenih odstupanja, uspješno vršiti funkciju kriterija u datom području, projektovanom vremenu i datim uslovima okoline, predstavlja pouzdanost sistema.

Razvoj koncepta pouzdanosti je u osnovi zasnovan na poređenju veličine postavljene funkcije kriterija i ostvarene funkcije radne sposobnosti.

Na osnovu vremenske slike stanja (podaci o zastojima) analizirati eksploatacionu pouzdanost sistema vodosnabdijevanja.

Fraktalno uređenje sistema vodosnabdijevanja ili njegovog podsistema daje mogućnosti povećanja pouzdanosti sistema u daljem procesu eksploatacije za zadani period.

U ovom radu će biti prikazana analiza eksploatacione pouzdanosti jednog od podsistema vodovodnog sistema Srebrenik.

Ključne riječi: pouzdanost sistema, sistem vodosnabdijevanja.

ABSTRACT

The probability that the system upon entering the area of permissible deviations, successfully performed the function of the criteria in a given area, the projected time and given environmental conditions, the reliability of the system.

The development of the concept of reliability is essentially based on comparing the size of the set function of criterias and realized function of working ability.

Based on the weather picture of the situation (data on delays) to analyze exploitation reliability of water supply system.

Fractal arrangement of water supply system or a subsystem provides the possibility increasing reliability of systems in the process of further exploitation for the given period.

This paper will present the analysis and exploitation of reliability of one of the subsystems of the water supply system Srebrenik.

Keywords: relibility of system, water supply systems.

1. UVOD

Kvalitetno zadovoljenje potreba isporuke vode za piće, podrazumijeva snabdijevanje vodom svih domaćinstava tokom 24 sata dnevno izuzev u vrijeme otklanjanja zastoja.

Pouzdanost je u opštem slučaju određena kumulativnom funkcijom gustine intervala U RADU, odnosno funkcijom bezotkaznog rada sistema.

Pouzdanost je određena ukupnim brojem kvarova nastalih u određenom broju uređaja unutar predviđenog vremenskog razmaka.

Uzme li se svaka od ovih definicija kao osnovna, vidljiva je namjera tehnike pozdanosti unaprijed odrediti “vijek trajanja” ili razdoblje rada uz definisane uslove rada, a pomoću preliminarne računice svih pojedinih jedinica ili komponenti sistema koje se mogu mjeriti.

Imajući u vidu da je svaki od podsistema vodosnabdijevanja u okviru jedinstvenog sistema projektiran radi zadovoljavanja trenutnih potreba, a u okviru trenutno raspoloživih investicionih sredstava, pretpostavka je, da prognozom pouzdanosti može se odrediti ponašanje sistema u zadanom vremenu, što bi obezbijedilo funkciju cilja.

2. TEORIJSKE POSTAVKE

2.1. Komparabilni elementi

Održavanje se odnosi na aktivnosti koje preduzima konstruktor sistema, u toku razvoja, da bi ugradio takve konstrukcijske karakteristike koje će povećati lakoću održavanja, [2]. Bez obzira na način održavanja funkcija cilja je minimalno vrijeme trajanja otkaza sistema ili njegovog dijela, minimalni troškovi održavanja i minimalan broj korisnika koji će biti uskraćeni snabdijevanjem vodom.

Struktura vremena izvođenja postupaka održavanja koje uzima u obzir kvalitativne elemente koji utiču na pouzdanost data je izrazom:

$$t_{od} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \quad (1)$$

gdje je: t_{od} – vrijeme izvođenja postupaka održavanja (vrijeme zastoja sistema/podsistema), t_1 - zastoj na spojnim elementima u šahtu, t_2 - zastoj na priključnom cjevovodu, t_3 - zastoj na distributivnom cjevovodu, t_4 - zastoj na armaturi, t_5 - zastoj na potisnom cjevovodu, t_6 - zastoj na pumpnim stanicama. Funkcija pogodnosti održavanja je da obezbijedi da se sistem (kada se proizvede, instalira i pusti u rad) može održavati, u toku vijeka trajanja, uz minimalan broj zastoja, (frekventana analiza zastoja), minimalno vrijeme zastoja (vremenska analiza zastoja) i minimalne troškove održavanja (troškovna analiza zastoja). Bez obzira na način održavanja funkcija cilja je minimalno vrijeme trajanja otkaza sistema ili njegovog dijela, minimalni troškovi održavanja i minimalan broj korisnika koji će biti uskraćeni snabdijevanjem vodom.

2.2. Regresiona analiza

Regresiona analiza omogućava iznalaženje funkcionalne veze jedne zavisno promjenljive i jedne ili više nezavisno promjenljivih veličina. Oblik jednačine koja povezuje zavisno promjenljivu sa nezavisno promjenljivim predstavlja modelski oblik regresione jednačine, kojeg je moguće dobiti jedino uvažavanjem određenih, ograničenja i pretpostavki. Tako dobiven matematički model naziva se funkcija regresije.

Razlozi za regresionom analizom proizilaze iz praktičnih koristi koje se na taj način dobijaju. Tako, ustanovljena zavisnost razotkriva uzročno - posljedične veze između promjenljivih, a osim toga, sa regresionim modelima moguće je u većoj ili manjoj mjeri pouzdano predviđanje ili procjenjivanje vrijednosti zavisno promjenljive [17].

3. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

3.1. Plan ekperimenta

Sistemima vodosnabdijevanja urbanih naselja obezbjeđuje se voda za piće, stvaraju uslovi za željeni stepen opšteg zdravstvenog stanja stanovništva. Savremena organizacija urbanog vodovodnog sistema podrazumijeva optimalno izvršenje svih zadataka u fazi planiranja, projektovanja, izvođenja i eksploatacije vodovodnog sistema. Samo takvim sveobuhvatnim pristupom može se osigurati osnovna funkcija urbanog vodovodnog sistema.

Sistem vodosnabdijevanja Srebrenik organizovan je u više zasebnih cjeline koje imaju autonoman rad, a čine jedinstven sistem vodosnabdijevanja zbog mogućnosti daljinskog nadzora i upravljanja.

Da bi se ostvarila realizacija funkcije cilja definisan je podsistem vodosnabdijevanja, definisani su parametri istraživanja, definisani su dijagnostički parametri, definisani su uzroci zastoja, definisana je vremenska slika stanja, ABC analiza zastoja.

3.1.1. Podsistem – Gradski vodovod

Podsistem - gradski vodovod se snabdijeva vodom preko bunara B7, B6 i bunara B3, distribucija se vrši preko rezervoara R1 sa mogućnosti dopunjavanja rezervoara R2. Distribucija vode prema potrošačima u okviru novog podsistema vrši se gravitacionim putem preko rezervoara R1 i to u dvije zone potrošnje:

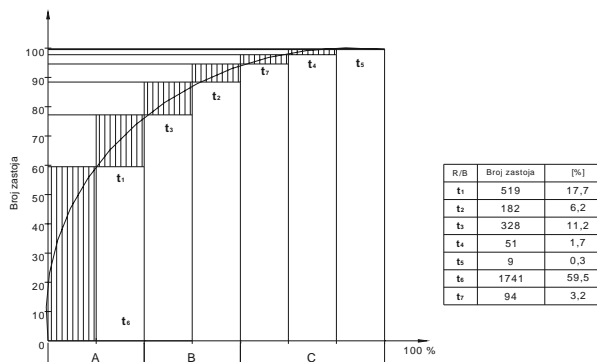
- distributivni cjevovod Čehaje i
- distributivni cjevovod Istočna zona.

Tabela 1. Tabelarni prikaz broja priključaka, potrošača i zastoja po zonama u podsistemu-gradski vodovod.

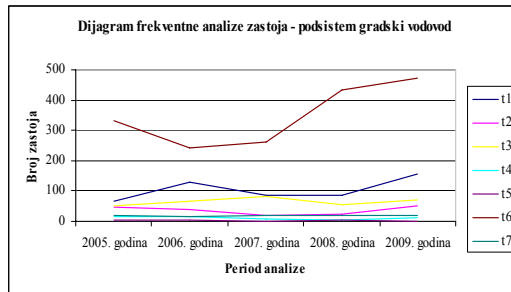
Naziv zone	Broj priključaka	Broj potrošača	Broj kvarova
Istočna zona	2636	9491	1405
Zapadna zona	1574	5755	1425

4. REZULTATI EKSPERIMENTA

4.1. ABC frekventna analiza zastoja podsistema gradski vodovod



Naziv zastoja	Period analize [godina]				
	'05.	'06.	'07.	'08.	'09.
t ₁	66	127	85	86	155
t ₂	46	40	21	23	52
t ₃	52	67	82	56	71
t ₄	14	15	7	2	13
t ₅	2	4	0	2	1
t ₆	332	243	263	432	471
t ₇	19	14	20	21	20



Slika 1. ABC vremenska analiza zastoja.

ABC analiza frekventnosti zastoja

- *Gradski vodovod* – ABC analiza frekventnosti zastoja na ovom podsistemu pokazala je da gupu "A" čine zastoji t₁ i t₃ sa 71,6% frekventnosti svih zastoja.

ABC analiza vremena zastoja

- *Gradski vodovod* – ABC analiza vremena zastoja na ovom podsistemu pokazala je da gupu "A" čine zastoji t₃, t₁ i t₂ sa 66,6% vremena svih zastoja,

ABC troškovna analiza

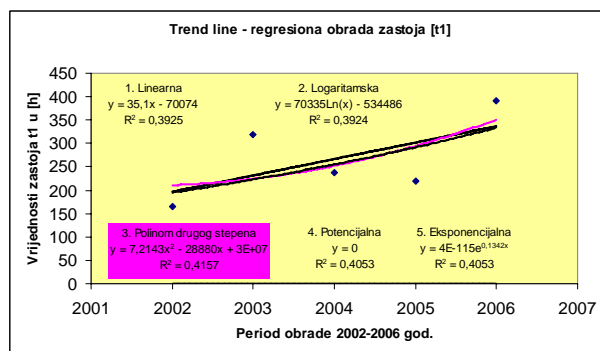
- *Gradski vodovod* – ABC troškovna analiza vremena zastoja na ovom podsistemu pokazala je da gupu "A" čine zastoji t₃, t₆ i t₁ sa 69% troškova u ukupnim troškovima,

Prema broju učestalosti pojedinih zastoja u ABC analizi, ustanovljeno je da zastoji t₃ i t₁ imaju broj učestalosti 3, što znači da su sva tri elementa ABC analize (vremenski, frekventni i troškovni) pokazali da ova vrsta zastoja predstavlja bitne elemente u ukupnim zastojima.

Daljim diferenciranjem zastoja iz grupe "A" moguće je ustanoviti najutjecajnije elemente u svakom zastoju, što predstavljalo polaznu osnovu za prognozu ponašanja zastoja sa optimalnim vremenom trajanja, brojem učestalosti i troškovima.

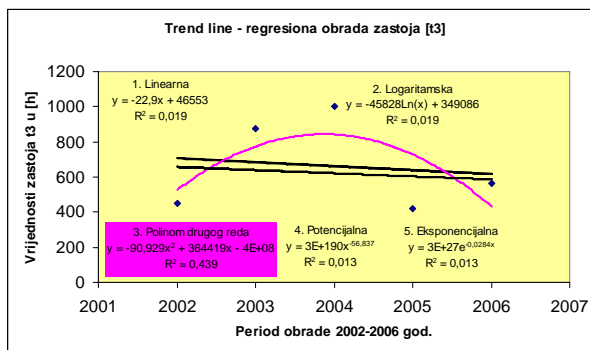
4.2. Trend – line regresiona analiza zastoja

Period analize posmatano po godinama	Vrijeme zastoja – t ₃ [h]
2005	448
2006	877
2007	1000
2008	418
2009	563



Slika 2. Trend line analiza zastoje t₁

Period analize posmatano po godinama	Vrijeme zastoja – t ₁ [h]
2005	166
2006	319
2007	237
2008	220
2010	391



Slika 3. Trend line analiza zastoja t₃

Trend line analizom zastoja t₁ i t₃ dobija se kriva koja najbolje interpretira posmatrani skup tačaka, što predstavlja ponašanje zastoja zavosno od vremena analize. Analizirajući zastoje t₁ i t₃ (Slika 2 i 3.), vidi se da je kriva kojom se najbolje interpretira skup tačaka, koje pokazuju vrijednosti zastoja u posmatranom periodu, opisana jednačinama polinoma drugog reda sa regresionim faktorima.

Na ovakav način stvara se mogućnost prognoze ponašanja zastoja u budućem periodu uz prethodno diferenciranje zastoja t₁ i t₃, na osnovu čega bi se uvrtili uzroci pojave ovih zastoje, te stvorile realne osnove za prognozu pouzdanosti sistema u narednom poeriodu.

Zastoj t ₃	Vrsta zastoja	Dužina zastoja [h]	[%]
t ₃₋₁	Administrativni poslovi	374,75	8,5
t ₃₋₂	Prevoz radnika i materijala	345,17	7,8
t ₃₋₃	Zemljani radovi	2642,99	59,7
t ₃₋₄	Demontaža i montaža vodovodnih armatura	867,85	19,6
t ₃₋₅	Kontrola ispravnosti instalacije	197,24	4,5

Daljim diferenciranjem zastoja t₃ kako je prikazano u tabeli 2., te ABC analizom došlo se do podataka podataka da zastoji t₃₋₃ i t₃₋₄ spadaju u grupu "A" vremenske analize i čine 79,3% ukupnog vremena zastoja t₃.

5. ZAKLJUČAK

"Voda je život", izvod iz Evropske povelje o vodama, ovaj energent stavlja u sami vrh prioriteta kojima treba povestiti posebnu pažnju u procesu eksploatacije. Sistem vodosnabdijevanja podrazumijeva zahvat i distribucije vode prema potrošačima, ako umemo podatak da je u svijetu od ukupne količine vode oko 0,5% pitke vode, onda je voda kao medij, može nazvati strateškim energentom.

Pouzdanost sistema vodosnabdijevanja određena je brojem zastoja na sistemu u toku eksploatacije. Cilj svakog sistema vodosnabdijevanja je kontinuirano snabdijevanje potrošača vodom uz minimalni broj zastoja, minimalno vrijeme trajanja popravke zastoja, minimalne troškove i minimalni broj korisnika koji se neće u tom trenutku snabdijevati vodom za piće.

U ovom radu su definisani zastoje koji se dešavaju u toku eksploatacije, te je urađena ABC analiza koja pokazuje rezultate učestalosti pojedinačnih zastoja. Dobijeni rezultati ABC

analizom dalje su diferencirani na još jedan nivo kako bi se odredila učestalost određenih diferenciranih zastoja. Na ovakav način stvaraju se mogućnosti povećanja pouzdanosti sistema vodosnabdijevanja uz uslov optimizacije određenih parametara i uvođenja modela prognoze pouzdanosti za naredni period.

Ovom stavu predhode analize same organizacije distribucije sistema vodosnabdijevanja izmajući u vidu mogućnosti organizacije ovakvih sistema po principu fraktala, jer posmatrani sistem vodosnabdijevanja ima elemente fraktala, (samosličnost; orijentiranost prema cilju; samoorganizacija;

dinamičnost/vitalnost; samooptimizacija).

Buduća istraživanja treba usmjeriti na prognozu pouzdanosti sistema, te sagledati mogućnosti primjene projekcije fraktalnog uređenja sistema vodosnabdijevanja, na način uspostave novog sistema vodosnabdijevanja po principima fraktala.

6. LITERATURA

- [1] Todorović, J. , Zelenović, D. : Efektivnost sistema u mašinstvu, Naučna knjiga , Beograd, 1981.
- [2] Adamović, Ž. : Upravljanje održavanjem tehničkih sistema, OMO, Beograd, 1986.
- [3] Adamović, Ž. : Planiranje i upravljanje održavanjem pomoću računara, Privredni predlog, Beograd, 1987.
- [4] Baldin, A. , Furlanetto, L. : Održavanje po stanju, OMO, Beograd, 1980.
- [5] Baldin, A. , Furlanetto, L. , Turco, F. : Priručnik za održavanje industrijskih postrojenja, OMO Beograd, 1980.
- [6] Jevtić, M. : Izbor strategije i kalkulacija troškova održavanja, OMO, 3. Beograd , 1987.
- [7] Adamović, Ž. , Todorović, J. , Jevtić, M. : Organizacija održavanja, OMO, Beograd, 1988.
- [8] Jovićić S. : Pouzdanost, pogodnost za održavanje, raspoloživost održavanja, logistička podrška, Naučna knjiga, Beograd, 1990. .
- [9] Ekinović S. : Metode statističke analize u Microsoft Excel –u, Mašinski fakultet, Zenica, 1997.
- [10] Adamović, Ž. : Tehnička dijagnostika, Beograd, 1998.
- [11] Jurković, M. , Tufekčić, Dž. : Modeliranje i optimiranje tehnoloških procesa, MF Tuzla, 2000.
- [12] Grupa autora: Održavanje vodoprivrednih komunalnih sistema – priručnik, Vodoprivreda Bosne i Hercegovine, Sarajevo, 1996.
- [13] Tadić, A. Ivica, : Kako doći do vode, Tuzla, 1996. godine.
- [14] Tufekčić Dž. : Pogodnost održavanja i tehnička dijagnostika, Predavanja na poslijediplomskom studiju, FEM, Tuzla, 1997.
- [15] Jurković M. : Matematsko modeliranje inženjerskih procesa i sistema, Mašinski fakultet, Bihać, 1999.
- [16] Sebastijanović, S. , Tufekčić, Dž. : Održavanje, Mašinski fakultet, Tuzla, 1998.
- [17] Avdić, H. : Analiza efektivnosti složenih tehničkih sistema, 2. Međunarodni skup, Revitalizacija i modernizacija proizvodnje, Bihać, 1999.
- [18] Dr Munir Jahić : Urbani vodovodni sistem, Beograd, 1988.