

**IOT SISTEM ZA PRAĆENJE PARAMETARA  
VODE U JEZERU - DEO 1: TEHNIČKO REŠENJE  
IOT SYSTEM FOR MONITORING PARAMETERS  
OF A LAKE WATER -- PART 1: TECHNICAL SOLUTION**

Filip Vasić, Miroslav Marković, Tijana Matejić  
Akademija Strukovnih Studija Šumadija, Odsek u Arandelovcu

**REZIME:** Ubrzanim razvojem čovečanstva, potrebe za prirodnim resursima ubrzano rastu. Neadekvatna upotreba prirodnih resursa, zajedno sa globalnim industrijskim trendovima, dovodi do toga da je sve manje dostupnih izvora čiste vode koju je moguće koristiti za piće. Tako je stvorena potreba da se vode i sektor za upravljanje vodama digitalizuje. Razvojem IT industrije i IoT koncepta je za pomenutu potrebu stvorena i velika mogućnost. U radu predstavljamo model sistema koji rešava problem praćenja parametara kvaliteta vode u jezerima, i date informacije prosleđuje serveru. Predstavljeni sistem se može primeniti i na drugim izvorima vode. Predstavljeni sistem se bazira na IoT konceptu, i sastoji se od tri celine. Jedna komponenta je izrađena na platformi NodeMCU, druga komponenta je implementirana na RPi platformi, a serverski deo sistema je odrađen u Django framework-u. U radu je opisan sistem i predstavljeno je jedno od mogućih rešenja, nakon čega je opisana primena pomenutog sistema, kao i prednosti koje se dobijaju primenom sistema. U zaključku rada su predstavljeni dalji koraci u razvoju opisanog sistema. Kroz rad su ispunjeni ciljevi rada i postignut je željeni doprinos rada.

**KLJUČNE REČI: REČI:** Kvalitet vode, IoT, Gateway, Industry 4.0, NodeMCU, Raspberry Pi MQTT, RestAPI

**ABSTRACT:** With the rapid development of humanity, the need for natural resources is growing rapidly. Inadequate use of natural resources, together with the global industrial trends, leads to fewer and fewer available sources of clean water that can be used for drinking. Thus, the need has appeared to manage and digitalize the water management sector. The development of the IT industry and the IoT concept has created a great opportunity for the mentioned need. In this paper, we present a model of the system that solves the problem of monitoring water quality parameters in lakes, and forwards the given information to the server. The presented system can be applied to other water sources as well. System is based on the IoT concept, and consists of three parts. One component is built on the NodeMCU platform, the other component is implemented on the RPi platform, and the server part of the system is done in the Django framework. The paper describes the system and presents one of the possible solutions, after which the application of the mentioned system is described, as well as the advantages obtained by applying the system. In the conclusion of the paper, the reader is presented with further steps in the development of the described system. Through the work, the goals of the work were met and the desired contribution of the work was achieved.

**KEY WORDS:** Water Quality, IoT, Gateway, Industry 4.0, NodeMCU, Raspberry Pi, MQTT, RestAPI

## 1. UVOD

Internet of things (IoT) je koncept koji ima za cilj da unapredi postojeće načine komunikacije. Komunikacija između dve osobe je dovedena do visokog nivoa, a očekuje se da IoT paradigma tu komunikaciju prenese i na uređaje, odnosno da unapredi komunikaciju između dva uređaja ili uređaja i čoveka [1]. Koncept "Industrije 4.0" odnosi se na četvrtu industrijsku revoluciju, a jedna od glavnih komponenti ovog koncepta je primena IoT u industriji. Industrija je raznovrstan sistem koji se sastoji od velikog broja heterogenih podsistema [2]. Poboljšavanje međusobne povezanosti industrijskih podsistema u direktnoj vezi je sa IoT konceptom. Kao što je navedeno, IoT ima za cilj povezivanje digitalnog i fizičkog sveta. Suprotno tipičnoj industrijskoj arhitekturi, Industrija 4.0 poboljšava upravljanje procesima. Glavni zadatak IoT koncepta je da unapredi procese prikupljanja, analiziranja i obrade dragocenih, a sada znatno lakše dostupnih informacija poteklih iz svih delova sistema. Industrijski IoT menja odnose mašina-čovek i mašina-mašina, kao i sveobuhvatnu interoperabilnost industrijskih sistema, a sve to u cilju poboljšanja analitičkog opisa okruženja i mogućnosti da se bolje donose odluke o upravljanju sistemom [2].

IoT se primenjuje na mestima gde je moguće prikupiti podatke iz realnog fizičkog sistema. Odgovarajući uređaji su povezani na mrežu, najčešće internet, putem WiFi-a, LTE i 5G

tehnologije, a mogu biti povezani preko gateway-a. Ovi uređaji mogu biti povezani u lokalnu mrežu (LTN), putem koje mogu komunicirati, razmenjivati informacije dobijene senzovima, kao i donositi nezavisne odluke. Gateway je uređaj koji komunikaciju u lokalnoj mreži prenosi na "oblak" (cloud), odnosno na nivo globalne mreže, interneta [1]. Polazeći od ovih činjenica, može se modelovati industrijski sistem koji primenjuje koncept gateway uređaja. Dodatni uslov koga ovaj uređaj treba da ispuni je primena u industrijskim postrojenjima i uslovima koje jedan industrijski uređaj treba da ispuni (stabilnost rada, temperatura, vlažnost i drugi parametri okruženja).

U ovom radu je predstavljen model implementacije sistema, sa svim njegovim komponentama, za merenje parametara vode na udaljenoj lokaciji, kao što su jezera, reke i drugo. Predstavljeni sistem ispunjava sve uslove za nesmetano funkcionisanje na udaljenoj lokaciji. Cilj rada je prikazivanje mini-sistema za merenje kvaliteta vode u jezeru, kao i trenutnog nivoa vode u jezeru. Cilj je prikazati sistem koji je za datu svrhu moguće primeniti u realnim uslovima okruženja kao što je jezero, udaljene lokacije u prirodi, bez sigurnog napajanja električnom energijom, i bez lakog pristupa žičanoj konekciji interneta. Sistem predstavljen u ovom radu je izrađen na NodeMCU platformi, uz primenu adekvatnih senzora. Komunikaciju sistem ostvaruje putem Gateway uređaja koji je implementiran na RPi platformi. Kao "backend" sistema, odnosno server, služi Django API server, sa MySQL bazom podataka.

Zbog obimnosti celog sistema, rad će se sastojati iz dva dela. U prvom delu se prikazuje tehničko rešenje sistema. U drugom delu rada biće predstavljena softverska implementacija datog sistema i njegovih komponenti. Projekat je nastao u saradnji sa javnim preduzećem iz Arandjelovca, koji ima akumulaciono jezero u selu Garaši, i koje služi za napajanje celog grada pijaćom vodom.

Željeni doprinos rada je opis sistema koji je jednostavno primeniti u navedenim uslovima, a koji donosi velike benefite zajednici, odnosno može olakšati upravljanje prirodnim resursima kao što je jezero. Prikazani sistem može imati primenu u očuvanju rezervoara pijaće vode, kao i izučavanju prirodnih staništa, voda, jezera, reka, i slično.

## 2. PREGLED LITERATURE

U tehničkom svetu, kompatibilnost hardvera i softvera je obično bazirana na standardima. Kako je IoT koncept koji je još uvek u razvoju bez centralizovanog koordinirajućeg tela, broj implementacija i standarda je veliki [1]. Za većinu problema ne postoji samo jedno rešenje, već postoji veliki broj istraživanja i teorija na temu arhitekture u oblasti IoT [3, 4, 5]. Kako je koncept IoT dosta nepoznat široj javnosti, jer je sama tehnologija nova, potrebno je uložiti trud u podizanje svesti ljudi i edukaciju mladih, a u vezi pitanja kao što su: šta je to IoT, koje sve koristi može doneti, kao i na koje sve načine se može primeniti. Postoji i dosta literature na temu IoT i edukacije [6, 7, 8]. U ovim radovima su jasno izneti problemi do kojih dolazi pojavom svake nove tehnologije, a takođe su predloženi modeli njihovih rešenja. Pored veze IoT i edukacije, u literaturi [9, 10, 11, 12] je IoT primenjen u svrhu edukacije kroz praktične primere, a sa dva cilja: opšta IT edukacija, i edukacija o konkretno IoT konceptu.

Pored primene IoT u edukaciji, veliki je spektar primene IoT u raznim projektima sa praktičnom primenom. U radovima koji se bave ovom problematikom su prikazani praktični projekti, uglavnom na primerima prikupljanja bitnih informacija iz fizičkih sistema. Tako se, na primer, snimaju parametri okruženja [13, 14], i vrši automatizacija bazirana na IoT-u [15, 16]. Brojni su i radovi poređenja određenih IoT platformi, kao na primer [17] na temu poređenja Arduino i NodeMCU platforme.

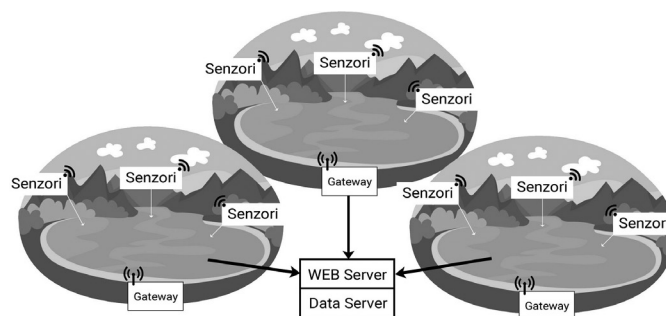
Uz rast primene IoT, složenost sistema takođe raste. Sa porastom složenosti sistema, potrebna je dodatna interna obrada podataka, filtriranje, provera, testiranje i slično. Ujedno se javlja i potreba za uvođenjem međusloja između krajnjih tačaka sistema IoT i interneta, a u cilju bezbednosti, interoperabilnosti različitih sistema i podsistema, i slično. Zbog svoje pozicije u sistemu, na izlazu sistema prema internetu, ovakvi uređaji se najčešće nazivaju “kapija/prolaz”, odnosno na engleskom “gateway”. Postoje razne teorije i modeli dizajna jednog ovakvog uređaja [18]. Za implementaciju jednog gateway uređaja se mogu koristiti komercijalne platforme [19], ali postoje i primeri prilagođavanja drugih uređaja za obavljanje poslova gateway-a [20]. U literaturi se mogu naći i specifični primeri rešavanja problema gateway uređaja; na primer, u [1] autori opisuju primenu pametnog telefona kao gateway uređaja.

U ovom radu je prikazan jedan distribuirani sistem za praćenje kvaliteta i nivoa vode u jezerima. Sistem je baziran na IoT konceptu; kao uzor za ovaj rad poslužio je [21]. Pored standardnih sistema, u nekim radovima autori su opisivali i napredne/pametne sisteme za snimanje kvaliteta vode, pa tako u [22] autori opisuju pametni sistem praćenja kvaliteta vode. U radu [23] predstavljen je koncept “izmenjivog” pametnog sistema. Pored snimanja kvaliteta vode u laboratorijskim uslovima, u određenim slučajevima potrebno je snimati parametre na licu mesta, odnosno u manje kontrolisanim uslovima. Tako je u [24] predstavljen sistem za snimanje parametara kvaliteta vode u uslovima akvakulture, koji su manje kontrolisani u odnosu na laboratoriju, ali više kontrolisani od prirodnih voda. Pored sistema koji snimaju parametre radi analize, za određene primene je potrebno snimati parametre u realnom vremenu, kao na primer u [25, 26].

## 3. MODEL I IMPLEMENTACIJA SISTEMA

Prvo će biti predstavljena arhitektura sistema i apstraktni pogled na sâm sistem, zatim komunikacija između njegovih delova, zatim hardverska implementacija, i na kraju softverska komponenta sistema. Sistem koristi razne tehnologije: od Arduino platforme i senzora, preko Raspberry Pi računara, sve do servera baziranog na Django WEB framework-u. Sistem predstavlja distribuiranu arhitekturu, koja ima mogućnost velike skalabilnosti, što znači da je moguće proširiti primenu bez potrebe da se sama arhitektura sistema u osnovi menja. Pored toga što je sistem distribuiran, baziran je na konceptu IoT.

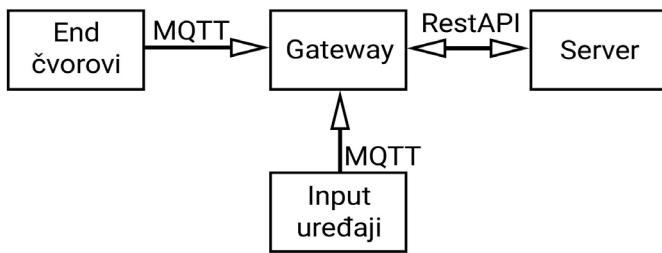
Na Slici 1 je prikazan apstraktni model sistema, koga čine senzori koji su postavljeni u jezerskoj vodi, i Gateway uređaj, na koga se vezuje n senzorskih čvorova. Broj Gateway uređaja, odnosno jezera povezanih na sistem, nije ograničen. Poslednja komponenta sistema su serveri, koji vrše komunikaciju sa svim Gateway uređajima u sistemu. Detalji o samoj komunikaciji između komponenti sistema biće dati u nastavku.



Slika 1. Apstraktni prikaz modela sistema

### 3.1. Komunikacija u sistemu

Komunikacija u sistemu se obavlja između njegovih komponenti, kroz tri različita kanala, na dva različita protokola komunikacije. Centralna jedinica sistema, sa kojom sve ostale celine sistema komuniciraju, je Gateway uređaj. Na Slici 2 šematski su prikazani tokovi komunikacije kao i osnovne komponente sistema, i protokoli za komunikaciju.



Slika 2. Komunikacija u sistemu

Na Slici 2 su pod modulom “end-čvorovi” predstavljeni svi senzori koji se postavljaju na jednom jezeru, povezani najčešće putem Arduina ili ESP8266 modula. Oni sa Gateway uređajem komuniciraju bežičnim putem, WiFi-jem. Komunikacija se obavlja putem MQTT protokola. Na istom principu funkcioniše i komunikacija sa uređajima za konfiguraciju sistema, odnosno sa pametnim telefonom pomoću koga se može izvršiti rekonfiguracija Gateway uređaja.

Komunikacija se može podeliti i na unutrašnju (odnosno unutar sistema postavljenog na jednom jezeru), koja se obavlja putem MQTT protokola, i na spoljnu, odnosno komunikaciju celog sistema sa internetom (Django serverom), i koja se obavlja putem RestAPI protokola. Više o ova dva protokola biće dato u nastavku. Gateway uređaj u ovakvoj implementaciji obavlja tri glavna zadatka:

- 1) MQTT brokera
- 2) centralne jedinice koja prikuplja i na odgovarajući način filtrira informacije
- 3) komunikacije sa serverom

### 3.1.1. MQTT protokol i terminologija

MQTT protokol je otvoreni OASIS i ISO standard [27]. U pitanju je nezahtevan mrežni protokol koji se bazira na principu objavi-pretplati se. Namenjen je za prenos poruka između uređaja, a glavna prednost mu je što se uređaji ne opterećuju teškim programskim kodom, što je bitno kada je kapacitet mreže ograničen. Protokol se uglavnom implementira na TCP/IP mrežnom protokolu, ali to nije obaveza [28].

Centralni deo protokola je MQTT Broker: to je softver koji obavlja poslove “poštara”. Broker se može implementirati lokalno ili udaljeno (na cloudu), a može se koristiti i rešenje “trećeg lica”, odnosno zakupljeni kanal. Princip funkcionisanja je jednostavan: kada uređaj ima potrebne informacije za objavljivanje, šalje ih brokeru, koji zatim date informacije dalje prosleđuje svim pretplatnicima. Informacije se identifikuju pomoću “tema”: na neku temu se objavljuju informacije i na nju se uređaji mogu pretplatiti [27]. Protokol predviđa i veliki broj sigurnosnih opcija, na primer ko ima koja prava i na koje teme može da se pretplati, i slično. Sistem takođe predviđa kvalitet isporuke informacija (QOS); postoje tri nivoa kvaliteta isporuke: najviše jednom, barem jednom i tačno jednom [27].

### 3.1.2. RestAPI standard protokola

REST je skraćenica od “Representational state transfer” koji se odnosi na stil veb arhitekture koji ima mnogo podkarakteristika i koji upravlja ponašanjem klijenata i servera. Veb servis koji je izrađen u arhitekturi REST stila naziva se RESTful veb servis: on obezbeđuje kompatibilnost između računarskih sistema na internetu [29].

RESTful veb usluga se najčešće implementira korišćenjem HTTP-a i zasniva na principima REST-a. To je kolekcija resursa sa tri definisana aspekta:

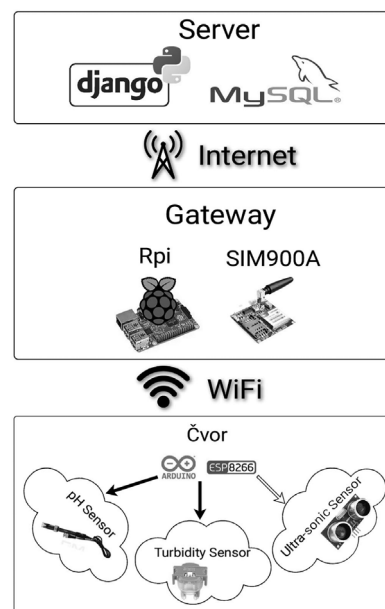
- 1) Baza URL (pristupnih tačaka)
- 2) Internet medija, to jest tipa podataka koji je podržan od strane veb službe. To je najčešće JSON, XML ili YAML, ali može biti i bilo koji drugi validni tip internet medija ukoliko ima validni hipertekst standard
- 3) Set operacija podržan od strane veb usluga koje koriste HTTP metode (GET, PUT, POST ili DELETE) [29].

Primenom datog standarda protokola i date softverske arhitekture na sistemu omogućava se kompatibilnost arhitekturno različitih delova sistema. U datom sistemu moguća je komunikacija između implementiranog gateway uređaja i bilo kojeg servera, samo je potrebno da server implementira odgovarajući RestAPI standard protokol (pristupne tačke, tip podatka i odgovarajuće operacije).

### 3.2. Implementacija sistema

U ovoj podsekciji se predstavlja hardverska implementacija sistema, odnosno jedan od praktičnih načina na koji se dati sistem može implementirati.

Na Slici 3 prikazana je implementacija modela rešenja: prikazane su korišćene komponente, podeljene po segmentima sistema.



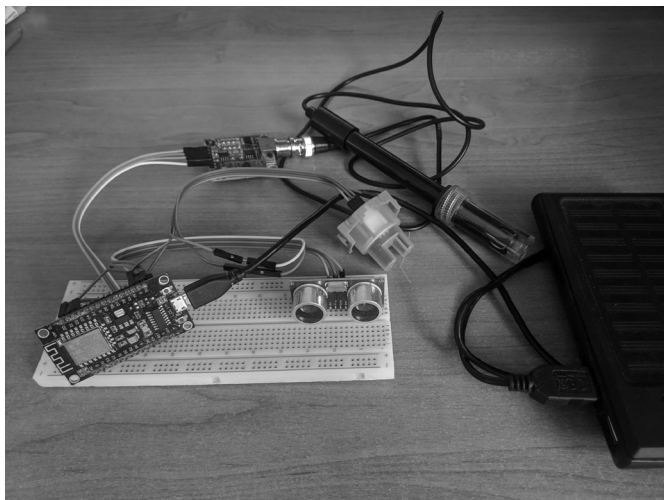
Slika 3. Blok prikaz modela rešenja

Sistem se sastoji od tri segmenta, i dva načina međusobne komunikacije. Na “dnu” sistema se nalazi segment koji je nazvan “Čvor”: ovaj segment predstavlja same senzore koji se postavljaju na jednom ili više mesta na svakom jezeru. Segment se sastoji od korišćenih senzora, i ESP8266 platforme. Dati segment sa ostatkom sistema komunicira putem bežične mreže, WiFi-a. U sredini sistema se nalazi Gateway uređaj, koji je za potrebe ovog sistema implementiran na platformi Raspberry Pi. Na datu platformu je povezan i SIM900A modul za potrebe bežične komunikacije na udaljenom mestu, sa ostatkom sistema, putem interneta. Na samom “vrhu” sistema se nalazi server, koji je implementiran u Django framework-u, koji podatke čuva na Data serveru Mysql baze podataka.

### 3.2.1 Hardver: čvor

Čvor predstavlja deo sistema koji se postavlja na licu mesta, i direktno obavlja merenje parametara vode. U prikazanom načinu implementacije, centralna komponenta čvora je platforma ESP8266, koja sadrži jeftini mikročip, dosta slična Arduino platformi. Data razvojna ploča u sebi sadrži integrisan WiFi čip, čime je razvoj rešenja na udaljenim mestima znatno olakšan.

Na Slici 4 je prikazan celokupan hardver čvora, povezan u celinu. Čvor se sastoji od: glavne centralne jedinice (NodeMCU), senzora za merenje pH vrednosti vode, senzor zamućenosti vode (Turbidity) i ultra-sonic senzora za merenje daljine na osnovu zvuka (za merenje nivoa vode). Pored navedenih elemenata, sa desne strane je prikazana eksterna baterija sa solarnim panelom, sa kojom je ceo sistem povezan putem USB-a, i koja služi da napaja sistem na jezeru. U toku dana, solarna energija napaja ceo sistem, a u toku noći se sistem napaja iz eksterne baterije.



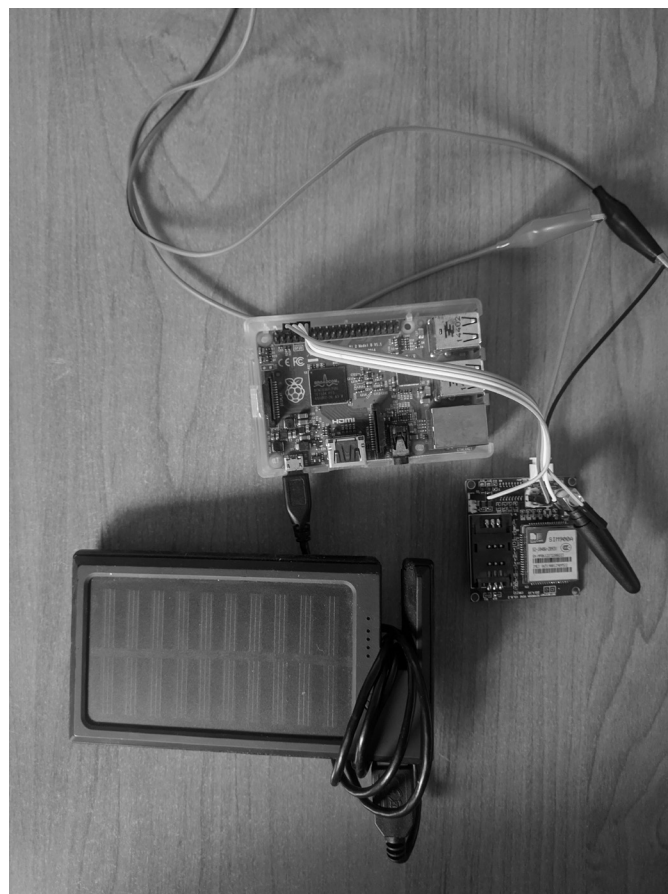
Slika 4. Segmenti čvora povezani u celinu

### 3.2.2. Hardver: Gateway

Gateway je komponenta sistema koja je zadužena za povezivanje i međusobnu komunikaciju drugih komponenti. Ovde

je izrađena na platformi RPi. Sam uređaj izvršava dve osnovne funkcije: prvo, komunicira sa serverom i šalje odgovarajuće izveštaje sa podacima. Druga je funkcija MQTT Brokera, koji komunicira sa čvorovima na koje su povezani senzori i prihvata odgovarajuće poruke od krajnjih tačaka sistema. Uz pomoć odgovarajuće Android aplikacije je moguće rekonfigurirati sam Gateway uređaj, kako bi sistem u toku rada bio lakše podešavan. Ovaj deo sistema obavlja komunikaciju pomoću dva protokola i putem dva kanala komunikacije. Uređaj sadrži WiFi karticu i povezan je na SIM900A modul, koji uređaju omogućava povezivanje na mobilnu mrešu putem odgovarajuće SIM kartice.

Na Slici 5 je prikazan Gateway uređaj koji je povezan sa svim komponentama. U levom uglu Slike 5 je eksterna baterija sa solarnim panelom, koja se koristi za napajanje ovog segmenta sistema, isto kao i čvorovi.



Slika 5. Gateway komponenta sistema

### 3.2.3. Hardver: server

Serverska komponenta sistema se nalazi na standardnom PC računaru, sa AMD Ryzen procesorom (8 jezgara) i 16GB RAM-a. Računar je povezan na internet, i konfigurisan tako da mu se može pristupiti izvan lokalne mreže, a podešena mu je statička IP adresa. Na računaru su instalirani Django i MySQL server. Sam server prikuplja informacije od čvorova i čuva ih, obrađuje i prikazuje korisnicima po potrebi.

#### 4. PRIMENA

Predstavljeni sistem je predviđen da se se primenjuje na određivanje parametara vode u jezerima, a u svrhu konstantne real-time analize i kontrole kvaliteta vode. Takođe se može koristiti u svrhe izučavanja promena do kojih dolazi u vodi tokom određenih perioda tokom dana, ili usled određenih vremenskih prilika u toku godine (zima-letno, kiša-suša). Pored navedenih primera primene, moguće je pratiti količinu dostupne vode, odnosno kontrolu potrošnje vode u jezerima koja se koriste kao izvor vode za piće, ili kao akumulacija za proizvodnju električne energije. Sistem daje mogućnost snimanja parametara u realnom vremenu, kao i u toku dužeg vremenskog periodu, što mu daje dodatnu vrednost agilnosti, odnosno izmenjivosti. Predstavljeni sistem je moguće primeniti i na druge izvore vode, kao što su reke, ribnjaci i mora.

Sam sistem nije celovito testiran u realnim uslovima primene, na samom jezeru, jer to u ovom trenutku nije bilo moguće. Prvobitno je svaka od komponenti sistema testirana zasebno, kao izdvojena celina. Server je testiran sa reprezentativnim podacima za ispitivanje, i utvrđeno je pravilno funkcionisanje. Zatim su testirane funkcionalnosti "gateway" uređaja, i njihov pravilan rad u odgovarajućim uslovima, odnosno odgovarajućim situacijama. Poslednja celina sistema, čvor, testiran je tako što je svaka hardverska komponenta predstavljena u ovom radu testirana zasebno: pH senzor je proveren na nekoliko referentnih vrednosti i pokazao se kao pouzdan za primenu opisanu u ovom radu; senzor za merenje daljine koji se bazira na ultrazvučnom signalu je testiran sa referentnim vrednostima stanja vode u posudi. Nakon zasebnih testiranja, celokupan sistem je testiran, u laboratorijskim uslovima, kao celina. Testiranje je obavljeno u kontrolisanim uslovima, u zatvorenom prostoru, a metod je sledeći: iz reprezentativnog jezera (Garaško jezero, kod Arandelovca) su uzeti uzorci vode, koji su u manjoj posudi predstavljali zamenu za stvarne uzorke vode u jezeru. Nivo vode u jezeru je simuliran pokretanjem senzora uperenog u zid. Svi podaci su zatim logovani na serveru, i kasnije analizirani. Na osnovu datog testa se može zaključiti da sistem funkcioniše u kontrolisanim uslovima, bez većih problema.

Ono što ovakvim testom nije postignuto je provera rada u realnim uslovima, na samom jezeru, i to je smer u kojem se može dalje raditi na samom projektu. Kako bi sistem bio postavljen na lokaciji, potrebno je doraditi nekoliko dodatnih modula sistemu, a koji nisu tema ovog rada. Potrebno je fizički izraditi platformu ili kućište u kojem će elementi sistema biti montirani, kao i fizičke elemente pomoću kojih bi se olakšalo merenje. To bi bila cev, unutar koje bi se postavio ultrasonični senzor, a koja bi služila da ograniči spoljne efekte, koji bi uticali na merenje vodostaja u jezeru. Takođe je potrebno napraviti sistem sa vodenom pumpom koja bi uzorak vode iz jezera podizala na adekvatnu visinu, kako bi senzori sistema merili parametre, odnosno ovaj deo sistema bi radio posao koji je u ranije pomenutom testu rađen ručnim uzimanjem uzoraka vode iz jezera.

#### 5. ZAKLJUČAK

I pored velikih prednosti koje bi donela primena sistema predstavljenog u ovom radu, takvog sistema u Republici Srbiji nema. U radu je predstavljen model sistema za koji su potrebna minimalna ulaganja i minimalno vreme za pokretanje.

U radu je predstavljen sistem koji se sastoji iz tri glavne komponente, čvora, gateway uređaja i servera. Svaka od komponenti je zasebno opisana i predstavljen je jedan od načina implementacije, koji se postavlja kao predloženo rešenje, koje je kasnijom doradom moguće izmeniti. Takođe su predstavljeni problemi u radu svake od komponenti i dat je model rešenja za svaki od predstavljenih problema. Nakon predstavljenog modela, sistema i rešenja, opisana je oblast primene predstavljenog sistema, odnosno opisana su sva ona mesta na kojima je moguće primeniti dati sistem, i navedene su prednosti primene datog sistema u datim uslovima. Na samom kraju opisan je metod testiranja sistema u laboratorijskim uslovima, i predstavljene su potrebne dorade, kako bi sistem bio postavljen na lokaciji, jezeru.

#### 6. LITERATURA

- [1] Aloï, G., Caliciuri, G., Fortino, G., Gravina, R., Pace, P., Russo, W., & Savaglio, C. (2016, April). A mobile multi-technology gateway to enable IoT interoperability. In 2016 IEEE First International Conference on Internet-of-Things Design and Implementation (IoTDI) (pp. 259-264). IEEE.
- [2] Zolotová, I., Bundzel, M., & Lojka, T. (2015, September). Industry IoT gateway for cloud connectivity. In *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems* (pp. 59-66). Springer, Cham.
- [3] Ning, H., & Hu, S. (2012). Technology classification, industry, and education for Future Internet of Things. *International Journal of Communication Systems*, 25(9), 1230-1241.
- [4] Alsaadi, E., & Tubaishat, A. (2015). Internet of things: features, challenges, and vulnerabilities. *International Journal of Advanced Computer Science and Information Technology*, 4(1), 1-13.
- [5] Embong, a. H. B., Akbar, m. A., & Rashid, m. M. (2019). Design and development of multipurpose educational and research platform (merp) for learning control and iot technologies. *Journal of engineering science and technology*, 14(2), 747-762.
- [6] Gul, S., Asif, M., Ahmad, S., Yasir, M., Majid, M., Malik, M. S. A., & Arshad, S. (2017). A survey on role of internet of things in education. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 17(5), 159-165.
- [7] Bagheri, M., & Movahed, S. H. (2016, November). The effect of the Internet of Things (IoT) on education business model. In 2016 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS) (pp. 435-441). IEEE.
- [8] Banica, L., Burtescu, E., & Enescu, F. (2017). The impact of internet-of-things in higher education. *Scientific Bulletin-Economic Sciences*, 16(1), 53-59.
- [9] Cornel, C. E. (2015). The role of internet of things for a continuous improvement in education. *Hyperion Economic Journal*, 2(3), 24-31.
- [10] Zhamanov, A., Sakhiyeva, Z., & Zhaparov, M. (2018). Implementation and evaluation of flipped classroom as IoT element into learning process of computer network education. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE)*, 14(2), 30-47.

- [11] Gómez, J., Huete, J. F., Hoyos, O., Perez, L., & Grigori, D. (2013). Interaction system based on internet of things as support for education. *Procedia Computer Science*, 21, 132-139.
- [12] Kortuem, G., Bandara, A. K., Smith, N., Richards, M., & Petre, M. (2012). Educating the Internet-of-Things generation. *Computer*, 46(2), 53-61.
- [13] Kodali, R. K., & Mandal, S. (2016, December). IoT based weather station. In 2016 International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICCT) (pp. 680-683). IEEE.
- [14] Kodali, R. K., & Sahu, A. (2016, December). An IoT based soil moisture monitoring on Losant platform. In 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I) (pp. 764-768). IEEE.
- [15] Tonage, S., Yemul, S., Jare, R., & Patki, V. (2018). IoT based home automation system using NodeMCU ESP8266 module. *International Journal of Advance Research and Development*, 3, 332-334.
- [16] Perumalla, B. K., & Babu, M. S. (2016). An Intelligent Traffic and Vehicle Monitoring System using Internet of Things Architecture. *Int. Jou. of Sci. and Res*, 5(11).
- [17] Bento, A. C. (2018). IoT: NodeMCU 12e X Arduino Uno, Results of an experimental and comparative survey. *International Journal*, 6(1).
- [18] Li, G., Zhang, W., & Zhang, Y. (2014). A design of the IOT gateway for agricultural greenhouse. *Sensors & Transducers*, 172(6), 75.
- [19] Macias, J., Pinilla, H., Castellanos, W., Alvarado, J., & Sánchez, A. (2020). Design and Implementation of a Multiprotocol IoT Gateway. *arXiv preprint arXiv:2001.08171*.
- [20] Zhu, Q., Wang, R., Chen, Q., Liu, Y., & Qin, W. (2010, December). Iot gateway: Bridging Wireless sensor networks into internet of things. In 2010 IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (pp. 347-352). IEEE
- [21] Daigavane, V. V., & Gaikwad, M. A. (2017). Water quality monitoring system based on IoT. *Advances in Wireless and Mobile Communications*, 10(5), 1107-1116.
- [22] Prasad, A. N., Mamun, K. A., Islam, F. R., & Haqva, H. (2015, December). Smart water quality monitoring system. In 2015 2nd Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering (APWC on CSE) (pp. 1-6). IEEE.
- [23] Myint, C. Z., Gopal, L., & Aung, Y. L. (2017, May). Reconfigurable smart water quality monitoring system in IoT environment. In 2017 IEEE/ACIS 16th International Conference on Computer and Information Science (ICIS) (pp. 435-440). IEEE.
- [24] Encinas, C., Ruiz, E., Cortez, J., & Espinoza, A. (2017, April). Design and implementation of a distributed IoT system for the monitoring of water quality in aquaculture. In 2017 Wireless Telecommunications Symposium (WTS) (pp. 1-7). IEEE.
- [25] Chowdury, M. S. U., Emran, T. B., Ghosh, S., Pathak, A., Alam, M. M., Absar, N., ... & Hossain, M. S. (2019). IoT based real-time river water quality monitoring system. *Procedia Computer Science*, 155, 161-168.
- [26] Vijayakumar, N., & Ramya, A. R. (2015, March). The real time monitoring of water quality in IoT environment. In 2015 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS) (pp. 1-5). IEEE.
- [27] OASIS Standard, MQTT Version 5.0, (2019), Dostupno na: <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.html>, (Pristupljeno: 15.02.2021.)
- [28] Hunkeler, U., Truong, H. L., & Stanford-Clark, A. (2008, January). MQTT-S—A publish/subscribe protocol for Wireless Sensor Networks. In 2008 3rd International Conference on Communication Systems Software and Middleware and Workshops (COMSWARE'08) (pp. 791-798). IEEE.
- [29] Masse, M. (2011). REST API Design Rulebook: Designing Consistent RESTful Web Service Interfaces. “O’Reilly Media, Inc.”.



**Filip Vasić, asistent**, Akademija strukovnih studija Šumadija, Odsek u Aranđelovcu  
**Kontakt:** fvasic@asss.edu.rs  
**Oblast interesovanja:** Programiranje, Baze podataka, Algoritmi i optimizacija



**Dr Miroslav Marković, profesor strukovnih studija**, Akademija strukovnih studija Šumadija, Odsek u Aranđelovcu  
**Kontakt:** mmarkovic@asss.edu.rs  
**Oblast interesovanja:** embedded sistemi, algoritmi i optimizacija



**prof Tijana Matejić, viši predavač**, Akademija strukovnih studija Šumadija, Odsek u Aranđelovcu  
**Kontakt:** tmatejic@asss.edu.rs  
**Oblast interesovanja:** Informacioni sistemi, Baze podataka







---

---

CIP – Каталогизacija u publikaciji Narodna biblioteka Srbije, Beograd 659.25:004

**INFO M** : časopis za informacione tehnologije i multimedijalne sisteme = journal of Information technology and multimedia systems / glavni i odgovorni urednik Miroslav Minović. - [Štampano izd.]. - God. 1, br. 1

(2002)- . - Beograd : Fakultet organizacionih nauka, 2002- (Smederevo : Newpress). - 30 cm

Dva puta godišnje. - Je nastavak: Info Science = ISSN 1450-6254. - Drugo izdanje na drugom medijumu: Info M (Online) = ISSN 2683-3646

ISSN 1451-4397 = Info M (Štampano izd.)

COBISS.SR-ID 105690636

---

---