

**PRIMENA ARDUINO PLATFORME NA AUTOMATIZACIJU
NAVODNJAVANJA VOĆNJAKA -- DEO 1: HARDVER
AN APPLICATION OF ARDUINO PLATFORM ON AUTOMATION
OF ORCHARD IRRIGATION -- VOLUME 1: HARDWARE**

Miroslav Marković, Nebojša Mitrović, Nebojša Grujić, Đorđe Mihailović
Visoka škola strukovnih studija Arandelovac

REZIME: Rad prezentuje implementaciju jednog sistema za automatizaciju navodnjavanja voćnjaka. Sistem meri temperaturu, vazdušni pritisak, vlažnost vazduha i vlažnost zemljišta, i u zavisnosti od izmerenih vrednosti kontroliše navodnjavanje. Celokupan sistem je povezan na internet. Izmerene vrednosti se prikazuju na namenskoj veb stranici. Za implementaciju je korišćena hardverska platforma Arduino sa odgovarajućim sensorima temperature, pritiska i vlažnosti. Rad prikazuje karakteristike Arduino platforme, izradu sistema za akviziciju, kreiranje veb servisa na kome se prikazuju izmerene vrednosti, kao i instalaciju i podešavanje veb servera na kome se nalazi veb servis. Sistem je namenjen za primenu u voćnjacima, i jednostavan je za implementaciju i upotrebu.

KLJUČNE REČI: Arduino, automatizacija, veb servis, veb stranica.

ABSTRACT: This paper presents an implementation of a system of automation of orchard irrigation. The system measures temperature, air pressure, air humidity and soil humidity, and depending on the measured values controls the irrigation. The system is connected to the Internet. The measured values are shown on a dedicated web page. For the system implementation, the Arduino hardware platform is used in combination with sensors of temperature, pressure and humidity. The paper shows the characteristics of Arduino platform, the creation of acquisition system, cration of the web service intended to display measured values, and installation and setup of the web server which hosts the web service. The system is intended to be used in orchards, it is simple to implement and use.

KEY WORDS: Arduino, automation, web service, web page.

1. UVOD

U ovom radu predstavlja se automatski računarski sistem za merenje nadmorske visine, temperature, apsolutnog vazdušnog pritiska, vlažnosti zemljišta, kontrolu navodnjavanja zemljišta, i očitavanje izmerenih vrednosti na ekranu odabrane Arduino hardverske platforme, kao i u okviru namenske veb stranice. Prikazuje se način kako se vrši merenje, kako se izmerene vrednosti distribuiraju kroz mrežu, gde se čuvaju i kako se čine dostupnim krajnjem korisniku -- vlasniku voćnjaka. Takođe, rad predstavlja sve tehnologije korišćene pri izradi ovog sistema.

2. ARDUINO PLATFORMA

Arduino je hardverska platforma otvorenog koda (open-source), koju fizički čini jedna štampana ploča na kojoj se nalazi mikrokontroler, sa pinovima za dodavanje novih komponenti. Platforma se programira u Arduino integrisanom razvojnom okruženju (IDE) [1].

2.1. Arduino mikrokontrolerska ploča

Hardver Arduino platforme se sastoji od mikrokontrolera i ulazno-izlaznih pinova raspoređenih po štampanoj ploči, koji omogućavaju povezivanje dodatnih modula. Pinovi su na svakom modelu Arduino ploče standardno raspoređeni, bez obzira da li se radi o zvaničnoj ili verziji nekog drugog proizvođača. Važno je napomenuti da se svi analogni pinovi mogu koristiti i kao digitalni.

2.2. Dodatne komponente

Na pinove Arduino mikrokontrolerske ploče priključuju se dodatne komponente kojima se upravlja putem programa napisanim u Arduino IDE. Dodatne komponente koje se mogu povezati sa Arduinom su senzori, aktuatori, moduli i štitovi.

Senzori su merne komponente Arduino platforme. Oni pretvaraju određene fizičke veličine u ekvivalentan električni signal koji se radi dalje obrade šalje mikrokontroleru Arduino platforme. Senzori omogućavaju merenje temperature, vlage, rastojanja, brzine, jačine svetlosti, mase, i slično.

Aktuatori predstavljaju upravljačke komponente Arduino platforme. Oni imaju ulogu da pokreću razne komponente, da upozore o promenama vrednosti primljenih od senzora ili da te vrednosti koriguju upravljajući osvetljenjem, navodnjavanjem, motorima itd.

Moduli su dodatne ploče kojima se dodaju nove funkcije Arduino ploči. Moduli poseduju neku funkciju koju ne poseduje sama Arduino ploča, a potrebna je u implementaciji sistema.

Štitovi imaju istu ulogu kao moduli, ali se dosta brže i jednostavnije povezuju sa Arduino pločom. Zahvaljujući standardnom rasporedu letvica pinova na Arduino ploči, štitovi se sa Arduinom povezuju po principu lego kocki. Najviše se koriste štitovi koji omogućavaju žičani ili bežični pristup internetu, kontrolu motora, dodavanje memorijskih slotova, displej i slično.

2.3. Arduino integrisano razvojno okruženje (Arduino IDE)

Arduino IDE (Arduino Software) je integrisano razvojno okruženje otvorenog koda, koje omogućava pisanje i učitava-

nje programa u memoriju Arduino mikrokontrolera. Napisano je u programskom jeziku Java, a zasnovano na Processing razvojnom okruženju. Arduino integrisano razvojno okruženje u sebi sadrži C/C++ biblioteku Wiring koja uobičajene ulazno-izlazne operacije čini veoma jednostavnim.

Za gotovo sve dodatne komponente (senzori, aktuatori, štiti-tovi) postoje biblioteke koje olakšavaju rad i znatno smanjuju vreme pisanja programa. Najveća baza biblioteka se nalazi na sajtu github u sekciji Arduino Libraries [2]. Nove biblioteke se u Arduino razvojno okruženje dodaju na dva načina: odabirom Manage Libraries ili Add .ZIP Library iz opcije Include Library u meniju Sketch. U prvoj opciji, otvara se prozor sa menijem za pretragu i listom svih biblioteka koje se instaliraju direktno sa interneta. U drugoj opciji, otvara se prozor u kome je potrebno izabrati biblioteku koja se nalazi na računaru zapakovana u .ZIP folder.

Programi u Arduino IDE se pišu u C/C++ programskom jeziku. Potrebno je definisati samo dve glavne funkcije: setup i loop, kako bi se kreirao izvršni program. Funkcija setup se izvršava samo jednom, prilikom startovanja programa, i u njoj se zadaju početna podešavanja (inicijalizacija) sistema. Funkcija loop predstavlja petlju koja se izvršava beskonačno, to jest sve dokle god je Arduino priključen na napajanje.

Arduino IDE radi na Windows, Linux i MacOS operativnim sistemima. Poslednja verzija Arduino integrisanog razvojnog okruženja (u toku pisanja ovog rada 1.8.5) dostupna je za preuzimanje u Download sekciji zvanične internet stranice Arduino platforme [3].

2.4 Tok instalacije

Tok instalacije je veoma jednostavan i za apsolutnog početnika. Jedino što treba naglasiti je da je tokom instalacije potrebno ostaviti štikliranu opciju Install USB driver, kako bi se izbegla potreba da se „ručno“ instaliraju drajveri koji omogućavaju vezu posredstvom USB-a.

Nakon instalacije za početak rada u Arduino razvojnom okruženju mora se podesiti model Arduino ploče, tako što se u meniju Tools odabere, u opciji Board, model ploče sa kojom se radi. U slučaju da na listi ponuđenih modela ne postoji model koji se koristi, treba odabrati opciju Boards Manager koja nudi mogućnost preuzimanja, sa zvanične internet stranice (arduino.cc), podešavanja za željeni model.

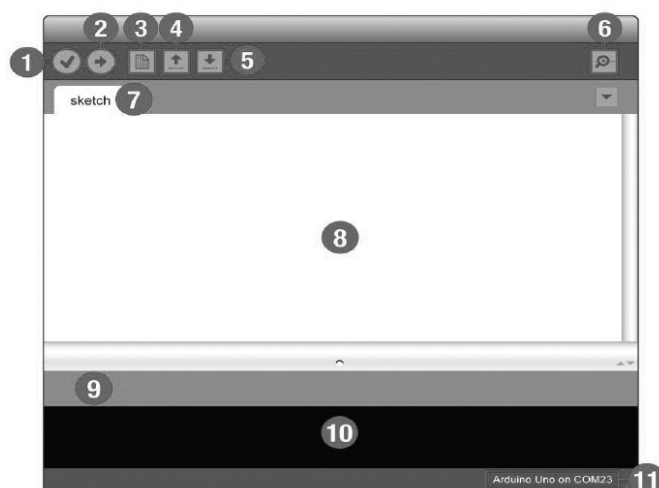
Sledeći korak je odabir porta koji se koristi za komunikaciju između računara i Arduino ploče. Pošto se kablom povežu računar i Arduino, da bi se odredilo koji port računar koristi za komunikaciju, treba pokrenuti Device Manager, i pod stavkom Ports (COM & LPT) pogledati koji broj porta je napisan u zagradi (u ovom radu to je COM3). Zatim se u okviru Arduino razvojnog okruženja, iz menija Tools u okviru opcije Ports, odabere taj port.

Ukoliko se za učitavanje programa u memoriju mikrokontrolera koristi neki od eksternih programatora, potrebno je u opciji Programmer iz menija Tools odabrati programator koji se koristi. Posle ovih podešavanja može se pristupiti pisanju

programa. Program napisan u Arduino IDE se naziva „skica“ (sketch); prilikom čuvanja programi napisani u Arduino razvojnom okruženju imaju ekstenziju „ino“.

2.5 Grafički korisnički interfejs Arduino IDE

Grafički korisnički interfejs (GUI) je deo aplikacije koji omogućava način komuniciranja korisnika sa računarem koristeći grafičke elemente kao što su ikone, meniji, prozori umesto tekstualnih komandi [4]. Na Slici 1 je prikazan grafički korisnički interfejs Arduino razvojnog okruženja.



Slika 1: GUI u okviru Arduino IDE

Brojevima na prethodnoj slici su označene sledeći elementi interfejsa: 1) Verify (kompajliranje), 2) Upload (prebacivanje programa u memoriju mikrokontrolera), 3) New, 4) Open, 5) Save, 6) Serial monitor (za serijsku komunikaciju između mikrokontrolera i računara), 7) traka sa tabovima, 8) editor teksta u kome se piše kod, 9) statusna traka, 10) konzola (čija je funkcija da u slučaju uspešno kompajliranog koda prikaže podatke o zauzeću memorije, ili u slučaju greške da prikaže mesto i uzrok koji je doveo do greške prilikom kompajliranja koda), 11) oznaka modela ploče i broj porta koji je podešen.

Od verzije Arduino 1.6.6 razvojnog okruženja uvedena je opcija Serial Plotter koja se nalazi u meniju Tools (Ctrl+Shift+L prečica na tastaturi) i koja nudi prikazivanje grafika vrednosti koje Arduino šalje računaru putem serijske veze u realnom vremenu.

3. HARDVERSKJE KOMPONENTE

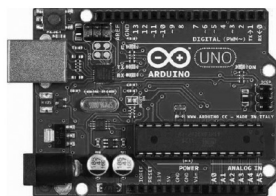
Zadatak je da se uz pomoć Arduino platforme izradi automatski računarski upravljani sistem, koji će u zavisnosti od nivoa vlažnosti zemljišta samostalno uključivati sistem za navodnjavanje, i istovremeno slati podatke o nadmorskoj visini, temperaturi, vlažnosti vazduha, apsolutnom vazдушnom pritisku i vlažnosti zemljišta, kao i o tome da li je navodnjavanje trenutno uključeno. Sve podatke treba slati na za to namenjenu veb stranicu, kao i prikazivati na ugrađenom ekranu samog uređaja.

U realizaciji ovog sistema koriste se sledeće hardverske komponente:

- 1) Arduino Uno model [5] koji ima ulogu da prikupi sve podatke sa senzora i pošalje ih na Web stranicu i displej uređaja, kao i da kontroliše sistem za navodnjavanje
- 2) Arduino CC3000 WiFi 2) štit [6] koji omogućava bežično povezivanje na mrežu
- 3) Senzor BMP180 [7] koji meri temperaturu i apsolutni vazdušni pritisak
- 4) Senzor DHT11 [8] koji meri vlažnost vazduha
- 5) Senzor vlažnosti zemljišta [9]
- 6) Relejni modul koji upravlja sistemom navodnjavanja [10]
- 7) Električna pumpa za navodnjavanje [11]
- 8) HD44780 16x2 LCD modul [12] koji rezultate merenja prikazuje na samom uređaju
- 9) Dve baterije sa solarnim panelom [13] za napajanje mernog uređaja i električne pumpe
- 10) Taster za restart
- 11) Dva plastična kućišta.

3.1. Arduino Uno

Arduino Uno (Slika 2) je platforma koju pokreće ATmega328P osmobicni mikrokontroler, sa 2 KB SRAM, 1 KB EEPROM i 32 KB FLASH memorije. Brzina izvršavanja instrukcija iznosi 16 MHz. Posедуje 14 digitalnih ulazno/izlaznih pinova od kojih se 6 mogu koristiti kao PWM (Pulse-width modulation) izlazi, 6 analognih ulaznih pinova, pin za restart, pin za napajanje (3.3 V, 5 V, GND, i pin jednak naponu napajanja), USB port, 2.1 mm konektor za napajanje, ICSP (In-Circuit Serial Programming) pinova i dugme za restart.



Slika 2: Arduino Uno

Operativni napon iznosi 5 V, dok je preporučeni napon napajanja u opsegu 7-12 V, a dozvoljene su vrednosti u opsegu 5-20 V. Osim na konektor napajanja, napajanje se može priključiti i na USB port.

Prebacivanje programa iz računara u memoriju mikrokontrolera vrši se preko USB porta. Arduino se povezuje sa računarem pomoću USB kablova; u fleš memoriji mikrokontrolera je smešten „bootloader“ koji ima ulogu da dozvoli prebacivanje programa iz računara u Arduino preko USB porta bez ikakvog dodatnog hardvera: samo jednim klikom pokreće se prebacivanje.

U nekim situacijama potrebno je obrisati „bootloader“ (na primer, u slučaju nedostatka memorije); tada se prebacivanje vrši preko ICSP pinova pomoću Arduino ISP modula eksternog sistemskog programatora.

Arduino Uno je prvi Arduino sa USB portom. Najčešće se koristi i najviše je dokumentovan od svih modela i smatra se

za najbolji model za početnike u radu sa mikrokontrolerima. Predstavlja standard među proizvodima iz Arduino familije; mnogi drugi modeli su nastali na osnovama Uno modela.

3.2. Arduino CC3000 WiFi štit

Arduino CC3000 WiFi štit (Slika 3) je proizvod kompanije Adafruit koji ima ulogu da obezbedi bežičnu internet konekciju. Koristi SPI za komunikaciju sa mikrokontrolerom. Podržava 802.11b/g standarde bežične mreže i može se koristiti u nezštićenim i mrežama sa WEP, WPA, WPA2 zaštitom lozinke.



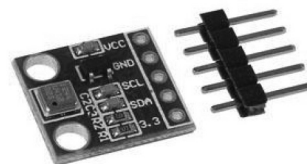
Slika 3: Arduino CC3000 WiFi štit

Štit poseduje konektor na koji se priključuje eksterna antena. Osim periferije za bežičnu konekciju, poseduje i slot za MicroSD karticu. Pinovi selekcije su 4 za MicroSD modul i 10 za WiFi modul; oni se ne mogu koristiti za povezivanje drugih komponenti.

Kada se štit koristi za bežičnu konekciju, ne mogu se koristiti pinovi 11, 12 i 13 koji se koriste za SPI komunikaciju, pinovi 2 ili 3 (zahtev za prekid - IRQ), i pin 5 (kontrola napona - VBAT). Istovremeno se ne mogu koristiti obe periferije; zato je potrebno isključiti MicroSD modul. To se postiže tako što se pinu selekcije (digitalni pin 4) dodeli da radi kao izlaz, i vrednost na izlazu se postavi na HIGH.

3.3. BMP180 senzor vazdušnog pritiska i temperature

BMP180 (Slika 4) je digitalni senzor nove generacije namenjen za merenje apsolutnog vazdušnog pritiska i temperature. Za komunikaciju koristi I²C (Inter-Integrated Circuit) interfejs. Opseg merenja vazdušnog pritiska iznosi od 300-1100 hPa (mbar), što je dovoljno da se vazdušni pritisak meri do nadmorske visine 9000 m. Temperaturni opseg iznosi od -40 do 85 °C.



Slika 4: BMP180 senzor vazdušnog pritiska i temperature

Nadmorska visina se može posredno odrediti pomoću formule koja daje vezu između nadmorske visine i apsolutnog vazdušnog pritiska: $A=44330(1-(p/p_0)^{0.1903})$, gde je A nadmorska visina u metrima, p vrednost apsolutnog vazdušnog pritiska, a po relativni vazdušni pritisak, koji na teritoriji Srbije iznosi oko 1014 mbar (101400 Pa).

3.4 DHT11 senzor temperature i vlažnosti vazduha

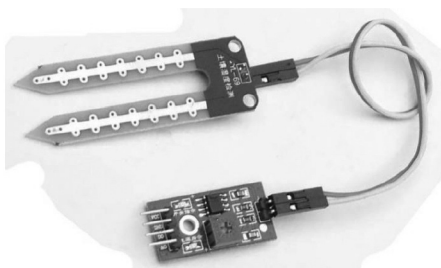
DHT11 (Slika 5) je digitalni senzor temperature i vlažnosti vazduha. Dve glavne njegove komponente su termistor (temperaturni otpornik) i kapacitivni senzor vlažnosti vazduha. DHT11 meri temperaturu u opsegu od 0 do 50°C, a vlažnost vazduha od 20 do 90%. U okviru ovog rada, ovaj senzor se koristi samo za merenje vlažnosti vazduha, dok se temperatura meri pomoću BMP180, zbog većeg opsega merenja temperaturnih vrednosti.



Slika 5: DHT11 senzor temperature i vlažnosti vazduha

3.5 Senzor vlažnosti zemljišta

Senzor vlažnosti zemljišta (Slika 6) funkcioniše tako što se u zavisnosti od količine vlage menja električni otpor između elektroda koje su pobodne u zemljište. Kada je zemljište suvo, između elektroda ne protiče struja i otpor je maksimalan, a sa povećanjem vlažnosti otpor se smanjuje. Može se priključiti i na analogni i na digitalni pin, u zavisnosti od toga da li je potrebno meriti procenat vlažnosti zemljišta, ili samo odrediti da li je zemljište vlažno ili suvo.



Slika 6: Senzor vlažnosti zemljišta

3.6. HD44780 16x2 LCD modul

HD44780 16x2 LCD modul -- displej (Slika 7) prikazuje karaktere u dva reda, u svakom najviše po 16 karaktera. Svaki karakter se prikazuje u okviru matrice piksela 5x7. Posедуje registre Command i Data. U registar Command se smeštaju instrukcije (prikaži na ekranu, postavi kursor na određenu poziciju, obriši sve sa ekrana). U registar Data se upisuju podaci o karakterima koji treba da se prikažu na ekranu. Zbog ekonomičnosti napajanja i veoma jednostavnog povezivanja ovaj modul se često koristi u kombinaciji sa Arduino platformom.



Slika 7: HD44780 16x2 LCD modul

3.7. Relejni modul

Relejni modul (Slika 8) se sastoji od releja na koji se priključuje potrošač do 10 A naizmenične struje napona do 250 V, ili do 10 A jednosmerne struje napona do 30 V. Radni napon elektromagneta koji pomera kotvu iznosi 5 V.



Slika 8: Relejni modul

Modul poseduje normalno otvoren kontakt, normalno zatvoren kontakt, kao i kontakt na koji se povezuje napajanje sistema za navodnjavanje. Ako se poveže normalno otvoren kontakt, kroz strujno kolo potrošača (sekundarno kolo) ne protiče struja ako kroz elektromagnet (primarno kolo) ne protiče struja. Ako se poveže normalno zatvoren kontakt, situacija je obrnuta. Kada je relejni modul pravilno povezan, svetli crvena LED; kada kroz strujno kolo potrošača protiče struja, zasvetli i zelena LED.

3.8. Električna pumpa za vodu

U realizaciji sistema koristi se električna pumpa za vodu napona 12 V jednosmerne struje. Na Slici 9 je prikazana električna pumpa povezana sa relejnim modulom koji kontrolise njen rad. Umesto ove pumpe može da se koristi bilo koja druga, napona i jačine struje do granica koje su definisane relejnim modulom.



Slika 9: Električna pumpa za vodu i relejni modul u kućištu

3.9. BATERIJA SA SOLARNIM PUNJENJEM

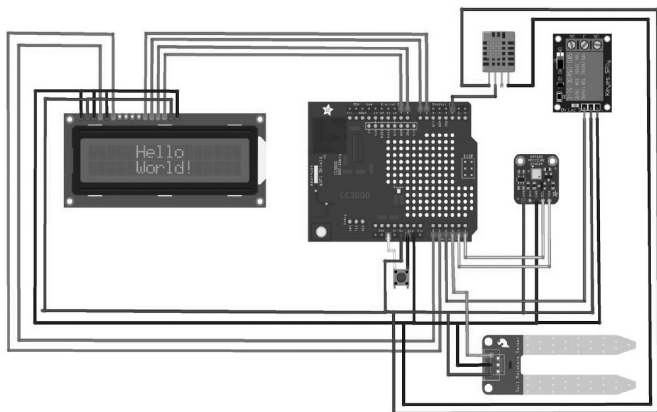
Za napajanje sistema koriste se dve litijum-polimerske baterije (jedna za električnu pumpu, druga za ostale komponente). Model baterije koja se koristi je Samsung EES900 XQ, koja poseduje solarni panel preko koga se baterija može dopuniti pomoću sunčeve svetlosti. Solarni paneli deluju na bateriju kao punjač napona od 5 V, jačine struje od 200 mA. Kapacitet baterije je 30000 mAh, poseduje dva izlaza napona od 5 V jačine struje 1 A, Micro USB ulaz za punjač čiji napon treba da bude 5 V, a jačina struje 1 A.

4. POVEZIVANJE KOMPONENTI

Arduino, BMP180 i elektronika senzora vlažnosti zemljišta pričvrste se šrafovim za kućište. Prednju stranicu kućišta je najbolje iseći i probušiti kako bi se postavili displej i taster za restart. Zatim, na pinove Arduino Uno ploče se priključi (ušteka) CC3000 WiFi štit (Slika 10). Komponente se sa CC3000 WiFi štitom povezuju kablovima kao što je šematski prikazano na Slici 11.



Slika 10: Povezivanje Arduino Uno i štita



Slika 11: Šema povezivanja komponenti na pinove štita (oznake pinova navedene su u tekstu)

Taster za restart se povezuje na GND i RST pin. BMP180 se povezuje tako što se SDA pin senzora poveže na A4, SCL pin senzora na A5, pinovi napajanja 5V i GND povežu se na pinove Arduino ploče istog naziva. DHT11 se povezuje tako što se signalni pin poveže na digitalni pin 2, i povežu pinovi napajanje 5V i GND.

Senzor vlažnosti zemljišta se povezuje tako što se analogni izlaz senzora (A0) poveže na A3 pin, i povežu pinovi napajanje 5V i GND. Displej se povezuje tako što se povežu pinovi napajanja 5V i GND, Vo pin (podešavanje kontrasta) poveže na minus (GND) Arduino ploče, RS pin za odabir registra poveže na pin A1 (digitalni 15), RW poveže na minus, E pin koji omogućava upis u registar poveže na A0 (digitalni 14), i pinovi za podatke D4, D5, D6 i D7 povežu redom na pinove 6, 7, 8 i 9.

U drugo kućište se smeste relejni modul i električna pumpa. Pošto se oni nalaze u posebnom kućištu, na zadnjoj stranici drugog kućišta (sa ostalim komponentama) se postavi konektor za relejni modul. Relejni modul i električna pumpa se povezuju tako što se ulazni pin za kontrolu releja (IN) poveže na A2 (digitalni 16), povežu pinove napajanje 5V i GND, na

Common pin poveže plus napajanja električne pumpe, normalno otvoren kontakt (N0) poveže na plus električne pumpe, na minus električne pumpe poveže minus napajanja, i konačno priključe creva za vodu na električnu pumpu.

Celokupni hardverski deo automatskog sistema koji vrši merenja, kontroliše navodnjavanje i prikazuje rezultate merenja izgleda kao na Slici 12.



Slika 12: Hardverski deo sistema

5. SISTEM U RADU I MOGUĆNOSTI UNAPREĐENJA

Kada se pokrene celokupan sistem, potrebno je sačekati par sekundi da se mikrokontrolerska ploča poveže na mrežu ili pređe u offline režim ukoliko nema dostupne internet konekcije. Poruka o povezivanju biće prikazana na displeju uređaja. Ukoliko je ostvarena internet konekcija podaci se šalju serveru i dostupni su na namenskoj veb stranici. Podaci se šalju u intervalima od 60 sekundi, između kojih se izmerene vrednosti prikazuju na displeju uređaja. Video snimak sistema u radu dostupan je na sajtu YouTube [14]. Sistem uspešno obavlja zadatak.

Na kraju rada ukazale su se neke mogućnosti unapređenja celog sistema. Na prvom mestu, može se zameniti rezistivni senzor vlažnosti zemljišta kapacitivnim senzorom SoilWatch 10 [15], radi povećanja preciznosti i robusnosti merenja vlažnosti zemljišta (Slika 13).



Slika 13: Kapacitivni senzor vlažnosti zemljišta

Zatim, umesto senzora DHT11 može se koristiti senzor DHT22 [16] (uporedne specifikacije na Slici 14), koji poseduje veći opseg i veću preciznost prilikom merenja temperature i vlažnosti vazduha.

DHT11		DHT22
0 - 50°C / ± 2°C	Temperature Range	-40 - 125°C / ± 0.5°C
20 - 80% / ± 5%	Humidity Range	0 - 100% / ± 2-5%
1Hz (one reading every second)	Sampling Rate	0.5 Hz (one reading every two seconds)
15.5mm x 12mm x 5.5mm	Body Size	15.1mm x 25mm x 7.7mm
3 - 5V	Operating Voltage	3 - 5V
2.5mA	Max Current During Measuring	2.5mA

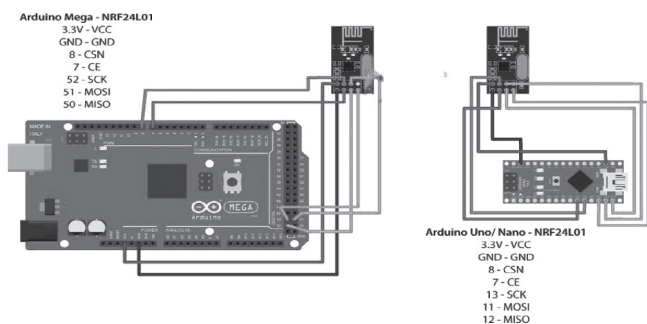
Slika 14: Uporedne specifikacije senzora DHT11 i DHT22

Takođe, moglo bi se dodati više senzora za merenje vlažnosti zemljišta, koji bi sa Arduinoom komunicirali preko radio-frekvencijskih senzora nRF24L01 [17] (Slika 15), kako bi se postiglo što preciznije merenje u zavisnosti od površine na kojoj se merenja obavljaju, i izbeglo povezivanje kablovima koji bi mogli da predstavljaju smetnje prilikom obrađivanja zemljišta.



Slika 15: Radio-frekvencijski senzor nRF24L01

Da bi se ostvarila bežična komunikacija sa senzorima vlažnosti zemljišta potrebni su Arduino Uno ili neki drugi Arduino model, na koje bi se povezali nRF24L01 i senzore vlažnosti zemljišta za svako memo mesto, i jedan "centralni" Arduino koji bi prikupljao podatke. Na Slici 16 je šematski prikazana komunikacija između dve Arduino ploče.



Slika 16. Šematski prikaz komunikacije dve Arduino ploče pomoću nRF24L01

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je da se da pokaže da se primenom računarskih tehnologija mogu olakšati i automatizovati svakodnevni poslovi koje obavlja jedan voćar. Primenom veoma jeftine, jednostavne i pouzdane tehnologije, i uz malo inženjerskog umeća, moguće je napraviti sistem sasvim primenljiv u praksi.

7. LITERATURA

- [1] Massimo Banzi - Getting Started with Arduino 2nd Edition (2011)
- [2] Arduino Libraries: <https://github.com/arduino-libraries>
- [3] Arduino Download: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- [4] Graphical user interface (GUI): <https://www.britannica.com/technology/graphicaluser-interface>
- [5] Arduino Uno: <https://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>

- [6] Arduino CC3000 shield: <https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruitcc3000-wifi.pdf>
- [7] BMP180: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP180-DS000-09.pdf>
- [8] DHT11: http://www.electronicoscaldas.com/datasheet/DHT11_Aosong.pdf
- [9] Senzor vlažnosti zemljišta: <https://nexiot.com/wp-content/uploads/2017/08/manual.pdf>
- [10] Relejni modul: [http://www.electfreaks.com/wiki/index.php?title=Relay_Module_\(Arduino_Compatible\)](http://www.electfreaks.com/wiki/index.php?title=Relay_Module_(Arduino_Compatible))
- [11] Električna pumpa za navodnjavanje: <http://peja.4fan.cz/images/photos/PumpDC40-1245.pdf>
- [12] HD44780 16x2 LCD: <https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/HD44780.pdf>
- [13] Solarno punjiva baterija Samsung EES900 XQ: https://www.gearbest.com/mobile-power-bank/pp_193625.html?wid=1433363
- [14] YouTube video platforme u radu: <https://youtu.be/yOrNsWkPkp4>
- [15] SoilWatch 10: <https://pino-tech.eu/wp-content/uploads/2017/08/SoilWatch10.pdf>
- [16] DHT22: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- [17] nRF24L01: https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Pluss_Preliminary_Product_Specification_v1_0.pdf



Prof. Dr Miroslav Marković, Visoka škola strukovnih studija Arandelovac (VŠAR)
Kontakt: miroslav.markovic@vsar.edu.rs
Oblasti interesovanja: embedded sistemi, algoritmi i optimizacija



Nebojša Mitrović, Visoka škola strukovnih studija Arandelovac (VŠAR)
Kontakt: nebojsa.mitrovic@vsar.edu.rs
Oblasti interesovanja: embedded sistemi, računarske mreže



Nebojša Grujić, Visoka škola strukovnih studija Arandelovac (VŠAR)
Kontakt: nebojsa.grujic@vsar.edu.rs
Oblasti interesovanja: računarska grafika, računarske mreže



Prof. Dr Đorđe Mihailović, Visoka škola strukovnih studija Arandelovac (VŠAR)
Kontakt: djordje.mihailovic@vsar.edu.rs
Oblasti interesovanja: e-poslovanje, informacijski sistemi

