

UDK: 681.5:621.642.3

*Originalni naučni rad  
Original scientific paper*

## **AUTONOMNI SISTEM ZA PRAĆENJE RADA REZERVOARA KOJI SU BEZ NAPAJANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM**

**Predrag Pejić<sup>1\*</sup>, Nenad Floranović<sup>1</sup>, Đukan R. Vukić<sup>2</sup>, Zoran P. Stajić<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Istraživačko-razvojni centar "Alfatec" d.o.o. Niš*

<sup>2</sup>*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,  
Beograd-Zemun*

<sup>3</sup>*Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Nišu*

**Sažetak:** Poljoprivredni sistemi u velikoj meri zavise od sistema vodosnabdevanja, bilo da se radi o navodnjavanju, zaštiti od poplava ili snabdevanju vodom za piće. Međutim, u velikom broju slučajeva, rezervoari se grade na lokacijama na kojima nema napajanja električnom energijom, tako da rad elektronskih sistema namenjenih upravljanju sistemom nije moguć, ukoliko se ne obezbedi autonomni izvor napajanja. U ovom radu je opisano tehničko rešenje primenjeno za formiranje autonomnog sistema za praćenje parametara rada rezervoara u kojima nema napajanja električnom energijom iz distributivnih sistema. Radi ilustracije, prikazani su i rezultati praktične primene jednog ovakvog sistema na rezervoaru u Nišu.

**Ključne reči:** *autonomni sistem, rezervoar vode, električna energija, monitoring*

### **UVOD**

U različitim sistemima vodosnabdevanja, sistemima zaštite od poplava i sistemima za navodnjavanje, rezervoari imaju veoma značajnu ulogu zbog mogućnosti da akumuliraju određenu količinu vode. Oni omogućavaju održavanje pritiska vode u ovakvim sistemima u okviru zadatih granica i određenu autonomiju u radu čak i kada pumpne stanice nisu u pogonu. Sa druge strane, u sistemima zaštite od poplava, uloga

---

\* Kontakt autor: Predrag Pejić, Bulevar Nikole Tesle 63/5, 18000 Niš, Srbija.  
E-mail: predrag.pejic@alfatec.rs

Rad je deo realizacije projekta „Razvoj novih informaciono-komunikacionih tehnologija, korišćenjem naprednih matematičkih metoda, sa primenama u medicini, telekomunikacijama, energetici, zaštititi nacionalne baštine i obrazovanju“ (III 44006), koji finansira Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije.

rezervoara je da omoguće prihvati i skladištenje određene količine vode u slučaju pojave viškova vode i da na taj način smanje rizik od pojave plavnih talasa.

Koja god da je primarna uloga rezervoara i u kojim god da se sistemima nalaze, oni dominantno utiču na rad pumpnih stanica koje u njih pumpaju vodu. Zavisno od tipa i primenjenog nivoa automatizacije u radu pumpnih stanica nivo vode u rezervoaru je veličina koju treba pratiti i na osnovu koje treba izdavati komande za uključivanje/isključivanje pumpnih agregata. Pored toga, često se javlja potreba i za informacijama vezanim za bezbednost ovih objekata ili za praćenje nekih drugih parametara na ovim lokacijama. Međutim, u velikom broju slučajeva rezervoari se grade na lokacijama na kojima nema napajanja električnom energijom, tako da rad elektronskih sistema koji bi bili primenjeni u ove svrhe nije moguć, ukoliko se ne obezbedi autonomni izvor napajanja.

Pored pitanja nedostupnosti napajanja električnom energijom iz distributivnog sistema, drugi problem je izbor elektronskih komponenti i uređaja koji mogu da rade sa visokim stepenom pouzdanosti i sa malom potrošnjom električne energije.

Kod ovakvih sistema veliki problemi su pouzdanost energetska efikasnost. Zato je u projektovanju važno primeniti optimalne algoritme upravljanja koji bi omogućili malu potrošnju električne energije, ali i omogućili povećanje pouzdanosti sistema.

Pored opisa sistema, u radu su prikazani i rezultati praktične primene jednog ovakvog sistema na jednom rezervoaru u Nišu. Uprkos relativno maloj snazi fotonaponskih panela i relativno malom kapacitetu akumulatora, pokazano je da u gotovo trogodišnjoj eksploataciji sistema nije bilo otkaza i da se sistem pokazao pouzdanim, čak i u uslovima rada u izuzetno hladnim i snežnim zimskim mesecima.

## MATERIJAL I METODE RADA

Tehničko rešenje [2] primenjeno za izradu autonomnog sistema za praćenje rada rezervoara koji su bez napajanja električnom energijom, prikazano na slici 1, predstavlja deo sistema upravljanja pumpnim postrojenjem. Rešenje u ovom slučaju služi za prikupljanje relevantnih podataka o nivou vode u rezervoaru, podataka o stanju opreme ugrađenoj u realizovanom rešenju kao i podataka o okruženju objekta u kome su rezervoar i oprema smešteni.

Ovakvo rešenje se može iskoristiti i u slučajevima kontrole iz udaljenog centra i u slučaju postojanja napajanja objekta rezervoara s tom razlikom što autonomni izvor napajanja preuzima ulogu rezervnog sistema napajanja.

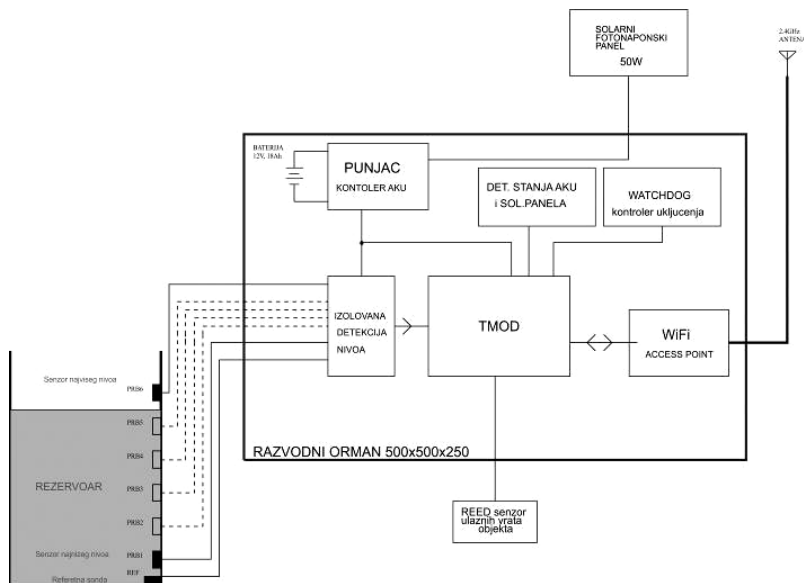
Prilikom projektovanja sistema u obzir su uzeti sledeći aspekti rada sistema:

1. Napajanje sistema;
2. Akvizicija podataka;
3. Kontrola rada;
4. Komunikacija sa udaljenim centrom.

Napajanje sistema. Kako na poziciji rezervoara ne postoji priključak na distributivnu mrežu, sistem se napaja iz autonomnog izvora baziranog na primeni fotonaponskog panela kao izvora električne energije. Mikro solarna elektrana je izabrana kao optimalno rešenje [4] na osnovu više faktora:

- Dostupne količine solarne energije po lokaciji
- Troškova ugradnje
- Troškova održavanja

Kada je reč o količini dostupne solarne energije [5], za područje Niša sa širom okolinom ima se veoma povoljna situacija, određena geografskim položajem. Srednja dnevna solarne iradijacija za optimalnu ravan u toku godine, za definisano geografsko područje, ima relativno visoku vrednost i iznosi  $4130 \text{ Wh/m}^2/\text{dan}$  [1].



Slika 1. Blok dijagram autonomnog sistema

Figure 1. Autonomous system block diagram

Na osnovu procenjene potrošnje uređaja ugrađenih u tehničko rešenje izabran je panel nominalne snage 50W. Predviđena proizvodnja panela za područje Niša je procenjena korišćenjem softvera PVGIS [1]. Rezultati procene su dati u Tabeli 1 i na Grafiku 1.

Jednosmerna struja dobijena iz fotonaponskog panela se, tokom sunčanog dela dana, preko odgovarajućeg solarnog kontrolera punjača, skladišti u akumulator. Regulator ima funkciju usmeravanja energije na punjenje akumulatora i napajanje elektronskih komponenti.

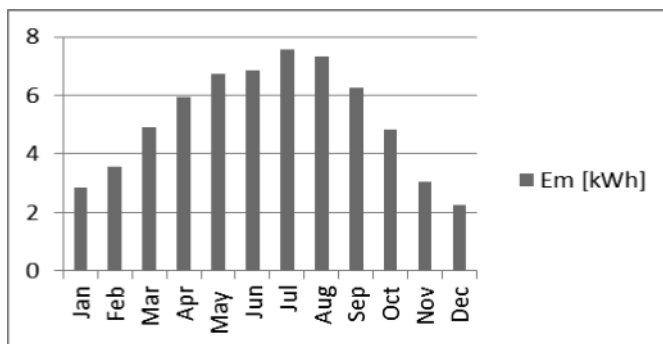
Namena ove komponente je da puni akumulator po U-I karakteristici (definisano od strane proizvođača panela) iz solarnog fotonaponskog panela, kao i da kontroliše napon akumulatora pri pražnjenju, sa zaštitom od dubokog pražnjenja.

Akumulator ima funkciju skladištenja električne energije, nominalnog napona 12V i projektovanog kapaciteta 18Ah, koji može da u slučaju kvara solarnog panela, odnosno u najgorim zimskim uslovima bez sunca, snabdeva elektroniku u ormaru električnom energijom u trajanju od 7 dana.

Tabela 1. PVGIS procena proizvodnje el. energije  
 Table 1. PVGIS estimation of solar electricity generation

Mesec - Month	Ed <sup>1</sup>	Em <sup>2</sup>	Hd <sup>3</sup>	Hm <sup>4</sup>
Jan	0.09	2.85	2.02	62.6
Feb	0.13	3.58	2.86	80.2
Mar	0.16	4.915	3.70	115
Apr	0.2	5.95	4.78	143
May	0.215	6.75	5.39	167
Jun	0.23	6.85	5.77	173
Jul	0.245	7.55	6.21	193
Aug	0.235	7.35	6.04	187
Sep	0.21	6.25	5.10	153
Oct	0.155	4.85	3.72	115
Nov	0.1	3.06	2.33	69.9
Dec	0.07	2.245	1.6	49.6
Godišnje - Yearly		62		1510

- 1 Ed Srednja dnevna proizvedena električna energija (kWh)  
Average daily electricity production from the given system (kWh)
- 2 Em Srednja mesečna proizvodnja datog sistema (kWh)  
Average monthly electricity production from the given system (kWh)
- 3 Hd Srednja dnevna suma globalne iradijacije (kWh/m<sup>2</sup>)  
Average daily sum of global irradiation (kWh/m<sup>2</sup>)
- 4 Hm Srednja mesečna suma globalne iradijacije (kWh/m<sup>2</sup>)  
Average monthly sum of global irradiation (kWh/m<sup>2</sup>)



Grafik 1. PVGIS procena proizvodnje električne energije  
 Chart 1. PVGIS estimates of solar electricity generation

Akvizicija podataka. Pošto je osnovna ideja bila razviti sistem praćenja rada rezervoara koji su bez napajanja električnom energijom, pored načina napajanja, detekcija nivoa vode predstavljala je ključni cilj razvoja tehničkog rešenja. Takođe, bilo je potrebno pratiti i određene parametre radnog okruženja kao što je na primer detektovanje ulaska u objekat rezervoara.

Za prikupljanje navedenih podataka su iskorišćeni sledeći uređaji:

1. 6-kanalni detektor nivoa u rezervoaru,
2. komandno-kontrolni modul.

Detektor nivoa vode u rezervoaru, na osnovu sonde potopljenih u rezervoar, detektuje diskretne nivoe vode. Postoji šest sonde za merenje i jedna referentna sonda koja se postavlja na samo dno rezervoara. Na referentnu sondu se dovodi jednosmerni napon. Kada je neka od mernih sonde potopljena, kroz vodu protiče struja reda  $\sim 1-5\text{mA}$ , koju detektuje elektronika nivometra i tada se odgovarajući izlaz nivometra aktivira. Aktivno stanje izlaza je definisano kao napon od 12 V. Neaktivno stanje detektora je definisano kao napon 0 V. Svi izlazi detektora su opto-izolovani.

Detektovane nivoe vode detektor prosleđuje uređaju koji te signale dalje obrađuje i omogućava dalji prenos. Za navedene potrebe u tehničkom rešenju je upotrebljen komandno-kontrolni modul CCM 16/10 [3]. Ovaj komandno-kontrolni modul predstavlja kompaktni uređaj projektovan za prikupljanje informacija sa digitalnih ulaza, njihov prenos do udaljenog komandnog centra i upravljanje digitalnim izlazima na osnovu izdatih komandi. CCM-16/10 se u različitim aplikacijama koristi kao periferna jedinica kojom upravlja industrijski računar ili direktno, nadležni komandni centar.

U navedenom tehničkom rešenju ima funkciju prihvatanja digitalnih signala sa:

- šestokanalnog detektora nivoa vode u rezervoaru,
- senzora otvaranja vrata,
- detektora stanja akumulatora (napona) i rada foto-naponskog panela.

U prikazanom tehničkom rešenju CCM 16/10 komunicira sa industrijskim računarom u pumpnoj stanici putem ethernet komunikacionog kanala preko WiFi access point-a (AP-a). Komandno-kontrolni modul prosleđuje izmereni nivo vode rezervoara, stanje akumulatora i ulaznih vrata na objektu rezervoara.

Mapiranje signala na digitalnim ulazima je sledeće:

- DI-2 nivo napona akumulatora, DI-2=1 ako  $V_{aku} > 11.3\text{V}$
- DI-3 nivo napona akumulatora, DI-3=1 ako  $V_{aku} > 11.8\text{V}$
- DI-4 nivo napona akumulatora, DI-4=1 ako  $V_{aku} > 12.4\text{V}$
- DI-5 prisutnost foto naponskog panela, DI-5=1 ako  $V_{fp} > 8\text{V}$
- DI-6 vrata objekta DI-6=1 ako su vrata zatvorena
- DI-9 nivo vode 1, (minimalni) DI-9=1 ako je nivo postignut
- DI-10 nivo vode 2, DI-10=1 ako je nivo vode postignut
- DI-11 nivo vode 3, DI-11=1 ako je nivo vode postignut
- DI-12 nivo vode 4, DI-12=1 ako je nivo vode postignut
- DI-13 nivo vode 5, DI-13=1 ako je nivo vode postignut
- DI-14 nivo vode 6, DI-14=1 ako je novo vode postignut

Mapiranje signala na izlazima komandno-kontrolnog modula je kao što sledi:

- DO-8=1 auto-isključenje po završenoj komunikaciji sa pumpnom stanicom
- DO-9=1 uključenje WiFi AP-a
- DO-10=1 uključenje detektora nivoa u rezervoaru i detektora stanja akumulatora (napona) i rada foto-naponskog panela

Komandno-kontrolni modul je projektovan tako da poseduje ukupno 16 digitalnih ulaza i 10 digitalnih izlaza. Iz gore navedene liste se vidi da je iskorišćeno 11 digitalnih ulaza i 3 digitalna izlaza, što znači da postoji značajan kapacitet proširenja funkcija tehničkog rešenja.

Kontrola rada sistema. Kada je u pitanju kontrola rada sistema, prioritet je dat kontroli stanja sistema napajanja i kontroli radnih režima elektronskih uređaja. U tom smislu su primenjeni principi:

1. detekcije stanja akumulatora i fotonaponskog sistema,
2. upravljanja radnim režimima ugrađenih uređaja.

Podatak o sistemu napajanja jedan je od najvažnijih aspekata na koji je obraćena pažnja upravo iz razloga što je cilj bio obezbediti visok nivo pouzdanosti autonomnog sistema. U tu svrhu je upotrebljen detektor stanja akumulatora (napona) i rada foto-naponskog panela.

Princip po kome detektor radi je detekcija napona akumulatora u 3 diskretna nivoa. Kada je napon akumulatora veći od praga detektovanja, odgovarajući izlaz detektora je aktiviran. Postavljeni pragovi su 11.3V, 11.8V, 12.4V. Pored detekcije stanja akumulatora, detektor ima ulogu provere stanja fotonaponskog panela. Ukoliko je fotonaponski panel osvetljen dnevnom svetlošću odgovarajući izlaz detektora je aktiviran. Aktivno stanje izlaza je definisano kao napon od 12V. Neaktivno stanje detektora je definisano kao napon 0V.

Kako je potrošnja sistema na poziciji rezervoara kritična zbog nemogućnosti napajanja iz distributivne niskonaponske mreže i ograničenog napajanja iz fotonaponskog panela u toku zimskog perioda, bilo je potrebno optimizovati algoritme upravljanja elementima sistema. Praksa je pokazala da postizanje visoke pouzdanosti sistema ne podrazumeva neprekidan rad svih delova sistema. Tako su za potrebu izrade tehničkog rešenja upotrebljena dva radna režima:

- aktivno stanje
- "sleep mod"

U tu svrhu kontrole radnim režimima elektronskih uređaja je upotrebljen kontroler uključanja komandno-kontrolnog modula CCM-16/10 koji nosi oznaku "watchdog tajmer". Njegova uloga je upravljanje uključanjem CCM-16/10 na osnovu određenog optimizovanog algoritma.

Na osnovu poznatih karakteristika elektronskih uređaja upotrebljenih u tehničkom rešenju određeno je da je potrošnja komponenta u navedenom "sleep" režimu manja od 200 $\mu$ A. Tokom sleep režima tajmer kontrolera odbrojava 15 min, nakon čega kontroler prelazi u aktivni režim i svojim relejnim kontaktom aktivira napajanje komandno-kontrolnog modula CCM-16/10. Kada CCM-16/10 završi predviđeni ciklus, izlazom DO-8 signalizira kontroleru da ponovo pređe u sleep režim. Ukoliko CCM-16/10 ne signalizira DO-8 izlazom da je završio sa radom, posle 3 min kontroler automatski prelazi u sleep mod. Ovaj kontroler ima i ulogu detektovanja asinhronog događaja otvaranja vrata objekta rezervoara. Ukoliko se vrata otvore, kontroler automatski izlazi iz "sleep" režima, sa navedenim načinom rada.

Vremenski interval od 15 min je rezultat optimizacije algoritma upravljanja tokom početnih ispitivanja sistema. Na osnovu dijagrama potrošnje vode iz prethodnog perioda, izabran je tačan vremenski trenutak u kome se manifestovala najmanja potrošnja. U tako dobijenom vremenskom trenutku merena je brzina i maksimalna visina porasta vode u rezervoaru pri najmanjoj potrošnji. Na taj način je optimizovano i rastojanje na koje su sonde postavljene i vremenski interval očitavanja nivoa.

Iz opisanog se vidi da ovaj deo sistema u izvesnoj meri obezbeđuje distribuiranu inteligenciju jer kontroliše rad sistema po određenom algoritmu.

Komunikacija sa udaljenim centrom. Opisano tehničko rešenje ima značajnu prednost što za komunikaciju sa sistemom upravljanja odnosno udaljenim komandnim

centrom može da primeni većinu savremenih načina komunikacije kao što su: digitalni radio modemi, Wi-Fi, Dial-Up, ADSL, 3G, GSM/GPRS, fiberoptic itd.

U konkretnom slučaju je tehničko rešenje deo većeg centralizovanog sistema upravljanja, pa je za komunikaciju sa industrijskim računom upotrebljen bežični WiFi Access Point (AP). Njegova uloga je da ostvari link sa *Access Point*-om u pumpnoj stanici. Po ostvarivanju linka CCM-16/10, na upit od industrijskog računara u pumpnoj stanici, prosleđuje podatke o stanjima na svojim ulazima i izlazima.

Isti princip se može iskoristiti i sa komunikacijom sa udaljenim centrom, gde je za način komunikacije moguće upotrebiti jedan od gore navedenih komunikacionih kanala.

**Algoritam upravljanja.** Početna pretpostavka je da je kontroler uključenja CCM-16/10 u "sleep" režimu. Po isteku 15 minuta aktiviraće se i uključiti napajanje CCM-16/10 modula koji će DO-10 izlazom aktivirati rad detektora nivoa vode u rezervoaru i detektora stanja akumulatora i fotonaponskog panela. Aktivirani detektori svojim izlazima pobuđuju odgovarajuće ulaze CCM-16/10 modula, preslikavajući stanje nivoa vode u rezervoaru i stanje napunjenosti akumulatora. CCM-16/10 modul po očitavanju stanja na svojim ulazima, aktivira izlazom DO-9 napajanje WiFi AP-a. AP po ostvarivanju linka sa *Acess Point*-om u pumpnoj stanici, podatke iz CCM-16/10 prebacuje u industrijski računar u pumpnoj stanici. Po završetku prebacivanja podataka CCM-16/10 izlazom DO-8 signalizira kontroleru da pređe u "sleep" režim. Ovim je ciklus završen.

Drugi mogući scenario je detekcija otvaranja vrata objekta. Kada su vrata objekta otvorena, kontroler uključenja CCM-16/10 modula, automatski izlazi iz "sleep" režima i počinje prethodno opisani aktivni ciklus. Važno je napomenuti da CCM-16/10 aktivira *Acess Point* samo u slučaju da se stanja njegovih ulaza razlikuje u odnosu na prethodni ciklus. Na ovaj način se vrši dodatna ušteda energije u sistemu.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Opisano tehničko rešenje [2] je primenjeno na primeru rezervoara vodovodnog sistema u Knez Selu kod Niša. Na slici 2 je prikazan realizovan i ugrađen sistem. Na slici 3 je prikazan nosač antene sa ugrađenim solarnim panelima.

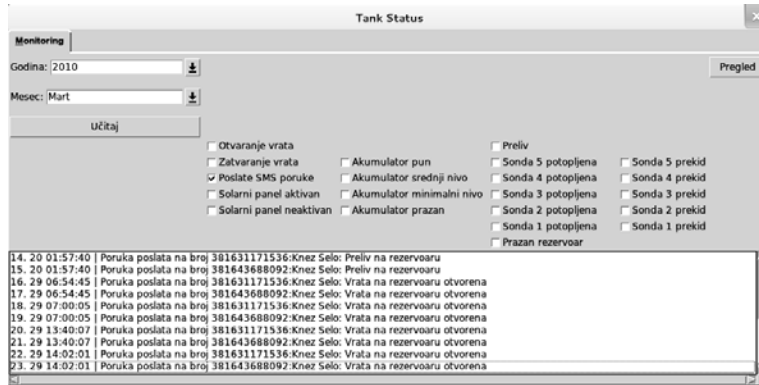


Slika 2. Realizovan autonomni sistem  
Figure 2. Implemented autonomous system



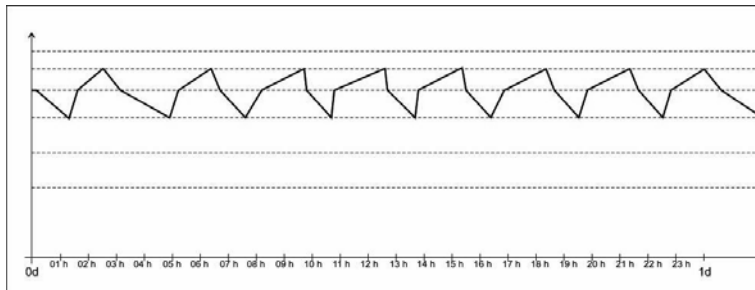
Slika 3. Fotonaponski paneli i antena WiFi AP  
Figure 3. Photovoltaic panel and WiFi AP

Pored hardverske realizacije sistema bilo je potrebno izraditi i odgovarajući grafički korisnički interfejs putem kojeg bi bilo lako vršiti pregled snimljenih podataka. Na slici 4 je prikazan izgled korisničkog interfejsa za pregled podatka.



Slika 4. Korisnički interfejs za nadzor podataka

Figure 4. Monitoring data user interface



Grafič 2. Primer dnevnih očitanih vrednosti nivoa vode u rezervoaru

Chart 2. Example of daily readings of reservoir water level values

Prednosti predloženog tehničkog rešenja za formiranje autonomnog sistema za praćenje rada rezervoara koji su bez napajanja električnom energijom su:

- sistem je potpuno autonoman po pitanju napajanja;
  - omogućuje upotrebu većine savremenih komunikacionih kanala;
  - postoji mogućnost korišćenja većeg broja komunikacionih kanala (redundantnost u slučaju otkaza jednog od njih);
  - omogućava prenos svih relevantnih podataka, tj. praćenje rada sistema i daljinsko upravljanje;
  - sistem poseduje modularnost i lako se širi njegova funkcionalnost;
- Tokom eksploatacije javili su se i određeni problemi na koji su uticali na izmenu predložene metodologije i dinamike održavanja. U periodu eksploatacije javila su se tri tipa otkaza delova sistema:
- pogrešna informacija usled pojave kalcifikacije sonde;



- otkaz izlaznog relea kontrolera uključenja CCM 16/10;
  - otkaz akumulatora usled oksidacije priključnih klema akumulatora.
- Korektivne mere preduzete na osnovu registrovanih kvarova obuhvataju korekciju predložene dinamike održavanja i preventivnu zamenu relea pre isteka njihovog deklarisanog radnog veka.

Važno je napomenuti da je u slučajevima nastanka kvarova sistem automatski vršio obaveštavanje operatera SMS porukom (Slika 4) sa specifikacijom kvara ili događaja u sledećem obliku:

„05. 16 09:27:51 | Poruka poslata na broj 3816311\*\*\*\*\*:  
Knez Selo: Rele u kvaru -*kod kvara*”

U slučaju otkaza akumulatora javlja se prekid u radu autonomnog sistema. Međutim sistem centralizovanog upravljanja pumpnim stanicama je u mogućnosti da bez posledica, na osnovu implementiranih algoritama učenja, automatski primeni odgovarajući odgovor na novonastalu situaciju tako da nema posledica po funkcionalnost sistema vodosnabdevanja.

## ZAKLJUČAK

Sistem za praćenje rada rezervoara koji su bez napajanja električnom energijom, koji je prikazan u radu, služi za praćenje rada rezervoara koji su bez napajanja električnom energijom, ali se uz određene modifikacije, može efikasno primenjivati i u situacijama kada na rezervoarima postoji napajanje električnom energijom. U takvim situacijama ovaj sistem bi služio kao rezervni sistem napajanja i na taj način bi povećao pouzdanost sistema.

U radu je pokazano i da je u pogledu komunikacije predloženo tehničko rešenje otvorenog tipa i da je umesto Access Point-a moguće primeniti većinu savremenih komunikacionih modema.

Treba imati u vidu i da je tehničko rešenje prikazano u radu realizovano na osnovu konkretnih zahteva naručioca, ali i da postoji mogućnost proširenja sistema u smislu korišćenja preostalih digitalnih ulaza (npr. različiti senzori i detektori u cilju povećanja bezbednosti objekta), ili dodavanja inteligentnih elektronskih uređaja sa kojima bi CCM 16/10 ostvarivao komunikaciju preko RS 485 komunikacionog porta (inteligentni senzori temperature, inteligentni uređaji za merenje parametara kvaliteta vode, itd.).

Eksploatacijom opisanog tehničkog rešenja je pokazano da ovakav sistem, uz redovno održavanje elemenata, može neometano da funkcioniše pri svim vremenskim uslovima. Takođe je potvrđena i njegova visoka pouzdanost.

Ovo rešenje je projektovano tako da može imati primenu i u različitim inteligentnim sistemima energetske menadžmenta, odnosno u inteligentnim energetskim mrežama (Smart Grids) [6].

## LITERATURA

- [1] European Commission, European Solar Test Installation. *Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps*, PVGIS Dostupno na adresi: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>. [datum pristupa: 8.11.2011.]

- [2] Stajić, Z., Pejić, P., Stoilković, M., Mijucić, B., Stanković, M., 2010. *Tehničko rešenje: Autonomni sistem za praćenje rada rezervoara koji su bez napajanja električnom energijom; Kategorija: M85*; Istraživačko-razvojni centar "ALFATEC" Niš, april 2010; Dostupno na adresi: [http://alfatec.rs/?page\\_id=61](http://alfatec.rs/?page_id=61). [datum pristupa: 8.11.2011.]
- [3] Stajić, Z., Ilić D., Pejić, P., Kocić, M., Tasić, M.: *Tehničko rešenje: Komandno-kontrolni modul CCM 16/10; Kategorija: M84*; Istraživačko-razvojni centar "ALFATEC" Niš, april 2010; Dostupno na adresi: [http://alfatec.rs/?page\\_id=61](http://alfatec.rs/?page_id=61). [datum pristupa: 8.11.2011.]
- [4] Radičević, B., Vukić, Đ., Rajaković, N., 2008. *Stanje i perspektive obnovljivih izvora energije u Srbiji*, Poljoprivredna tehnika, Godina XXXIII, Broj 3, Str. 89 – 98, Beograd, decembar 2008.
- [5] Radičević, B., Mikičić, D., Vukić, Đ., 2009. *Energetski potencijal sunca u Srbiji i primena energije sunca u poljoprivredi*, Poljoprivredna tehnika, Godina XXXIV, Broj 4, Str. 53 – 62, Beograd, decembar 2009.
- [6] 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.

## AUTONOMOUS SYSTEM FOR RESERVOIR MONITORING WITHOUT DISTRIBUTION NETWORK POWER SUPPLY

**Predrag Pejić<sup>1</sup>, Nenad Floranović<sup>1</sup>, Đukan R. Vukić<sup>2</sup>, Zoran P. Stajić<sup>3</sup>,**

<sup>1</sup>*Research and Development Center ALFATEC, Niš;*

<sup>2</sup>*University of Belgrade, Faculty of Agriculture-Institute of Agricultural Technology, Belgrade-Zemun;*

<sup>3</sup>*University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Niš,*

**Abstract:** Agricultural systems depend on water supply systems in great extent, whether they are used for irrigation, flood prevention or drinking water supply. However, in great number of cases, water reservoirs are built on locations without electrical energy supply, which makes the use of electronic control systems impossible, unless the autonomous electrical source is not assured. In this paper, technical solution for autonomous supply of the system for the monitoring of water reservoir performances, without public distribution grid supply is presented. The system is based on photovoltaic solar panel, and architecture and system functionality are described. For the sake of illustration, results of practical application of one system located in Nis are presented.

**Key words:** *autonomous system, water tank, electrical energy, monitoring*

Datum prijema rukopisa: 07.11.2011.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama:

Datum prihvatanja rada: 09.11.2011.