

UDK: 681.5/628.29

Originalni naučni rad  
Original scientific paper

## SISTEM CENTRALIZOVANOG UPRAVLJANJA PUMPNIM STANICAMA U SISTEMIMA VODOSNABDEVANJA

Zoran P. Stajić<sup>1\*</sup>, Milan Kocić<sup>2</sup>, Aleksandar Janjić<sup>2</sup>, Danijela Stajić<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš

<sup>2</sup> Istraživačko-razvojni centar „Alfatec“ d.o.o. Niš

<sup>3</sup> Elektrotehnička škola „Nikola Tesla“, Niš

**Sažetak:** U radu je opisan sistem centralizovanog upravljanja pumpnim stanicama. Pumpne stanice imaju veoma značajnu ulogu i predstavljaju elemente sistema od kojih se očekuje velika pouzdanost u radu. Međutim, većinu pumpnih stanica u našoj zemlji, bilo da se nalaze u komunalnim ili poljoprivrednim sistemima, karakteriše veoma nizak nivo tehničke opremljenosti. Ovakvo stanje ima za posledicu brojne negativne efekte kao što su: smanjenje energetske efikasnosti ovih sistema, povećanje troškova proizvodnje i povećanje broja kvarova u sistemu. U ovom radu su prikazane savremene tendencije kada su u pitanju upravljanje i kontrola procesa i uređaja na daljinu. Predložena je kompletna arhitektura sistema za upravljanje i dat je opis realizovanog integrisanog tehničkog rešenja u sistemima vodosnabdevanja. Uvođenje kompletnog centralizovanog rešenja za upravljanje pumpnim stanicama omogućava visoku pouzdanost i sigurnost u sistemu, povećani stepen energetske efikasnosti, kao i optimizovane procedure operativnog upravljanja i održavanja sistema.

**Ključne reči:** sistemi daljinskog upravljanja, multiagenti, vodosnabdevanje, pumpne stanice

### UVOD

Bilo da se nalaze u sistemima vodosnabdevanja, irigacionim sistemima ili sistemima zaštite od poplava, pumpne stanice (PS) imaju veoma značajnu ulogu i predstavljaju elemente sistema od kojih se očekuje velika pouzdanost u radu [1], [2], [3], [4]. Njihovi

---

\* Kontakt autor: Zoran Stajić, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

E-mail: zoran.stajic@alfatec.rs

Rad je deo realizacije projekta III 44006, koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

ispadi iz pogona u dužem vremenskom periodu nisu poželjni i obično imaju veoma negativne posledice. Iz tih razloga, poželjno je stalno pratiti rad pumpnih stanica i povećati njihov stepen zaštite i njihovu pouzdanost [2], a u slučaju pojave neželjenih ispada, omogućiti što brže otklanjanje uzroka ispada i ponovno puštanje PS u pogon.

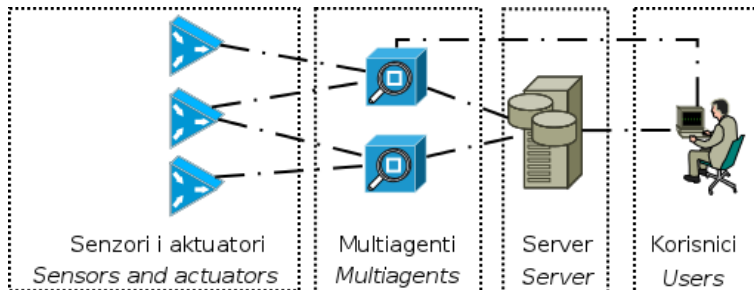
U ovom radu opisan je sistem centralizovanog upravljanja (SCU) pumpnim stanicama u sistemima vodosnabdevanja, koji je razvijen za potrebe centralizovanog praćenja i upravljanja radom PS iz jednog komandno-kontrolnog centra (KKC). Zahvaljujući detaljnim informacijama o radu pumpnih agregata i prateće opreme, koje pruža ovo tehničko rešenje [1], moguće je staviti ga u funkciju rezervnog sistema zaštite pumpnih stanica [2] i time smanjiti broj kvarova na minimalnu moguću meru i povećati pouzdanost sistema. Dodatna prednost sistema ogleda se u tome što on omogućava da se u slučaju nastanka kvara ili otkaza bilo kog elementa koji ugrožava rad pumpne stanice, informacije o tome odmah proslede nadležnim centrima i da se u što kraćem roku preduzmu odgovarajuće akcije na ponovnom puštanju PS u pogon.

Pored detaljnog opisa SCU PS u radu su prikazani i rezultati njegove dvogodišnje primene u jednoj PS u kojoj se javljao veliki broj problema. Posebna pažnja usmerena je na situacije koje su izazivale česte ispadne PS i na načine prevazilaženja ovih problema.

## MATERIJAL I METODE RADA

Da bi se obezbedilo pravilno nadgledanje sistema i upravljivost sa privilegijama, SCU PS [1] je koncipiran tako da ima hijerarhijsku strukturu obezbeđujući time nadgledanje protoka podataka do najvišeg nivoa u sistemu upravljanja [6].

Funkcionalna arhitektura sistema prikazana je na Sl. 1.



Slika 1. Prikaz funkcionalne arhitekture sistema

*Figure 1. Functional scheme of a system*

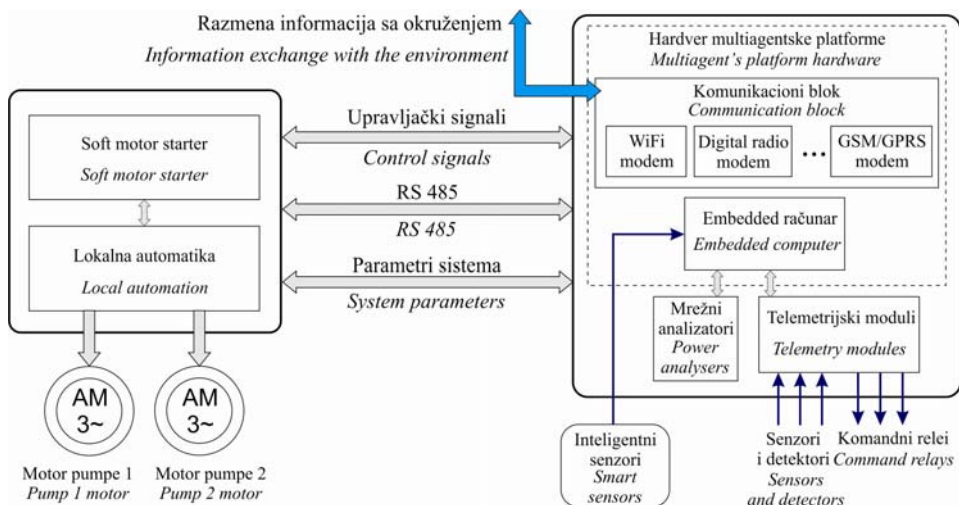
Sistem se identifikuje kroz četiri nivoa: nivo senzora i aktuatora [7], nivo multiagenata [5], nivo servera podataka i nivo SCADA korisničke aplikacije.

Nivo senzora i aktuatora pokriva uređaje koji učestvuju u neposrednom menjanju i prikupljanju informacija sredine samog sistema. Tu se najčešće svrstavaju uređaji kojima se upravlja putem nekog od standardnih protokola (MODBUS, IEC, DNP3 i dr.), kao što su: panelni mrežni analizatori, telemetrijski i komandno-kontrolni moduli, PLC-i, motor starteri, frekventni regulatori, inteligentni temperaturni senzori i sl.

Multiagenti [5] predstavljaju specijalizovane softverske module čiji je zadatak da, na osnovu prikupljenih informacija sa senzora i predefinisanih zahteva, šalju signalizaciju aktuatorima i posredno utiču na stanje u sistemu.

Server podataka predstavlja nivo na kojem su smešteni svi relevantni podaci o sistemu. Pristup podacima sistema iz spoljne okoline vrši se isključivo preko servera podatka. Podaci se serveru dostavljaju od agenata s jedne strane i korisničkih aplikacija s druge strane, preko multikomunikacione infrastrukture koja podržava veliki broj komunikacionih kanala (ethernet, GSM/GPRS, digitalni radio modemi, wireless i dr.).

Nadgledanje sistema vrši se iz komandno-kontrolnog centra preko SCADA korisničke aplikacije [1]. Aplikacija pruža korisniku uvid u sve elemente sistema kao i u trenutno stanje sistema, uz hronološki registrator događaja.



Slika 2. Integracija nivoa multiagenata i nivoa senzora i aktuatora  
Figure 2. Integration of multiagent level and sensor-actuator level

Na Slici 2 prikazana je blok šema integracije nivoa multiagenata [5] sa nivoom senzora i aktuatora u PS [7]. Za ova dva nivoa, koji su ključni za temu ovog rada, značajno je napomenuti da komunikacija sa panelnim mrežnim analizatorima i praćenje (snimanje) svih električnih parametara pogonskih motora pumpi, omogućava detaljan uvid u rad PS. Na ovaj način, indirektno se može steći slika i o radu pojedinih elemenata PS čiji se rad ne prati direktno [2]. Iz tih razloga, informacije sa panelnih mrežnih analizatora daju najbolji uvid u kompletno ponašanje sistema, i pomoću njih se lako otkriva svaka nepravilnost [2]. Tako detaljne informacije, u kombinaciji sa dodatnim informacijama koje stižu sa komandno-kontrolnih modula, ili implementiranih inteligentnih senzora, omogućavaju da se za svaku od karakterističnih situacija projektuju odgovarajući multiagenti i da se za većinu njih nađu softverska rešenja, koja se mogu implementirati iz KKC, bez potrebe za obilaskom objekata.

U narednom delu su opisana ovakva rešenja, za različite situacije u PS Knez Selo.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Elementi SCU PS koji je opisan u prethodnom odeljku, instalirani su na lokacijama PS Knez Selo (Sl. 3, Sl. 4), rezervoara Knez Selo (Sl. 5) i PS niskog pritiska "Mediana" (Sl. 6) koje pripadaju JKP „Naissus“ Niš.



Slika 3. Pumpna stanica „Knez Selo“  
Figure 3. Pump station „Knez Selo“



Slika 4. Oprema u PS „Knez Selo“  
Figure 4. Equipment in PS „Knez Selo“



Slika 5. Rezervoar „Knez Selo“  
Figure 5. Reservoir „Knez Selo“



Slika 6. Pumpna stanica niskog pritiska „Mediana“  
Figure 6. Low pressure pump station „Mediana“

U svim ovim slučajevima demonstrirana je interoperabilnost primenjenog tehničkog rešenja sa opremom različitih proizvođača [8]. Pri tome je to učinjeno i na nivou savremenih inteligentnih elektronskih uređaja (PLC Siemens, panelni analizatori Schneider i Circutor, frekventni regulator Danfoss, motor Starter Mitsubishi, itd.), kao i na nivou stare opreme koja je već decenijama postojala u ovim objektima, što je nesumnjivo jedna od najvećih prednosti ovog sistema.

U pogledu komunikacionih kanala takođe su demonstrirane različite tehnologije (digitalni radio, Wi-Fi, GSM/GPS modemi i njihove kombinacije), što ukazuje na to da ovaj sistem spada u red najsavremenijih multifunkcijskih multikomunikacionih sistema koji veoma jednostavno mogu postati deo složenijih inteligentnih sistema energetske menadžmenta ili inteligentnih energetskih mreža (Smart Grids) [9], [10].

Od posebnog interesa za ovaj rad je činjenica da su, pored osnovnih funkcija daljinskog upravljanja u normalnim radnim režimima, koje poseduje SCU PS, dograđene i brojne funkcije informisanja i alarmiranja na pojavu različitih neregularnih stanja, kao i funkcije rezervnog sistema zaštite PS, čime je ovaj sistem značajno unapređen. Razvoj i implementaciju dodatnih naprednih funkcija usloveli su praktični problemi koji su se javljali u eksploataciji PS (posebno u PS Knez Selo). Opis dodatnih funkcija koje su realizovane isključivo kao rezervni sistemi zaštite PS, dat je u narednom delu kroz opis problema koji su se javljali i primenjenih algoritama za njihovo otklanjanje.

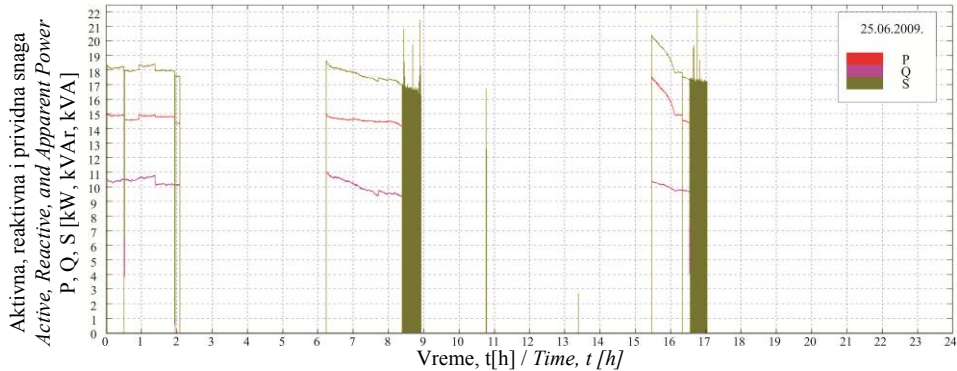
### **Zaštita od nepotrebnih uključenja/isključenja pumpnih agregata**

Već po instaliranju sistema i njegovom puštanju u pogon (25.05.2009. godine) u PS Knez Selo je uočeno da se u toku rada pumpnih agregata periodično javlja veliki broj nepotrebnih uključenja, odn. isključenja. Pregledom snimljenih podataka za mesec jun zaključeno je da je kod oba agregata zabeleženo ukupno oko 500 nepotrebnih uključenja i isključenja (Graf. 1). Razlog za to bio je u tome što se radi o PS koja iz druge visinske zone vođu prepumpava u treću, tako da relativno često (u uslovima povećane potrošnje ili pri ispadu neke od PS u nižim visinskim zonama) dolazi do pada pritiska na usisu pumpi. Da bi se sprečio rad pumpi „na suvo“, na usisnom cevovodu PS postoji presostat čiji je zadatak da, pri pojavi pritiska manjeg od neke unapred zadate vrednosti, preko izvršnog relea, daje signal za isključenje pumpnog agregata koji je u radu.

Kako su često pojave pada pritiska bile prolazne, to su pumpe u takvim uslovima mogle da nastave sa radom odmah nakon ponovnog uključenja, pa je lokalna automatika bila podešena tako da, već nakon 30 sekundi od prorade zaštite i isključenja pumpe, pokuša sa ponovnim uključenjem. Naravno, kada se nije radilo o prolaznim kvarovima periodična neuspešna uključenja (i isključenja) pumpnih agregata su se ponavljala dok neki od elemenata u sistemu ne strada ili dok, nakon praznjenja rezervoara i dojava od strane građana, osoba zadužena za održavanje ne otkloni kvar ili ispusti vazduh iz cevovoda i ponovo pokrene pumpu.

Ovako veliki broj nepotrebnih uključenja i isključenja pumpnih agregata izlagao je svu opremu velikim naprezanjima, pa su i remont opreme bili veoma česti, kao i ispadi PS iz pogona. Zahvaljujući adekvatnom projektovanju u SCU PS i primenjenim protokolima koji su omogućili da se u ovom sistemu svaki od računara u udaljenim objektima vidi kao deo jedinstvene *peer-to-peer* VPN mreže, opisani problem je rešen softverski iz KKC, bez potrebe za odlaskom u PS, ili za bilo kakvom hardverskom izmenom sistema. Ova mogućnost takođe predstavlja jednu od dominantnih prednosti

primenjenog tehničkog rešenja, tako da je korišćena i prilikom rešavanja problema koji su opisani u narednim primerima.



Grafik 1. Rad pumpe sa nepotrebnim uključenjima i isključenjima

*Chart 1. Unnecessary on/off regimes in pump operation*

Za prevazilaženje prethodno opisanog problema, projektovan je agent [5] koji, na osnovu informacija o nivou vode u rezervoaru i podataka o snazi koju pogonski motor pumpe koja je u radu vuče iz mreže, daje komande za uključenje ili isključenje pumpnih agregata i šalje odgovarajuće SMS poruke. Primenom ovog agenta, broj isključenja i uključjenja pumpnih agregata nakon svakog prvobitnog reagovanja sistema zaštite sveden je na maksimalno 3, od kojih su dva uzastopna pokušaja bila u razmaku od 30 sekundi, a treći se dešavao 10 minuta nakon drugog. U slučaju da je i treći pokušaj bio neuspešan, agent je slao SMS poruku licu zaduženom za održavanje PS Knez Selo: „Pumpa ne može da startuje zbog reagovanja sistema zaštite od rada „na suvo““.

### Zaštita od rada pumpe „na suvo“

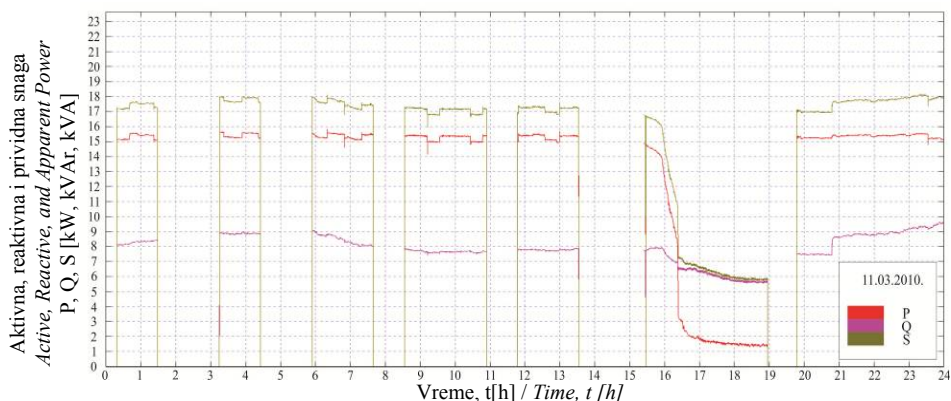
Veliki broj prorada sistema zaštite od rada pumpe „na suvo“ dovodio je do novog, daleko ozbiljnijeg problema u radu PS, koji je takođe zahtevao adekvatno rešenje. Naime, zbog nekoliko stotina prorada sistema zaštite dolazilo je, s vremena na vreme, do kvarova na izvršnom releu presostata, nakon čega je ovaj sistem zaštite bio van funkcije i pumpni agregati su ulazili u nedozvoljene režime rada (rad „na suvo“), koji su često trajali i po nekoliko časova (Graf. 2). Zbog pogoršanih uslova hlađenja, u ovakvim situacijama su često stradali ležajevi pumpi, ili su se, zbog prevelikih termičkih naprežanja, javljala i druga mehanička oštećenja, nakon kojih su pumpe morale biti remontovane.

Analizirajući ponovo snimljene dijagrame (Graf. 2), autori su zaključili da u ovakvim situacijama pumpni agregati ulaze u takav režim da pogonski motori iz mreže povlače snage mnogo manje čak i od snage praznog hoda.

Merenjima koja su izvršena na pumpnim agregatima je zaključeno da je snaga koju pogonski motori oba pumpna agregata vuku iz mreže u praznom hodu (pri potopljenom radnom kolu i maksimalno zatvorenim ventilima na potisu) veća od 13 kW. Ovaj uslov je iskorišćen za realizaciju novog agenta koji predstavlja rezervni sistem zaštite pumpi



od rada „na suvo“. U tom smislu, čim sistem u normalnim režimima rada pumpi detektuje snage motora manje od 13 kW, već nakon 30 sekundi daje signal za isključenje pumpnog agregata. Ova komanda u sistemu ima tretman identične komande koju je, u normalnim okolnostima, izdavao presostat. Nakon toga se procedura opisana u prethodnom odeljku ponavlja i krajnji ishod je ponovno uspešno uključjenje, ili slanje SMS poruke ekipi održavanja nakon tri neuspešna pokušaja (Graf. 2). Format poruke je sada drugačiji i ukazuje na moguć kvar presostata.



Grafik 2. Problem nedozvoljenog rada pumpi (rad „na suvo“)

Chart 2. Problem of irregular pump operation (“dry mode” operation)

### Zaštita od prekida komunikacije sa rezervoarom

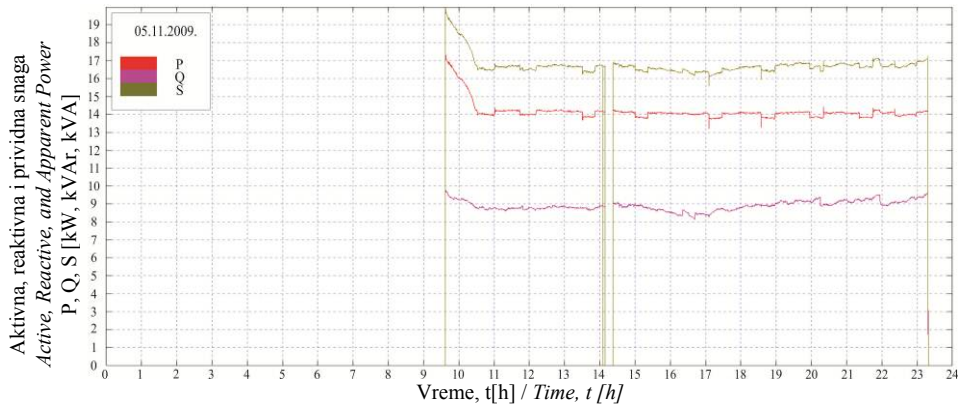
U pojedinim slučajevima u toku eksploatacije PS postoji mogućnost prekida komunikacije sa rezervoarom. U dosadašnjoj dvoipogodišnjoj eksploataciji sistema, ova pojava se desila dva puta: jednom zbog stradanja izvršnog relea u *watchdog* tajmer modulu na rezervoaru, a drugi put zbog pražnjenja akumulatora. Praktičan ishod problema prekida komunikacije između PS i rezervoara zavisi od stanja u kojem se nalazila PS pre gubitka komunikacije. Ukoliko je u trenutku gubitka komunikacije neka od pumpi u PS radila, ona će nastaviti sa radom i neće dobiti odgovarajući signal za isključenje (Graf. 3). Posledica toga će biti nepotrebno pumpanje mnogo veće količine vode i njeno prelivanje iz rezervoara, što pored nepotrebne potrošnje električne energije, ima i štetne ekološke posledice zbog oticanja hlorisane vode ka najbližim rekama. Ako su, pak, u trenutku nestanka komunikacije, pumpe u PS bile isključene, one neće dobiti odgovarajući signal za uključjenje i ubrzo će doći do potpunog pražnjenja rezervoara.

Pražnjenje rezervoara takođe ima veoma neželjene posledice jer nepotrebno ostavlja potrošače bez vode, a ima za posledicu i povećanje potrošnje aktivne snage u periodu punjenja rezervoara (Graf. 1, Graf. 3), što povećava maksimalnu angažovanu snagu i iznose na računima za utrošenu električnu energiju.

Da bi se izbegle negativne posledice gubitka komunikacije između rezervoara i PS, iskorišćeni su podaci iz normalnog rada PS kao podrška odlučivanju i projektovan je novi agent.

Agent iz normalnih režima rada PS izvlači podatke o najdužem i prosečnom vremenu rada pumpnih agregata, zavisno od doba dana i od meseca u godini, kao i o najdužem i prosečnom trajanju pauze između dva uključjenja.

Prvi put kada rad pumpi potraje više od najdužeg radnog intervala ovaj agent daje komandu za isključenje pumpe, zatim čeka za period najduže zabeležene pauze, nakon čega nastavlja sa cikličnim uključenjima i isključenjima pumpnih agregata prema prosečnom vremenu rada odnosno pauze za aktuelno doba dana i za dati mesec.



Grafik 3. Problem gubitka komunikacije sa rezervoarom (izostanak signala za isključenje)

Chart 3. The problem of communication loss between the reservoir and PS („off signal“ absence)

Kada do prekida komunikacije dođe u režimima kada su pumpe u PS bile isključene, odmah po isteku najdužeg vremena pauze između dva registrovana uzastopna uključjenja pumpi, agent daje komandu za uključjenje i nakon najdužeg perioda rada nastavlja sa periodičnim isključenjima i uključenjima prosečnog trajanja. Na taj način sprečavaju se veći preliivi ili pražnjenja rezervoara do dolaska ekipe održavanja, kojoj se šalje SMS čim se pokrene agent ili, ukoliko se pojava desi noću, na početku radnog vremena.

### Ostale zaštite

Zaštita od kalcifikacije sondi za merenje nivoa vode (pojava kamenca). Zbog pojave kamenca na sondama javljaju se i situacije kada sonde ne mogu adekvatno preneti impulse nakon potapanja, ali se i ovakve situacije lako detektuju i blagovremeno signaliziraju ekipama održavanja.

Zaštita od preliiva i od nepotrebnog pražnjenja rezervoara. U normalnim okolnostima ulogu zaštite od preliiva igra sonda postavljena 15 cm iznad gornje granične sonde koja daje nalog za isključenje pumpi, a 5 cm od samog preliiva, a u slučajevima gubitka komunikacije ili pojave kamenca na sondama prethodno opisani agenti. Ulogu zaštite od pražnjenja rezervoara imaju donja granična sonda i prethodno opisani agenti.

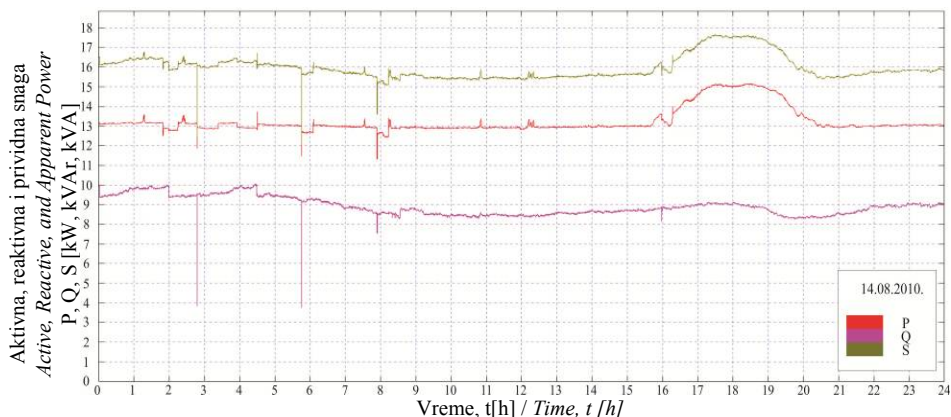
Zaštita od neovlašćenih upada u objekte. Ova zaštita je realizovana pomoću senzora vrata koji su postavljeni na vratima objekata, detektora pokreta unutar objekata i web



kamera. Agent koji je u ovu svrhu realizovan šalje odgovarajuće SMS poruke odmah nakon otvaranja vrata ili reagovanja nekog od detektora pokreta.

### Indikacija povećane potrošnje vode u sistemu

Naglo povećanje potrošnje vode u sistemu dovodi do pada napora i povećanja protoka pumpi i aktivne snage koju pogonski motor pumpe povlači iz mreže (Graf. 4).



Grafik 4. Primer uvećanja potrošnje vode u sistemu

Chart 4. An example of excessive water consumption in the system

Snaga na vratilu pumpe (približno i aktivna snaga koju pogonski motori u ovakvim režimima povlače iz mreže) se menja proporcionalno trećem stepenu protoka, pa povećanje protoka izaziva veliki porast snage u odnosu na normalne režime rada pumpe. Ovakvo povećanje aktivne snage nije karakteristično za normalne režime rada i javlja se kod naglih većih padova pritiska u cevovodu (pucanje cevi, neovlašćena potrošnja i sl.). Ove pojave prati još jedan agent analizirajući povećanje ukupne aktivne snage, a već posle nekoliko minuta od nastanka pojave, šalje SMS poruke nadležnim službama. Na ovaj način su otkrivena dva oštećenja na potisnom cevovodu PS Knez Selo.

## ZAKLJUČAK

U radu su, na primeru pumpne stanice i rezervoara "Knez Selo", koji pripadaju JKP "Naissus" Niš, prikazani rezultati praktične primene sistema centralizovanog upravljanja pumpnim stanicama. Pokazano je da, ovo savremeno tehničko rešenje [1], koje je instalirano u pomenutim objektima 25.05.2009. godine, zbog svoje interoperabilnosti, ima praktično neograničene mogućnosti nadogradnje u smislu uključivanja novih elemenata (različiti davači, motor starteri, frekventni regulatori, PLC-i, itd.). Pored toga, pokazano je da je sistem koncipiran tako da se, nakon otkrivanja bilo kakve nepravilnosti u radu PS, projektovanjem i primenom odgovarajućih multiagenata koji mogu preuzeti ulogu rezervnih sistema zaštite, najveći broj problema može softverski prevazići i

sprečiti njihovo ponovno pojavljivanje. Na ovaj način, značajno se redukuje broj ispada PS, smanjuju se troškovi održavanja i povećava energetska i poslovna efikasnost PS.

Rešenje je primenljivo na sve tipove PS i omogućava jednostavnu integraciju sa inteligentnim sistemima energetskog menadžmenta ili sa "smart grid" aplikacijama.

## LITERATURA

- [1] Stajić, Z., Kocić, M., Pejić, P., Antić, D., Tasić, M., 2010. *Sistem centralizovanog upravljanja pumpnim stanicama u komunalnim sistemima gradova*; tehničko rešenje, kategorija: M82-industrijski prototip, Elektronski fakultet u Nišu, Odluka br. 07/01-005/10-085 od 29.04.2010, Dostupno na adresi: [http://alfatec.rs/tehnicka\\_resenja/3\\_scu\\_ps\\_ind\\_prototip.pdf](http://alfatec.rs/tehnicka_resenja/3_scu_ps_ind_prototip.pdf), 2010. [datum pristupa: 14.11.2011.]
- [2] Stajić, P. Z., Milenković, V., 2006. *Measuring information system for the pump station control in the function of prevention engineering*, Facta Universitatis Series: Working and Living Environmental Protection Vol. 3, No. 1, pp. 73-81, 2006.
- [3] Stajic, Z., Radić, M., 2008. *An example of extreme increase of pump station's energy efficiency*, Communications in dependability and quality management - An International Journal, Vol. 11, No. 2, June 2008.
- [4] Radić, M., Nikolić, D., Stajić, Z., Vukić, Đ., 2005. *Praktičan primer povećanja energetske efikasnosti malih pumpnih stanica reprojekovanjem*, Poljoprivredna tehnika, Godina XXX, Broj 2, Str. 43 – 52, Beograd, decembar 2005.
- [5] Stephen, D.J., McArthur, D.J.S., Davidson, M.E., Catterson, M.V. Dimeas, L.A., Hatziaargyriou, D.N., Ponci, F., Funabashi, T., 2007. *Multi-Agent Systems for Power Engineering Application Part I: Concepts, Approaches, and Technical Challenges, and Part II: Technologies, Standards, and Tools for Building Multi-agent Systems*, IEEE transactions on power systems, vol. 22, No. 4, pp. 1743-1759, November 2007.
- [6] Cembrano, G., Wells, G., Quevedo, J., Perez, R., Argelaguet, R., 2000. *Optimal control of a water distribution network in a supervisory control system*, Control Engineering Practice, Vol. 8, No. 10, pp. 1177-1188, 2000.
- [7] Oljača, V.M., Vukić, Đ., Ercegović, Đ., Radivojević, D., Momirović, N., Topisirović, G., Gligorević, K., Radičević, B., 2008. *Bežični senzori u poljoprivredi danas, i buduće perspektive primene*, Poljoprivredna tehnika, Godina XXXIII, Broj 1, Str. 7 – 20, Beograd, decembar 2008.
- [8] IEEE Std 2030™-2011, *IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), End-Use Applications, and Loads*, IEEE Standards Association, New York, USA, September 2011.
- [9] Stajić, Z., Janjić, A., Simendić, Z., 2011. *Power quality and electrical energy losses as a key drivers for smart grid platform development*. Proceedings of the 15th WSEAS International Conference on Systems, "Recent Researches in System science", Corfu Island, Greece, July 14-16, pp. 417-422, 2011.
- [10] Janjić, A., Stajić, Z., Radović, I., 2011. *Power Quality Requirements for the Smart Grid Design*, International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing, Issue 6, Vol. 5, pp. 643 – 651, 2011.

## PUMP STATION CENTRALIZED MANAGEMENT IN WATER SUPPLY SYSTEMS

Zoran P. Stajić<sup>1</sup>, Aleksandar Janić<sup>2</sup>, Milan Kocić<sup>2</sup>, Danijela Stajić<sup>3</sup>

<sup>1</sup> University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Niš;

<sup>2</sup> Research and Development Center „ALFATEC“, Niš;

<sup>3</sup> High school of Electrical Engineering „Nikola Tesla“, Niš

**Abstract:** The pump station centralized management system is described in this paper. Pump stations represent the elements of extreme importance in these systems with the great level of expected reliability. However, the majority of these stations in Serbia, whether they are used for utility systems, or for agriculture, is characterized with low technical level. This condition consequently leads to the great number of negative effects, resulting in decreased energy efficiency, increased operational costs and increased number of failures. In this paper, modern trends in remote process control of these systems are presented. Complete system architecture is proposed, and the implementation of this technical solution on one water supply system in Serbia is described. The introduction of centralized solution for the pump stations control enables high system reliability and security, increased energy efficiency and optimized procedures of operational control and maintenance.

**Key words:** remote control systems, multiagents, water supply, pumping stations

Datum prijema rukopisa: 07.11.2011.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 14.11.2011.

Datum prihvatanja rada: 17.11.2011.