

AUTOMATIZACIJA BAZENA ZA KUPANJE

SWIMMING POOL AUTOMATION

Tihomir Glatki, Zoran Vrhovski, Igor Petrović

Stručni članak

Sažetak: U ovom radu opisana je automatizacija bazena za kupanje. Opisano je programiranje i upravljanje cirkulacijskim crpkama, rasvjetom, efektima za masažu i elektromagnetnim ventilom. Nabrojani su i objašnjeni energetski elementi korišteni u projektu automatizacije bazena. Programiranje Twido PLC-a izvodi se u programskom alatu TwidoSuite. U radu je opisan SCADA sustav općenito te konkretni programski alat VijeoCitect u kojem se izvodi vizualizacija i upravljanje crpkama, efektima i rasvjetom.

Ključne riječi: automatizacija bazena, PLC, TwidoSuite, SCADA, VijeoCitect

Professional paper

Abstract: This paper describes the automation of swimming pools. Programming and management of circulation pumps, lighting, massage-related effects and electromagnetic valve are described. Energetic components used in the swimming pool automation project are listed and explained. The TwidoSuite tool was used for the purpose of Twido PLC programming. This thesis includes a general description of the SCADA system, as well as a description of the VijeoCitect tool used for designing the visualization and the control of pumps, effects and lighting.

Key words: swimming pool automation, PLC, TwidoSuite, SCADA, VijeoCitect

1. UVOD

Automatizacija prati razvoj tehnologije u proizvodnji i upravlja procesima bez izravnog ljudskog djelovanja. Automatizirane proizvodne linije koriste moderne računalne tehnologije upravljanja. Automatizacija stvara mogućnost rasta u proizvodnji uz smanjenje troškova proizvodnje, poboljšanje kvalitete proizvoda i mogućnost povećanja učinkovitosti kontrole proizvodnje. U konačnici, automatizacija rezultira većom produktivnosti i smanjenjem ljudske radne snage, a time smanjenje mogućnosti ljudske pogreške u proizvodnji.

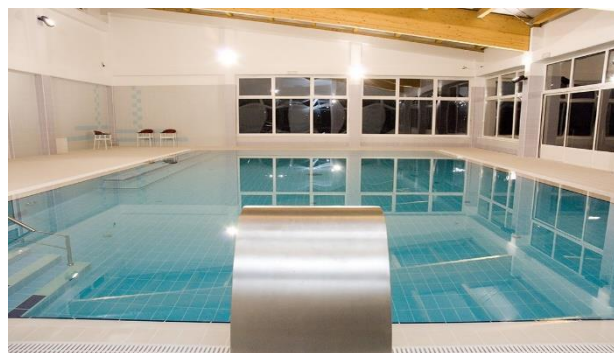
Automatizacija bazena opisana u ovom radu izvedena je u suradnji s tvrtkom Elektro-Čelik d.o.o. Zadatak automatizacije bazena odnosio se na nadopunu kompenzacijskog bazena vodom, prepumpavanje vode iz kompenzacijskog bazena u bazen za kupanje, uključivanje crpki koje usmjerenim mlazom vode masiraju posjetitelje bazena, stvaranje kružnog vrtloga upuhivanjem zraka u vodu te uključivanjem rasvjete kada se smanji dnevna svjetlost. Rad traži poznavanje programskog jezika kojim se programiraju programirajući logički kontroleri. Kroz rad se upoznaje način automatizacije bazena na način da bazen bude zanimljiviji korisnicima.

Rad je strukturiran na sljedeći način. U drugom poglavlju opisani su bazeni i potreba automatizacije bazena, a u trećem su poglavlju opisani oprema i alati korišteni za automatizaciju bazena. Programski automatizacije bazena prikazan je u četvrtom poglavlju

dok je SCADA sustav automatizacije bazena prikazan u petom poglavlju.

2. BAZEN

Bazen je prostor ispunjen vodom koji služi za kupanje, plivanje i rekreaciju. Kada se bazen koristi u hotelima, pansionima, wellness-centrima i seoskim turizmima smatra se objektom u javnoj uporabi, odnosno javnim bazenom [1]. Javni bazen za kojeg je izrađen sustav automatizacije prikazan je na slici 1.



Slika 1. Javni bazen

Javni se bazeni grade na drugačiji način od kućnih bazena. Zahtjevi za javne bazene kreću se u pravcu sposobnosti filtriranja velike količine vode te dezinfekciju velikog kapaciteta vode koja jamči visoku kvalitetu vode

u bazenu. Kvalitetu bazenske vode nadziru i reguliraju automatske centrale koje se nalaze u strojarnici bazena [1], [2]. Automatska centrala za nadzor i regulaciju kvalitete vode prikazana je na slici 2.



Slika 2. Automatska centrala za nadzor i regulaciju kvalitete vode [2]

2.1. Kako bazen učiniti zanimljivim?

Kako se razvija društvo tako raste i želja za atraktivnim i zanimljivim sadržajima na bazenu. Kupanje i plivanje više nije dovoljno privlačno za velik broj posjetitelja. Zbog toga su osmišljeni različiti sadržaji koji bazen čine zanimljivijim mjestom za odmor i rekreaciju. Masažeri, umjetno stvorene rijeke i razni vizualni efekti stvoreni pomoću svjetla su sastavni dio današnjih bazena. Dodatnim sadržajima bazena otvoren je prostor za upotrebu automatizacije i programiranih logičkih kontrolora (PLC) [3], [4], [5]. PLC omogućuje kontrolu i nadzor bazena s jednog mjesta pomoću SCADA sustava [5], [6]. SCADA sustavom se vrši vizualizacija i upravljanje bazenom.

3. OPREMA KORIŠTENA U AUTOMATIZACIJI BAZENA

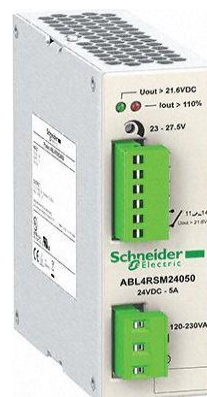
Oprema korištena u izradi automatizacije bazena može se podijeliti na upravljački dio kojem pripada PLC i izvršni dio kojem pripadaju elektromagnetni ventil, pumpe, puhalo, rasvjeta i ostalo.

3.1. Upravljački dio opreme korištene u automatizaciji bazena

PLC korišten za automatizaciju bazena je TWIDO PLC proizvođača Schneider Electric kataloškog broja TWDLCE40DRF (slika 3). Karakteristike PLC-a navedene su u [7] i [8]. Napajanje PLC-a ima kataloški broj ABL8REM24050 (slika 4). Ulazni napon napajanja kreće se od 100 do 240 V (AC), a izlazni napon napajanja iznosi stabilnih 24 V (DC).



Slika 3. TWIDO PLC proizvođača Schneider Electric kataloškog broja TWDLCE40DRF



Slika 4. Napajanje kataloškog broja ABL8REM24050

3.2. Izvršni dio opreme korištene u automatizaciji bazena

Za zatvaranje i propuštanje radnog medija, ovisno o potrebi, korišteni su elektromagnetni ventili (slika 5). Elektromagnetnim ventilom se upravlja pomoću elektromagnetnog svitka kojim upravlja PLC.



Slika 5. Elektromagnetni ventil [7]

Cirkulacijske crpke korištene u automatizaciji bazena su proizvođača Grundfos (slika 6). Crpke ovog tipa proizvode se malog, srednjeg i velikog kapaciteta. Opremljene su komunikacijskim modulom i elektroničkom regulacijom brzine [7]. Ova crpka prikladna je za sustave s konstantnim i promjenjivim protocima, sustave s promjenjivim temperaturama i sustave koji zahtijevaju noćni rad.



Slika 6. Cirkulacijska crpka Grundfos [7]

Za svjetlosne efekte u bazenu korišteni su podvodni reflektori. U bazene se ugrađuju specijalni vodonepropusni reflektori (slika 7). Napon na koji se priključuje rasvjeta za bazen je bezopasnog iznosa za zdravlje ljudi. Stupanj zaštite reflektora je IP 68. Napon napajanja LED reflektora iznosi 12 V. Kućište reflektora izrađeno je od aluminija [7].



Slika 7. Podvodni LED reflektor [7]

Za zračnu masažu u bazenu korištena su turbo-puhala. Turbo-puhala u bazenu imaju zadatak upuhivanje zraka u vodu i stvaranja usmjerenog mlaza koji se koristi za masažu. Snaga puhalo odabire se na osnovu željene količine izbačenog zraka i dubine vode u bazenu. Za javne bazene preporuča se upotreba turbo-puhala zbog svoje robusnosti. Turbo-puhalo korišteno u automatizaciji bazena je snage 2200 W. Količina zraka koju turbo-puhalo upuhuje u bazen iznosi 178 m³/h pri tlaku od 1,75 bar [7]. Turbo-puhalo je prikazano na slici 8.

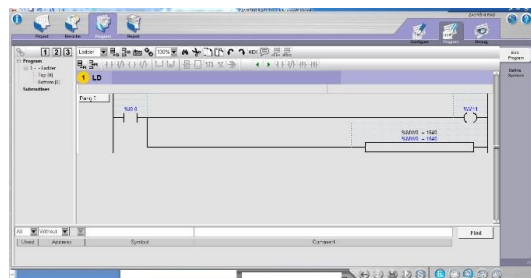
Od ostalih izvršnih elemenata za automatizaciju bazena korištene su sklopke, automatski osigurači, termomagnetni motorni prekidači, sklopnici, releji, i pomoćni kontakti [7].



Slika 8. Turbo-puhalo za masažu [7]

4. PROGRAM AUTOMATIZACIJE BAZENA

Za izradu programa automatizacije bazena korišten je programski alat TwidoSuite (slika 9). Programski alat TwidoSuite je potpuno opremljeno, grafičko razvojno okruženje za stvaranje, konfiguriranje i održavanje programa automatizacije. Ovaj se programski alat koristi za programiranje TWIDO PLC.



Slika 9. Programski alat TwidoSuite

Programom automatizacije bazena prati se razina vode u kompenzacijskom bazenu i u glavnom bazenu, nadopunjava se razina vode u kompenzacijskom bazenu uključivanjem elektromagnetnog ventila te se nadopunjava i filtrira vodu u glavnom bazenu uključivanjem crpki. Crpke se uključuju naizmjenično svakih 24 sata. Ukoliko jedna od crpki nije ispravna, automatski se uključuje ispravna crpka i nastavlja se s radom. U programom zadanim vremenskim intervalima uključuju se turbo-puhala za masažu i stvaranje umjetne rijeke. Programom je omogućeno i ručno uključivanje turbo-puhala. Uključenje rasvjete omogućeno je automatski pomoću senzora i ručno pomoću prekidača. PLC je spojen s računalom opremljenim SCADA sustavom gdje se izvršava vizualizacija sustava. Pomoću SCADA sustava upravlja se vremenom uključivanja i isključenja crpki, rasvjete i efekata. Vrijeme u PLC-u je sinkronizirano s vremenom SCADA sustava pomoću sustava stvarnog vremena (eng. Real time clock) [7].

4.1. Korišteni ulazi, izlazi i memorijske adrese PLC-a

Ovisno o zahtjevu sustava automatizacije u programskom alatu TwidoSuite po potrebi se koriste određeni ulazi, izlazi i memorijske riječi PLC-a. Osoba koja piše program mora se držati točno zadanih uputa projektanta i koristiti ulaze i izlaze PLC-a koji su navedeni u projektu. Ukoliko programer želi nešto promijeniti, mora se konzultirati s projektantom i zabilježiti svaku promjenu ulaza i izlaza kako bi promjene bile evidentirane u shemama. Memorijske riječi i memorijske adrese programer koristi prema potrebama zadatka koji mora izvršiti. Memorijske adrese mogu imati lokaciju po želji, a obično se adresiraju po logici koja je najjasnija programeru kod pisanja programa. Memorijske riječi (%MW) slažu se u grupe tako da ih je jednostavnije zapamtiti i koristiti kod pisanja programa. Na primjer, za prikaz greške rada crpki, efekata i rasvjete koristi se memorijska riječ %MW1.

Korišteni ulazi PLC-a jesu:

- %I0.0 – nivostat maksimum,

- %I0.1 – nivostat minimum,
- %I0.2 – senzor osvjjetljenja,
- %I0.3 – zaštita crpke od rada na suho,
- %I0.4 – crpka 1 greška,
- %I0.5 – crpka 2 greška,
- %I0.6 – efekt 1 greška,
- %I0.7 – efekt 2 greška,
- %I0.8 – efekt 3 greška,
- %I0.9 – rasvjeta 1 greška,
- %I0.10 – rasvjeta 2 greška.

Korišteni izlazi PLC-a jesu:

- %Q0.0 – crpka 1,
- %Q0.1 – crpka 2,
- %Q0.2 – ventil elektromagnetni,
- %Q0.3 – efekt 1,
- %Q0.4 – efekt 2,
- %Q0.5 – efekt 3,
- %Q0.6 – rasvjeta bazena 1,
- %Q0.7 – rasvjeta bazena 2.

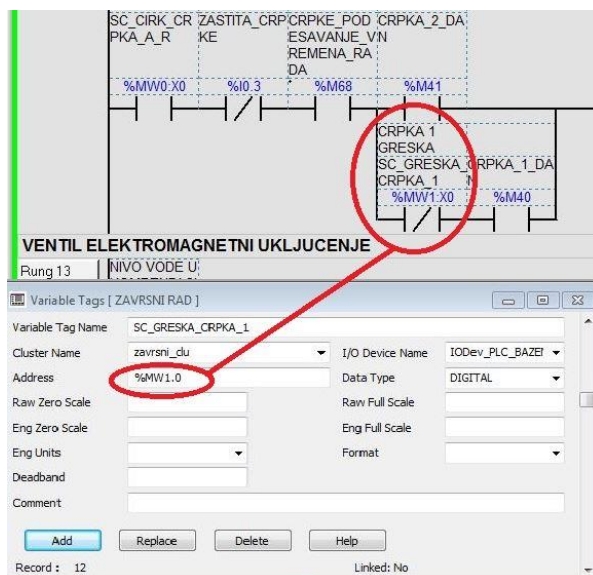
Neke od korištenih memorijskih riječi prikazane su na slici 10.

Address	Symbol	Comment
%MW0:X0	SC_CIRK_CRPKA_A_R	CRPKE ZA PREPUMPAVANJE VODE
%MW0:X1	SC_CIRK_CRPKA_1_R	CIRKULACIJSKA CRPKA 1 U RUCNOM RADU
%MW0:X2	SC_CIRK_CRPKA_2_R	CIRKULACIJSKA CRPKA 2 U RUCNOM RADU
%MW0:X3	SC_EFEKT1_A_R	TURBOPUHALA ZA MASAZU
%MW0:X4	SC_EFEKT_1_R	EFEKT 1 U RUCNOM RADU
%MW0:X5	SC_EFEKT_2_R	EFEKT 2 U RUCNOM RADU
%MW0:X6	SC_EFEKT_3_R	EFEKT 3 U RUCNOM RADU
%MW0:X7	SC_RASVJETA_R_A	RASVJETA BAZENA
%MW0:X8	SC_RASVJETA_1_R	RASVJETA 1 U RUCNOM RADU
%MW0:X9	SC_RASVJETA_2_R	RASVJETA 2 U RUCNOM RADU
%MW1:X0	SC_GRESKA_CRPKA_	
%MW1:X1	SC_GRESKA_CRPKA_	
%MW1:X2	PROTUSTRUJNO_PLI	
%MW1:X3	STOJECA_MASAZA_G	
%MW1:X4	MASAZA_IZ_SJEDIST	
%MW1:X5	SC_RASVJETA_1_GR	
%MW1:X6	SC_RASVJETA_2_GR	
%MW2:X0	SC_UKLJUCENJE_CR	
%MW2:X1	SC_UKLJUCENJE_CR	
%MW2:X2	SC_PROUSTRUJNO_	
%MW2:X3	SC_GEJZIR_STOJECA	
%MW2:X4	SC_MASAZA_IZ_SJEDI	
%MW2:X5	SC_RASVJETA_1_RA	
%MW2:X6	SC_RASVJETA_2_RA	

Slika 10. Memorijske riječi korištene u programu automatizacije bazena

Memorijske riječi korištene u projektu automatizacije bazena u programu TwidoSuite povezuju se sa SCADA sustavom pomoću oznaka (eng. Tag). Memorijske riječi se koriste za spremanje bitovnih logičkih vrijednosti u podatkovnu memoriju.

Primjer povezivanja memorijskog bita u memorijskoj riječi sa SCADA sustavom putem oznake prikazan je na slici 11. Program automatizacije bazena pomoću PLC-a prikazan je u [7].



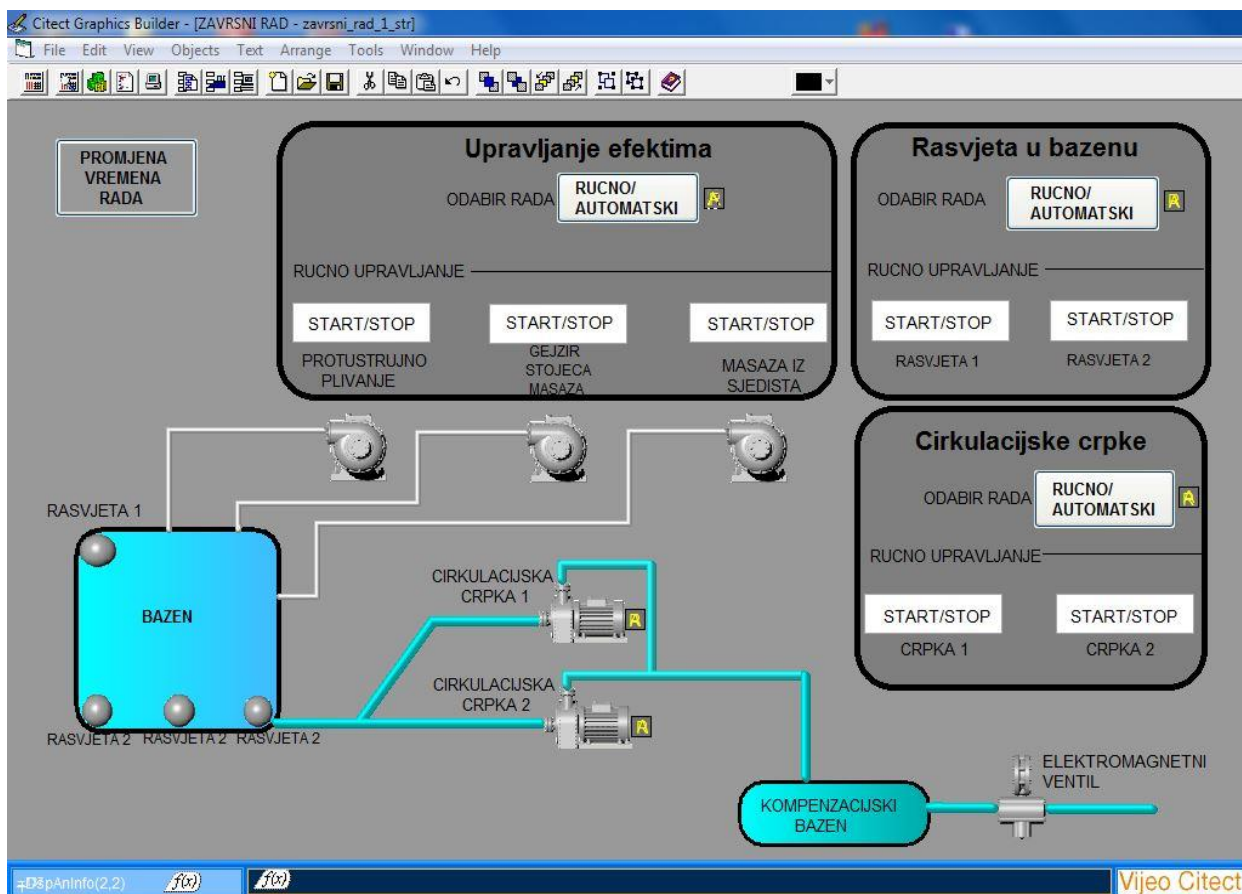
Slika 11. Primjer povezivanja memorijske riječi u PLC sa SCADA sustavom

5. SCADA SUSTAV BAZENA

SCADA sustavi (eng. Supervisory Control And Data Acquisition) su sustavi koji prikupljaju, prikazuju, pohranjuju i upravljaju podacima u industrijskim postrojenjima. SCADA sustavi se koriste za sakupljanje podataka i ostvarivanje kontrole na nivou nadzora. Pojedini SCADA sustavi služe samo za praćenje i nemaju mogućnosti kontrole, ali svejedno spadaju u skupinu SCADA sustava. Pod SCADA sustavom podrazumijeva se računalo opremljeno odgovarajućom programskom podrškom za vizualizaciju. SCADA sustavi omogućuju upravljanje, kontroliranje i nadzor procesa u industrijskoj proizvodnji s jednog mjesta. SCADA sustavom upravlja operator. Operator je osoba zadužena za nadzor i kontroliranje cjelokupnog proizvodnog procesa [6].

SCADA sustav bazena izveden je u programskom alatu VijeoCitect. Ovaj programski alat omogućuje konfiguraciju komunikacijske mreže, oznaka, alarma, trendova, virtualnih servera i redundantnog SCADA sustava. Slika 12 prikazuje vizualizaciju crpki, turbo-puhala, elektromagnetnog ventila i rasvjete. Na istoj slici se nalaze i tipke kojima se uključuju i isključuju crpke, turbo-puhala i rasvjeta. Upravljanje vremenima rada rasvjete, turbo-puhala i crpki uz upis vremena prikazano je na slici 13.

Upravljanje efektima, rasvjetom i cirkulacijskim crpkama u bazenu može biti u ručnom i automatskom režimu rada (slika 12). Ako je režim rada ručni, tada se crpkama, rasvjetom i turbo-puhalima upravlja pomoću START/STOP gumbova prikazanih na slici 12. U slučaju da je odabran automatski režim rada rasvjete, turbo-puhala i crpki tada njihovim radom upravlja PLC sukladno namještenim vremenima u prozoru prikazanom na slici 13. Početak i kraj rada efekata, rasvjete i crpki unosi se u obliku sata i minuta, dok se trajanje rada pojedinih uređaja definira u sekundama (slika 13).



Slika 12. SCADA sustav automatizacije bazena

Postavke efekata i rasvjete i crpki			
	POCETAK RADA		KRAJ RADA
EFEKTI	#### # HHMM		#### # HHMM
PROTUSTRUJNO PLIVANJE	#### # [SEC]		#### # [SEC]
STOJECA MASAZA	#### # [SEC]		#### # [SEC]
MASAZA IZ SJEDISTA	#### # [SEC]		#### # [SEC]
RASVJETA	#### # HHMM		#### # HHMM
CRPKE	#### # HHMM		#### # HHMM

UPRAVLJANJE CRPKAMA

Slika 13. Postavke vremena rada efekata u baznu

6. ZAKLJUČAK

Automatizacija bazena zahtjeva puno rada i poznavanje principa rada pojedinih elemenata koji se koriste u automatizaciji bazena. U automatizaciji bazena nema strogo definiranog načina na koji se mora programirati PLC. Najbitnije je da napisani program odraduje sve ono što je definirano zadatkom. Kada je program napisan u programu TwidoSuite programskom alatu potrebno ga je testirati te otkloniti eventualne pogreške u samom programu kako bi program koji se

unesi u PLC radio sve što se od njega zahtjeva. Obzirom da se neki od uređaja nalaze u vodi, jako je bitno poštivati upute kako ne bi došlo do opasnosti po zdravlje ljudi zbog eventualnog dodira vode u bazenu i električne struje. Gdje god je moguće koristi se napon iznosa 24 V (DC) koji nije opasan za ljudsko zdravlje. Cilj automatizacije bazena je učiniti boravak u bazenu što zanimljivijim i ugodnijim. Automatizaciju bazena potrebno je prilagoditi korisnicima bazena. Cijeli SCADA sustav se mora prilagoditi operateru koji upravlja crpkama, rasvjetom i efektima. SCADA sustav mora biti intuitivan i jednostavan za upravljanje. U automatizaciji bazena se koristi dinamični SCADA sustav pomoću kojeg se regulira automatski rad pojedinih elemenata.

7. LITERATURA

- [1] <http://www.bazeni.info>, (Dostupno 06. svibnja 2015.)
- [2] http://www.bazeni.info/hr/photo_gallery.php?g_id=5&v=gallery, (Dostupno 06. svibnja 2015.)
- [3] Jurčević, D.; Petrović, I.: Automation of sewage pumping station shaft, Technical Journal, Vol. 7, No. 1, (2013), 8-12
- [4] Bolton, W: Programmable Logic Controllers, Fifth Edition, USA, Elsevier, 2009.
- [5] Malčić, G.: Programabilni logički kontroleri, skripta za kolegij Procesna računala, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, 2006.

- [6] Bailey, D.: Practical SCADA for Industry, USA Elsevier, 2003.
- [7] Glatki, T.: Automatizacija bazena za kupanje, Završni rad, Visoka tehnička škola u Bjelovaru, Bjelovar, 2015.
- [8] <http://www.schneider-electric.com/products/ww/en/3900-pac-plc-other-controllers/3920controllers-plc-for-commercial-machines/533programmable-controller-twido/>, (Dostupno 06. svibnja 2015.)

Kontakt:

Tihomir Glatki (bivši student)
e-mail: tglatki@gmail.com

Zoran Vrhovski, mag.ing.el.techn.inf.
Visoka tehnička škola u Bjelovaru
Trg Eugena Kvaternika 4, 43000 Bjelovar
043/241-201, e-mail: zvrhovski@vtsbj.hr

dr. sc. Igor Petrović
Visoka tehnička škola u Bjelovaru
Trg Eugena Kvaternika 4, 43000 Bjelovar
043/241-201, e-mail: ipetrovic@vtsbj.hr