

**POGODNOST DIJAGNOSTICIRANJA STANJA
SISTEMA VODOSNABDIJEVANJA**

**CONVENIENCE OF DIAGNOSIS STATE
OF WATER SUPPLY SYSTEMS**

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

Tehnička dijagnostika obuhvata metode, postupke i sredstva za praćenje rada tehničkih sistema i njihovih komponenti, periodičnim ili kontinuiranim mjerenjem fizikalnih veličina od najvećeg značaja za rad i stanje opreme.

Upoređivanjem izmjerenih veličina s utvrđenim graničnim vrijednostima normalnog rada može se dati ocjena stanja tehničkog sistema, te na osnovu toga donositi odluke daljih aktivnosti i prognoza ponašanja sistema na određeni period eksploatacije.

Pogodnost ispitivanja je takvo svojstvo sistema, koje karakteriše mogućnost ispitivanja i pregleda uređaja u procesu dijagnostike stanja. Osnovni oblik ispitivanja i pregled uređaja je kontrola tehničkog stanja.

Prikaz prednosti primjene tehničke dijagnostike u procesu eksploatacije vodovodnog sistema ogleda se u smislu detekcije uzroka pojave zastoja u radu vodovodnog sistema, te dobijanja podataka primjenom neke od metoda tehničke dijagnostike. U ovom radu će biti prikazana analiza pogodnosti dijagnosticiranja stanja jednog od podsistema vodovodnog sistema Srebrenik.

Ključne riječi: tehnička dijagnostika, sistemi vodosnabdijevanja, pogodnost dijagnosticiranja.

ABSTRACT:

Technical diagnosis includes methods, procedures and means for monitoring technical systems, and their components, periodic or continuous measurement of physical quantities of the utmost importance for the operation and condition of equipment.

By comparing the measured values with the established limit values for normal operation may be given to assessment of technical systems, and that basis to make decisions, forecast future activities and behavior of the system over period of exploitation.

Convenience of diagnosis such property of the systems, characterized by the possibility of examination and inspection equipment in the diagnostic process conditions. The basic form examination and inspection equipment is the control of technical condition.

Showing the benefits of the application of technical diagnosis in the process of exploitation of water supply system is reflected in terms of detection of the cause of stoppage in the work water supply systems, and obtaining data by using the methods of technical diagnostics.

This paper will be presented the analysis of the convenience of diagnosing the state of one of the subsystems of the water supply system Srebrenik.

Keywords: technical diagnostics, water supply systems, convenience of diagnosis.

1. UVOD

Imajući u vidu prirast broja stanovništva na području opštine Srebrenik i potrebe za vodosnabdijevanjem osjeća se jasno izražena potreba za racionalnim i kvalitetnijim zadovoljenjem potreba potrošača bez obzira na monopol u raspolaganju vodovodne infrastrukture.

Pod kvalitetnim zadovoljenjem potreba podrazumijeva se snabdijevanje vodom svih domaćinstava tokom 24 sata dnevno izuzev u vrijeme otklanjanja zastoja.

Pogodnost dijagnosticiranja stvara preduslove za detekciju i otklanjanje zastoja i omogućava efikasno otklanjanje sa što kraćim vremenom trajanja zastoja u vodosnabdijevanju i sa što manjim brojem korisnika koji će biti uskraćeni snabdijevanjem vodom.

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 pogodnost dijagnosticiranja obezbijedi uslove za sistem vodosnabdijevanja, koji će imati kontinuirane informacija o stanju sistema u cilju kontinuiranog upravljanja, a na osnovu dijagnostičkih parametara, 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]. Struktura vremena izvođenja postupaka održavanja koje uzima u obzir kvalitativne elemente koji utiču na pogodnost dijagnosticiranja 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. Sistem daljinskog nadzora i upravljanja - SDNU

Cilj sistema daljinskog nadzora i upravljanja je prikupiti i obraditi sve važne informacije sa parcijalnih sistema/podsistema na jedno mjesto (dispečerski centar – komandna zgrada), te sa tog mjesta omogućiti optimalne uslove upravljanja i racionalnu eksploataciju cjelokupnog vodovodnog sistema. Kroz pogodnost dijagnosticiranja u sistemu nadzora nad pojedinim objektima i kroz donošenje operacionih odluka, odnosno zadavanjem komandi upravljanja postiže se krajnji cilj: dijagnostika stanja sistema, sigurno, racionalno i kvalitetno snabdijevanja potrošača dovoljnim količinama vode, te pravovremenu reakciju u procesu održavanja.

3. EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA

3.1. Plan ekperimenta

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.

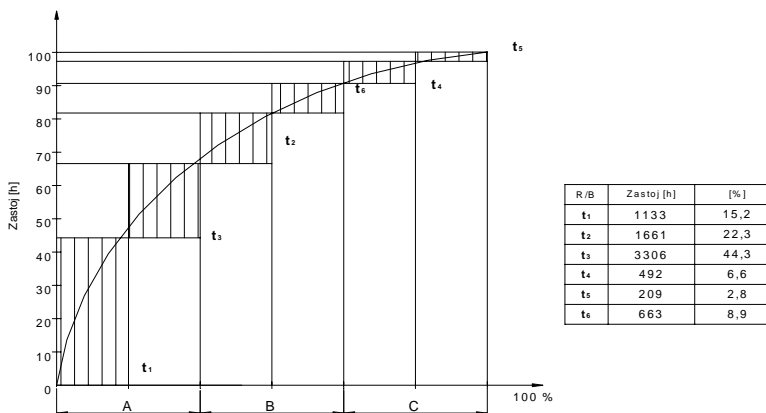
3.1.1. Podsistem – Gradski vodovod

Tabela 1. Vremenska slika stanja za pumpnu stanicu B6 za posmatrani period.

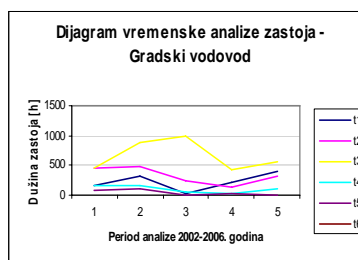
	2002. [h]	2003. [h]	2004. [h]	2005. [h]	2006 [h]	Ukupno [h]
Planirani sati rada	5074	4814	5098	4648	4642	24276
Ostvareni sati rada	4355	4686	4152	3757	3411	20361
Zastoj na pumpi			21			21
Redovan remont	12				10	22
Rad na visokoj tarifi	1499	1108	511	388	417	3923
Rad na niskoj tarifi	2856	3578	3641	3370	2994	16439
Zastoj-el.opreme	4	3	12	16	14	49
Zastoj-greška napona	4	7	7	10	8	36

4. REZULTATI EKSPERIMENTA

4.1. ABC analiza zastoja vodovodnog podsistema Gradski vodovod Srebrenik



Naziv zastoja	Period analize [godina]				
	'02.	'03.	'04.	'05.	'06.
t ₁	166	319	37	220	391
t ₂	468	481	242	146	324
t ₃	448	877	1000	418	563
t ₄	162	161	58	15	96
t ₅	70	99	0	28	12
t ₆	138	72	142	152	159



Slika 1. ABC vremenska analiza zastoja

ABC analiza vremena zastoja

- *Gradski vodovod* – ABC analiza vremena zastoja na ovom podsistemu pokazala je da gupu "A" čine zastoji t_3 , t_1 i t_2 sa 66,6% vremena svih zastoja,

ABC analiza frekventnosti zastoja

- *Gradski vodovod* – ABC analiza frekventnosti zastoja na ovom podsistemu pokazala je da gupu "A" čine zastoji t_1 i t_3 sa 71,6% frekventnosti svih zastoja.

ABC troškovna analiza

- *Gradski vodovod* – ABC troškovna analiza vremena zastoja na ovom podsistemu pokazala je da gupu "A" čine zastoji t_3 , t_6 i t_1 sa 69% troškova u ukupnim troškovima,

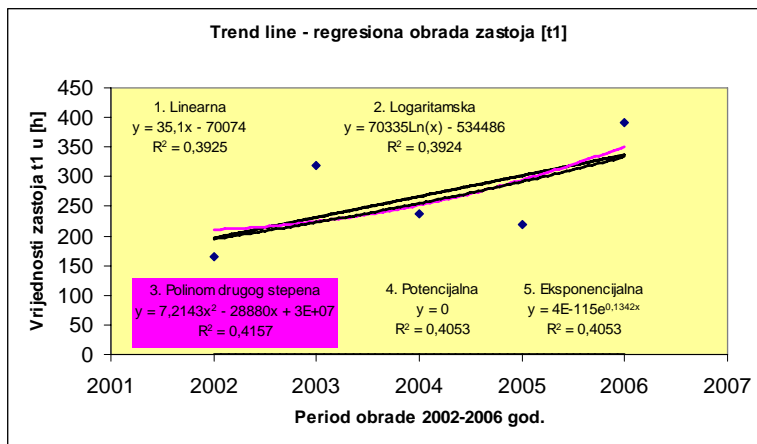
Prema broju učestalosti pojedinih zastoja u ABC analizi, ustanovljeno je da zastoji t_3 i t_1 imaju broj učestalosti 3, što znači da su sva tri elementa ABC analize (vremenski, frekventni i troškovni) pokazali da ova vrsta zastoja predstavlja bitne elemente u ukupnim zastojujima.

Daljim diferenciranjem zastoja iz grupe "A" moguće je ustanoviti najuticajnije 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

Tabela 2. Vrijeme zastoja t_1 za period analize 2002-2006. godina

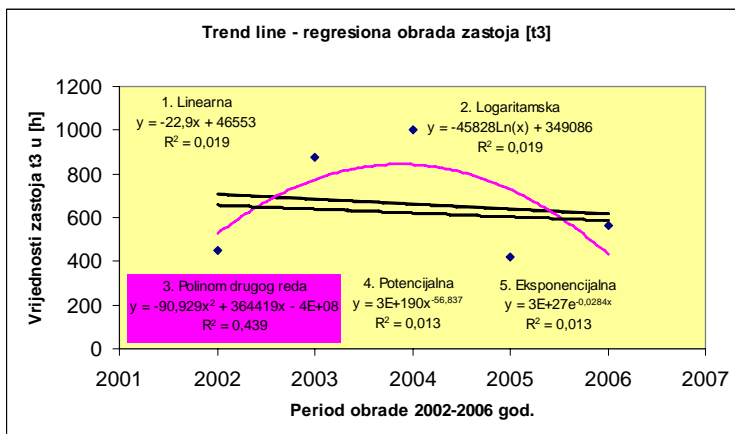
Period analize posmatano po godinama	Vrijeme zastoja – t_1 [h]
2002	166
2003	319
2004	237
2005	220
2006	391



Slika 2. Trend line analiza zastoje t_1

Tabela 3. Vrijeme zastoja t_3 za period analize 2002-2006. godina

Period analize posmatano po godinama	Vrijeme zastoja – t_3 [h]
2002	448
2003	877
2004	1000
2005	418
2006	563



Slika 3. Trend line analiza zastoja t_3 .

Trend line analizom zastoja t_1 i t_3 dobija se kriva koja najbolje interpretira posmatrani skup tačaka, što predstavlja ponašanje zastoja zavosno od vremena analize. Analizirajući zastoje t_1 i t_3 (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 t_1 i t_3 , na osnovu čega bi se uvrđili uzroci pojave ovih zastoje, te stvorile realne osnove za prognozu pouzdanosti sistema u narednom poeriodu.

5. ZAKLJUČAK

Primjena tehničke dijagnostike u sistemima vodosnabdijevanja, sa mogućnošću prikupljanja podataka u digitalnoj on-line formi, za dijagnosticiranje parametara bitnih u procesu upravljanja vodovodnim sistemima daje postavke za genuzu vodovodnog sistema. Na osnovu ovako prikupljenih podataka može se postaviti dijagnoza sistema.

Prisutnost tehničke dijagnostike u formi pogodnosti dijagnosticiranja i prikupljanja dijagnostičkih parametara sa mogućnošću upravljanja istim daju pretpostavke optimizaciji sistema. Ako posmatramo dijagnosticirani parametar potrošnje električne energije iz tabele 1, može se uočiti efekat upravljanja tarifama električne energije, gdje je vidljiv efekat smanjenja rada na visokoj taifi uz obezbjeđenje kontinuiranog rada sistema vodosnabdijevanja.

Ovakvi upravljivi dijagnostički parametri daju mogućnost optimizacije utroška električne energije u ukupnim troškovima eksloatacije sistema.

Analizom podataka prikupljenih na osnovu dijagnostičkih parametara u podsistemu Gradski vodovod Srebrenik primjenom ABC metode, došlo se do rezultata o broju učestalosti pojedinih zastoja u tri elementa ABC analize, vremenskom, frekventnom i troškovnom. Ovi podaci omogućavaju postavljanje krive, npr. Trend line regresionom analizom, koja najbolje interpretira skup tačaka, koje pokazuju vrijednosti zastoja u posmatranom periodu, a opisana je regresionom jednačinom i određena regresionim faktorom.

Na ovakav način stvaraju se pretpostavke za prognozu pouzdanosti sistema u narednom periodu, koja se može dati na osnovu daljeg analiziranja pojedinih zastoja, primjenom ABC analize na pojedinačne zastoje, te utvrđivanjem broja učestalosti pojedinih elemenata u okvirima jednog zastoja. 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 predleg, 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.