

# SISTEM ZA NADZOR I KONTROLU USLOVA U PLASTENIKU ZASNOVAN NA MIKROPROCESORSKIM MERNIM MODULIMA

Milan Šaš, Đorđe Novaković, *Member, IEEE*

**Apstrakt**—Ovaj rad prikazuje sistem za nadzor i upravljanje uslovima u plasteniku ili stakleniku. Osnovni delovi ovog sistema su Raspberry Pi 3 i Easy PIC Pro V7 razvojni sistem sa mikrokontrolerom PIC18F8K22. Kao senzore sistem koristi click pločice Illuminance, DHT22 i Air Quality 2. Kao protokoli koriste se I2C, One-Wire i UART za komunikaciju. Na RPi3 se nalazi GUI aplikacija, realizovana u Python programskom jeziku, koja komunicira sa mikrokontrolerom, prikuplja merene vrednosti, obrađuje i prikazuje te vrednosti i smešta ih u MongoDB bazu podataka. Dodatno, aplikacija omogućava upravljanje vodenom pompom, ventilima, grejalicom, ovlaživačem, svetlom i regulacijom CO<sub>2</sub>. Pored aplikacije na RPi3 nalazi se i Flask server koji omogućava online pristup merenim podacima.

**Ključne reči**—Mikroprocesorski merno-akvizicioni sistemi; Nadzor; Upravljanje; Raspberry Pi 3; Python; PyQt5; MongoDB; Flask; GUI; Senzori.

## I. UVOD

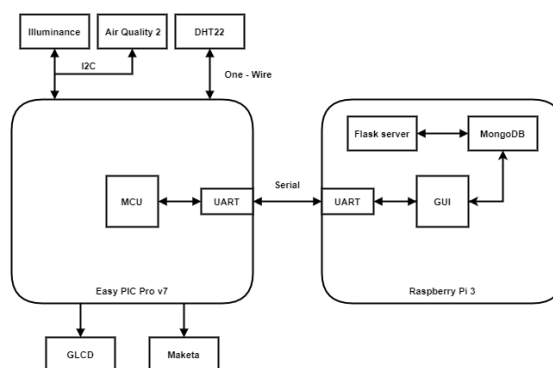
U današnjem vremenu možemo videti kako tehnologija sve više prodire u ljudske živote i nalazi primenu u skoro svim oblastima rada. Polako ali sigurno tehnologija pronalazi svoj put i primenu u poljoprivredi i uzgoju raznih povrtarskih kultura. Trenutno najveći doprinos tehnologija daje u povećanju kvaliteta i ukupnom prinosu kultura koje se gaje. Svakom poljoprivredniku ili proizvođaču koji ima plastenik ili staklenik kvalitet finalnog proizvoda i količina u kojoj se proizvede su dva najbitnija parametra u daljem planiranju u razvoju. Ovaj sistem je razvijen sa ciljem da pomogne krajnjem korisniku u dostizanju željenog kvaliteta i kvantiteta ciljanog proizvoda tako što će obezbediti kontrolu i postizanje optimalnih uslova u kojima se kulture gaje. U takvim uslovima kulture postižu visok kvantitet i kvalitet. Velika prednost ovog sistema je što objedinjuje sve informacije na jednom mestu i pojednostavljuje kontrolu uređaja koji se nalaze u objektu. Drugim rečima, ovim sistemom su objedinjeni različiti sistemi koji bi funkcionisali nezavisno,

Milan Šaš - Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (email: milan.sas.97@gmail.com)

Đorđe Novaković - Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (email: djordjenovakovic@uns.ac.rs)

kao što su sistemi za navodnjavanje, grejanje, osvetljenje, regulaciju vlažnosti i nivoa CO<sub>2</sub>. Krajni korisnik primenom ovog sistema dobija centralizovano upravljanje celim objektom sa smanjenim troškovima implementacije.

Sistem je razvijen u sklopu više predmeta na Katedri za električna merenja na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu [1]. Grubo se može podeliti na dve celine gde bi prvi deo bilo razvojno okruženje Easy PIC Pro 7 [2] sa mikrokontrolerom PIC18F8K22 [3] i senzorima koji se nalaze na click pločicama Illuminance [4], DHT22 [5] i Air Quality 2 [6] koji mere nivo osvetljenja, temperaturu, vlažnosti vazduha i nivo CO<sub>2</sub>, što su neke od glavnih veličina koje se prate u plasteniku ili stakleniku. Drugi deo sistema čini Raspberry Pi 3 [7] na kom se nalazi GUI (Graphical User Interface) aplikacija realizovana u Python [8] programskom jeziku pomoću biblioteke PyQt5 [9] i Qt Designer-a [10] za dizajn samog izgleda. Pored aplikacije, na RPi3 nalazi se Python skripta koja predstavlja server za online pristup merenim veličinama. Na kraju, kako bi sačuvali sve merene vrednosti koristi se MongoDB [11] baza podataka kojoj pristupaju aplikacija koja upisuje podatke i server koji pristupa podacima. Na slici 1. je data blok šema celog projekta.



Sl. 1 Blok šema projekta

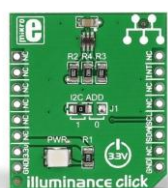
Sistem funkcioniše tako što senzori očitane vrednosti šalju mikrokontroleru na obradu preko protokola. Mikrokontroler obrađene podatke šalje aplikaciji putem serijske komunikacije. Pristizanjem svakog novog podatka vrši se osvežavanje grafika, provera stanja alarma i upisivanje u bazu podataka. Dodatno, postoje opcije za regulaciju uređaja.

## II. SENZORI I RAZVOJNO OKRUŽENJE

Kao što je već rečeno, kao senzori se koriste click pločice Illuminance, DHT22 i Air Quality 2 koje je proizvela firma Mikroelektronika [12].

### A. Illuminance

Na pločici Illuminance se nalazi TSL2561 [13] konverter koji se sastoji od dve foto-diode od kojih se prva koristi za ceo spektar, a druga samo za infracrveni spektar. Jednostavnim oduzimanjem dve veličine dobijemo čoveku vidljiv spektar svetlosti. Komunikacija se ostvaruje preko I2C [14] protokola a napaja se sa 3,3 V. U programu mikrokontrolera opseg merenja je ograničen pa tako možemo da dobijemo informaciju o osvetljenju koje je između 0 lux i 1500 lux sa preciznošću od 0,1 lux. Na slici 2. se može videti izgled pločice.



Sl. 2 Illuminance click – izgled [4]

### B. DHT22

Na pločici DHT22 nalazi se istoimeni senzor koji ima široku upotrebu kako u industriji tako i u komercijalnim primenama. Senzor se koristi za merenje temperature i vlažnosti vazduha. Opseg merene temperature je od -40 °C do +80 °C sa tačnošću od 0,5 °C a opseg merene vlažnosti vazduha ide od 0 % do 100 % sa tačnošću od 2%. Pošto je upotreba sistema u plasteniku možemo da ograničimo opseg temperature od 0 °C do 60 °C dok vlažnost vazduha ostaje nepromenjena. Za komunikaciju sa mikrokontrolerom koristi se One-Wire [15] protokol kroz koji se šalju dva celobrojna podatka koje je potrebno preračunati. Podatak dolazi u XXX (gde je X jedna cifra) formatu a vrednosti koja se meri zapravo iznosi XX,X. Ovo važi za obe merene vrednosti. Sama pločica može da se napaja sa 3,3 V ili 5 V. Na slici 3. se nalazi izgled DHT22 pločice.



Sl. 3. DHT22 click – izgled [5]

### C. Air Quality 2

Na pločici Air Quality 2 nalazi se iAQ-Core [16] senzor koji meri nivo ukupnih isparljivih organskih jedinjenja (TVOC) [17] i nivo CO<sub>2</sub>. Za našu primenu koristi se samo informacija o nivou CO<sub>2</sub> koji se može meriti u opsegu od 450 ppm do 4000 ppm. Posle inicijalizacije, samom senzoru je potrebno oko pet minuta za prvo očitavanje. Komunikacija sa mikrokontrolerom se vrši pomoću I2C protokola a pločica može da se napaja sa 3,3 V ili 5 V. Takođe, velika prednost ovog senzora je što ne zahteva dodatnu kalibraciju pa može da radi viže godina bez podešavanja a ima i veoma nisku potrošnju. Na slici 4. se nalazi izgled Air Quality 2 pločice.



Sl. 4 Air Quality 2 – izgled [6]

Kao razvojno okruženje koristi se Easy PIC Pro v7 razvojno okruženje koje je, takođe, razvila Mikroelektronika. U srcu ploče se nalazi PIC18F8K22 mikrokontroler koji je isprogramiran da komunicira sa senzorima preko I2C i One-Wire protokola, obrađuje očitane vrednosti i šalje ih preko UART protokola [18] aplikaciji. Sami senzori se nalaze u Mikrobus konektorima [19] pa su povezivanje i komunikacija olakšani. Takođe, jedan port na mikrokontroleru je postavljen kao izlazni i koristi se za upravljanje pumpom za vodu, ventilima, svetlom i pumpom za CO<sub>2</sub>. Dodatno se koristi i GLCD ekran [20] rezolucije 128x64 na kom se ispisuju poslednje očitane vrednosti. Na slici 5. dat je izgled razvojnog okruženja sa priključenim pločicama.



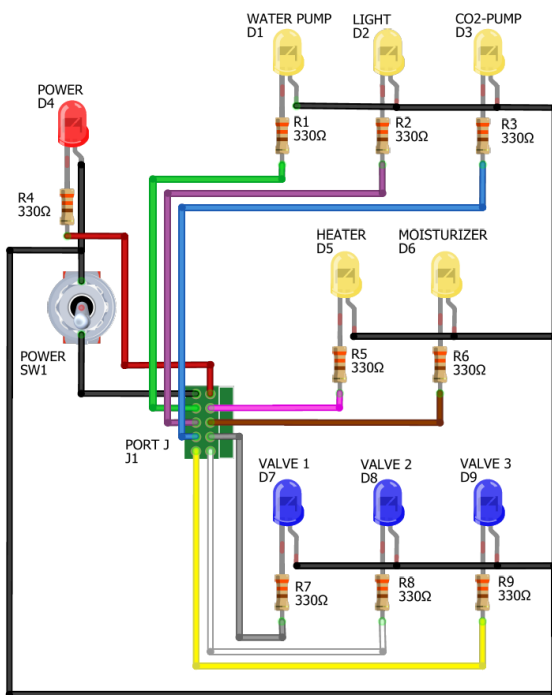
Sl. 5. Razvojno okruženje – izgled

Kako bi simulirali uređaje koji se kontrolišu programom napravljena je maketa na kojoj svaka LED predstavlja stanje jednog uređaja koji može biti ON ili OFF. Kontrola stanja se vrši iz GUI aplikacije. Na slici 6. je dat izgled makete:



Sl. 6 Maketa - izgled

Na slici 7. je data šema makete.



Sl. 7 Maketa – šema

### III. RASPBERRY PI 3 I PYTHON

Kako bi minimizovali sistem a opet omogućili korisniku da nesmetano koristi sve opcije koje aplikacija pruža projekat je realizovan na Raspberry Pi 3 modulu koji poseduje 1GB RAM memorije i Broadcom BCM2837 [21] procesor. Kao operativni sistem koristi se Raspbian Buster [22] koji je baziran na Linux [23] operativnom sistemu. Operativni sistem, kao i fajlovi i potrebne biblioteke se nalaze na SD kartici od 16 GB. Nisu primećene anomalije u toku izvršavanja programa usled ograničenih resursa. Prednosti

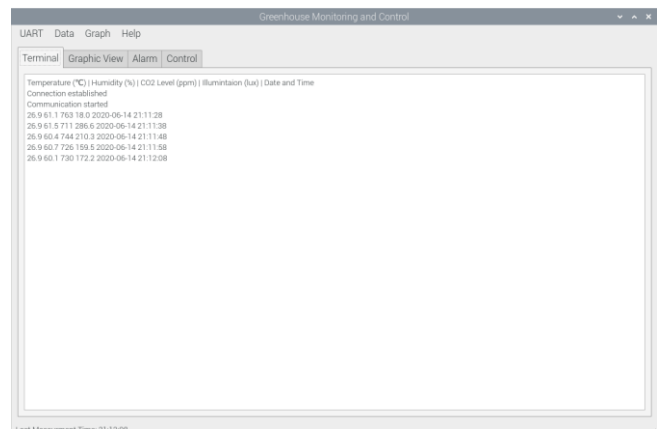
koje dobijemo korišćenjem RPi3 platforme su mali prostor koji sam sistem zauzima, određeni nivo samostalnosti i autonomije, drugim rečima ne treba nam laptop ili drugi računar za praćenje procesa kao i mala potrošnja energije. Kao što je već rečeno, na RPi3 se nalazi GUI aplikacija koja vrši komunikaciju sa mikrokontrolerom preko UART-a, vrši obradu primljenih podataka, prikazuje podatke na više načina, smešta podatke u bazu podataka i, po potrebi korisnika, vrši upravljanje uređajima koji se nalaze u procesu.

Kako bi omogućili što lakši rad i efikasno iskoristili resurse koji se nalaze na RPi3 u aplikaciji je napravljeno multitreading izvršavanje procesa i zadataka. Dodavanjem multitreading izvršavanja ceo proces obrade podataka je podeljen u logičke celine. Put podataka kroz aplikaciju počinje na očitavanju podataka sa serijskog porta. Podatak pristize u formi stringa sa četiri vrednosti koje su odvojene razmakom. Takvoj formi podataka doda se datum i vreme pristizanja podatka, što formira novi string koji se emituje kao podatak u sledeću programsku nit koja za zadatak ima da taj novi string parsira u formu python rečnika kako bi lakše rukovali sa podacima. Završetkom parsiranja podatak se emituje u dalju obradu u funkcije za osvežavanje podataka na grafiku, proveru alarma, ispisivanje u Terminalu i u programsku nit za upisivanje u bazu podataka. Ovakvom obradom podataka omogućeno je osvežavanje samog prozora nezavisno od toga da li podaci pristizu ili ne. Ukoliko ne bi bilo multitreading obrade prozor ne bi odgovarao na promene tokom obrade podataka pa bi posle određenog broja pokušaja promena samog prozora aplikacija prestala sa radom.

Kako bi korisnik mogao da prati proces koji aplikacija nadzire, prikaz je podeljen u četiri celine, odnosno taba. Svaka celina prikazuje podatke na sebi svojstveni način pa tako imamo tabove Terminal, Graph View, Alarm i Control.

#### A. Terminal

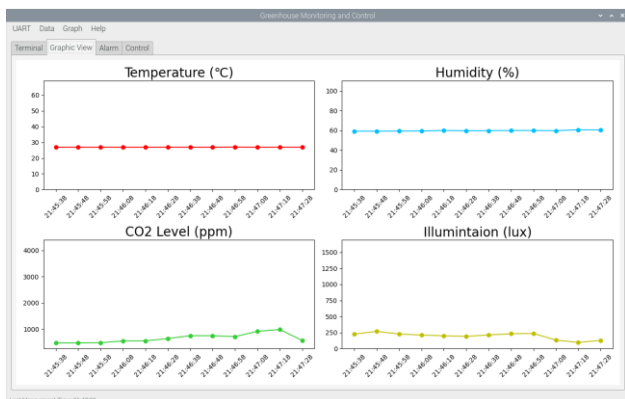
Prvo što korisnik vidi kada pokrene aplikaciju jeste Terminal tab. Ovde korisnik može da prati sve poruke koje aplikacija može da prikaže, a to su status komunikacije, pristigli podaci i poruke o postavljenim stanjima uređaja u procesu. Na slici 8. je prikazan izgled Terminala.



Sl. 8 Terminal – izgled

## B. Graph View

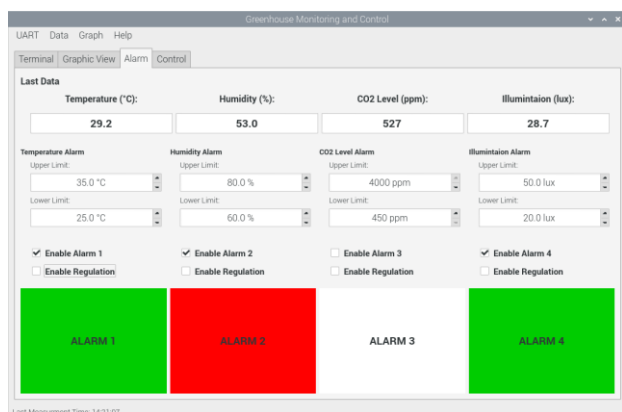
U ovoj celini korisnik može da prati grafički prikaz merenih podataka. Ceo tab je podeljen na četiri grafika gde svaki grafik prikazuje jednu merenu veličinu. Na svakoj x osi se nalazi vreme a grafici prikazuju poslednjih 12 merenih vrednosti. Na slici 9. je prikazan izgled Graph View taba.



Sl. 9. Graph View - izgled

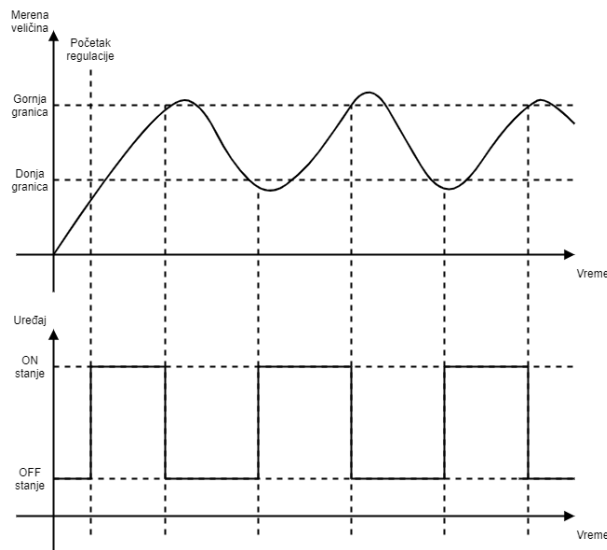
## C. Alarm

Ova celina služi za postavljanje i praćenje statusa alarma za svaku merenu veličinu. Svaka veličina ima svoju celinu u kojoj se prikazuje poslednja merena vrednost kao i podešene granice i status alarma. Podešavanje granica alarma se vrši tako što se u predefinisana polja unesu željene granice za svaku veličinu. Vrednosti u poljima su postavljene na najmanju odnosno najveću vrednost za veličinu koju merimo. Nakon unosa podataka potrebno je aktivirati alarm potvrdom u polje Enable Alarm. Aktiviranjem alarma i pristizanjem novog podatka, polje Alarm će promeniti boju. Ukoliko je polje zelene boje merena veličina je unutar zadatih granica, ukoliko je crvene boje merena veličina je van zadatih granica, a ukoliko alarm nije aktivan polje je bele boje. Dodatno, na grafiku merene veličine, za koju je postavljen alarm, će se pojaviti dve horizontalne linije koje predstavljaju gornju i donju granicu alarma kako bi korisnik mogao grafički, u vremenu, da prati ponašanje merene veličine. Na slici 10. prikazan je izgled Alarm taba.



Sl. 10. Alarm - izgled

Takođe, u tabu za alarme postoji i opcija za regulaciju veličine. Tip upravljanja koji se ovde primenjuje je histerezisno upravljanje a kao granice histerezisa uzimaju se vrednosti gornje i donje granice alarma. Upravljanje se započinje potvrdom na polje Enable Regulation i od tog trenutka pa nadalje upravljanje uređajima preuzima algoritam. Na slici 11. se nalazi dijagram po kome se vrši regulacija.



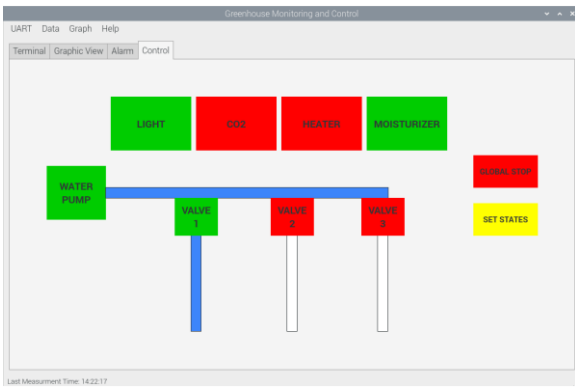
Sl. 11 Histerezisno upravljanje – dijagram

Kako bi uređaj prešao iz OFF stanja u ON stanje potrebno je da merena veličina ima vrednosti koje su ispod donje granice dva puta uzastopno kako bi izbacili mogućnost da uređaj pređe u ON stanje zbog greške u merenju koja se desila u trenutku merenja. Kao primer ove greške možemo da uzmemo slučaj kada, u trenutku merenja nivoa osvetljenja, radnik u objektu prođe pored senzora. pa sistem dobije informaciju da je nivo osvetljenja manji. Ova i slične greške mogu da se otklone pravilnim postavljanjem senzora u objektu.

## D. Control

U poslednjoj celini nalazi se interaktivni grafički prikaz uređaja u procesu. Svi uređaji su stavljeni u početno stanje, odnosno svi su u neaktivnom stanju, što se i potvrđuje crvenom bojom svakog elementa. Ukoliko korisnik želi da uključi neki uređaj ili uređaje potrebno je da klikne na taj uređaj i on će da promeni boju u zelenu, što znači da je program spreman da promeni stanje zadatog uređaja. Kada korisnik završi sa izborom stanja za svaki element u procesu, bilo da je to ON ili OFF stanje, potrebno je da pritisne opciju SET STATES koja tada prosleđuje sva zadata stanja mikrokontroleru koji, na osnovu primljenih podataka, postavlja stanja na svom izlazu. Stanja svake komponente možemo da pratimo na maketi. Na slici 12. prikazan je izgled Control taba koji je aktivirao neke elemente.



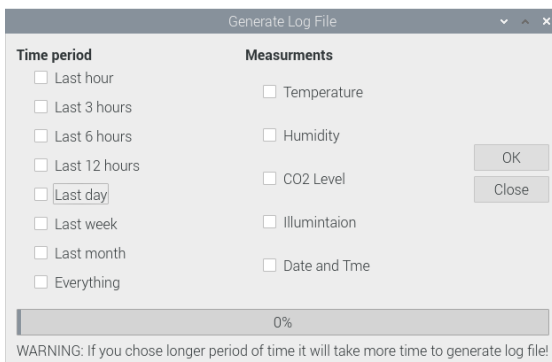


Sl. 12. Control - izgled

Ukoliko korisnik želi da sve uređaje momentalno zaustavi to može da odradi opcijom GLOBAL STOP. Pritiskom na tu opciju šalje se naredba mikrokontroleru da ugasi sve uređaje. Ako korisnik greškom uključi pumpu a ne otvori ni jedan ventil, aplikacija će izbaciti upozorenje i neće upaliti pumpu.

### E. Padajući meni

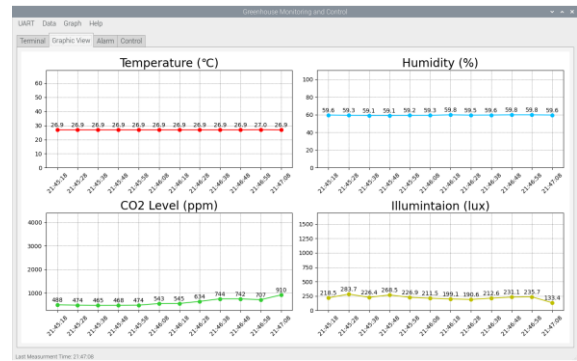
U meniju UART nalaze se opcije za pokretanje komunikacije. Meni Data sadrži opcije za manipulaciju podataka u bazi, odnosno omogućava kreiranje log datoteke u .txt formatu, brisanje čitave baze podataka i brisanje poruka u Terminalu. Ukoliko korisnik odabere opciju za log podataka otvara se novi prozor koji daje opcije za kreiranje log datoteke. Na slici 13. dat je izgled prozora za kreiranje log fajla.



Sl. 13 Prozor za generisanje log datoteke – izgled

Korisnik može da odabere jednu od opcija za vremenski opseg podataka koji se loguju kao i podatke koje želi da loguje. Korisniku je omogućeno da prati progres ovog procesa u progres baru koji se nalazi u donjem delu prozora. Proces će, na kraju fajla, upisati vreme koje je bilo potrebno da se napravi ovaj fajl. Velika prednost je što se ovaj proces odvija paralelno i nezavisno od glavnog programa i ne narušava njegov rad i komunikaciju sa mikrokontrolerom. Po završetku procesa prozor se sam zatvara.

U meniju Graph nalaze se opcije za postavljanje mreže na graficima i postavljanje vrednosti svakog podatka na graficima. Kada se primene obe opcije menja se i izgled grafika, koji je dat na slici 14.



Sl. 14. Grafički prikaz podataka sa opcijama Grid i Show values

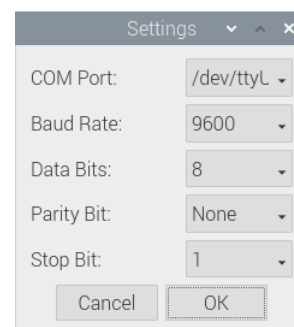
U poslednjem meniju Help nalazi se opcija About koja korisniku daje informacije o sistemu i senzorima koji se koriste. Izgled About prozora je dat na slici 15.



Sl. 15. About prozor – izgled

## IV. POKRETANJE APLIKACIJE I OTVARANJE KOMUNIKACIJE

Korisnik može da pokrene aplikaciju na dva načina, kao .exe ili kao skriptu iz konzole. Prvo je potrebno ostvariti komunikaciju sa mikrokontrolerom. Na slici 16. prikazan je izgled prozora za podešavanje opcija za komunikaciju.

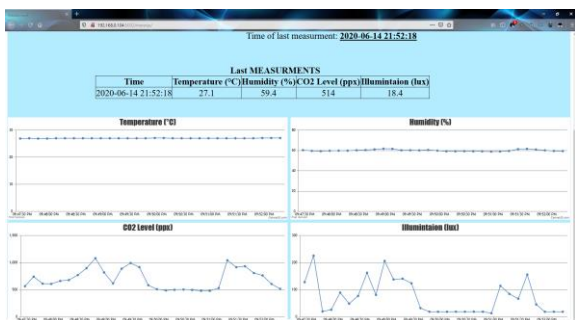


Sl. 16. Podešavanje komunikacije

Kada korisnik odluči da izađe iz programa pokreće se automatsko kreiranje log datoteke u koju se smeštaju svi podaci iz baze podataka. Datoteka nosi ime datuma i vremena kreiranja a nalazi se u istom folderu kao i aplikacija. Ponovnim pokretanjem aplikacije prazni se cela baza podataka pa korisnik, kada pokrene komunikaciju, upisuje

podatke od početka, odnosno pred sobom ima potpuno praznu bazu podataka koja je spremna za upis novi podataka.

Takođe, korisniku je omogućen pristup podacima o merenim veličinama preko Flask servera [24] koji se nalazi na RPi3. Jedini uslov za pristup je da se korisnik u RPi3 nalaze u istoj lokalnoj mreži. Sve što korisnik treba da uradi jeste da otvori bilo koji pretraživač i da unese sledeću IP adresu: 192.168.0.104:5002 (IP adresa može da varira u zavisnosti od mreže u kojoj se RPi3 nađe). Kada se korisnik poveže na server, prvo što se prikaže je Home stranica. Kako bi korisnik video podatke, potrebno je da pređe na stranicu Measurement i pritisne dugme Generate Measurement. Nakon toga šalje se upit bazi podataka koja šalje najsvježije podatke. Od tog trenutka pa na dalje prikazani podaci se osvežavaju na svakih deset sekundi. Izgled stranice sa podacima je dat na slici 17.



Sl. 17 Measurement stranica – izgled

## V. ZAKLJUČAK

Kao zaključak možemo da kažemo da je projekat uspešno realizovan i da može da nađe primenu u predviđenoj oblasti rada. Dalji koraci podrazumevaju dodavanje opcija kojima korisnik može da kontroliše izgled grafika, izbor merenih veličina, dodavanje novih veličina, izmena i prilagođavanje mikrokontrolera, primena Zigbee protokola za umrežavanje svih mernih tačaka i prilagođavanje aplikacije svim izmenama. Takođe, dalji koraci podrazumevaju izradu Android i iOS aplikacije i dodavanje opcija za kontrolu uređaja koji se nalaze u objektu u Web server kako bi korisnik mogao da upravlja uređajima online.

## ZAHVALNICA

Zahvaljujem se profesoru dr Platon Sovilju na pruženoj podršci u stvaranju i razrađivanju ideje za ovaj projekat kao i Katedri za električna merenja Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu i firmi Mikroelektronika na pruženoj opremi za realizovanje ovog projekta.

## LITERATURA

- [1] K.E.L.M, [Online], Dostupno: <http://kelm.ftn.uns.ac.rs>
- [2] Mikroelektronika, „Easy PIC Pro 7“ [Online]. Dostupno: <https://www.mikroe.com/easypic-pro-v7>.
- [3] Microchip, „PIC18F8K22“ [Online]. Dostupno: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC18F8K22>
- [4] Mikroelektronika, „Illuminance click“ [Online]. Dostupno: <https://www.mikroe.com/illuminance-click>

- [5] Mikroelektronika, „DHT22“ [Online]. Dostupno: <https://www.mikroe.com/dht22-click>
- [6] Mikroelektronika, „Air Quality 2“ [Online]. Dostupno: <https://www.mikroe.com/air-quality-2-click>
- [7] Raspberry Pi Foundation, „Raspberry Pi 3 Model B“ [Online]. Dostupno: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [8] Python, „Python“ [Online]. Dostupno: <https://www.python.org>
- [9] Riverbank Computing, „PyQt5“ [Online]. Dostupno: <https://www.riverbankcomputing.com/software/pyqt/>
- [10] Qt, „Qt Designer“ [Online]. Dostupno: <https://doc.qt.io/qt-5/qt designer-manual.html>
- [11] MongoDB, „MongoDB“ [Online], Dostupno: <https://www.mongodb.com>
- [12] Mikroelektronika, „Mikroe“ [Online], Dostupno: <https://www.mikroe.com>
- [13] Mouser Electronics, „TSL2561“ [Online], Dostupno: [https://eu.mouser.com/Sensors/Optical-Sensors/Light-to-Digital-Converters/Datasheets/\\_/N-5gej?keyword=TSL256](https://eu.mouser.com/Sensors/Optical-Sensors/Light-to-Digital-Converters/Datasheets/_/N-5gej?keyword=TSL256)
- [14] NXP, „I2C“ [Online], Dostupno: <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf>
- [15] Maxim Integrated, „One-wire“ [Online], Dostupno: <https://www.maximintegrated.com/en/design/technical-documents/tutorials/1/1796.html>
- [16] Mikroelektronika, „IAQ-Core“ [Online], Dostupno: <https://download.mikroe.com/documents/datasheets/iaq-core-datasheet-en-v1.pdf>
- [17] Wikipedia, „TVOC“ [Online], Dostupno: [https://en.wikipedia.org/wiki/Volatile\\_organic\\_compound](https://en.wikipedia.org/wiki/Volatile_organic_compound)
- [18] Texas Instruments, „UART“ [Online], Dostupno: <https://www.ti.com/lit/ug/sprugp1/sprugp1.pdf>
- [19] Mikroelektronika, „Mikrobus“ [Online], Dostupno: <https://www.mikroe.com/mikrobus>
- [20] Mikroelektronika, „GLCD“ [Online], Dostupno: <https://download.mikroe.com/documents/datasheets/glcd-128x64-datasheet.pdf>
- [21] Raspberry Pi, „BCM2837“ [Online], Dostupno: <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/bcm2837/README.md>
- [22] Raspberry Pi, „Raspbian Buster“ [Online], Dostupno: <https://www.raspberrypi.org/downloads/>
- [23] Debian, „Linux“ [Online], Dostupno: <https://www.debian.org/doc/user-manuals#faq>
- [24] Pallets Projects, „Flask server“ [Online], Dostupno: <https://flask.palletsprojects.com/en/1.1.x/>

## ABSTRACT

This paper presents the system for monitoring and control of conditions in greenhouse. Basic parts of this system are Raspberry Pi 3 and Easy PIC Pro V7 development board with PIC18F8k22 microcontroller. As sensors, system uses click boards Illuminance, DHT22 and Air Quality 2. Protocols I2C, One-Wire i UART are used for communication. On RPi3, there is GUI application, implemented in Python programming language, which communicates with the microcontroller, collects value measurements, processes, displays those values, and stores them in the MongoDB database. Additionally, the application allows control of water pump, valves, light and CO2 regulation. In addition to the application on RPi3, also a Flask server enables online access to measured data.

## System for monitoring and control of conditions in greenhouse based on microprocessor measuring modules

Milan Šaš, Đorđe Novaković