

ODRŽIVO UPRAVLJANJE VODOVODA SIVAC

SAŽETAK: Ovaj rad obrađuje temu upravljanja vodovodnom mrežom u Javnom komunalnom preduzeću Radnik Sivac, sa aspekta održivosti. Poseban naglasak je dat na metodologiju kojom se ostvaruje ušteda električne energije prilikom tehnološkog procesa proizvodnje i distribucije vode za piće, održavanje potrebnog pritiska i protoka i zadovoljavanje svih normi u pogledu fizičke, hemijske i mikrobiološke ispravnosti vode za piće. Ključni cilj ovog rada jeste stvaranje uslova za obezbeđivanje potrebnog kvaliteta isporučene vode za piće stanovnicima Sivca, pri čemu se kao pogodno sredstvo za ostvarivanje ovog cilja nametnuo tehničko-tehnološki sistem sa primenom frekventne regulacije.

KLJUČNE REČI: voda za piće, ušteda električne energije, kvalitet isporučene vode za piće, frekventna regulacija.

1. Uvod

Savremeno upravljanje vodoprivrednim preduzećima uključuje niz mera i aktivnosti usmerenih na održavanju i unapređenju vodnog režima, obezbeđivanju potrebnih količina i kvaliteta voda, zaštitu od zagađivanja i štetnog dejstva voda. Pri tome se upravljanje vodama zasniva na načelu održivog razvoja, jedinstva vodnog sistema, celovitosti, zaštite od štetnog dejstva, plaćanja realne cene, učešća javnosti, uvažavanja najboljih dostupnih tehnologija, plaćanja zagađivača, sa svrhom smanjenja specifičnog utroška vode, planiranja razvoja, zaštitom izvorišta prečišćavanja otpadnih voda i antierozivnom zaštitom slivova i regulacijom rijeka. Kao podloga za razvoj teme ovog rada nameće se potreba istorijskog sagledavanja vodosnabdevanja u Sivcu, gde će se, pored sagledavanja aktuelnih i rešenih problema vodosnabdevanja, sa geografskog i hidrogeološkog aspekta analizirati predispozicije koje poseduje teren na kom se naseljeno mesto Sivac nalazi. Takođe, radi što sveobuhvatnije analize izvršena je kapacitivna analiza sa aspekta protoka.

2. Potrebne količine vode

Brojni su razlozi koji definišu potrebu obezbeđenja dovoljne količine vode u vodoopskrbnom sistemu. Nedovoljna količina vode za posledicu ima nemogućnost održavanja minimalnih higijenskih standrada, ograničenost razvoja domaćinstava i naročito u toku suša, dodatne izdatke radi osiguranja nedostajuće vode. Nedostatak vode ima za posledicu smanjene količine vode koje pak dovode do privremenog i delimičnog pražnjenja

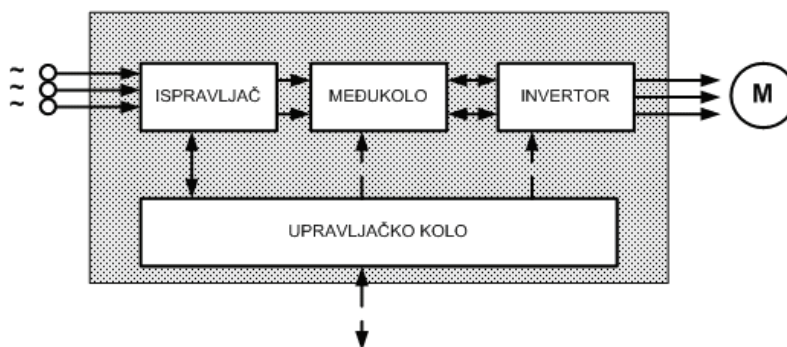
opskrbne mreže, pritiska u cevima, i stvara se mogućnost pojave ulaska zemlje na delovima oštećene vodoopskrbne mreže, koja zagađuje vodu. U snabdevanju vodom postoje standardi koji definišu minimalni kapacitet opskrbe po stanovniku, od 20 litara dnevno, za bunare i cisterne, do 200 litara dnevno za snabdevanje gradova preko 30.000 stanovnika. Navedenim količinama treba dodati vodu potrebnu za privredne svrhe, komunalne potrebe, kao i za potrebe zanatstva, industrije i ostale naročite potrebe. Tako npr. gradovi imaju specifične potrebe obzirom na javne objekte kao što su škole, kasarne, bolnice i sanatorijumi, hoteli, zatvorii dr., zatim za privredne kapacitete poput šećerana, pivara, mlekara, klaonica, kožara i raznih drugih korisnika. Temeljem navedenih indikatora, u vodoopskrbnoj mreži vodovoda naselja Sivac instaliran je sistem za vodosnabdevanje sledećih karakteristika:

- ukupan broj pumpi koje transportuju vodu je sedam, ukupne snage $P=43,2$ kW,
- dužina glavnog dovoda iznosi 35 km,
- dužina razvodne mreže iznosi 51 km,
- ukupan broj vodovodnih priključaka iznosi 3.114,
- ukupan broj uličnih hidranata iznosi 120,
- broj javnih česmi priključenih na vodovod iznosi 9,
- broj domaćinstava koja imaju priključak na vodovodnu mrežu iznosi 3.057,
- broj stanovnika koja imaju priključak na vodovodnu mrežu iznosi 8.354 i
- ukupni troškovi za proizvodnju pijaće vode sa PDV-om su 6.359,48 din/h.

3. Upotreba frekventnih regulatora

Savremeni način života nameće potrebu racionalanog pristupa korišćenja svih resursa, pa tako i racionalnog upravljanja energijom. Ušteda električne energije postaje prioritetni zahtev, koja u vodoopskrbnom sistemu postaje jedan od prioritetnih zahteva. U svrhu racionalnog utroška električne energije vodovod naselja Sivac ima instalirane frekventne regulatore radi upravljanja brzinom asinhronih elektromotora. Frekventni regulatori su elektronski uređaji koji omogućavaju upravljanje brzinom trofaznih asinhronih elektromotora pretvarajući ulazni mrežni napon i frekvenciju, koji su fiksirane vrednosti, u promenljive veličine. Frekventni regulator je termin koji se odomaćio u praksi, premda se u stručnoj terminologiji koristi i niz drugih izraza, kao što su Adjustable Speed Drives, Variable Frequency Drives (VFD), Inverter, itd. Pored osnovne funkcije upravljanja brzinom elektromotora naizmenične struje (AC motor), frekventni regulatori integrišu i brojne druge funkcionalnosti kao što su zaštita motora, alarmiranje, procesno upravljanje u zatvorenoj petlji radi održavanja konstantnog pritiska u cevi, mogućnosti podešavanja brzine i kontrola

rada putem raznih interfejsa i dr. Frekventni regulator je u naravi mikroprocesorski sistem koji na osnovu svojih algoritama upravljanja definiše pobudu za motor kako bi se dobio željeni odziv.



Slika 1. Interna struktura frekventnog regulatora

Frekventni regulatori u potpunosti upravljaju brzinom trofaznog AC motora, što nudi niz prednosti kao što su ušteda energije, gde pogon koji radi sa polovinom brzine troši samo 12,5% nominalne snage; podešavanje brzine u procesu proizvodnje koje povećava produktivnost i smanjuje troškove održavanja; broj startovanja i zaustavljanja mašine čime se, korišćenjem laganog ubrzavanja i usporavanja, izbegavaju naprezanja i nagli udari u mašinskim sklopovima; smanjenje troškova održavanja, koji poboljšavaju radno okruženje.[4]

Frekventni regulatori kontrolišu brzinu rada elektromotora menjanjem frekvencije napona elektromotora, gde kontroliše zajedno izlaznu frekvenciju i napon, održavajući tako konstantan odnos napona i frekvencije. Obrtni moment koji se stvara direktno je srazmeran ovom odnosu, što znači da je na svim brzinama obrtni moment konstantan i jednak je nominalnom obrtnom momentu. Ovo omogućava motoru da na svim brzinama može isporučiti pun obrtni moment. Frekventni regulator može da napaja motor i sa frekvencijama iznad nominalne (50 ili 60Hz), ali u tom slučaju nije moguće dalje povećavanje napona, već se obrtni moment smanjuje, pa postoji mogućnost da motor na većim brzinama ne može da isporuči dovoljan obrtni moment za zadovoljavanje potrebnog opterećenja, pre svega zbog toga što su brzina i snaga u tom slučaju promenljive veličine, a obrtni moment ostaje konstantno ispod potrebne vrednosti.

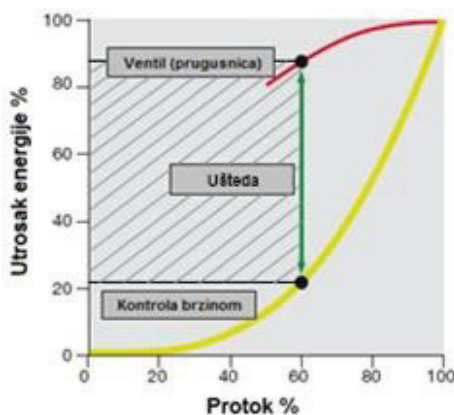
Ventilatori, pumpe i kompresori često se koriste bez kontrole brzine, gde se protok reguliše ventilima ili prigušivanjem. Kada se protok kontroliše bez regulacije brzine, motor radi punom brzinom. Sistemi grejanja, ventilacije i klimatizacije HVAC¹ retko zahtevaju

¹ Grejanje, ventilacija, klimatizacija - HVAC (eng. *Heating Ventilator Air Conditioning*).

maksimalan protok. Protok zavisi od brojnih faktora, među kojima je i spoljna temperatura. Pri radu preko frekventnog regulatora ventilator stvara manje opterećenje, što ujedno predstavlja i uštedu energije u odnosu na slučaj kada se ventilator pušta u rad direktno, dakle bez frekventnog regulatora. Upotrebom ventila, prigušivača i ventilatorskih dempera prigušuje se protok, i sistem tokom najvećeg dela vremena bespotrebno troši energiju. Korišćenje frekventnog regulatora za kontrolisanje brzine motora, može imati pozitivne efekte na performanse vodovodne mreže, jer se u tom slučaju može uštedeti i do 70% energije.

4. Ušteda energije

Uporedne procentualne karakteristike protoka, pritiska i ulazne snage u odnosu na broj obrtaja osovine mogu se izraziti zakonima afiniteta. Ovo je potrebno kako bi se pratilo ponašanje pomenutih veličina u odnosu na broj obrtaja osovine, čime se dobija mogućnost za sagledavanje aspekata bitnih za potrošnju odnosno uštedu energije. Protok je direktno proporcionalan brzini, dok je pritisak direktno proporcionalan kvadratu brzine. Sa stanovišta uštede energije, najznačajnije je to što je snaga koja se troši proporcionalna trećem stepenu brzine. Tako, na primer, 75% brzine proizvodi 75% protoka, ali se troši samo 42% snage neophodne za puni protok. Kada se protok smanji na 50%, utrošak snage je svega 12.5% (slika 1.).



Slika 2. Poređenje utroška energije protoka ventilom i upotrebom frekventnog regulatora

Poređenjem utroška energije između kontrole protoka ventilom i upotrebom frekventnog regulatora (slika 2.) može se zaključiti da je potrošnja energije višestruko veća kod kontrole protoka ventilom, tj. primenom frekventnog regulatora postižu se znatne uštede u potrošnji energije. Između smanjivanja protoka zatvaranjem ventila i potrebne snage za taj

rad i utroška energije za rad preko frekventnog regulatora pri istom protoku, uočava se značajna ušteda energije zahvaljujući frekventnom regulatoru.

Kako je u 90% radnog vremena zahtevani protok ispod 70%, kontrolisanjem brzine motora pumpe ili ventilatora postižu se značajne uštede energije. Najveći deo troškova odlazi na utrošak energije tokom rada, pa se uštedom energije koju omogućavaju frekventni regulatori vrlo brzo nadoknađuju nešto veće investicije potrebne za instaliranje sistema. Takođe, upotrebom frekventnih regulatora cena održavanja se smanjuje, štiti se motor i produžava se njegov životni vek.

Sledeća prednost frekventnog regulatora se ogleda u smanjenju mehaničkih i električnih udara prilikom uključivanja ili isključivanja mašine. Frekventni regulatori omogućavaju mekan start mašine, postepenim povećavanjem frekvencije po programiranoj rampi. Direktnim uključivanjem motora na mrežu, trenutna struja može imati vrednost i do deset puta veću od nominalne struje. Mekan start frekventnog regulatora ograničava ovu struju na vrednost ne veću od 1,5 A. Ovim se produžava životni vek motora i smanjuju troškovi održavanja. Za pogone kod kojih čak ni linearna rampa ubrzanja i zaustavljanja ne rešavaju u potpunosti problem trzaja kod pokretanja, (npr. liftovi), frekventni regulatori nude varijantu eksponencijalne rampe ili tzv. S rampe, koja dalje poboljšava uslove kod startovanja i zaustavljanja elektromotornog pogona.

5. Zaključak

Najveći deo troškova, gotovo 90%, pri eksploataciji vodovodnog sistema odlazi na utrošak energije tokom rada. Uštedom energije koju omogućavaju frekventni regulatori vrlo brzo se nadoknađuju nešto veće investicije potrebne za instaliranje sistema. Takođe, upotrebom frekventnih regulatora cena održavanja se smanjuje, štiti se motor i produžava se njegov životni vek, čime se bitno utiče na sveukupno bitno poboljšanje performansi sistema. Ugradnjom frekventnog regulatora, sa aspekta uštede električne energije, procenjena ušteda je 25% na mesečnom nivou, pri čemu se mora naglasiti i to da je istovremeno i kvalitet vode bolji. Posmatrano samo sa aspekta korišćenja frekventnog regulatora za kontrolisanje brzine motora, može se uštedeti i do 70% energije. Frekventni regulatori omogućavaju precizniju kontrolu hemijskih procesa, distribucije vode, ventilacije,...itd. Pritisak u sistemima za distribuciju vode može se održavati sa znatno boljom tolerancijom. Ako se posmatra uticaj frekventnih regulatora na radni vek i mehaničku eksploataciju opreme, može se zaključiti da se broj startovanja i zaustavljanja motora punom kontrolom brzine, primenog frekventnog regulatora, može drastično smanjiti. Korišćenjem laganog ubrzanja i usporavanja,

izbegavaju se naprezanja i nagli udari u mašinskim sklopovima. Uz smanjenje troškova održavanja, poboljšava se radno okruženje, čime se u velikoj meri pozitivno utiče na održivost rada posmatranog vodovodnog sistema.

LITERATURA

- [1] Popović, S., Kujundžić, B. (2012). *Aktuelni problemi iuštete u preduzećima vodovoda i kanalizacije*, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Beograd.
- [2] Dorman, L. (2005). *Mašinski elementi II, elementi obrtnog kretanja i sistemi cevovoda*, Viša tehnička škola, Subotica.
- [3] Živanov Lj. (2008). *Primena senzora i aktuatora*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [4] Ilić, M. (2013). *Investicija 300.000 dinara*, Retrived September 12, 2015 from: <http://www.radnik-sivac.com/?p=349>

Siniša Bilić, Ph.D.

Mirko Ilić, M.Sc.

Igor Rubil

SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WATER SUPPLY IN SIVAC

Summary

This paper deals with the topic of managing the water supply network in the JKP „Radnik“ Sivac, in terms of sustainability. Special emphasis is given to the methodology which generates electricity savings during the technological process of production and distribution of drinking water, maintaining the required pressure and flow and satisfactory all the standards in terms of physical, chemical and microbiological quality of drinking water. The key objective of this work is to create conditions for ensuring the required quality of drinking water supplied residents of Sivac, where as a suitable means of achieving this goal imposed by technical-technological system with application of frequency regulation.

Key words: drinking water, saving of electrical energy, quality of drinking water supplied, frequency regulation.