

JSCADA kao novi pristup za nadzor i upravljanje procesima

MILAN S. MATIJEVIĆ, VLADIMIR MILAŠINOVIĆ, Mašinski fakultet u Kragujevcu
UROŠ TOMANOVIĆ, VLADIMIR PETROVIĆ, EUROUICC d.o.o.

Rezime – U radu je opisan novi pristup gradnje i implementacije SCADA sistema. Opisan je JSCADA koncept sistema i JSCADA softver zasnovan na open source tehnologiji, kao i generalni koncept nadzorno upravljačkih sistema, njegovih elemenata i međusobnih interakcija, i softvera koji opslužuje upravljačko nadzorni sistem. Iako nastao u otežanim uslovima, razvijeni softver pruža velike mogućnosti i po svojim performansama konkuriše rešenjima velikih firmi poput Siemens, Omrona i drugih, a njegovu pouzdanost potvrđuju realizovani primeri iz prakse. U radu je opisana implementacija JSCADA sistema u fabrici šećera “Jugozapadna Bačka” Bač, gde je na ovaj način sprovedena automatizacija procesa kristalizacije šećera. Pozitivni efekti primene JSCADA-e su evidentni.

Ključne reči: SCADA sistemi, SCADA softver, Open source softver i Java u automatici, JSCADA

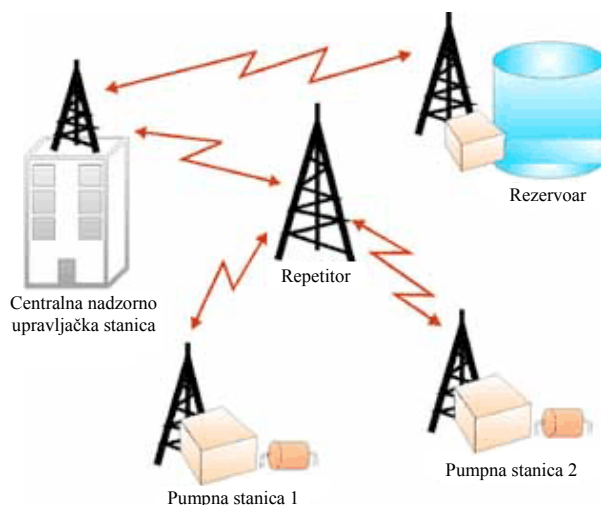
1. UVOD

U današnjem industrijskom okruženju obično smo suočeni sa potrebom nadzora i upravljanja raznim procesima. Obično se tehničko-tehnološki procesi sastoje iz više, funkcionalno različitih, podsistema i prostorno su dislocirani. Za obavljanje poslova nadzora i upravljanja danas se koriste računarski podržani sistemi poznati pod imenom SCADA sistemi (*Supervisory Control and Data Acquisition*). SCADA sistem je kompjuterizovani sistem, široko distribuiran, koji se prvenstveno koristi za daljinsko upravljanje i nadzor procesa ili postrojenja sa centralne lokacije, kao što je to ilustrovano na slici 1. Ovakav jedan sistem obavlja poslove prikupljanja podataka iz procesa, šalje podatke nadzorno-upravljačkom centru, obavlja potrebne analize, generiše upravljačka dejstva i vrši grafički prikaz obrađenih podataka na operatorskom terminalu.

Primena SCADA sistema je rasprostranjena i najčešće se sreće u:

- proizvodnji i distribuciji električne energije
- proizvodnji i distribuciji toplotne energije
- petro-hemijskoj industriji
- industriji vodosnabdevanja i prečišćavanja voda
- prehrambenoj industriji
- građevinskoj industriji, itd.

SCADA sistem ne mora uvek imati elemente koji su međusobno geografski udaljeni, jer to mogu biti primera radi i procesne celine koje se nalaze u fabričkom pogonu. I nad takvim procesima SCADA sistem realizuje iste funkcije kao i kod onih procesa čiji su elementi geografski udaljeni.



Sl.1. – SCADA sistem za distribuciju pijaće vode

U ovom radu se predlaže novi koncept SCADA sistema – JSCADA. Prethodno je dat generalni koncept SCADA sistema, da bi zatim softver koji ga opslužuje bio analiziran u domenu novog JSCADA softvera zasnovanog na open source tehnologiji. Date su bitne karakteristike predloženog JSCADA sistema i opisana je njegova implementacija u u fabrici šećera “Jugozapadna Bačka” Bač, gde je na ovaj način rešen upravljačko nadzorni sistem za proces kristalizacije šećera.

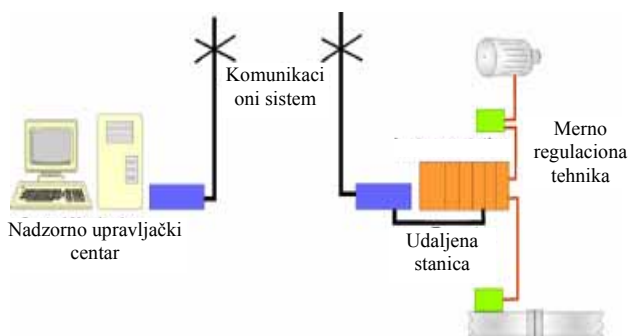
2. ELEMENTI SCADA SISTEMA

Generalno govoreći, SCADA sistem predstavlja tako koncipiran hardver i softver, koji obezbeđuje fleksibilan skup funkcija za nadzor, upravljanje i analizu podataka, odnosno, procesa. SCADA sistemi nude sledeće osnovne funkcije:

- akvizicija podataka
- nadzor i procesiranje događaja
- upravljanje procesom
- hronologija događaja i analiza
- vizuelizacija procesa
- proračuni i izveštaji
- dodatne funkcije po zahtevu korisnika

SCADA sistemi se u opštem slučaju sastoje iz više funkcionalno povezanih celina ilustrovanih na slici 2, i to:

- merno-regulacione tehnike (*Instrumentation*)
- udaljenih stanica (*Remote Station*)
- komunikacionog sistema (*Communication Network*)
- nadzorno-upravljačkog centra (*Central Monitoring Station*)

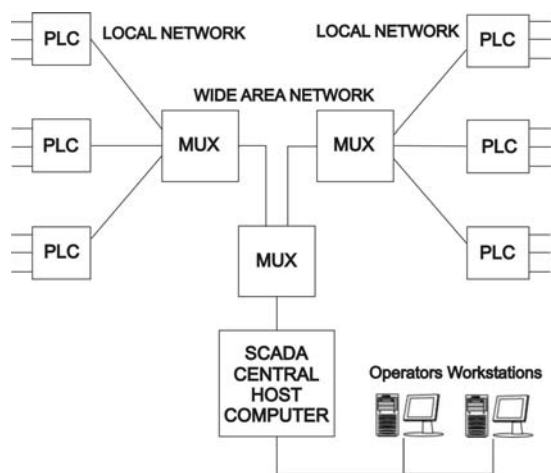


Sl.2. – Jednostavan primer SCADA sistema

Pod merno-regulacionom tehnikom se podrazumevaju uređaji koji su povezani sa procesom koji se nadzire od strane SCADA sistema. Tipični predstavnici su senzori za nadzor određenih parametara procesa, i aktuatori koji se koriste za realizaciju upravljačkih signala od strane SCADA sistema. Merno-regulaciona tehnika vrši konverziju fizičkih veličina (protok, brzina, nivo itd.) u električne signale (napon ili struja) koji se mogu prepoznati od strane udaljene stanice (kondicioniranje signala). Dok je prilikom realizovanja upravljačkih dejstava postupak obrnut.

Uloga udaljene stanice je prikupljanje podataka iz procesa (preko senzora) i njihov transfer do nadzorno-upravljačkog centra. Osim toga udaljena stanica prosleđuje upravljačka dejstva na proces (preko aktuatora). Udaljenu stanicu predstavlja programabilni logički kontroler (PLC – *Programmable Logic Controller*). PLC je zamišljen kao kompjuterizovani surogat elektro-mehaničkim upravljačkim sistemima, modularnog tipa. U osnovi PLC je projektovan za rad u izuzetno nepovoljnim klimatsko-tehničkim uslovima koji vladaju u industrijskim postrojenjima [1,2,3].

SCADA obuhvata i transfer podataka između centralnog SCADA sistema (centralni kompjuter) i brojnih udaljenih lokacija (PLC-ova), kao i između centralnog kompjutera i operaterskih terminala [3]. Slika 3 pokazuje generički SCADA sistem koji uključuje neke oblike multipleksiranja podataka između centralnog kompjutera i PLC-ova. Ovi multiplekseri služe za usmeravanje podataka ka i od PLC-ova u lokalnoj mreži, koristeći fizičke veze unutar WAN mreže. Komunikacioni sistem se sastoji od komunikacionih medija i opreme potrebne za prenos podataka od i ka udaljenim lokacijama. Medijumi koji se koriste u te svrhe mogu biti žičani kabl, optički kabl, radio veza, satelitska veza itd [5].



Sl.3. – Generički SCADA sistem

Da bi na nivou komunikacionog sistema ostvarili pouzdanu i efikasnu komunikaciju između elemenata SCADA sistema, raznorodnih po svojoj arhitekturi, složenosti i načinu funkcionisanja, neophodno je postojanje komunikacionog protokola, koji definiše metod kojim se podaci prenose preko komunikacionog linka. Iako danas ne postoji jedinstveni standard za industrijski protokol, određene grupe proizvođača ustanovile su nekolicinu široko prihvaćenih protokola: Modbus, Foundation Fieldbus, Profibus itd.

Nadzorno-upravljački centar (SCU - *Supervisory Control Unit*) predstavlja glavnu jedinicu SCADA sistema. On je zadužen za prikupljanje podataka od strane udaljenih stanica i generisanje potrebnih akcija za bilo koji događaj detektovan od strane SCADA sistema. Nadzorno-upravljački centar se može sastojati od jednog računara (servera) koji je povezan sa mrežom radnih stanica radi deljenja informacija/posla unutar SCADA sistema. U ovom centru vrši se prikupljanje podataka i to periodično, inicirano određenim događajima u procesu ili na zahtev operatera. Na osnovu ovih podataka dobija se informacija o trenutnom stanju sistema, analizira se performansa, formiraju se različiti izveštaji i arhiviraju se odgovarajući podaci. Istovremeno, na osnovu prikupljenih i obrađenih podataka, vrši se daljinsko zadavanje komandi, definišu

se i prenose referentni signali, zadaju recepture, sinhronizuju funkcije pojedinih podsistema, određuju reakcije na pojedine alarme itd. Srce nadzorno-upravljačkog centra jeste baza podataka na centralnom kompjuteru, gde se prikupljaju svi podaci vezani za proces. Centralni kompjuter procesira informacije dobijene od udaljenih stanica ili informacije koje se ka njima šalju i prezentira ih operaterima u njima prepoznatljivom obliku [4,5].

Važan aspekt svakog SCADA sistema je kompjuterski softver koji se koristi u okviru sistema. Najuočljivija komponenta softvera jeste SCADA aplikacija, međutim na svim nivoima SCADA sistema nalazi se neki softver u određenom obliku [5].

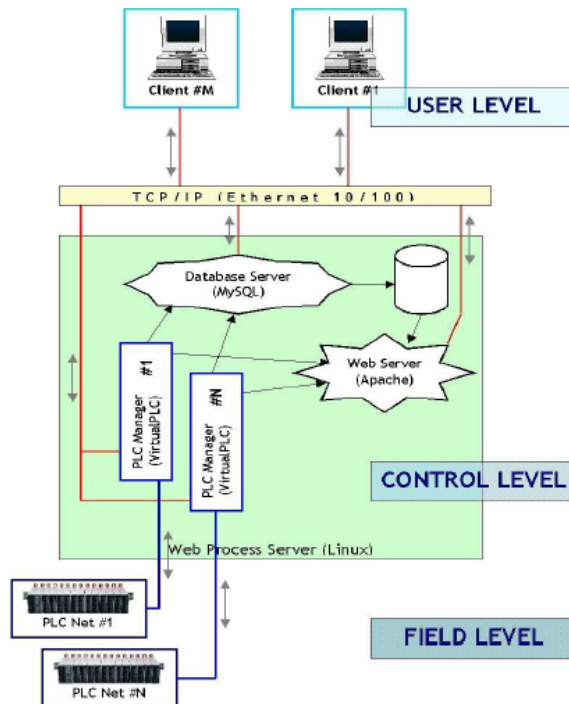
3. JSCADA

EUROICC JSCADA je Klijent - Server SCADA aplikacija sa mogućnošću komunikacije kroz Web. Razvijena je na Java2 platformi uz upotrebu Java, Web, XML i HTML tehnologija, sa ciljem da bude modularna, fleksibilna i univerzalno primenljiva (nezavisna od opreme na upravljačkom i pogonskom nivou). Zahvaljujući tome, ova aplikacija može da radi na bilo kom Windows™ operativnom sistemu, bilo kojoj Linux™ OS distribuciji, kao i na nekim manje rasprostranjenim platformama (MacOS™, Solaris™). JSCADA je novi koncept u korisničkom nivou CIM proizvoda, koji u sebi objedinjuje elemente klasičnog SCADA sistema i Web aplikacije.

EUROICC JSCADA obezbeđuje i uobičajene SCADA elemente: evidenciju korisnika, monitorske ekrane, komande, alarme, grafike, izveštaje, unos u bazu podataka, pregled sistemskih podataka i on-line pomoć. Svi oni su kreirani i prilagođeni savremenim višekorisničkim grafičkim radnim okruženjima sa prozorima, što dodatno povećava komfor pri radu i olakšava praćenje parametara. Za komunikaciju Klijent – Server, JSCADA koristi Internet protokole - TCP/IP i UDP/IP, što joj garantuje priključenje na bezmalo svaku mrežu: poslovni/industrijski LAN/WAN, Intranet, Internet... To takođe znači da se, pomoću JSCADA aplikacije, proizvodni sistem može pratiti u bilo koje doba dana, sa bilo koje tačke na Web-u.

JSCADA se, kroz serverski računar, povezuje sa mernom, regulacionom i ostalom tehnikom u polju (*Field level*, slika 4). To mogu biti obični i inteligentni senzori/transmiteri, programabilni logički kontroleri, inteligentni izvršni organi (ventili, servomotori, frekventni regulatori...) i tome slično. Server (WPS – *Web Process Server*) vodi računa o akviziciji podataka sa ovakvih uređaja i njihovom skladištenju u bazu podataka. Veza Servera sa uređajima u polju omogućena je upotrebom odgovarajućih drajvera i hardverskih adaptera za potrebne protokole komunikacije (MODBUS, PROFIBUS, M-BUS, HOSTLINK, TCP/IP i sl.). Za akviziciju podataka, njihov upis u bazu, prijem komandi i

slanje ka klijentu zadužena je posebna aplikacija, VPLC ("Virtualni PLC"). Kao baza podataka na Serveru koristi se MySQL.



Sl.4. – Struktura sistema JSCADA sa WPS serverskom platformom

Klijent komunicira sa Serverom po TCP/IP i UDP/IP Internet protokolu. Klijentski deo aplikacije napisan je u JAVA2 programskom jeziku, što mu daje mogućnost rada kao samostalne aplikacije ili kao apleta. U ovom drugom slučaju sav rad aplikacije dešava se unutar *Web Browser*-a (čitača), tako da korisnik jedino treba da ima odgovarajući Java *Plug-in* za svoj čitač.

Upotreba Klijent – Server koncepta dovodi do raspodele "odgovornosti" na više računara u sistemu. U slučaju "pada" nekog od Klijenata sistem ne trpi nikakve posledice. U slučaju pada nekog od Servera ostatak mreže i funkcionalnosti vezane za ostale Servere se ne prekidaju, dok mreža PLC-ova i regulatora (*field network*) pod nadležnošću havarisanog Servera nastavlja da radi po sopstvenim programima. Zahvaljujući ovako osmišljenoj konfiguraciji sistem se izuzetno lako prepravlja/dograđuje.

JSCADA ima mogućnost povezivanja kako sa standardnim aplikacijama tipa Excell, Access i sl., tako i sa "*native code*" (C,C++) aplikacijama.

Implementacija ovakvog sistema obično daje i direktne novčane uštede kroz smanjenu potrošnju sirovina i energenata, smanjen škart i sl., što je direktna posledica uspostavljanja bolje kontrole nad kvalitetom proizvoda. Boljom kontrolom proizvodnje i proizvoda omogućeno je bolje planiranje proizvodnih resursa, tj. veća pouzdanost čitavog sistema.

Ovakav sistem se može prilagoditi potrebama korisnika putem konfigurisanja postojećih elemenata ili dodavanjem novih funkcija sistemu (npr. podešavanje parametara PID regulacije, rad sa recepturama itd.) [7].

4. IMPLEMENTACIJA JSCADA SISTEMA – APLIKATIVNI PRIMER

Opisani koncept JSCADA sistema biće ilustrovan na jednom od realizovanih primera njegove implementacije, i to na primeru automatizacije procesa kristalizacije šećera u fabrici šećera “Jugozapadna Bačka” Bač. Pri tom, tehnološki postupak proizvodnje šećera sastoji se iz niza hemijsko - tehnoloških procesa, povezanih sa mehaničkim operacijama u čiji tok ulaze velike količine šećerne repe i vode pri čemu se troši velika količina toplotne energije. Međusobnim sadejstvom ovih i još mnogih drugih materijala cilj je da se proizvede što veća količina šećera uz što manje gubitaka u toku procesa proizvodnje.

Zbog veoma velikog broja uticaja koji mogu delovati na proizvodnju šećera, a koji mogu usloviti da proces krene u neželjenom pravcu, teško je jedan tako kompleksan proces voditi ručno. Proces proizvodnje šećera je dakle idealno mesto za primenu SCADA sistema. Stoga danas savremene šećerane i karakteriše visoki stepen automatizacije i to naročito pojedinih tehnoloških celina. Automatizacija procesa kristalizacije obuhvata sledeće tehnološke celine :

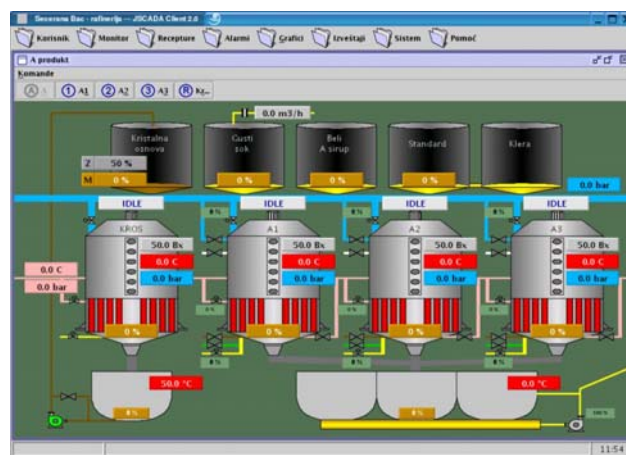
- skladištenje i pripremu sirupa
- kristalizaciju u vakuum aparatima
- horizontalne i vertikalne hladnjače
- vezu ka ostalim tehnološkim celinama

U pogonu rafinerije, gde se vrši process kristalizacije, veličine koje se mere su: temperatura, nivo, pritisak („vakum“) i gustina smeše u vakuum aparatima. Kao aktuatori pojavljuju se vakuum zasuni, ventili, mešalice i leptir slavine (sa on/off ili kontinualnom regulacijom). Vođenje procesa ostvaruju EUROPLC E96 programabilni regulatori (na vakuum uparivačkim aparatima) i EUROPLC E320 programabilni kontroleri (na ostalim uređajima rafinerije). Oni prihvataju signale iz procesa preko mernih pretvarača i uređaja, i na osnovu isprogramirane tehnologije i zadatih parametara upravljaju izvršnim elementima. Sa druge strane regulatori i PLC-ovi su, preko serijske veze RS-485, povezani sa serverom kome prosleđuju trenutno stanje u procesu i sa klijentima od kojih, preko servera, dobijaju komande, parametre i sl. U slučaju ispada nadzornog računara, prekida komunikacije ili nestanka napajanja, regulatori i PLC-ovi nastavljaju da vode proces po poslednjim zadatim parametrima. Regulatori i PLC-ovi po konfiguraciji odgovaraju zahtevima procesa u pogledu broja i tipa signala.

Ovakav sistem omogućava kvalitetan i pouzdan uvid u stanje procesa, kao i lako zadavanje komandi i parametara. Ovaj zadatak se ostvaruje kroz: *on-line* prikaz

stanja procesa na grafičkim ekranima, otkrivanje neregularnih stanja i alarmiranje, akviziciju i hronološki prikaz stanja procesa, generisanje izveštaja, upravljanja radi korekcija rada krajnjih regulatora, setovanje zadatih vrednosti upravljanih veličina u procesu, prelazak na ručni režim i zadavanje daljinskih komandi.

Na slici 5 je prikazan primer izgleda jednog monitorskog ekrana iz JSCADA aplikacije, na kojem je prikazan deo pogona.



Sl.5. – Monitorski ekran za A produkt

Implementacijom JSCADA sistema obezbeđen je:

- nadzor i upravljanje aparatima za kristalizaciju (A, B i C produkt)
- nadzor i upravljanje horizontalnim hladnjačama
- nadzor i upravljanje vertikalnim hladnjačama
- upravljanje sušarom šećera
- nadzor nad rezervoarom sokova
- nadzor nad centrifugama (A, B i C produkt)
- upravljanje nivoima u sudovima za kondenzat
- nadzor i delimično upravljanje postrojenjem za barometarski vakuum
- daljinski nadzor nad celokupnom rafinerijom.

Krajnji efekti uvođenja SCADA sistema u procesu kuvanja šećerovina su: povećanje kvaliteta šećera, povećanje produktivnosti aparata, smanjenje potrošnje pare, povećanje produktivnosti centrifuga, smanjenje gubitka šećera, smanjenje potrebe za ponovnim kuvanjem. Indirektne koristi od sistema su: povećanje tehnološke discipline poslužioaca, povećanje brzine dijagnostike kvara, smanjenje vremena otklanjanja kvara, priprema podataka za tehnološku analizu i fino trimovanje procesa [7].

5. ZAKLJUČAK

SCADA sistemi, tj. primena računara i programabilnih kontrolera za nadzor i upravljanje procesima ima velike prednosti u odnosu na klasičnu regulaciju i vođenje procesa. Pored povećane pouzdanosti, povećana je i fleksibilnost. To omogućava veoma laku promenu

osnovnih parametara i elemenata, ili čak celog koncepta sistema za vođenje procesa, kao i prilagođavanje koncepta i parametara regulacije i upravljanja procesa tekućem stanju ili novim saznanjima koji tokom rada mogu da se jave. Jednom postavljen sistem upravljanja i praćenja procesa nije dakle krut, a njegova izmena nije kruto vezana za dodatna povezivanja opreme međusobno. U principu, po implementaciji SCADA sistema, sve izmene se vrše softverski, izmenom parametara i programa.

SCADA sistem ne obezbeđuje samo siguran rad uređaja i postrojenja nego dovodi i do boljeg iskorišćenja sirovina i materijala u procesu, a time se postiže i bolja ekonomičnost.

EUROICC JSCADA i gama EUROPLC kontrolera predstavljaju primer da domaći proizvođači mogu da konkurišu svetski poznatim firmama na tržištu SCADA sistema. Iako nastala iz drugih pobuda JSCADA prati trend upotrebe JAVA i internet tehnologija u automatici, što je čini univerzalnom za bilo koju PC platformu u okviru SCADA sistema. Korišćenje MySQL-a kao baze podataka i LinuxTM operativnog sistema na serverskim i klijentskim računarima nam pokazuje da je open-source softver dovoljno sazreo i za upotrebu u automatici. Pošto se radi o open-source softveru, nadgradnju izvesnih opcija mogu kasnije sprovesti i lica iz matičnih kuća gde je softver implementiran, a sam koncept je nezavistan od opreme na upravljačkom i pogonskom nivou – tj. moguće je sprežanje JSCADA-e sa bilo kojim kontrolerima, izvršnim organima i transponderima, i ne postoji uslovljenost hardver-sofver koja je tipična za velike proizvođače poput SIEMENS-a, OMRON-a, i drugih.

SUMMARY

JSCADA – A NEW APPROACH TO SUPERVISION AND PROCESS CONTROL

The paper describes a new approach to construction and implementation of SCADA systems. The JSCADA system and JSCADA software based upon on open source technology is described, as well as generally concept of SCADA system, it's components, interactions, communications, and software. The new SCADA software gives large opportunities, and with it's performances competes with well recognized companies as Siemens, Omron, etc. JSCADA software solutions have confirmed in practice. An implementation of JSCADA system in sugar factory "Jugozapadna Bačka" Bač is described by this paper. Advantage of the presented JSCADA system are obviously.

Key words: SCADA systems, SCADA software, Open source software and Java in process control, JSCADA

Korišćenje predloženog koncepta SCADA sistema ima očigledne prednosti sa stanovišta fleksibilnosti rešenja, ali i odnosa cena/kvalitet i u pogledu prve instalacije sistema, kao i u pogledu kasnijeg širenja i održavanja sistema.

LITERATURA

- [1] V. Milašinović, *SCADA sistemi*, diplomski rad, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2004.
- [2] S. R. Turajlić, G. S. Savić-Bogosavljević, M. V. Georgijević, "SCADA – softver, okruženje, realizacija", *Zbornik XLI Konferencije ETRAN-a*, Zlatibor 1997.
- [3] N. Matić, *Uvod u industrijske PLC kontrolere*, MikroElektronika, Beograd, 2001.
- [4] D. Marinković, *Osnove prikupljanja podataka i upravljanja*, MikroElektronika, Beograd, 1998.
- [5] Stephen Beckwith, A.L. Haime and Associates Pty., Ltd., Australia: *Advanced Water Distribution Modeling and Management*, Appendix E: SCADA Basics, Haestad Methods, Inc, 2003.
- [6] EUROICC d.o.o., "JSCADA nadzorno upravljački sistem, tehnički opis", *Uputstvo za korisnike*, Beograd, 2002.
- [7] EUROICC, "Kristal 20 - Automatsko upravljanje procesom kristalizacije", *Projektno rešenje*, fabrika šećera "Jugozapadna Bačka", 2003.