

# Upravljanje nivoom vode i pumpama upotrebom SMS poruka

Igor Kocić, Zoran Jovanović, *Elektronski fakultet u Nišu*

**Apstrakt**— U radu je opisano daljinsko upravljanje pumpama za dopremanje vode za potrebe proizvodnog procesa upotrebom Siemens Logo PLC kontrolera i odgovarajućih GSM modula. Radi povećanja pouzdanosti rada sistema komunikacija se obavlja dvojako upotrebom SMS poruka i žičane veze. Projektovan je i realizovan softver i hardver za obe vrste komunikacije, kao i softver za HMI panel kojim se vrši upravljanje i nadzor rada celog postrojenja.

**Ključne reči**— Logo PLC, CMR modul, SMS, sekvencijalno upravljanje

## I. UVOD

U sistemima za upravljanje na daljinu tradicionalno se koristila prosta žičana veza. Osnovni nedostatak takvih sistema javlja se u slučaju prekida kabla u komandnom kolu.

U tom slučaju se u potpunosti gube informacije o sistemu upravljanja na udaljenoj lokaciji. U novije vreme žičana veza se menja radio vezom, čime je pouzdanost takvog sistema značajno povećana. Sa razvojem mobilne telefonije i interneta ostvarena je mogućnost upravljanja na daljinu sa velikom pouzdanošću.

Zbog potrebe povećanja pouzdanosti sistema u radu razvijen je upravljački softver i hardver za upravljanje nivoom vode u bazenima upotrebom SMS poruka. Pogodnim algoritmom sekvencijalnog upravljanja ostvareno je upravljanje pumpama i nivoom vode u rezervoaru.

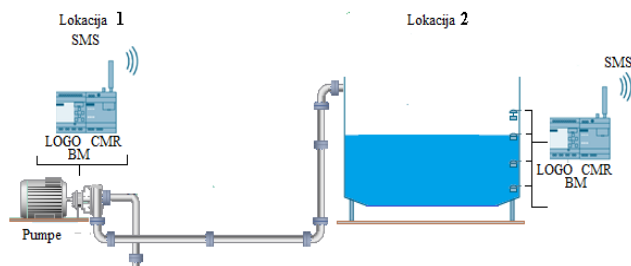
U slučaju otkaza mobilne mreže softver omogućava automatski prelaz na žičanu vezu i obrnuto. Postojeću žičanu vezu operater može uključiti ručno u svakom trenutku.

## II. APLIKACIJA-OPIS HARDVERSKOG I SOFTVERSKOG REŠENJA

Na Sl.1. je dat šematski prikaz lokacije postrojenja, uređaja i opreme. Postrojenje je smešteno na dve udaljene lokacije. Glavni upravljački centar se nalazi u fabrici, a vodozahvat se nalazi na oko 2 km od fabrike. Lokacija bazena je nazvana: "Lokacija 2", a lokacija vodozahvata sa pumpnim postrojenjem nazvana je: "Lokacija 1".

U radu će se nadalje koristiti ovi nazivi. Sistem se sastoji od glavnog upravljačkog centra gde su ujedno nalaze bazeni sa sistemom za merenje nivoa vode i udaljenog pumpnog postrojenja u kome su instalirani frekvencijski regulatori kojima se obavlja pokretanje pumpi i regulacija pritiska u

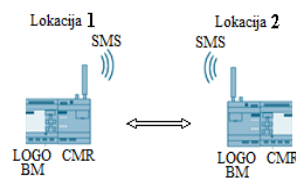
cevovodu i sistem za zaštitu od prevelikog pritiska na cevovodu.



Sl.1. Šematski prikaz procesa daljinskog upravljanja pumpnim postrojenjem

Kasnjenje upravljačkih signala nije od velikog značaja jer su bazeni za vodu velikog kapaciteta. Na obe lokacije se nalaze po jedan PLC kontroler serije LOGO sa komunikacionim modulima tip CMR2020 [2].

Na Sl.2 prikazana je topologija GSM mreže preko koje se obavlja komunikacija SMS porukama.



Sl.2. Topologija mobilne mreže, komunikacija SMS porukama

CMR modul za GSM/GPRS komunikaciju ima široku vrstu primena. Neki od mogućih slučajeva upotrebe su sledeći:

1. Mobilna bežična komunikacija bez LOGO PLC kontrolera,
2. Mobilna bežična komunikacija sa LOGO PLC kontrolerom,
3. Određivanje položaja (GPS).

U svaki CMR modul instalirane su SIM kartice i podešeni potrebni parametri dobijeni od strane mrežnog operatera. Svaki CMR modul povezan je na LOGO PLC [1]. LOGO PLC je sa CMR modulom povezan pomoću lokalne Ethernet mreže. CMR modul koristi omnidirekcionu antenu za mreže tipa GSM (2G), UMTS (3G) i LTE (4G) [2]. Time je omogućeno slanje i primanje SMS poruka povezanih sa događajima koji su programirani u LOGO PLC kontroleru, i pokretanje akcija i slanje informacija o statusu pomoću SMS poruka.

Podešavanje CMR modula obavlja se pomoću internet pretraživača unošenjem default adrese. Nakon inicijalnog podešavanja adrese su promenjene.

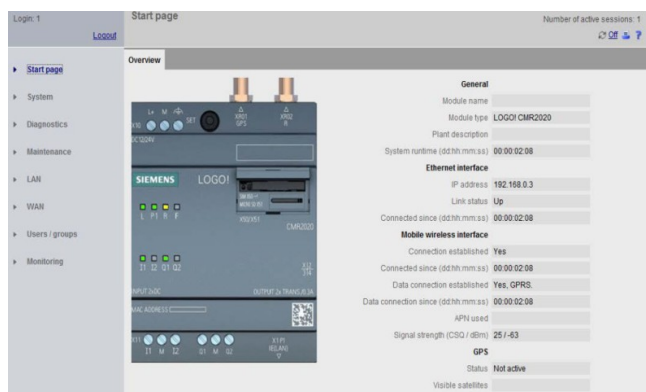
Igor Kocić – Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (e-mail: igkocic@gmail.com).

Zoran Jovanović – Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija (e-mail: zoran.jovanovic@elfak.ni.ac.rs).

Podešavanje CMR modula se sastoji iz sledećih koraka:

1. Podešavanje parametara mobilne i lokalne Ethernet mreže.
2. Podešavanje parametara za SMS poruke.
3. Podešavanje korisnika i grupa korisnika.
4. Podešavanje poruka, akcija, definisanje ulaza, izlaza, događaja, alarmnih i poruka greške.
5. Definisanje poruka i akcija slanja i prijema poruka.

Na Sl.3 prikazan je glavni konfiguracioni ekran CMR modula. Svakom od modula dodeljena su imena i lokalne Ethernet adrese. Podešavanje mobilne mreže obavljeno je unosom PIN koda SIM kartice, broja kartice i aktivacijom interfejsa za komunikaciju preko mobilne mreže. Takođe moguća je komunikacija i sa uređajima koji su u drugoj zemlji uključanjem Roving opcije.



Sl.3. Glavni konfiguracioni ekran CMR modula

Primer sintakse SMS poruka dat je ispod u formi:

<Password>;LOGO=VM<Address>,<Value>,<Data type>.

Password predstavlja lozinku za komande tipa write "pisanje", čime je ostvarena dodatna zaštita od neovlašćenog slanja poruka.

LOGO=VM<Address> predstavlja lokalnu adresu u memoriji LOGO PLC, <Value> predstavlja vrednost koja se šalje ili prima, Data type je tip podatka koji se šalje ili prima.

SMS poruka komande upisa u LOGO PLC na adresu memorijske lokacije VM0 data je u formi:

SMSupis;LOGO=VM0,50,WORD.

Izvršavanjem ove komande u registar VM0 LOGO PLC kontrolera upisuje se vrednost 50.

Podešavanje korisnika i grupa korisnika obavljeno je unosom imena korisnika, lozinke, broja telefona korisnika i dozvolom za čitanje i slanje SMS poruka prema CMR modulu. Napravljene su dve grupa korisnika, prva dobija samo poruke o alarmima, a druga grupa pored alarmnih poruka ima dodeljene privilegije isključenja ili uključivanja delova postrojenja u normalnom radu ili interventno.

Podešavanje poruka i akcija na događaje urađeno je dodelom ID broja poruke, imenom poruke i akcije kojom se šalje određena poruka.

Ako je nivo u bazenu nizak šalje se poruka čija je sintaksa:

SMSupis;LOGO=VM0,10,WORD.

Za slučaj greške komunikacije korisnicima se šalje poruka:

Text: ! 'Error: Stanica na Lokaciji 1 nedostupna.'

Ako je detektovana greška nivoa šalje se poruka :

Text: ! 'Error: Signal nivoa nije u redu. Senzor ili kabl je neispravan.'

Lokalne Ethernet adrese uređaja su redom:

1. PLC LOGO 8.2 Lokacija 2 bazen 192.168.0.103,
2. CMR modul 192.168.0.21,
3. PLC LOGO 8.2 Lokacija 1 vodozahvat 192.168.0.104,
4. CMR modul 192.168.0.11,
5. Touch HMI Panel KTP400 192.168.0.232

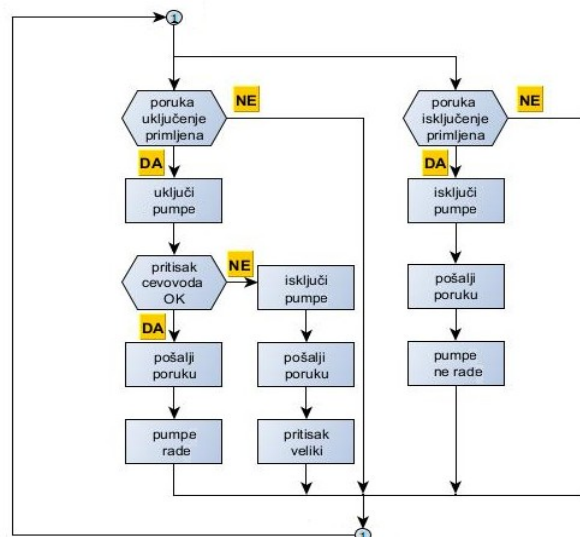
Na ovaj način omogućen je pristup mreži sa bilo koje od dve lokacije upotrebom mrežnih rutera.

Na lokaciji 2 upotrebom senzora za detekciju nivoa vrši se detekcija nivoa u više tačaka. Od interesa je minimalni i maksimalni nivo.

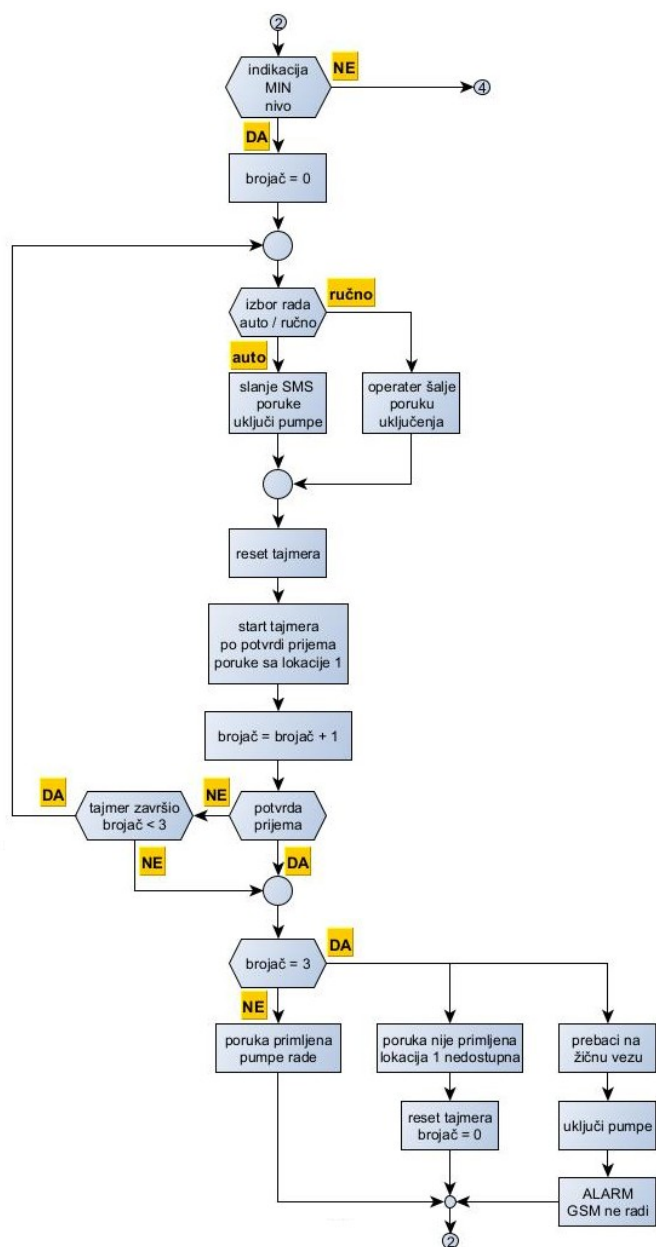
Kada nivo vode u tankovima padne ispod minimalne vrednosti vrši se uključivanje pumpi za dopremanje vode.

Isključenje pumpi vrši se u dva slučaja:

1. radni uslov isključenja, kad je dostignut željeni nivo vode u tankovima,
2. havarijsko isključenje, koje se obavlja ako se pritisak u cevovodu poveća iznad određene vrednosti.



Sl.5. Deo algoritma rada udaljenog postrojenja upotrebom SMS poruka (lokacija 1)



SI.5. Deo algoritma rada postrojenja upotrebom SMS poruka pri indikaciji minimalnog nivoa (lokacija 2)

Pored automatskog rada, postrojenje može da radi i u ručnom režimu, kada se uključenje ili isključenje obavlja pomoću HMI panela i relejnom komandom ili SMS porukama koje šalju operateri koji za to imaju definisane privilegije. Postrojenje može da radi i upotrebom "stare" žičane veze, pod uslovom da je SMS komunikacija isključena.

Neki od ulaza, izlaza koji se koriste na LOGO PLC na lokaciji 2 su redom:

1. I1 minimalni nivo,
2. I2 nivo 2,

3. I3 nivo 3,
4. I4 maksimalni nivo,
5. I5 izbor rada ručno ili automatski,
6. I6 izbor SMS ili žičana veza,
7. I7 greška komunikacije,
8. Q1 signal greške komunikacije,
9. Q2 signal indikacije greške usled prevelikog pritiska

Neki od ulaza, izlaza koji se koriste na LOGO PLC na lokaciji 1 su redom:

1. I2 dozvola rada,
2. I4 senzor pritiska (presostat),
3. Q1 uključenje isključenje pumpe.

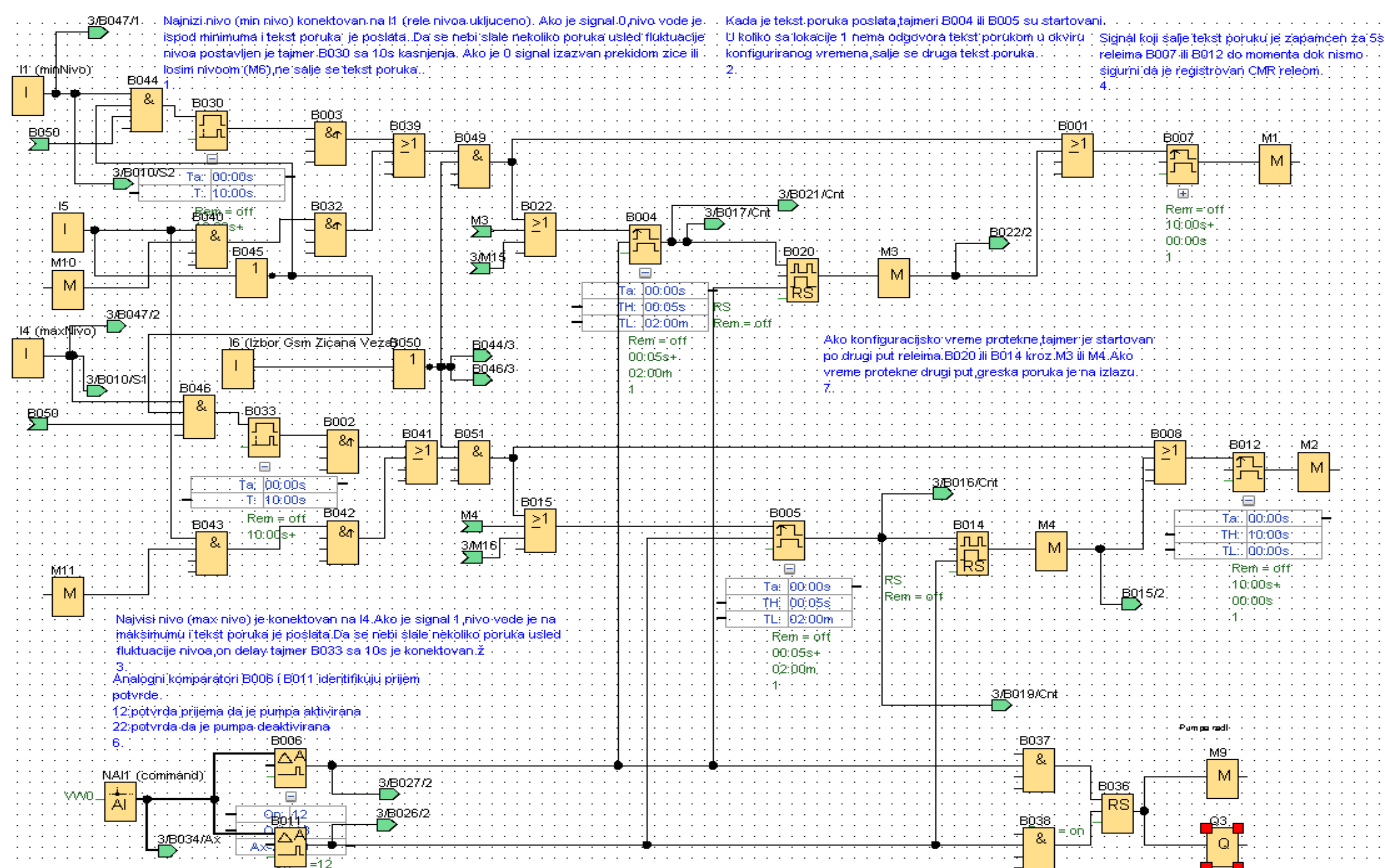
Na SI.4. prikazan je deo upravljačkog algoritma za uključenje, isključenje pumpi u udaljenom postrojenju. U slučaju povećanja pritiska u cevovodu senzor pritiska (presostat) isključuje pumpe.

Na SI.5. prikazan je deo upravljačkog algoritama postrojenja kada je nivo niži od minimalnog. U slučaju da se pojavi greška ili prekid u komunikacionom protokolu koji se trenutno koristi automatski se izvrši prelaz sa trenutnog na žičani tip komunikacije (žičanu vezu). Ako je trenutno aktivna SMS, prebacivanje se obavlja na žičanu vezu.

Softver za komunikaciju SMS porukama napisan je upotrebom Simensovog LOGO!Soft Comfort V8.2 alata za programiranje LOGO PLC kontrolera.

Na SI.6 dat je deo softvera koji se odnosi na slanje poruka za uključenje i isključenje pumpi u udaljenom pumpnom postrojenju (lokacija 1), kao i dela za prijem i obradu poruka koje šalje udaljeno postrojenje.

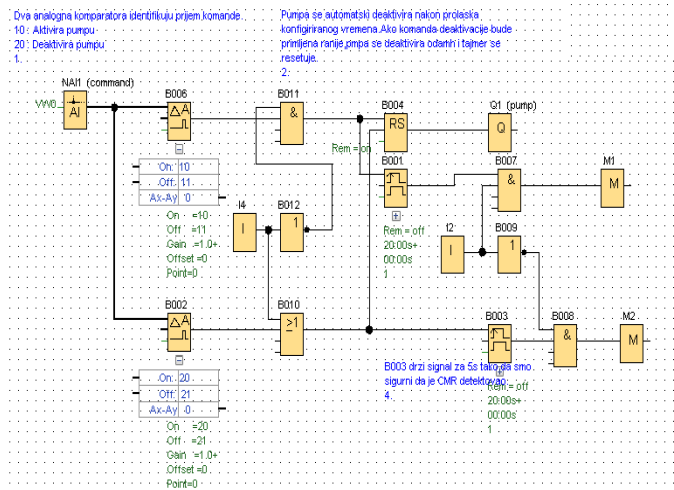
Kada nivo vode padne ispod minimalnog nivoa sa lokacije 2 šalje se prva SMS poruka. U slučaju fluktuacije nivoa usled talasanja vode a koja može uticati na sondu za signal minimalnog nivoa, signal aktivacije slanja poruke se filtrira upotrebom tajmera sa kašnjenjem od 10s instrukcije za detekciju rastuće ivice. Obezbeđeno da se svaki zahtev za slanje izvrši jedanput. Nakon slanja poruke aktivira se tajmer kojim je definisano maksimalno vreme potrebno da udaljeno pumpno postrojenje kojem je poslata poruka odgovori (60 s). Ovo vreme eksperimentalno je definisano tako da ne utiče na regulaciju nivoa. Ako vreme za odgovor istekne ista poruka se šalje i drugi put. Ukoliko odgovor sa udaljene lokacije 1 i u tom slučaju ne stigne, automatski se šalje poruka lokacija 1 je neaktivna. Poruka greške se ispisuje na HMI panel i šalje SMS poruka na brojeve koji su konfigurisani u CMR modulu. Komunikacija se automatski prebacuje na žičanu vezu. U režimu ručnog rada operater nadgleda rad postrojenja upotrebom HMI panela i odlučuje kada će da uključi ili isključi pumpe.



Sl.6. Deo softvera za slanje i prijem poruka za uključenje, isključenje i indicaciju rada pumpi pumpnog postrojenja

Deo softvera koji se koristi za uključenje isključenje pumpi na udaljenoj lokaciji 1 dat je na Sl.7. Poruka koja je primljena se poredi komparatorima B006 i B002. U koliko je primljena poruka koja se nalazi u registru VM0=10 na Logo PLC kontroleru se uključuje izlaz Q1 koji aktivira frekvencijski regulator za kontrolu rada pumpi. Odmah po prijemu vrši se slanje SMS poruke sa vrednosti '11' prema lokaciji 2 koji nosi informaciju da su pumpe startovane.

Ukoliko je primljena poruka VM0=20 izlaz Q1 se isključuje čime se rad frekventnog regulatora a samim tim i pumpi stopira. Po prijemu te poruke prema lokaciji 2 šalje se poruka sa vrednošću '22' pumpa isključena. Ukoliko se iz nekog razloga pritisak na cevovodu poveća senzor pritiska (presostat) detektuje nedozvoljenu vrednost pritiska, obavlja se havarijsko isključenje frekvencijskog regulatora pumpi. Prema lokaciji 2 šalje se poruka sa vrednošću '13', uključuje se alarm sa informacijom da je izvršeno havarijsko isključenje pumpi, pritisak povećan pumpe isključene. Takođe se šalje i SMS poruka operateru koji dalje preduzima potrebne mere.

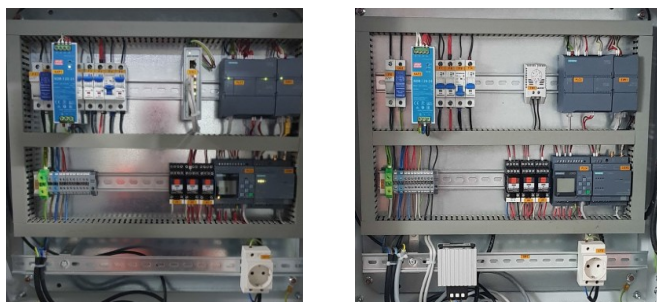


Sl.7. Deo softvera za uključenje isključenje pumpi u udaljenom pumpnom postrojenju

### III. REALIZACIJA UPRAVLJAČKE APLIKACIJE ZA UPRAVLJANJE NIVOOM VODE U REZERVOARU

Sekvencijalno upravljanje nivoom vode u bazenu na lokaciji 2 obavljeno je izradom dva upravljačka ormana za prenos poruka upotrebom SMS poruka i ormana sa relejnom logikom, kao i ormanom sa frekventnim regulatorom koji upravlja radom pumpi.

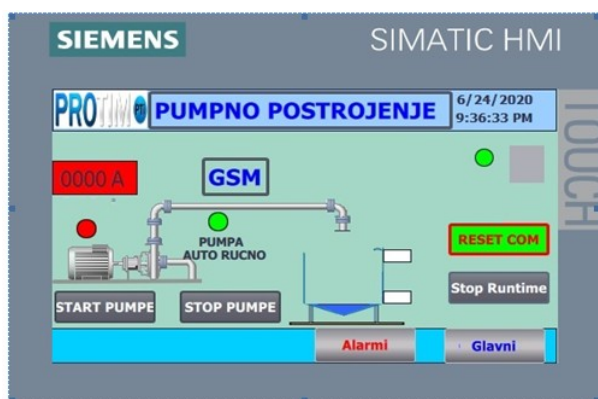
Na Sl.8 prikazan je upravljački orman na lokacijama 1 i 2 .



Sl.8. Upravljački ormani za upravljanje nivoom vode

U svakom od njih je postavljen po jedan LOGO PLC sa komunikacionim CMR modulom i S7 1200 PLC kontrolerom koji upravlja radom postrojenja pomoću žičane veze.

Na Sl.9 prikazan je HMI panel za nadzor postrojenja.



Sl.9. Prikaz HMI panela pri SMS komunikaciji

#### IV. ZAKLJUČAK

Za realizaciju ovakve vrste upravljačkih zadataka godinama se koristila samo žičana veza i prosta relejna logika. Izrade žičane veze za velike udaljenosti obično se realizuje u momentu izrade cevovoda, kada se paraleleno sa cevima polažu komunikacioni i napojni kablovi do udaljenije lokacije. U slučaju otkaza, oštećenja komunikacionih veza potrebno je ponovo otkopati deo trase kako bi se otkrio prekid u

komunikaciji, što iziskuje značajna sredstva. U novije vreme sve češće se koristi komunikacija SMS porukama upotrebom mreže mobilne telefonije. U radu je pored softvera i hardvera razvijenog za komunikaciju SMS porukama razvijen i deo softvera i hardver za komunikaciju preko žičane veze. Time je mogućnost otkaza sistema smanjena.

#### LITERATURA

- [1] Logo\_e, Manal Edition 06/2003, [https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att\\_82564/v1/Logo\\_e.pdf&ved=2ahUKEwjm-qQJz9n3AhUBlmoFHboXDvoQFnoECAkQAg&usq=AOvVaw07CoQzjU-TKxPeO7uedRlp](https://www.google.com/url?esrc=s&q=&rct=j&sa=U&url=https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82564/v1/Logo_e.pdf&ved=2ahUKEwjm-qQJz9n3AhUBlmoFHboXDvoQFnoECAkQAg&usq=AOvVaw07CoQzjU-TKxPeO7uedRlp)
- [2] SIMATIC NET LOGO! - Industrial Ethernet, LOGO! CMR2020, LOGO! CMR2040, Operating instruction, 05/2015, C79000-G8976-C356-02, [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/268/103657268/att\\_850514/v1/BA\\_LOGO-CMR2020-CMR2040\\_76\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/268/103657268/att_850514/v1/BA_LOGO-CMR2020-CMR2040_76_en-US.pdf)
- [3] SIMATIC, S7-1200 Programmable controller, System Manual, V4.3.0 02/2019, A5E02486680-AM, [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/129/109764129/att\\_974298/v1/s71200\\_system\\_manual\\_en-US\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/129/109764129/att_974298/v1/s71200_system_manual_en-US_en-US.pdf)
- [4] Hans Berger, Automating with SIMATIC S7-1200, Publicis, 2nd edition (June 10, 2013)
- [5] J.F. DiMarzio, Rutiranje, Kompjuter biblioteka, 2002
- [6] M. Fallahnejad, A new algorithm for connecting between LOGO and labview software, January 2012
- [7] G.Kozoris, M. Papoutsidakis, A. Chatzopoulos, Electropneumatic Positioning System Control With The Legendary LOGO! PLC, December 2017
- [8] L. Fang, Application of PLC technology in electrical engineering and automation control, January 2017

#### ABSTRACT

The paper describes the remote control of water supply pumps for the needs of the production process using Siemens Logo PLC controllers and appropriate GSM modules. In order to increase the reliability of the system, communication is performed in two ways using SMS messages and wired connection. Software and hardware for both types of communication were designed and implemented, as well as software for the HMI panel which manages and supervises the operation of the entire plant.

#### Water level and pump control using SMS messages

Igor Kocić, Zoran Jovanović