

Sustav za udaljeno mjerenje s plutače

Samardžić, Leon

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:144769>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij računarstva

Završni rad

SUSTAV ZA UDALJENO MJERENJE S PLUTAČE

Rijeka, rujan 2022.

Leon Samardžić

0069083047

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Preddiplomski sveučilišni studij računarstva

Završni rad

SUSTAV ZA UDALJENO MJERENJE S PLUTAČE

Mentor: izv. prof. dr. sc. Jonatan Lerga

Rijeka, rujan 2022.

Leon Samardžić

0069083047

Umjesto ove stranice umetnuti zadatak za završni ili diplomski rad

Izjava o samostalnoj izradi rada

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno uz primjenu stečenih znanja na preddiplomskom sveučilišnom studiju računarstva pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Jonatana Lerge.

Rijeka, rujan 2022.

Leon Samardžić

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Jonatanu Lergi na povjerenju, podršci, svim uputama te prijedlozima koje mi je pružao tijekom studiranja i izrade ovog rada.

SADRŽAJ

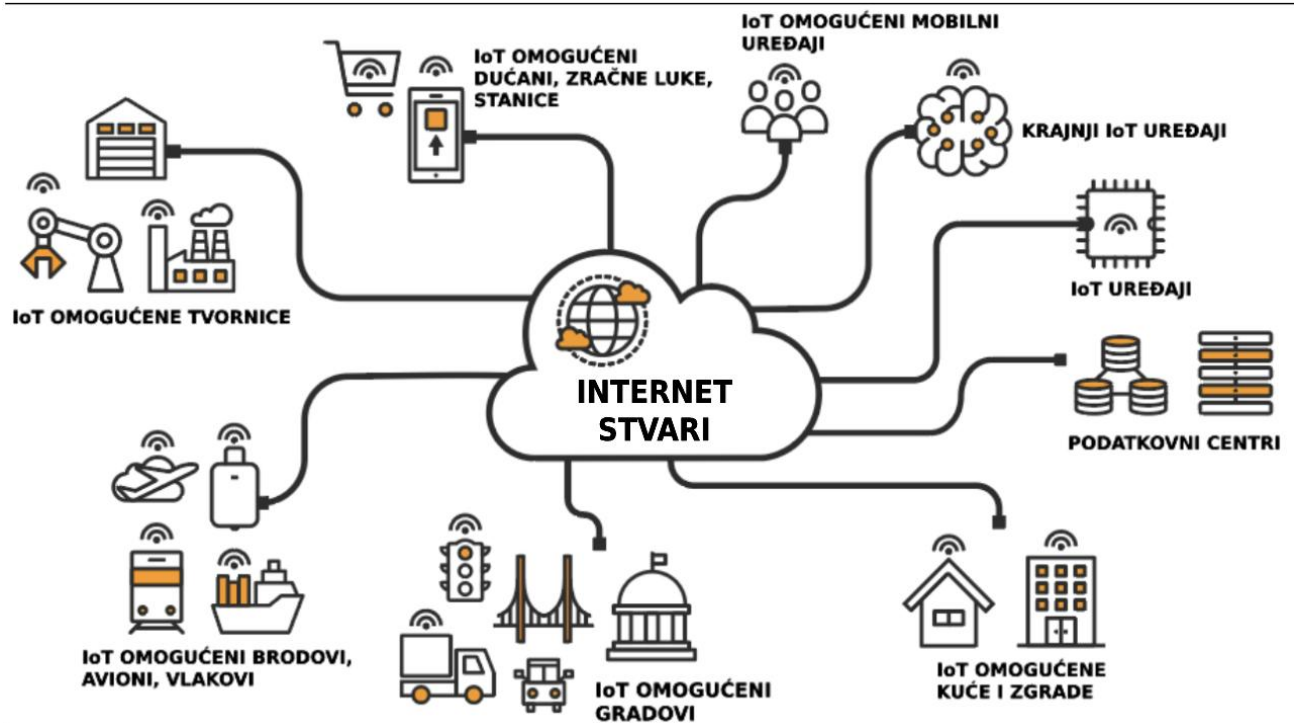
| | |
|---|-----------|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. HARDVER | 3 |
| 2.1 Mikroročunalo Raspberry Pi | 3 |
| 2.2 Senzor za temperaturu i vlažnost - DHT11 | 6 |
| 2.3 BMP180 senzor tlaka | 8 |
| 2.4 SIM800L GSM MODUL | 9 |
| 2.5 BATERIJA | 10 |
| 2.6 PLUTAČA | 11 |
| 3. SOFTVER | 13 |
| 3.1 Očitavanje senzora koristeći Python | 13 |
| 3.2 Advanced Port Scanner - pretraživanje mreže | 15 |
| 3.3 PuTTY - udaljeno upravljanje sustavom preko interneta | 16 |
| 3.4 ThingSpeak - skupljanje i vizualizacija podataka | 17 |
| 4. REZULTATI | 20 |
| 4.1 Grafovi | 20 |
| 4.2 Rezultati mjerenja | 21 |
| 4.2.1 Mjerenja - 1. Dio | 21 |
| 4.2.2 Mjerenja - 2. Dio | 23 |
| 4.2.3 Mjerenja - 3. Dio | 24 |
| 5. NADOGRAĐNJE I PROBLEMI | 29 |
| 5.1 Problemi | 29 |
| 5.2 Nadogradnje | 29 |
| 6. BUDUĆNOST MJERENJA I PAMETNA BROJILA | 31 |
| 7. ZAKLJUČAK | 33 |
| 8. LITERATURA | 34 |
| 9. POPIS SLIKA | 37 |
| 10. POPIS TABLICA | 39 |
| 11. POPIS KRATICA | 40 |
| 12. SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI | 41 |
| 13. ABSTRACT AND KEYWORDS | 42 |

1. UVOD

Računarstvo je grana tehničkih znanosti koja je omogućila ljudima nemoguće, a to je udaljena komunikacija. Beskrajne mogućnosti komunikacije i prijenosa informacija s jednog mjesta prema cijelom svijetu. Govori se kako smo stavljanjem prsta u more povezani s cijelim svijetom. To je istina, ali također je istina da je internet upravo to more, no naprednije, koje nas stvarno povezuje s cijelim svijetom. Razvoj pametnih uređaja kao što su telefoni, satovi i sl. je dokaz koliko daleko ova tehnologija može napredovati. Poznavajući povijest razvoja pametne tehnologije možemo zaključiti da sva tehnologija koja dolazi do krajnjeg korisnika je razvijena pred mnogo godina, ali je učestalim testiranjem i napredovanjem usavršena za malog korisnika. Obzirom na to da je taj period i dalje znatno kratak sa sigurnošću nas očekuje uzbudljiva budućnost.

Ovaj završni rad će se bazirati na razvoju sustava za pametno udaljeno mjerenje. Kako bi se nešto izmjerilo pa zatim obradilo moramo imati i komunikaciju na daljinu. Danas kada komuniciramo putem interneta, komuniciramo putem društvenih mreža, različitih portala i foruma. To je potpuno nova dimenzija druženja, razgovaranja ili slanja podataka. Samim time sam korisnik mora napraviti sve da ostane u tijeku s tehnologijom. Mjerenja ćemo prikazivati uz pomoć prototipa za udaljene pametne plutače jer su upravo ta pametna daljinska mjerenja korisna zbog štednje vremena i resursa.

Digitalna elektronika tj. logika bavi se teorijom funkcioniranja, te proučava analizu, projektiranje i izradu digitalnih sklopova. To su sklopovi koji se sastoje od osnovnih logičkih sklopova. Osnovni logički sklopovi obradu podataka vrše u binarnom obliku. Složeniji digitalni sustavi čine brojilo, zbrajalo, multipleksor, aritmetičko-logička jedinica, dekodier, memorija, sekvencijski sklop itd.. Jedan od digitalnih sklopova je i kombinacijski. On je specifičan zato što vrijednost izlazne varijable ovisi isključivo o ulaznoj varijabli tj. vrijednosti ulazne logičke varijable. Ovaj završni rad zasnivat će se na kombinacijskom tipu sklopa, odnosno vrijednosti koje primimo senzorom u plutači će se direktno pomoću posrednih uređaja slati na izlaz gdje ćemo odmah moći vidjeti trenutne rezultate mjerenja. Pametno mjerenje znači praćenje potrošnje resursa, kao što su voda, plin, električna energija i mnogi drugi, i sve to putem suvremenih mjernih uređaja koji su spojeni na internet koristeći se IoT tehnologijom odnosno *Internet-Stvari*. Slika 1.1 prikazuje harmoniju tih uređaja.



Slika 1.1 Harmonija i međudjelovanje IoT uređaja [20]

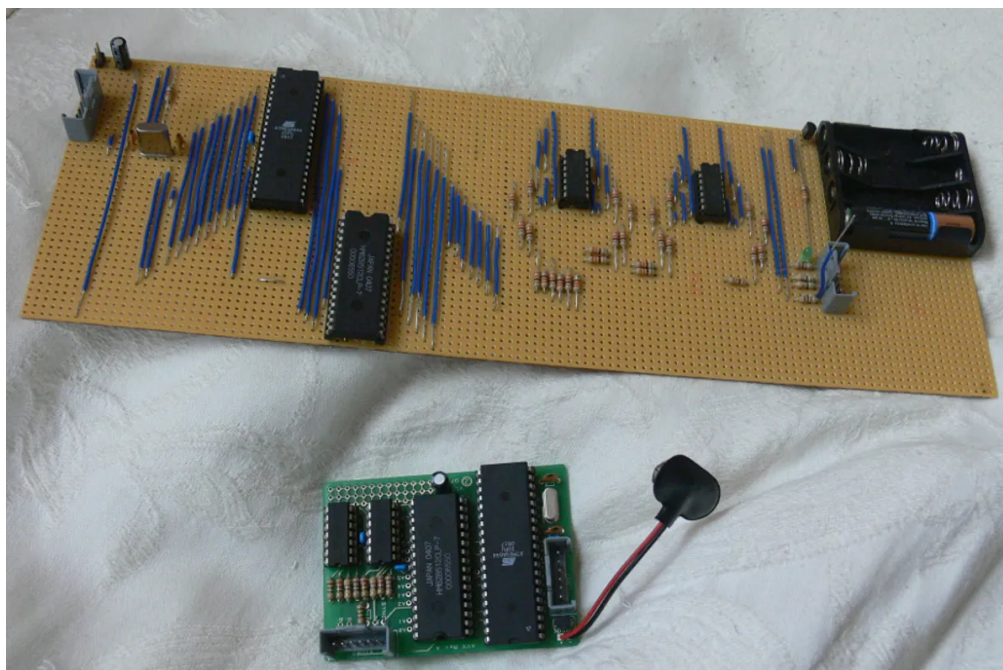
U IoT uređaje spadaju i pametna brojila koje mogu pružiti podatke u stvarnom vremenu za mnoge potrebe i potrošače koji koriste tehnologije Interneta stvari. Ekstrakcija i analiza velikih podataka (eng. big data analytics) nedavno je dovela do otkrića novih mogućnosti. Primarna korist smanjenja troškova postupno je zamijenjena načinom na koji ti sustavi također mogu pomoći u podizanju standarda i kvalitete različitih potrošača. Često smo se susreli i sa pojmom privatnosti kada koristimo pametna mjerenja. Dobavljači električne energije koriste pametna brojila za više od pukog puštanja i praćenja potrošnje energije; također ih koriste za provjeru kvalitete energije, povećanje protoka energije, poboljšanje cjelokupne usluge i brzo reagiranje na kvarove poput nestanka struje. Pametno mjerenje se ne koristi samo za struju, vodu i plin; također se koristi za razne vrste daljinskog mjerenja. U biti, razlog zašto se pametna brojila nazivaju pametnima je taj što omogućuju dvosmjernu komunikaciju. Komunicirajući s drugim uređajima, poput pametnih kućanskih aparata, uvelike olakšavaju život. Ubrzana digitalizacija, decentralizacija, povećanje potražnje za električnom energijom i okretanje ka obnovljivim izvorima energije glavna su obilježja današnjeg okruženja.

2. HARDVER

U ovom poglavlju pričati ćemo o hardveru potrebnom da napravimo jedan uspješan sustav za udaljeno pametno mjerenje. Hardver bi u ovom slučaju značio sve ono što fizički možemo opipati. To su komponente koje zasebno nemaju nikakav značaj, no spajanjem u konkretnu cjelinu uspjevamo prosljeđivati impulse iz potrebitih senzora da bi na kraju prikazali željeni rezultat. Kao što smo spomenuli u uvodu ovaj sustav će biti mješavina kombinacijskih sklopova. Kada pričamo o sklopovima na najnižoj razini to su uređaji koji šalju impulse. Ti impulsi se svode na 1 i 0 (odnosno istina i laž) te njihovom interpretacijom dolazimo do rezultata.

2.1 Mikroračunalo Raspberry Pi

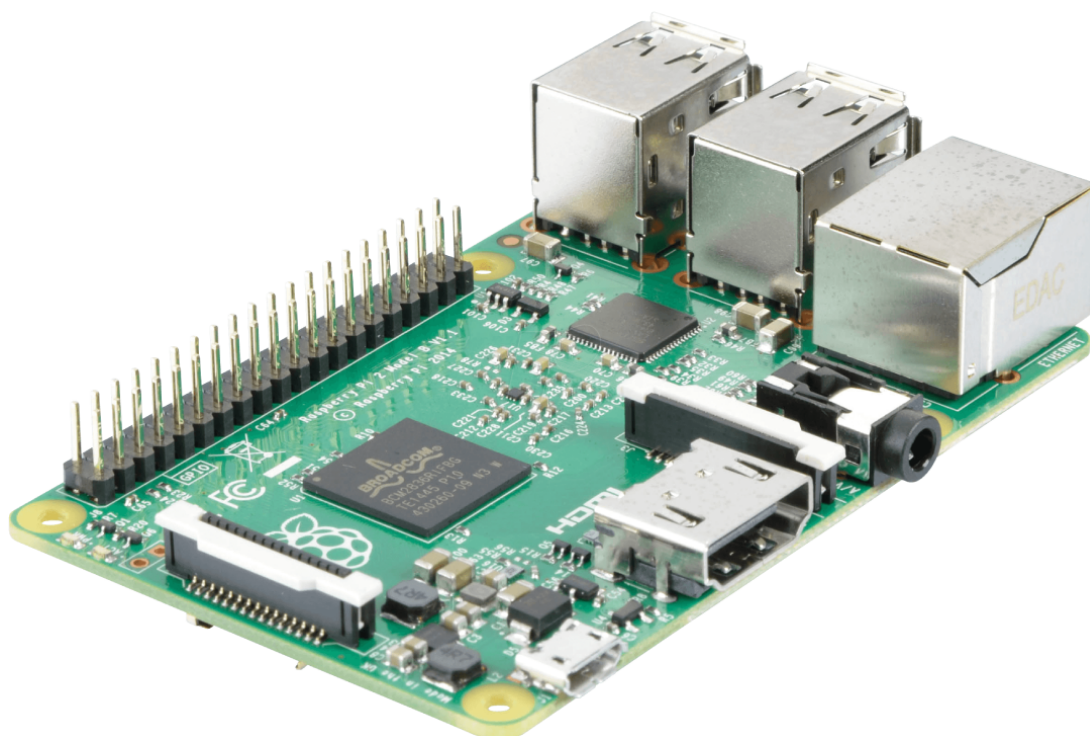
Raspberry Pi započeo je 2006. godine stvaranjem prvih prototipova inspiriranih BBC Micro-om. BBC Micro je serija mikroračunala u kombinaciji sa pripadajućim perifernim uređajima. Dizajnirao i napravio ih je Acorn Computers 1980-ih za BBC-jev projekt pod nazivom Računalna pismenost. Šest godina kasnije nastao je prvi Raspberry Pi (RPi u daljnjem tekstu) [1]. Glavni cilj bio je pomoći mladima u učenju o računalima uz skromnu cijenu (oko 30 USD/američkih dolara). Raspberry Pi je malo, jeftino računalo veličine kreditne kartice koje se spaja na računalni monitor ili TV i radi s običnom tipkovnicom i mišem. Uz pomoć ovog kompetentne male spravice, pojedinci svih dobnih skupina mogu naučiti o računarstvu i kako programirati u jezicima kao što su Scratch i Python [2].



Slika 2.1.1 Razvoj i prototip Raspberry Pi-a [21]

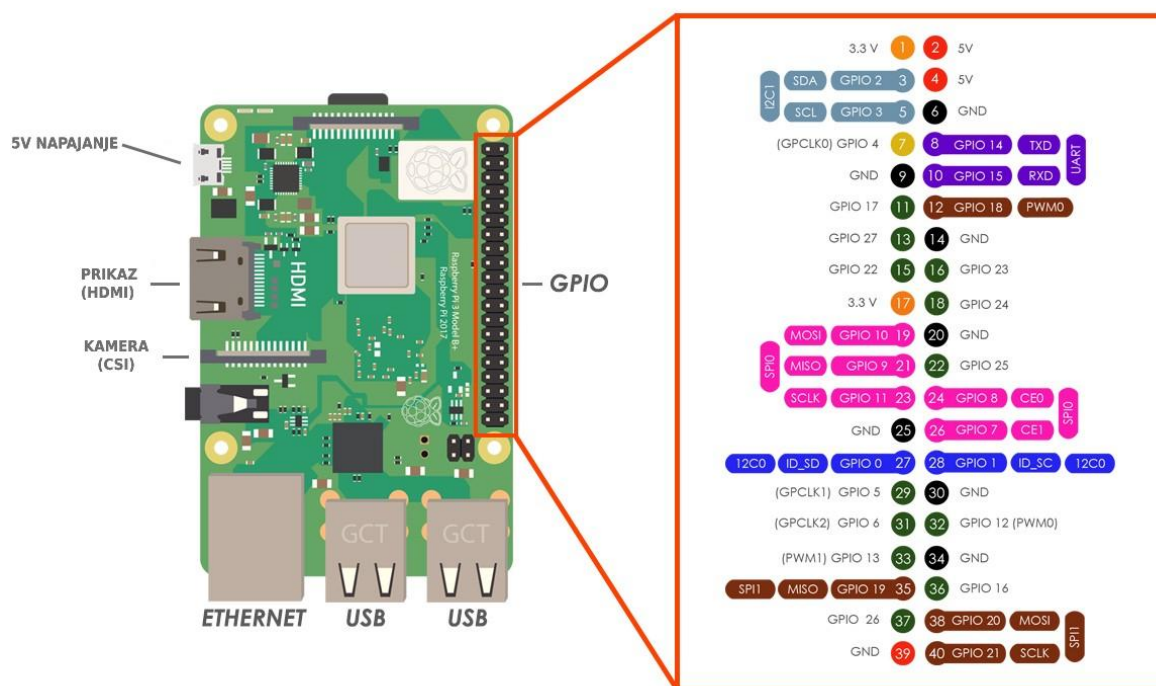
Ima sve značajke stolnog računala, uključujući mogućnost reprodukcije videa visoke razlučivosti, pregledavanje interneta, izrade proračunskih tablica, MS Word dokumenata i igranja igrica. Raspberry Pi se također koristio u širokom rasponu projekata digitalnih proizvođača i može komunicirati s vanjskim svijetom. Da bi Raspberry Pi mogli koristiti osim tipkovnice i miša trebati će nam još malo periferije. Periferija je skup uređaja koji u kombinaciji s računalom čine računalni sustav, a nisu dio samog računala već su mu izravno priključeni bežičnom vezom ili žičanom vezom [4]. Najbitnija značajka Raspberry Pi računala su GPIO tj, general purpose input output pin-ovi ili ulazi i izlazi opće svrhe. Očitavanje električnih signala iz strujnih krugova i dovođenje električnih signala u upravljačke krugove može se obaviti upravo pomoću ovih pin-ova u programima. Iako je spajanje na grafičko sučelje Raspberry Pi-a moguće na više načina pa čak i sa udaljenog računala, možemo nabaviti poseban modul baš za RPi. Koristeći DSI (Display Serial Interface) Display Port možemo spojiti maleni monitor, obično dijagonale oko 17.78 centimetara, koji se često koristi za tablet računala. Taj monitor pošto je malen i kompaktan najčešće je i na dodir. Možemo iskoristiti i CSI (Camera Serial Interface) Camera Port da spojimo kameru. Većina univerzalnih kamera neće funkcionirati jer se spajaju preko USB port-a, te onda na tako jednostavnom operativnom sustavu neće biti prepoznata. Koristeći ovaj port i odgovarajuću kameru uspješno ćemo moći komunicirati preko kamere [5]. Kada pričamo o operativnom sustavu, Raspberry Pi podržava više sustava, a najčešći je Raspbian. Svako računalo ima pohranjeni operativni sustav na internom disku, na

eksternom tipa USB ili tvrdi disk. Raspberry Pi ima port za MicroSD karticu preko koje učitavamo operativni sustav kao i sve ostale aplikacije. Ista ta MicroSD kartica služi kao tvrdi disk kompletnog računala jer se na njoj spremaju i slike, dokumenti, spomenute aplikacije kao i sve ostale datoteke. Također postoji port za HDMI s kojim se možemo spojiti na velike zaslone [6], USB port s kojim spajamo tipkovnicu i slično, te Ethernet port s kojim se spajamo na internet. Noviji modeli Raspberry Pi-a imaju integriranu karticu za bežičnu vezu na internetsku mrežu. U ovom projektu koristimo upravo tu verziju Raspberry-a (Slika 2.1.2 - Raspberry Pi v3).



Slika 2.1.2 Raspberry Pi v3 [7]

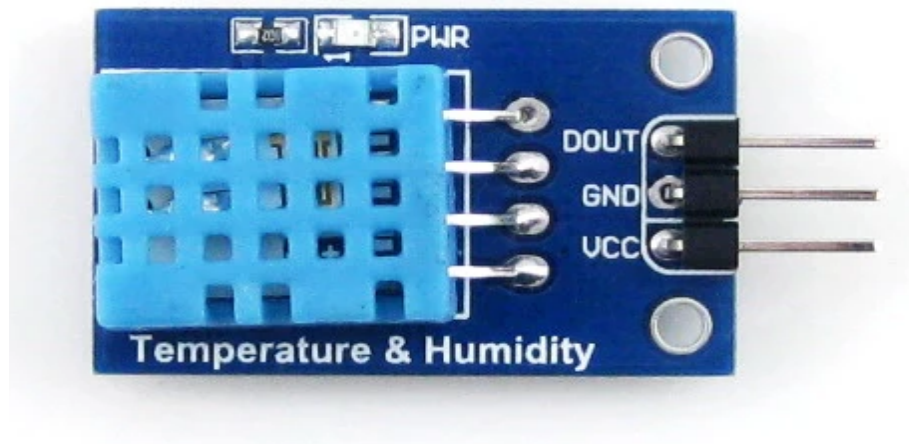
Napajanje može biti izvedeno putem micro USB porta putem punjača iz mreže ili u ovom slučaju putem prijenosne baterije. Ukoliko nemamo Micro USB možemo priključiti vodič od 5V na GPIO 5V Pin i treba dodati 0V na GND (ground odnosno uzemljenje). Na sljedećoj slici možemo vidjeti kako izgleda raspberry Pi model 3 zajedno sa njegovim pin-ovima.



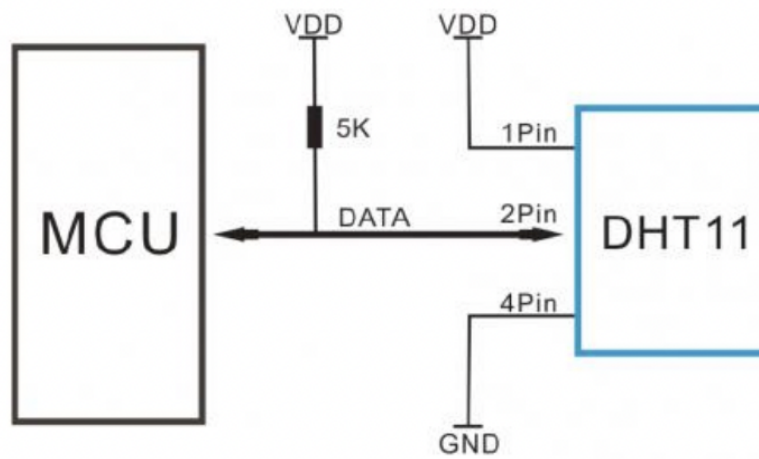
Slika 2.1.3 Raspberry Pi v3 PIN layout [22]

2.2 Senzor za temperaturu i vlažnost - DHT11

Kombinacija digitalnog senzora temperature i vlage s kalibriranim izlazom digitalnog signala značajka je elektroničkog senzora DHT11. Senzor je maksimalno prilagođen korisniku što ga to čini jako jednostavnim za spajanje, pogotovo za mikrokontrolere kao što su Raspberry Pi ili Arduino. Povezuje se putem tri pina: VCC (Voltage Common Collector ili zajednički kolektor napona), GND (ground ili uzemljenje) i data pin [8]. Ovaj je senzor, obzirom na svoju cijenu, dosta pouzdan i točan. Raspon temperature koju može očitati seže od 0 do 50 celzijevih stupnjeva (°C) što je i više nego dovoljno za većinu područja primjene. Očitavanje relativne vlažnosti zraka seže između 20 i 95% uz neke iznimke. Zbog određenih vanjskih utjecaja može postojati fluktuacija od 5% što se tiče relativne vlažnosti zraka, te 1-2 celzijeva stupnja što se tiče temperature. Zahvaljujući radu samo s jednom sabirnicom, nevjerojatno kompaktnoj veličini i niskoj potrošnji energije možemo ovaj senzor koristiti u većini primjena, domovima, automobilima i slično. Treba uzeti u obzir dugo izlaganje senzora Sunčevom zračenju kao i ultraljubičastoj svjetlosti, jer se ukoliko nismo dobro zaštitili senzor značajno mogu poremetiti performanse. Na kraju, kvaliteta vodiča, te udaljenost komunikacije može bitno utjecati na ostale rezultate senzora što nam nikako ne pomaže. Očuvanje hardvera na udaljenoj lokaciji je isto bitna komponenta sustava kao i svaki dio hardvera posebno.



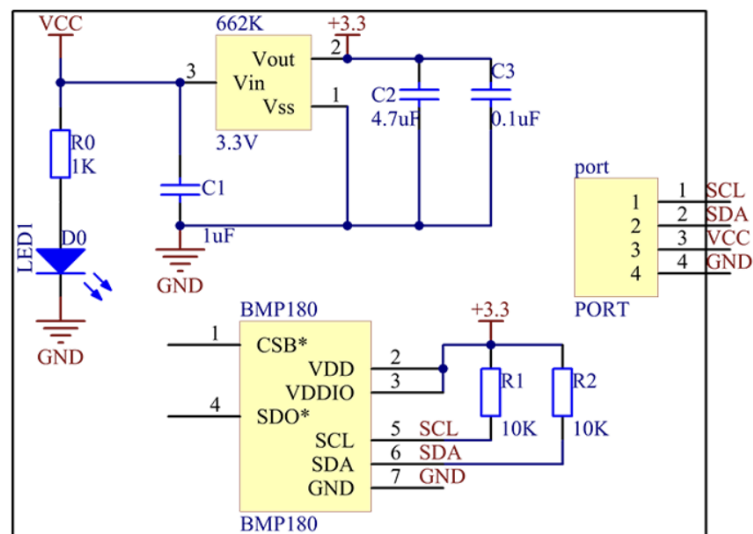
Slika 2.2.1 DHT11 senzor [9]



Slika 2.2.2 Shema spajanja DHT11 senzora s miktokontrolerom [23]

2.3 BMP180 senzor tlaka

BMP180 je nova generacija senzora iz Bosch-a i zamjenjuje BMP085, ali je posve identičan BMP085 u pogledu softvera. BMP180 nema XCLR pin. BMP180 je jedan u nizu od senzora BMP XXX serije. Svi su dizajnirani za mjerenje barometarskog ili atmosferskog tlaka. Zrak nosi težinu, a njegov se pritisak može osjetiti gdje god je prisutan. Signal koji dobijemo je analognog tipa, stoga se pomoću ADC-a (Analog Digital Conversion ili analogno digitalna pretvorba) mora pretvoriti u digitalni koristeći I2C (Inter-Integrated Circuit) komunikaciju. U senzor je integrirana i EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory ili električno izbrisiva programibilna ispisna memorija) memorija. Tu memoriju možemo koristiti za pretvorbu mjernih jedinica. Na primjer, ako želimo prikazati tlak u hektopaskalima (hPa), iskoristimo konstante iz EEPROM memorije [10]. Temperatura može utjecati na tlak pa nam je potrebno temperaturno kompenzirano očitavanje tlaka. U ovom slučaju možemo koristiti i temperaturni senzor na BMP180 obzirom da je i on pouzdan. Na slici 2.3.1 vidimo shemu spajanja te na slici 2.3.2 vidimo senzor BMP180.



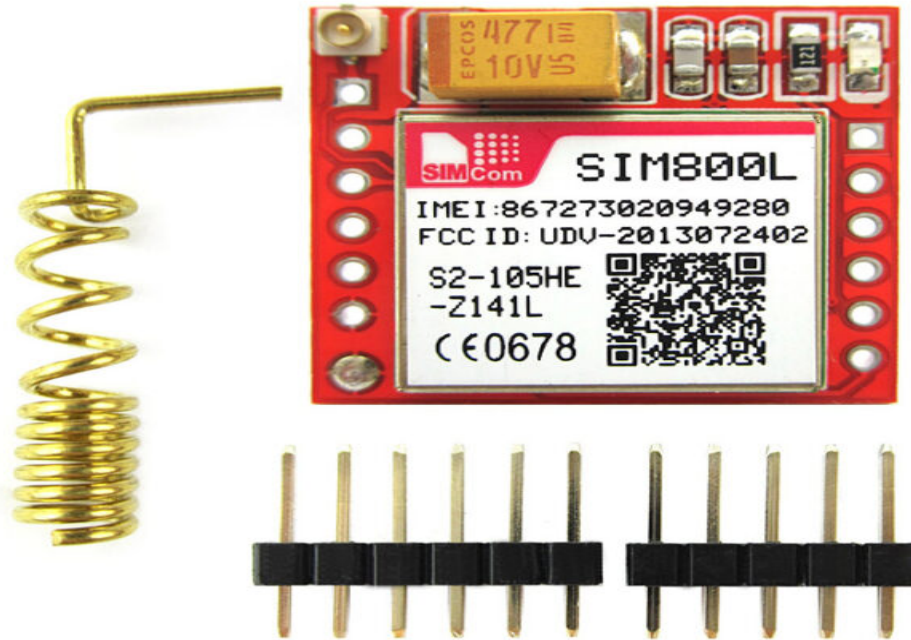
Slika 2.3.1 Shema spajanja BMP180



Slika 2.3.2 BMP180 senzor [11]

2.4 SIM800L GSM MODUL

SIM800L je maleni mobilni modul koji podržava GPRS prijenos, slanje i primanje SMS-a te upućivanje i primanje glasovnih poziva. Niska cijena modula, kompaktna veličina i četverostruka frekvencijska podrška predstavljaju ovaj modul idealnim rješenjem za bilo koju vrstu projekta koji zahtijeva povezivost velikog dometa. Upravo ova opcija nam omogućava da osmislimo sustav za pametno mjerenje na daljinu. U suprotnom plutača bi morala biti spojena na internet preko bežičnog interneta (WiFi-ja). Ovaj modul iznimno je lako spojiti. No naravno ne moramo se limitirati na plutače, modul se može iskoristiti za udaljenu komunikaciju, te tako možemo kontrolirati neke uređaje u kući, garaži, vikendici ili nešto slično. Ako je snaga napajanja za SIM800L dovoljna, ugrađena svjetleća dioda (LED) počinje treperiti. To je prvi znak da modul radi. Ako treperi svake sekunde, to znači da traži mrežu. Ako treperi svake tri sekunde znači da je modul spojen na mrežu. Ako svjetleća dioda trepće vrlo brzo, to znači da je povezan putem GPRS-a odnosno možemo slati poruke, upućivati pozive i sl [12]. Da bi sve funkcioniralo modul koristi lokalnu antenu preko koje se šalju i primaju signali. GSM modul vidimo na sljedećoj slici (Slika 2.4.1).



Slika 2.4.1 SIM800L GSM Modul [24]

2.5 BATERIJA

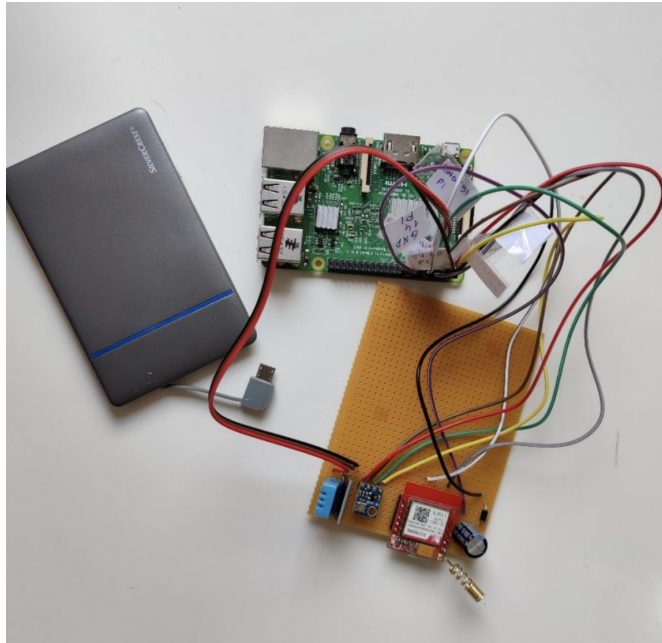
Napajanje cijelog sustava vršimo putem prijenosne baterije. Koristimo SilverCrest bateriju od 10000mAh. Prijenosna baterija je najjednostavnije rješenje obzirom da nas sustav pluta i nemamo mogućnost napajanja putem fiksne infrastrukture. Baterija može izdržati cijeli dan obzirom da kapacitet iznosi zasigurno dvije ako ne i tri pune baterije modernog mobilnog uređaja. Baterije mobilnih uređaja imaju između 3000mAh i 5000mAh. Baterija ima USB A, C izlaze, te micro USB pomoću kojeg se napaja Raspberry Pi. SilverCrest baterija ima iste slabosti kao i sve druge litij-ionske baterije. Temperatura je najvažniji faktor pa zato moramo paziti na sastav plutače. Status baterije možemo pogledati fizički na bateriji pomoću LED indikatora. Ovisno koliko je baterija napunjena toliko LED indikator će svijetliti. Na slici 2.5.1 možemo vidjeti SilverCrest prijenosnu bateriju.



Slika 2.5.1 Silvercrest prijenosna baterija [13]

2.6 PLUTAČA

Plutača se sastoji od plastike u dva dijela. S donje strane plutače na improviziranom užetu je obješen uteg koji drži plutaču horizontalno na površini mora. Na istom donjem dijelu plutače je umetnut logički sklop. Senzori nakon što su spojeni na Raspberry Pi zajedno sa vodičima su zalemljeni da se izbjegne slučajno isključivanje tijekom korištenja ili oštećenja tijekom prijevoza.



Slika 2.6.1. Cijeli sklop na PCB pločici bez plutače

Nakon što spojimo bateriju možemo zatvoriti plutaču. Kao dodatnu zaštitu prije uranjanja oblijepili bismo plutaču ljepljivom trakom. Otvoreni sustav možemo vidjeti na sljedećoj slici (Slika 2.6.2).



Slika 2.6.2 Otvorena plutača

3. SOFTVER

U ovom poglavlju pričati ćemo o softveru potrebnom da pokrenemo jedan uspješno sastavljen sustav za udaljeno pametno mjerenje. Softver bi u ovom slučaju bio skup svih funkcija senzora obuhvaćenih u jednu smislenu cjelinu. To znači da slanje izmjerenih podataka na internetsku platformu pomoću internetske mreže je jedna od tih funkcija. Program se sastoji od četiri cjeline. To uključuje razumijevanje odnosno preračunavanje izlaza sa senzora u neki nama smisljeni podatak. Koristeći Python skripte, program Advanced Port Scanner pomoću kojeg u mreži tražimo portove preko kojih naš program onda može komunicirati. Aplikacija PuTTY putem koje se spajamo na drugi sustav (često drugi operacijski sustav npr. Unix) putem osobnog računala, te internetska platforma ThingSpeak na kojoj prikazujemo rezultate mjerenja sustava za pametno mjerenje.

3.1 Očitavanje senzora koristeći Python

Python je interpretirani, interaktivni i objektno orijentirani skriptni jezik visoke razine. Iznimno je čitljiv jezik. Često koristi engleske ključne riječi tamo gdje ostali jezici koriste interpunkcijske znakove i ima manje sintaktičkih konstrukcija nego drugi jezici. To čini Python izvrstnim jezikom za početnike i podržava razvoj širokog spektra aplikacija. Tako smo i za funkciju izračuna tlaka napisali jednostavnu skriptu. Koristili smo nekoliko privremenih varijabli u koje smo spremali izlaze sa naših senzora. Na slici 3.1.1 možemo vidjeti kako na kraju sve sabiremo u jednu varijablu imena pressure, te istu onda vraćamo koristeći tzv. Cast funkciju. Cast nam omogućava da jedan tip podataka pretvorimo u drugi. U našem slučaju pretvaramo broj u string, odnosno tekst.

```

B6 = B5 - 4000
B62 = B6 * B6 >> 12
X1 = (B2 * B62) >> 11
X2 = AC2 * B6 >> 11
X3 = X1 + X2
B3 = ((AC1 * 4 + X3) << sample) + 2) >> 2

X1 = AC3 * B6 >> 13
X2 = (B1 * B62) >> 16
X3 = ((X1 + X2) + 2) >> 2
B4 = (AC4 * (X3 + 32768)) >> 15
B7 = (P1 - B3) * (50000 >> sample)

P = (B7 * 2) / B4

X1 = (P >> 8) * (P >> 8)
X1 = (X1 * 3038) >> 16
X2 = (-7357 * P) >> 16
pressure = P + ((X1 + X2 + 3791) >> 4)

return (str(pressure/100.0))

```

Slika 3.1.1 Funkcija izračuna tlaka [29]

Funkcija za očitavanje temperature kao i za vlažnost zraka je već unaprijed napisana u knjižici funkcija koju možemo pronaći na internetu. Funkcija readDHT koristi unaprijed definiranu funkciju koja sprema podatke u različite varijable [14]. Na kraju vraćamo dvije varijable, te kao i prije koristimo Cast funkciju da bi lakše prikazali podatke.

Main funkcija (Slika 3.1.2) osim naredbe s kojom se povezujemo na internetsku platformu sadrži while petlju. Specifično za ovu while petlju je to da je to beskonačna petlja jer nemamo neki uvjet koji je podložan promjeni osim korisničkom interakcijom. To znači da od pokretanja plutače ona će uvijek čitati i slati podatke na platformu dok god ima interneta i baterije.

```

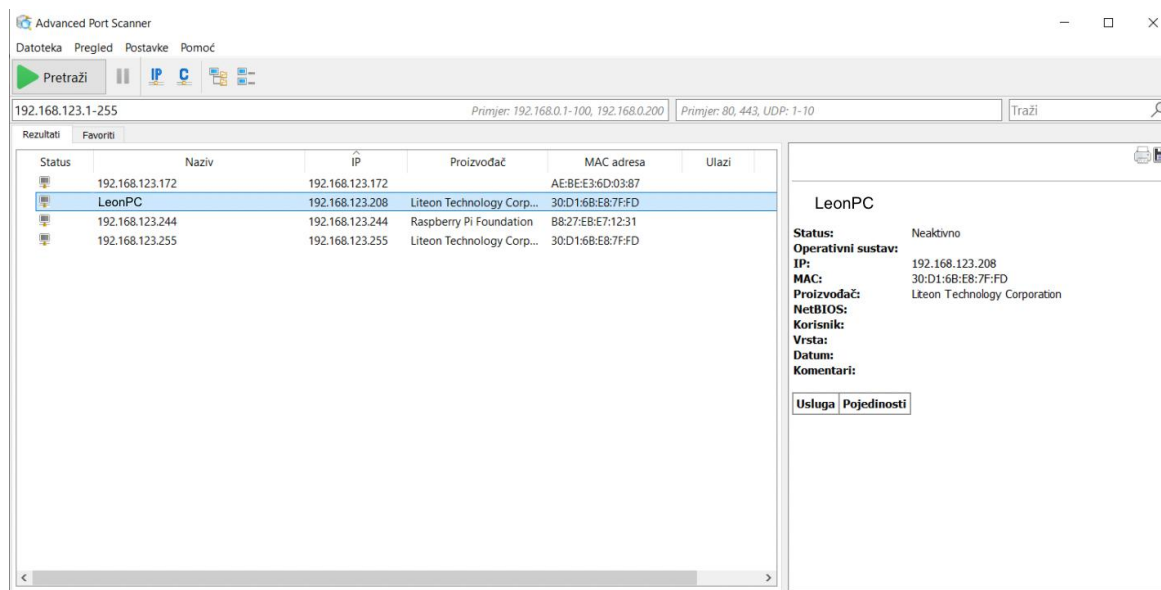
def main():
    print ('System Ready...')
    URL = 'https://api.thingspeak.com/update?api_key=%s' % key
    print ("Wait....")
    while True:
        (humi, temp)= readDHT()
        (pressure) =readBmp180()

```

Slika 3.1.2 Main funkcija [29]

3.2 Advanced Port Scanner - pretraživanje mreže

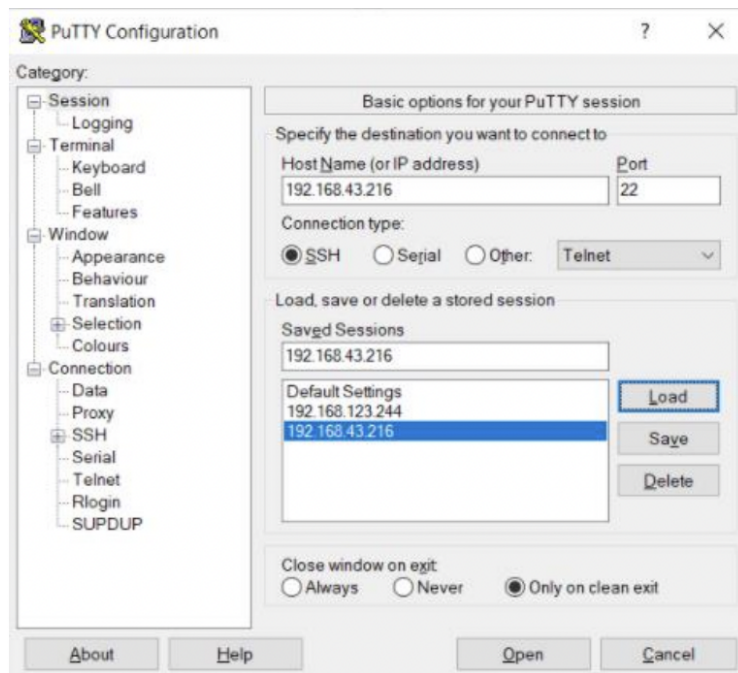
Advanced Port Scanner (APS) je program pomoću kojeg pretražujemo mrežu i raspon IP adresa [15]. Na taj način možemo na istoj mreži otkriti više uređaja. Sučelje ovog programa dosta je pojednostavljeno (Slika 3.2.1). Upišemo li IP adresu mreže u predviđeno mjesto i pritisnemo skeniraj tj. pretraži u silaznom popisu dobiti ćemo se listu uređaja spojenih na tu mrežu. Da bi pronašli nas Raspberry Pi svakako se trebamo s njim spojiti na istu mrežu kao i računalo preko kojeg pretražujemo IP adrese ili mrežu.



Slika 3.2.1 Advanced Port Scanner

3.3 PuTTY - udaljeno upravljanje sustavom preko interneta

PuTTY je aplikacija koja nam omogućuje da pokrenemo komunikaciju sustava sa platformom. Naime, nakon što smo ustanovili IP adresu koristeći APS možemo započeti sesiju, ali prije toga treba i pristupiti operacijskom sustavu Raspberry Pi-a. Uoči početka procesa moramo osigurati internetsku vezu za Raspberry Pi, a korak koji prethodi je uključivanje tj. spajanje na bateriju. Pritiskom na tipku Open otvara se terminal na RPi-u (Slika 3.3.1). Točnije mi u ovom trenutku preko našeg računala kontroliramo RPi. Nakon što pristupimo mini računalu moramo pokrenuti novu sesiju jer ako smo prije odspojili bateriju sustav je prestao raditi. Session se pokreće (Slika 3.3.2), te Raspberry Pi počinje izvoditi spomenutu Python skriptu. Pristupom na ThingSpeak platformu nakon svih obavljenih koraka početi će stizati rezultati mjerenja.



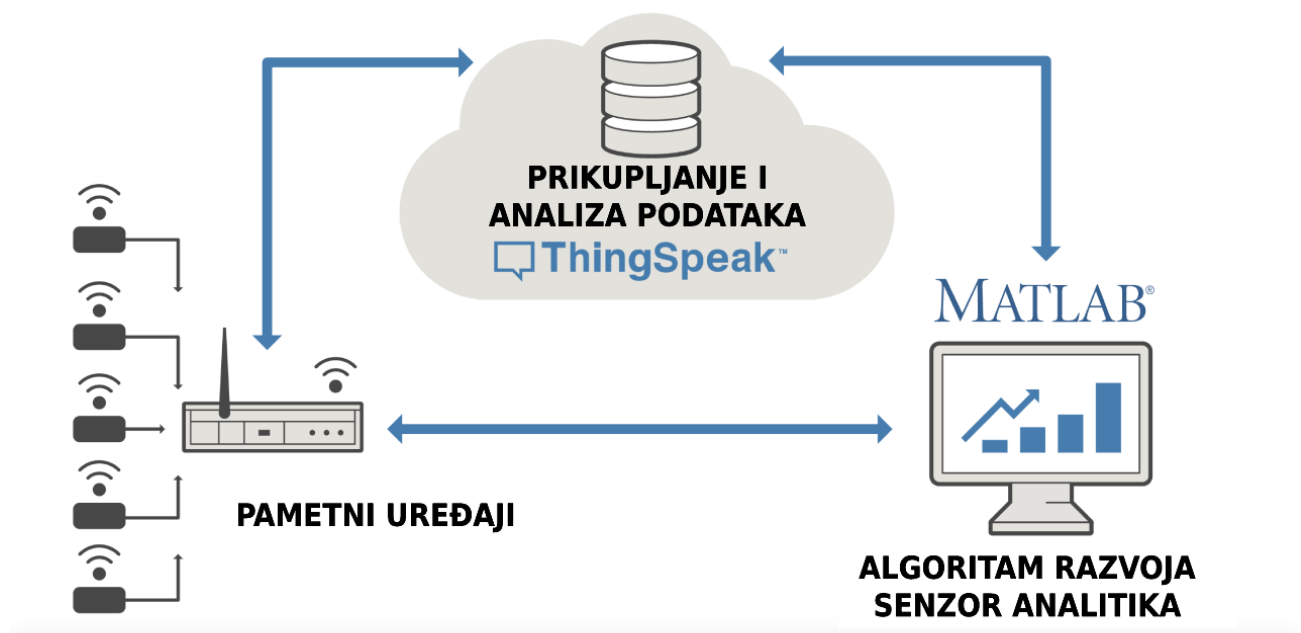
Slika 3.3.1 PuTTY konfiguracija

```
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Sat Sep  4 01:26:05 2021 from 192.168.43.40
pi@raspberrypi:~ $ sudo systemctl restart senzori.service
```

Slika 3.3.2 Pokretanje nove sesije koristeći `sudo systemctl restart` komandu [29]

3.4 ThingSpeak - skupljanje i vizualizacija podataka

Za prikupljanje, vizualizaciju, te analizu prijenosa podataka koristiti ćemo se ThingSpeak platformom (Slika 3.4.1). Ova platforma ekstremno je jednostavna za korisnika baš zbog toga što podatke može direktno prikazati kao grafove. Ovo je jedna od platformi koju je moguće koristiti sa mnogo različitih mikrokontrolera pa tako i sa Raspberry Pi 3 koji smo koristili.



Slika 3.4.1 Thingspeak platforma [16]

Postavljanje mjerenja čini se koristeći ključni element platforme - kanal. Kanal može imati osam podatkovnih polja. U osam polja pohranjuju se numerički znakovi, tri lokacijska polja u koje se

pohranjuje geografska širina i dužina, te jedno statusno polje. Obzirom na vidljivost kanala dijelimo ih u privatne i javne. To određujemo sa ReadAPI ključem odnosno ako je kanal privatn moramo koristiti Read API ključ za pristup. Mijenjanjem kanala u javni gubimo potrebu za tim ključem. Svaki kanal prilikom kreiranja je privatn. Write API ključ nam omogućava pisanje podataka u kanalu. Oba API ključa su nasumično generirani stringovi ukupne duljine 16 znakova. Postoji opcija mijenjanja ključeva na zahtjev vlasnika kanala (Slika 3.4.2).

The image shows two sections of a web interface. The first section, titled "Write API Key", features a text input field labeled "Key" and an orange button labeled "Generate New Write API Key". The second section, titled "Read API Keys", features a text input field labeled "Key", a larger text area labeled "Note", a green button labeled "Save Note", and a red button labeled "Delete API Key".

Slika 3.4.2 API Key mogućnost na ThingSpeak-u [25]

Ova platforma je besplatna i otvorenog koda (open-source). To nam omogućava da oblikujemo prikaze tj. svojstva korisničkog sučelja kako želimo sa ostalim otvorenog koda (open-source) programima. Također ThingSpeak surađuje s MathWorks Corp. MathWorks je kuća koja proizvodi softver za matematičko računalstvo. Te programe većinski koriste inženjeri, znanstvenici, istraživači i matematičari. Kako bi još sve približili inženjerima integriran je program MATLAB koji se koristi za vizualizacije i programiranje. Sve to nam omogućuje da koristimo MATLAB bez obzira na to imamo li licencu ili ne [17]. To čini ovu platformu iznimno praktičnom za vježbanje. Kao što je ranije spomenuto da je platforma jako jednostavna za korištenje možemo vidjeti tako što nam omogućuje da izvezemo podatke izravno u CSV(comma-separated values) format samo jednim klikom.

Export

Download all of this Channel's feeds in CSV format.

Time Zone

(GMT+01:00) Zagreb



Download

Slika 3.4.3 Export podataka s platforme [26]

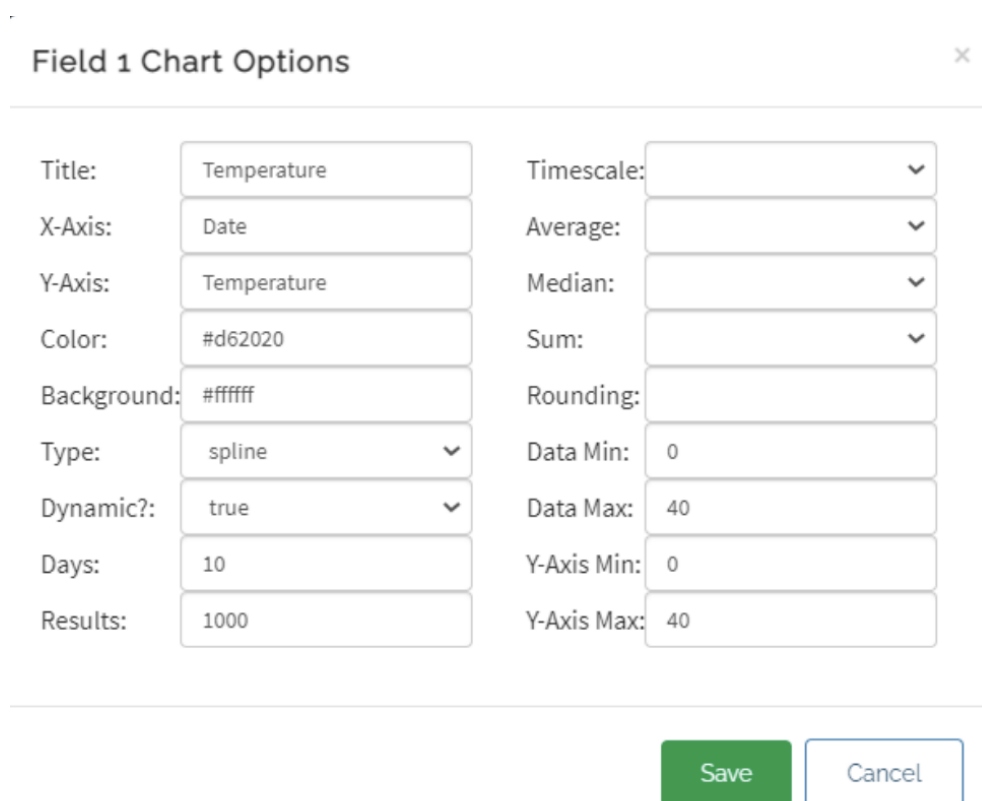
CSV format se koristi u većini programa koji su zaduženi za obradu podataka, baze podataka i slično. Također kao što radi izvoz isto tako imamo i uvoz podataka. U slučaju da imamo neku privatnu web-stranicu direktno preko platforme možemo ugraditi naše grafove na tu stranicu. Ova mogućnost otvara nam mnoga vrata za prikaz podataka ili statusa nekih od sustava za pametno udaljeno mjerenje.

4. REZULTATI

Nakon što smo objasnili funkcionalnosti hardvera i softvera našeg sustava vrijeme je da demonstriramo rad sustava. U ovom poglavlju fokusirati ćemo se na rezultate pametnog mjerenja. Rezultati se većinom prikazuju grafički kako ih namjestimo, te ćemo objasniti kako se namještaju grafovi. Prikazati će se rezultati mjerenja sustava sa kopna na dvije lokacije, te direktno sa plutače na moru. U rezultatima tražimo temperaturu u Celzijevim stupnjevima (°C), vlagu tj. relativnu vlažnost u postocima (%) i pritisak odnosno tlak u hektopaskalima (hPa).

4.1 Grafovi

Svaki graf je za sebe poseban “objekt” kojem dodjeljujemo neka svojstva samouređivanja (Slika 4.1.1).



| Field 1 Chart Options | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|----|
| Title: | Temperature | Timescale: | ▼ |
| X-Axis: | Date | Average: | ▼ |
| Y-Axis: | Temperature | Median: | ▼ |
| Color: | #d62020 | Sum: | ▼ |
| Background: | #ffffff | Rounding: | |
| Type: | spline ▼ | Data Min: | 0 |
| Dynamic?: | true ▼ | Data Max: | 40 |
| Days: | 10 | Y-Axis Min: | 0 |
| Results: | 1000 | Y-Axis Max: | 40 |

Save Cancel

Slika 4.1.1 Opcije za samouređivanje grafova [27]

Naslov, x-os, y-os, boja, pozadina, tip, dinamičan, dani, rezultati, vremenski raspon, prosječnost, medijan, suma, zaokruženo, min. podataka, max. podataka, y-os min., y-os maks

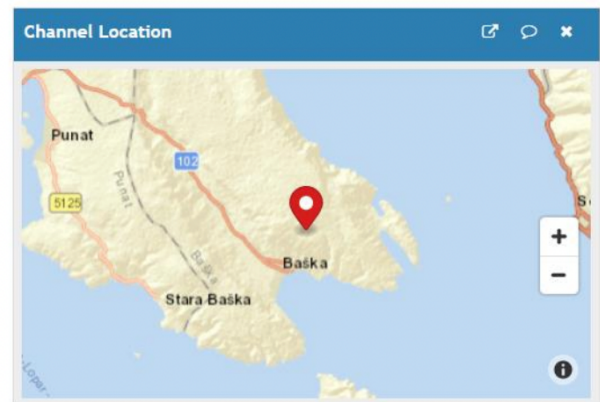
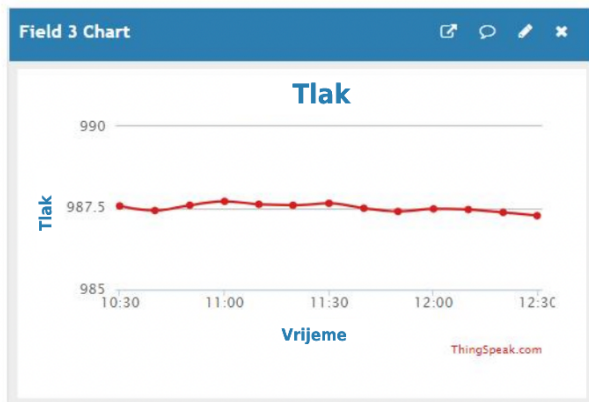
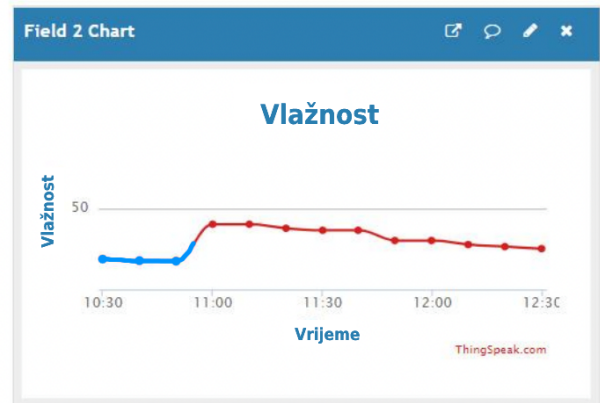
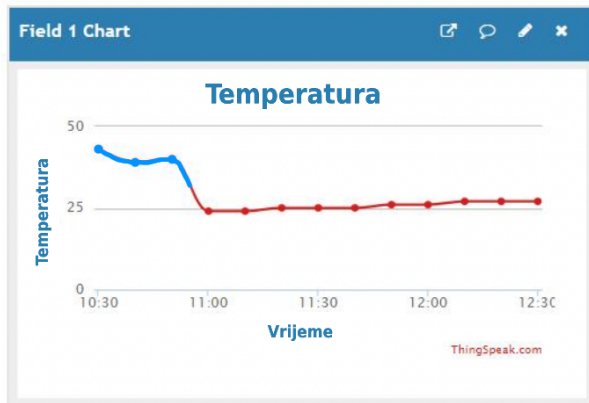
Počevši od naslova grafa i tipa krivulje (npr. stupičasti, stepeničasti, linijski ili spline itd.) razlikujemo i attribute poput podataka na ordinati ili apscisi, boju pozadine, vremenski intervali mjerenja (količina u danima), učestalost jednog rezultata tj. količinu rezultata, gornje i donje granice za neke veličine, zaokruživanje i tako dalje. Na slici 4.1.1. imamo prikaz ovlaštenja za uređenje grafa.

4.2 Rezultati mjerenja

Kako bismo provjerili i testirali upotrebljivost, pouzdanost, fleksibilnost i efikasnost senzora u različitim klimatskim uvjetima, nadmorskim visinama rezultati su se slali kroz period od nekoliko dana. Mjerenja su održavana na različitim lokalitetima u različito doba dana. Iz ovako postavljene teze trebali bi vidjeti kviri li se senzor ili šalje točne informacije s različitih mjesta.

4.2.1 Mjerenja - 1. Dio

Prvi dio proveden je dana 24. kolovoza 2021. i služi kao prvi test na lokaciji Baška prije testiranja plutače u Rijeci. Očitavanja, kao što smo spomenuli, sa senzora unutarnjim putem dolazi do Python skripte koja priprema podatke za platformu ali za potrebu ovog mjerenja pokazujemo samo dvosatno očitavanje kako bi potvrdili da je cijeli sustav kompletan i da ispravno radi. Vrijednosti u tablici za temperaturu, vlagu u zraku i tlak zraka izražene su u stupnjevima Celzija, hektopaskalima i postocima. Podaci u tablici 4.2.1.1 pokazuju da, kada je riječ o kratkim vremenskim intervalima između mjerenja, razine sve tri fizikalne veličine ne variraju značajno. Uspoređujući podatke sa službenih stranica državnog hidrometeorološkog zavoda o temperaturi, tlaku i vlazi možemo zaključiti da je sustav vrlo precizan. Anomalija mjerenja prikazana na prva tri očitavanja na grafovima (Slika 4.2.1.1 - plavom označeno) je rezultat pogreške u kodu koja je naknadno ispravljena (tablica 4.2.1.1 prikazuje samo točna očitavanja).



Slika 4.2.1.1 Prvi dio mjerenja

- prvi graf (gore lijevo) prati temperaturu u odnosu na navedeni vremenski raspon
- drugi graf (gore desno) prati relativnu vlažnost zraka u odnosu na navedeni vremenski raspon
- treći graf (dolje lijevo) prikazuje atmosferski tlak u odnosu na navedeni vremenski raspon

Tablica 4.2.1.1 Mjerenja prvi dio

| Datum | Vrijeme | Temperatura (°C) | Vlaga (%) | Tlak (hPa) |
|--------------|----------------|-------------------------|------------------|-------------------|
| 24.8.2021. | 11:00 | 24 | 42 | 987,71 |
| 24.8.2021. | 11:10 | 24 | 42 | 987,62 |
| 24.8.2021. | 11:20 | 24 | 40 | 987,59 |
| 24.8.2021. | 11:30 | 25 | 39 | 987,65 |
| 24.8.2021. | 11:40 | 25 | 39 | 987,48 |
| 24.8.2021. | 11:50 | 26 | 34 | 987,38 |
| 24.8.2021. | 12:00 | 27 | 34 | 987,46 |
| 24.8.2021. | 12:10 | 27 | 32 | 987,46 |
| 24.8.2021. | 12:20 | 27 | 31 | 987,37 |
| 24.8.2021. | 12:30 | 26 | 30 | 987,27 |

4.2.2 Mjerenja - 2. Dio

Drugi dio proveden je u periodu od 27. kolovoza 2021. do 29. kolovoza 2021. i služi kao zadnji test na lokaciji Marinići prije testiranja plutače na moru. U ovom kao i u zadnjem testu mjeriti ćemo podatke kroz duži period.

Tablica 4.2.2.1 Mjerenja drugi dio

| Datum | Vrijeme | Temperatura (°C) | Vlaga (%) | Tlak (hPa) |
|------------|---------|------------------|-----------|------------|
| 27.8.2021. | 12:30 | 27 | 33 | 982,44 |
| 27.8.2021. | 13:00 | 29 | 30 | 982,48 |
| 27.8.2021. | 13:30 | 28 | 30 | 982,43 |
| 27.8.2021. | 14:00 | 28 | 30 | 982,02 |
| 29.8.2021. | 9:30 | 26 | 50 | 983,85 |
| 29.8.2021. | 10:00 | 27 | 48 | 984,07 |
| 29.8.2021. | 20:00 | 22 | 43 | 972,2 |
| 29.8.2021. | 21:00 | 19 | 59 | 972,9 |
| 29.8.2021. | 21:30 | 19 | 58 | 972,6 |

Kada su u pitanju dulji vremenski razmaci između mjerenja, odstupanja su vrlo očita. Temperatura je 29-og kolovoza 2021. bila vrlo promjenjiva. Možemo primjetiti da je kroz očitane vrijednosti (ne znači nužno da je to najviša temperatura toga dana) temperatura toga dana pala 8 stupnjeva dok se vlaga povećala za 10%. Kao rezultat toga, možemo reći da su senzori zapravo važni jer njihove vrijednosti odgovaraju onome kako se tijelo stvarno osjeća u pogledu topline i hladnoće. Sva mjerenja pokazuju tlak zraka koji je niži od prosječnog atmosferskog tlaka, koji je obično oko 1013 hektopaskala (hPa), međutim tlak zraka pada kako se nadmorska visina diže. Logično je da bi tlak zraka bio niži na Viškovu s obzirom na njegovu nadmorsku visinu od oko 330 metara. Također ovu činjenicu moći ćemo vidjeti i u izračunu tlaka pri mjerenju s mora.

4.2.3 Mjerenja - 3. Dio

Treći dio proveden je u periodu od 2. rujna do 4. rujna 2021. i služi kao eksperiment pri mjerenju direktno sa površine mora na lokaciji Kostrena. Mjerenja ćemo obaviti u malenoj lučici. Ovo je idealna lokacija baš iz razloga što površina mora biti mirna. Dizajn plutače jos nije napredovao u vodootpornu plutaču pa ako riskiramo u nemirnim morima može doći do ulaska vode i

utjecati na spojeve. Isto vrijedi i za velike valove ili bilo kakvu smetnju. Lučica se nalazi u uvali, te nema puno prometa što čini naša mjerenja kontekstnima. Pri dolasku u lučicu, postupak postavljanja plutače je izveden sa maksimalnom pažnjom obzirom da plutača ima mjesta gdje morska voda može ući. Postavljena je na površinu te je drugom rukom uteg polagano spušten u more. Na slici 4.2.3.1 možemo vidjeti crnu kuglu ispod nase plutače.

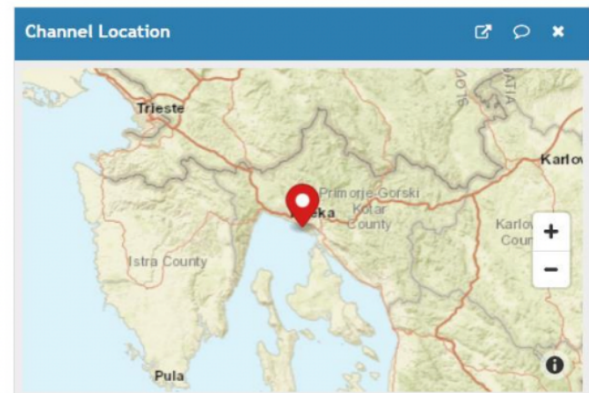
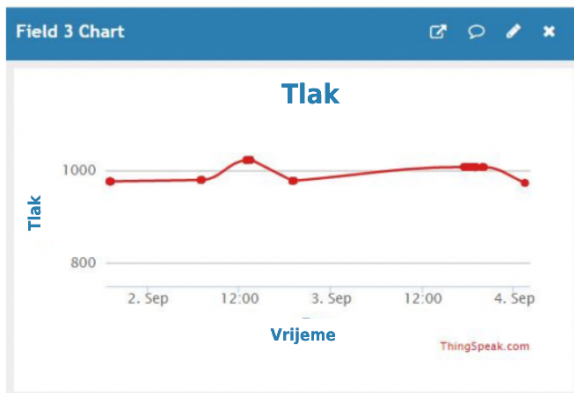
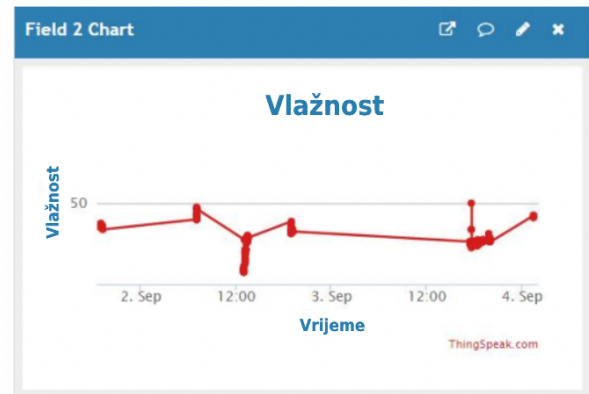
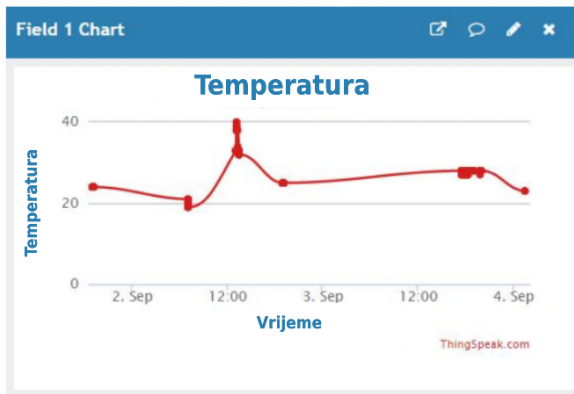


Slika 4.2.3.1 Plutača na površini mora

Kao što je prethodno spomenuto, tablica 4.2.3.1 pokazuje da je tlak zraka porastao do razine koja je u skladu s normalnim atmosferskim tlakom s padom nadmorske visine, što u ovom slučaju iznosi 0 m. Iz priloženog možemo pretpostaviti da BMP180 senzor je izrazito pouzdan i precizan.

Tablica 4.2.3.1 Mjerenje treći dio

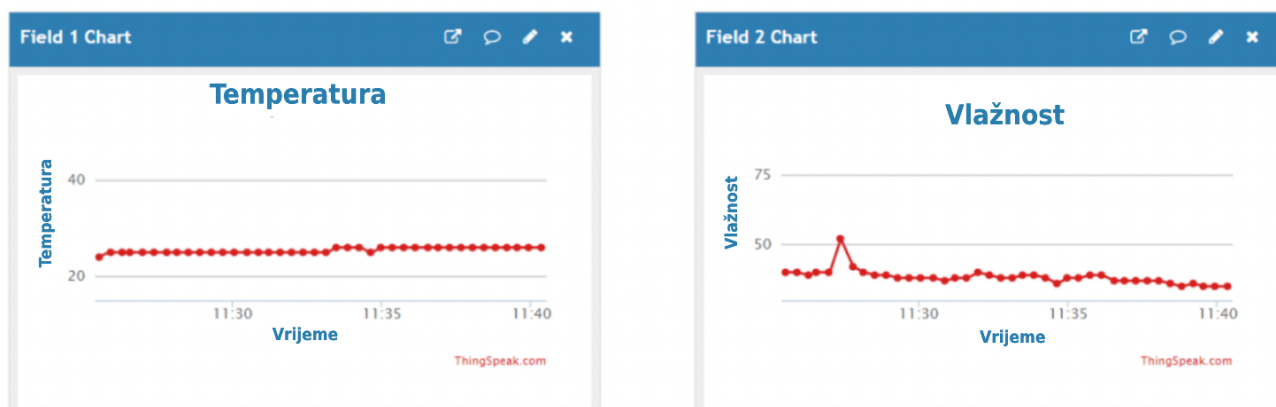
| Datum | Vrijeme | Temperatura (°C) | Vlaga (%) | Tlak (hPa) |
|--------------|----------------|-------------------------|------------------|-------------------|
| 2.9.2021. | 07:01 | 21 | 47 | 979,47 |
| 2.9.2021. | 13:10 | 40 | 40 | 1023,07 |
| 2.9.2021. | 19:12 | 19 | 46 | 977,91 |
| 3.9.2021. | 17:45 | 25 | 45 | 1007,39 |
| 3.9.2021. | 19:00 | 26 | 48 | 1007,18 |
| 3.9.2021. | 20:03 | 25 | 49 | 1007,22 |
| 4.9.2021. | 01:30 | 22 | 43 | 972,88 |
| 4.9.2021. | 02:00 | 19 | 59 | 972,93 |



Slika 4.2.3.2 Mjerenja s plutače u moru

- prvi graf (gore lijevo) prati temperaturu u odnosu na navedeni vremenski raspon
- drugi graf (gore desno) prati relativnu vlažnost zraka u odnosu na navedeni vremenski raspon
- treći graf (dolje lijevo) prikazuje atmosferski tlak u odnosu na navedeni vremenski raspon

Kada bi se vozili autom i plutača bi bila spojena na bežični internet cijelo vrijeme penjanjem na veću nadmorsku visinu vidjeli bi relativnu vlažnost zraka kao linearni pad na grafu.



Slika 4.2.3.3 Linearan pad relativne vlažnosti zraka

- prvi graf (lijevo) prati temperaturu u odnosu na navedeni vremenski raspon
- drugi graf (desno) prati relativnu vlažnost zraka u odnosu na navedeni vremenski raspon

5. NADOGRADNJE I PROBLEMI

Tijekom nekoliko mjerenja naišli smo na neke manje probleme i sitnije nepravilnosti kada je plutača radila. Iznimno je teško iz prve napraviti sustav koji će raditi bez ikakve greške ili pokojeg nedostatka pa tako smo i u ovom naišli na neke greške, ali ne nužno greške već i propuste. U ovom poglavlju kratko ćemo se osvrnuti na to koje su to, te kako ih ispraviti i unaprijediti.

5.1 Problemi

Prvi problem plutače je taj što je oklop sastavljen od jednostavne i tanke plastike. Upravo takav oklop se pokazao dobar kao materijal koji nam omogućuje da plutača stvarno pluta. Isti taj materijal se iskazao kao problematičan kada je vani jako sunce. Naime, sunčeva svjetlost pri direktnom udaru u plutaču jako brzo zagrijava cijeli sklop. Obzirom da su naši senzori unutar cijelog sklopa oni će prikazivati najbližu temperaturu koju mogu izmjeriti, a to je upravo ta unutar sklopa. Takvo očitavanje nam može javljati pogrešne informacije u slučaju da nismo pokraj plutače i sami možemo očitati temperaturu. Koristeći materijale poput aluminijske folije, metalizirani tanki film ili neku tehnologiju poput RB Fabric (Radiant Barrier Fabric) koja je barijera protiv toplinskog zračenja napravljena od reflektirajuće tkanine možemo smanjiti utjecaj sunčeve svjetlosti [18]. Također bi pomoglo kada bi boju plutače promijenili u bijelo.

Drugi problem plutače je internetska konekcija odnosno WiFi. Ovaj problem se javljao u početku testiranja plutače, nakon čega je isti razriješen funkcionalnošću GSM modula.

5.2 Nadogradnje

Kada bi nadograđivali ovu plutaču krenuli bi sa novim kućištem od boljeg materijala sa različitim premazima kao što smo već naveli zbog problema sa toplinom. Uteg koji trenutno samo visi s donje strane plutače bi se sam trebao moći spustiti u more prilikom stavljanja plutače u more. Ako bi koristili napredniji i veći dizajn uteg ne bi bio potreban. Ovakav način postavljanja ne samo da nije pouzdan jer se plutača lagano potopi već se i korisnik donekle mora smočiti. Plutače se još mogu koristiti za mjerenje smjera morskih struja. Taj podatak možemo i izvući tako što pratimo lokaciju plutače pomoću novog GPS modula kroz određeno vrijeme ili putem GPRS modula

triangulacijom u mobilnoj mreži. Također koristeći jedan ili više akceleratora možemo mjeriti i veličine valova, te možemo izračunati period vala. Ne smijemo zaboraviti na bateriju koja napaja cijeli sustav tako da nadogradnjom u obliku solarnih panela možemo puniti bateriju bez otvaranja sklopa.

6. BUDUĆNOST MJERENJA I PAMETNA BROJILA

Ovo nije samo sustav za mjerenje već i pametan sustav. To znači da možemo prilagoditi bilo koji pametni sustav za mjerenje i primijeniti ga u druge svrhe. Želimo li napraviti nešto jednostavno i mjeriti temperaturu i vlagu unutar naše kuće ili smočnice samo mijenjamo lokaciju naše plutače. No ako želimo izmjeriti količinu vlage u zemlji ili vrtu, prenamjenom senzora možemo potpuno kontrolirati naš vrt. Puštanje vode iz spremnika ili pokretanje prskalica, otvaranje zavjesa u stakleniku kada izmjerimo da nam treba više sunčeve svjetlosti i svaka manualna odnosno ručna radnja koja ne zahtjeva neki teški fizički rad može obaviti pametan sustav naših dimenzija. Osim što pomaže poduzećima i civilima da učinkovitije troše svoju energiju, široko rasprostranjena ugradnja pametnih brojila ima potencijal za otključavanje razine netaknute energetske učinkovitosti u obliku pametne energetske mreže. Do 2050. godine 68% svjetske populacije živjet će u urbanim područjima. Stoga je neophodno da ova urbana okruženja imaju pouzdan i održiv izvor energije. Uz pametnu mrežu, operateri će moći učinkovitije uravnotežiti protok energije kroz mrežu. To je zato što će uz pomoć mrežnih senzora i pametnih brojila operateri moći detektirati skokove potražnje za električnom energijom i prekide u stvarnom vremenu, prilagođavajući se u skladu s tim kako bi osigurali učinkovitost. Međutim, da bi ova ideja pametne mreže postala stvarnost, ključno je da brojila u mreži budu podržana dvama bitnim principima – pouzdanom povezanosti i snažnom kibernetičkom sigurnošću. Uz poboljšanu energetska infrastrukturu, operateri će moći učinkovito upravljati različitim obnovljivim izvorima energije koji su geografski raspodijeljeni po mreži. Štoviše, pametne mreže omogućit će pružateljima usluga da potrošači energije igraju središnju ulogu u mreži prodajom dodatnog skladišta energije koje možda imaju kod kuće [19].



Slika 6.1 Budućnost pametnih mreža [28]

NB-IoT - pojam koji označava vrstu bežične internet konekcije koja omogućuje korisniku da pametne uređaje koristi putem mobilnih mreža

LTE Cat M1 - vrsta mobilne mreže koja omogućava komunikaciju pametnih uređaja

Na ovoj slici možemo vidjeti kako veliki broj uređaja komunicira i dostavlja podatke na jedan repozitorij koji onda upravlja svim ostalim podacima

7. ZAKLJUČAK

Ovaj završni rad bavi se problematikom izrade sustava za pametno udaljeno mjerenje, a cilj je bio izrada plutače koja će nam u kombinaciji sa svim sensorima, mikrokontrolerom i sl. koristiti kao taj sustav. Kako bismo ostvarili navedeno, koristili smo Raspberry Pi 3 mikrokontroler, senzor za vlažnost i temperaturu DHT11, senzor za tlak odnosno pritisak BMP180 i SIM800 GSM modul. Kod je napisan u Pythonu unutar Raspberry-jevog OS-a (Raspbian) gdje je stvorena skripta koja će pokretati naš mjerni sustav. Dodana je baterija i kućište. Posljednji korak u izradi pametnog sustava koji može djelovati odnosno javljati stanje samostalno je izrada web stranice gdje ćemo prikazivati rezultate uživo. Mjerenja sa senzora šalju se na platformu ThingSpeak, na kojoj su postavljena grafička sučelja za prikazivanje temperature, vlažnosti i tlaka, te geografski položaj. Kako su podaci pokazali možemo vidjeti da je sustav uz minimalni broj pogrešaka odradio svoj zadatak i slao kvalitetne podatke. Ovaj sustav je početna razina pametnog mjerenja. Možemo zaključiti da će se ovi sustavi početi primjenjivati na puno većoj razini globalno kao cilj očuvanja vremena pojedinca ali i povećanja točnosti podataka. Ovaj rad nam je pokazao kako sa malenom količinom modula možemo puno postići, a isto tako kako i nadogradnjom možemo unaprijediti viziju ovog područja računarstva. Možemo zaključiti da su navedeni postupci presudni za budućnost digitalizacije, te da je pitanje vremena kada će ovo prijeći u novu razinu, na razinu pametnih gradova. Iako oni već postoje, postoje u idejnom smislu.

8. LITERATURA

[1] Fromaget, Patrick. n.d. “The Epic Story of the Raspberry Pi | Raspberry tips.” RaspberryTips. <https://raspberrytips.com/raspberry-pi-history/> , kolovoz 2022.

[2] “What is a Raspberry Pi?” n.d. Raspberry Pi. <https://www.raspberrypi.org/help/what-%20is-a-raspberry-pi/> , kolovoz 2022.

[3] Chris Beard: “Smart Metering For Dummies, Logica Limited Second Edition (CGI)”, A John Wiley and Sons, Ltd, Publication, 2010

[4] “Raspberry Pi Documentation - Getting Started.” n.d. Raspberry Pi. <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/getting-started.html#settin%20g-up-yourr%20aspberry-pi> , kolovoz 2022.

[5] <https://www.raspberrypi.org/documentation/computers/os.html#introduction> , kolovoz 2022.

[6] “Raspberry Pi Documentation - Configuration.” n.d. Raspberry Pi. <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/configuration.html> , kolovoz 2022.

[7] Guide, Step. n.d. “Buy a Raspberry Pi 3 Model B – Raspberry Pi.” Raspberry Pi. <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b> , kolovoz 2022.

[8] “Temperature and Humidity Module.” n.d. Components101. https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/DHT11-Temperature-Sensor.pdf , kolovoz 2022.

[9] “DHT11 Sensor Pinout, Features, Equivalentents & Datasheet.” 2021. Components101. <https://components101.com/sensors/dht11-temperature-sensor> , kolovoz 2022.

- [10] “Digital pressure sensor” 2013. Adafruit Industries.
<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP180-DS000-09.pdf> , kolovoz 2022.
- [11] <https://www.eradel.com/product/bmp-180-barometric-pressure-module5/> , rujan 2022.
- [12] Roland Pelayo: “SIM800L Network Test Project”,
<https://www.teachmicro.com/sim800-network-test-troubleshoot/> , rujan 2022.
- [13] <http://www.sophiakhetrinagar.in/award.aspx?cname=powerbanka+silvercrest&cid=87> , kolovoz 2022.
- [14] “readDHT: Reads data from DHT11/DHT21/DHT22/AM2302” 2015. GitHub.
<https://github.com/michaelkl/readDHT> , kolovoz 2022.
- [15] “Advanced Port Scanner – free and fast port scanner” 1999.
<https://www.advanced-port-scanner.com> , kolovoz 2022.
- [16] <https://thingspeak.com/login?skipSSOCheck=true> , rujan 2022.
- [17] “Students and Educators - ThingSpeak IoT.” n.d. ThingSpeak.com
<https://thingspeak.com/pages/education> , kolovoz 2022.
- [18] “Radiant Barrier Material | Heat Reflective Fabric.” n.d. Energy Efficient Solutions.
<https://www.energyefficientsolutions.com/Radiant-Barrier-Fabric.asp> , rujan 2022.
- [19] Neil Bosworth: “Why smart meters will be essential to our sustainable future”,
<https://dis-blog.thalesgroup.com/iot/2022/01/31/why-smart-meters-will-be-essential-to-our-sustainable-future/> , rujan 2022.
- [20] TIBCO Software. n.d. “What is the Internet of Things (IoT)?” TIBCO Software.
<https://www.tibco.com/reference-center/what-is-the-internet-of-things-iot> , rujan 2022.

[21] Nick Heath , Photos of the Raspberry Pi through the ages: From the prototype to Pi 3 B+, <https://www.zdnet.com/pictures/photos-of-the-raspberry-pi-through-the-ages-from-the-prototype-to-pi-3/> , ožujak 2018.

[22] Aggarwal, Abhishek. 2018. “Raspberry Pi 3 Pinout.” YoungWonks. <https://medium.com/youngwonks/raspberry-pi-3-pinout-50b904ed41f0> , kolovoz 2022.

[23] “DHT11.” 2022. Elecrow.com. <https://www.elecrow.com/wiki/index.php?title=DHT11> , kolovoz 2022.

[24] “SIM800L Quad-band Network GPRS GSM Breakout Module + Spring Antenna – Loci Engineering Ltd.” n.d. Loci Engineering Ltd. <https://lociengineering.co.ke/product/sim800l-quad-band-network-gprs-gsm-breakout-module-spring-antenna/> , rujan 2022.

[25] https://thingspeak.com/channels/1283686/api_keys, rujan 2022.

[26] https://thingspeak.com/channels/1283686/import_export, rujan 2022.

[27] <https://thingspeak.com/channels/new>, rujan 2022.

[28] Guest Contributor: “What role will smart metering systems play in the future?”, <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/smart-meters/what-role-will-smart-metering-systems-play-in-the-future/>, svibanj 2020.

[29] IoTDesignPro, <https://iotdesignpro.com/projects/iot-based-raspberry-pi-weather-station-using-dht11-and-bmp180-sensor>, svibanj 2019.

9. POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 1.1 Harmonija i međudjelovanje IoT uređaja | 2 |
| Slika 2.1.1 Razvoj i prototip Raspberry Pi-a | 4 |
| Slika 2.1.2 Raspberry Pi v3 | 5 |
| Slika 2.1.3 Raspberry Pi v3 PIN layout | 6 |
| Slika 2.2.1 DHT11 senzor | 7 |
| Slika 2.2.2 Shema spajanja DHT11 senzora s miktokontrolerom | 7 |
| Slika 2.3.1 Shema spajanja BMP180 | 8 |
| Slika 2.3.2 BMP180 senzor | 9 |
| Slika 2.4.1 SIM800L GSM Modul | 10 |
| Slika 2.5.1 Silvercrest prijenosna baterija | 11 |
| Slika 2.6.1 Cijeli sklop na PCB pločici bez plutače | 11 |
| Slika 2.6.2 Otvorena plutača | 12 |
| Slika 3.1.1 Funkcija izračuna tlaka | 14 |
| Slika 3.1.2 Main funkcija | 15 |
| Slika 3.2.1 Advanced Port Scanner | 15 |
| Slika 3.3.1 PuTTY konfiguracija | 16 |
| Slika 3.3.2 Pokretanje nove sesije | 16 |
| Slika 3.4.1 Thingspeak platforma | 17 |
| Slika 3.4.2 API Key mogućnost na ThingSpeak-u | 18 |
| Slika 3.4.3 Export podataka s platforme | 19 |
| Slika 4.1.1 Opcije za samouređivanje grafova | 20 |
| Slika 4.2.1.1 Prvi dio mjerenja | 22 |
| Slika 4.2.3.1 Plutača na površini mora | 25 |

| | |
|--|----|
| Slika 4.2.3.2 Mjerenja s plutače u moru | 27 |
| Slika 4.2.3.3 Linearan pad relativne vlažnosti zraka | 28 |
| Slika 6.1 Budućnost pametnih mreža | 32 |

10. POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 4.2.1.1 Mjerenja prvi dio | 23 |
| Tablica 4.2.2.1 Mjerenja drugi dio | 24 |
| Tablica 4.2.3.1 Mjerenje treći dio | 26 |

11. POPIS KRATICA

Wi-Fi- Wireless Fidelity (iako fidelity kao naziv je stvoren sa strane marketinške tvrtke jer naziv wireless nije bio dovoljan)

PCB- Printed Circuit Board

HDMI- High Definition Multimedia Interface

USB- Universal Serial Bus

GPIO- General Purpose Input/Output

LED- Light Emitting Diode

DHT- Digital High Technology

BMP- Barometric Pressure

ADC- Analog to Digital Converter

EEPROM- Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

I2C- Inter-Integrated Circuit

API- Application Programming Interface

GSM- Global System for Mobile

GPRS- General Packet Radio Service

USD - United States Dollar

BBC - British Broadcasting Corporation

DSI Display - Display Serial Interface

VCC - Voltage Common Collector

GND - Ground

APS - Advanced port scanner

CSV - Comma-Separated Values

OS - Operating System

RB - Radiant Barrier

12. SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI

U ovom završnom radu je predstavljen prototip sustava za udaljeno pametno mjerenje. Uvodni dio rada opisuje osnovni koncept sustava za udaljeno mjerenje. Zatim su, u drugom dijelu, opisane komponente koje su korištene te su navedene osnovne informacije o korištenim senzorima, njihovoj ulozi u projektu i specifikacijama. Treći dio predstavlja softversku integraciju, tj. izrađenu aplikaciju i ThingSpeak platformu korištenu za prikaz rezultata mjerenja. Sami rezultati su varirali u ovisnosti o više čimbenika, što je objašnjeno u radu. Također, dan je kratak pregled problema kod izrade, mogućih nadogradnji i budućih trendova u području pametnog mjerenja. Konačno, u zaključku su navedene najvažnije značajke sustava, korištene tehnologije i sugestije za budući razvoj.

Ključne riječi : pametno mjerenje, udaljeno mjerenje, plutača, sustav za udaljeno mjerenje

13. ABSTRACT AND KEYWORDS

In this thesis, a prototype system for smart remote metering is presented. The introductory part of the paper describes the basic concept of the remote metering system. Then, in the second part, the components used are described, and the basic information about the used sensors, their roles in the project, and specifications are given. The third part presents the software integration, i.e., the developed application and the ThingSpeak platform used to display the measurement results. The results themselves varied depending on several factors explained in the paper. Also, a brief overview of problems, possible upgrades, and future trends in the field of smart metering is given. Finally, the most important features of the system, the technologies used, and suggestions for future development are listed in conclusion.

Keywords: smart metering, remote measurement, buoy, remote measurement system