



Gibanje MLADI RAZISKOVALCI KOROŠKE

Področje: aplikativni inovacijski predlogi in projekti

VREMENSKA KOMORA

Avtorji: Grega Potočnik
Radovan Jorgić
Žan Lah

Mentorja: Bojan Pogač, univ. dipl. inž.
Robert Pečnik, dipl. inž.

Leto in kraj: 2021, Ravne na Koroškem

Šola: Srednja šola Ravne
Na gradu 4a
2390 Ravne na Koroškem

ZAHVALA

Zahvaljujemo se mentorju Bojanu Pogaču univ. dipl. inž. ter profesorju Robertu Pečniku, dipl. inž. za vso podporo in pomoč pri delu. Iskreno se zahvaljujemo Klavdiji Kotnik za lektoriranje. Posebej se zahvaljujemo tudi Srednji šoli Ravne oz. ravnateljici mag. Ivanki Stopar, saj nam je v času izdelave nudila vso potrebno opremo ter nam omogočila uspešen zaključek naloge.

POVZETEK

V nalogi je predstavljena izdelava in funkcionalnost enokubične komore, izdelane iz izbranih materialov, v kateri lahko simuliramo temperaturo, vlago in deloma vreme iz vsakega mesta na svetu. V komoro se lahko postavijo razni materiali, rastline in predmeti ter se prek vgrajene kamere spremljajo njihove spremembe. Omogoča dva načina vnosa, in sicer ročni vnos, kjer si izberemo poljubne lastnosti vremena ter pametni izbor vremena, kjer se na zemljevidu izbere kraj, ki bo simuliran. Na mobilni aplikaciji se tekom simulacije izpisujejo vse spremembe, kot so trenutni pogoji v komori ter ciljni pogoji, ki jih komora želi simulirati. Eden izmed ciljev naloge pa je vsekakor testiranje, kako vremenski pogoji vplivajo na testne subjekte, ne da bi dejansko morali čakati, da se to vreme v resnici izvede, ali pa oditi na lokacijo s takšnim podnebjem. Pri izdelavi se uporablja veliko orodij, tako hardverskih kot softverskih. Izpostavil bi Raspberry Pi kot glavni krmilnik projekta, senzorje za meritve in primerjanje stanja v komori z realnim ter programska jezika React in React Native za izdelavo spletne ter mobilne aplikacije. Podatki iz realnega sveta pa se pridobivajo iz zelo priljubljene baze podatkov OpenWeather API.

KLJUČNE BESEDE

- elektrotehnika,
- vreme,
- aplikacija,
- simuliranje,
- sistem,
- vremenski pogoji,
- lokacija.

SUMMARY

The following paper will present the building and functionality of a single-cubic chamber made of selected materials, where temperature, humidity and partially also the weather from any city in the world can be simulated. Various materials, plants and objects can also be placed in the chamber so their changes can be monitored via the built-in camera. The chamber allows two input methods. Firstly, the manual input, where any weather properties can be set and, secondly, the smart weather selection by the city location on the map. The mobile application shows the changes happening during the simulation, such as current and target conditions in the chamber. One of the goals was to test how weather conditions affect test subjects without actually having to wait for a specific weather or go to a location with such climate. Many tools, both hardware and software, are used in this project. I would highlight the Raspberry as the main project controller, the sensor for measuring and comparing the weather condition to target one and React and React Native programming languages for creating web and mobile applications with real-time data retrieved from the popular database called OpenWeather API .

KEY WORDS

- electrical engineering,
- weather,
- application,
- simulation,
- system,
- weather conditions,
- location.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opredelitev problema	1
1.2	Cilj naloge	2
2	METODE DELA IN MATERIALI	3
2.1	Hladilni sistem.....	3
2.2	Grelni sistem.....	5
2.3	Vlaženje in sušenje zraka	6
2.4	Sistem dežja	7
2.5	Nadzor kamere.....	8
2.6	Senzorika	8
3	SPLETNA IN MOBILNA APLIKACIJA	9
3.1	Spletna aplikacija	9
3.2	Mobilna aplikacija	11
4	MIKROKRMILNIK	13
4.1	Fizični opis	13
4.2	Programska oprema.....	14
4.3	Povezava mikrokrmilnika in komore	15
5	ALGORITEM IN KONČNI IZDELEK.....	16
5.1	Zagon komore.....	16
5.2	Strežnik.....	16
5.3	Programska logika	16
5.4	Končni izdelek	17
6	ZAKLJUČEK	19
7	VIRI IN LITERATURA	20

KAZALO SLIK

Slika 1: Kompresor Embraco EMX 26CLC	3
Slika 2: Ventilator	5
Slika 3: Grelec.....	5
Slika 4: Difuzor	6
Slika 5: Črpalka	7
Slika 6: Kamera.....	8
Slika 7: Spletna in mobilna aplikacija	10
Slika 8: Prvotna oblika mobilne aplikacije	11
Slika 9: Raspberry Pi 4 B	13
Slika 10: Elektronsko vezje temperaturne komore	15
Slika 11: Temperaturna komora	17
Slika 12: Elektro omarica z zaslonom	18

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Hlajenje skrinje	4
--------------------------------	---

1 UVOD

Živimo v svetu z zelo hitro rastočim gospodarstvom, to pa prinese tudi tehnologijo, ki je iz dneva v dan sodobnejša. Že od nekdanj se ljudje ukvarjajo s pospeševanjem, avtomatizacijo ter industrializacijo orodij iz vsakdanjega življenja ter celo precej zapletenih sklopov in naprav, namenjenih za večje skupine ljudi. Kot raziskovalec se zavedam, da so pri takšnih podvigih raziskave zelo pomembna orodja in naprave, s katerimi si lahko pomagamo. Od preprostih in osnovnih orodij, kot so kleščice ali merilci električnih veličin, pa včasih potrebujemo nekaj bolj nevsakdanjega. Vsak projekt je potrebno namreč učinkovito testirati, ali je končni izdelek primeren za namensko uporabo.

1.1 Opredelitev problema

Včasih sploh ne potrebujemo izdelka in je dovolj že naša radovednost in zanimanje, kako se kaj obnaša pod določenimi pogoji. Takšne pogoje pa ni vedno preprosto izvesti. Ker si želimo, da stabilnost naših raziskav ne temelji le na teoretičnih predvidevanjih, smo se odločili izdelati napravo, ki nam bo pomagala izključiti vsaj nekaj teh predvidevanj, predvsem kar se tiče vremenskih pogojev.

Naprave s takšnim namenom sicer že obstajajo na trgu, vendar pa so drage in težke. Mnenja smo tudi, da se bomo veliko naučili o načrtovanju in izdelavi sistemov, kar nam bo koristilo za prihodnje projekte.

1.2 Cilj naloge

Cilj naloge je izdelava zaprtega sistema, v katerem je mogoče simulirati razne vremenske pogoje. Ta sistem oz. komora mora imeti kar se da dobro sposobnost hlajenja v razmeroma majhnem časovnem obdobju, optimalno do $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ v eni uri. Omogočeno mora biti gretje do predvidene temperature $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nadzor vlage bo izziv, vendar je tudi tukaj cilj, da vlago nadziramo kar se da dobro, predvideno $\pm 2.5\%$. Za realistično okolje bo potrebna tudi prava osvetlitev, torej noč, dan, oblačnost. Komora mora biti sposobna simulirati dež, čeprav pa si želimo tudi sneg in točo, smo se temu odpovedali že v začetni fazi načrtovanja, saj bi za vse to potrebovali preveč prostora in denarja, projekt pa bi postal nepotrebno zapleten. Tudi vetra ne bomo točno simulirali, kajti v komori je premalo prostora, da bi veter lahko realno pihal. Vse funkcije sistema bo podrobneje nadziral računalnik.

Drugi cilj te naloge je povezava tega sistema z aplikacijo, preko katere bo dobil potrebne podatke za uravnavo vremena. Želimo imeti dva načina nastavitve sistema, eden od teh bo ročno nastavljanje vseh vrednosti sistema na željeno vrednost. Drug način bo izbira kraja, katerega vremenske podatke bo sistem kopiral. Aplikacija bo tudi naše oko, saj nam bo sistem sporočal vse potrebne podatke prek aplikacije. Med njimi tudi:

- trenutno in ciljano vrednost vlage,
- trenutno in ciljano vrednost temperature,
- status dežja,
- status megle in
- dodatne podatke.

2 METODE DELA IN MATERIALI

Največji izziv pri tej maturitetni nalogi je bila vsekakor sama izdelava makete komore in zagotovljena varnost uporabe. Uporabili smo komponente, ki smo jih imeli na voljo, določene smo tudi naročili - vse z namenom uresničevanja zastavljenjega cilja.

2.1 Hladilni sistem

Načrtovati smo začeli preveč optimistično, saj so bile prve zasnove sistema, ki ima notranjo prostornino 2 kubična metra. Želeli smo namreč narediti komoro, v katero bi lahko vstopili. Načrt smo kmalu zaradi praktičnosti prenosa zmanjšali na notranje mere za $\frac{3}{4}$, torej na le 0,5 kubičnega metra. Tudi to smo ovrgli, saj tako velikega sistema ne bi mogli praktično hladiti. Na voljo namreč nimamo dovolj močnega hladilnega sistema. Hlajenje je potrebno zaradi simulacije mrzlega oz. hladnega vremena (temperatur pod 15°C).

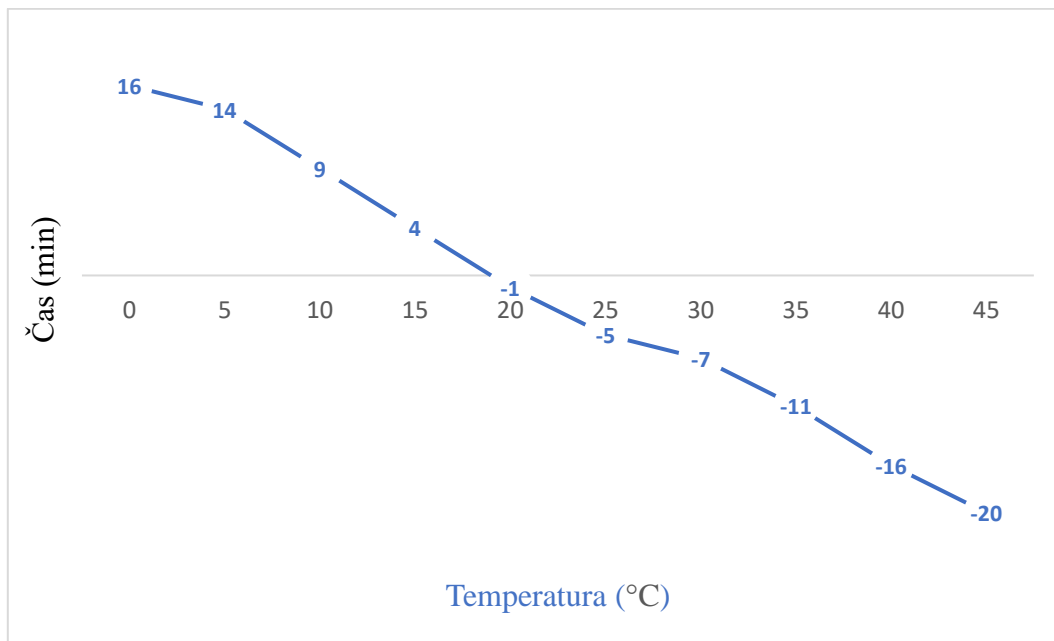


Slika 1: Kompresor Embraco EMX 26CLC

Po posvetovanju z razvijalcem hladilnih sistemov smo ugotovili, da temperatur nižjih od - 20 °C z našo opremo in omejitvijo prostora ne bo mogoče doseči. Poleg tega smo ugotovili, da potrebujemo tudi veliko

izolacije. Prvotna zasnova komore bi naj bila obdana s steklom iz štirih strani, vendar smo morali kasneje to spremeniti zaradi izolacije. Končna zasnova komore so zunanje mere 86,5 cm x 86,5 cm x 80,5 cm in notranje mere približno 64 cm x 28,5 cm x 47 cm. Izolacija je namreč 10 cm debel stirodur, obdan z 2 mm aluminijskega lima iz obeh strani.

Sistem hladi komoro s pomočjo kompresorja Embraco EMX 26CLC [slika 1]. Kompresor je recikliran iz hladilne skrinje, prav tako hladilna rebra in odvod toplote. Hladilno skrinjo s prostornino 0.126 kubičnega metra ohladi do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ v 45 min iz začetne temperature $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ [graf 1].



Graf 1: Hlajenje skrinje

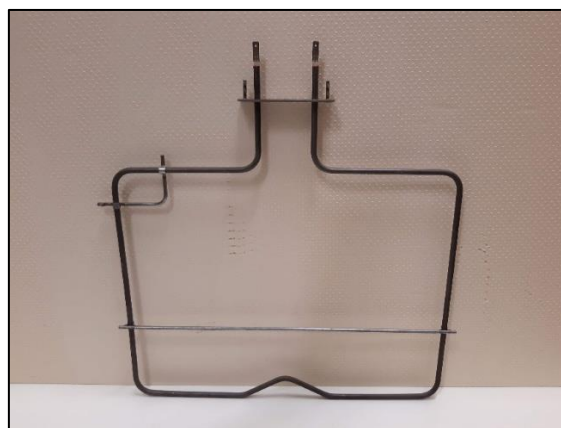
Za enakomerno in hitrejše hlajenje pa skrbi ventilator [slika 2]. Pritrjen je na zgornjo stranico komore z notranje strani in omogoča hitrejše kroženje zraka.



Slika 2: Ventilator

2.2 Grelni sistem

Ker je potrebno simulirati poleg mrzlega vremena tudi toplo ali vroče vreme (nad 27°C), komora vsebuje poleg hladilnega sistema tudi grelni element. To je uporovna žica iz štedilnika [slika 3]. Gretje je veliko enostavnejše kot hlajenje. Uporovno žico smo namestili na dno znotraj komore. Vendar pa se ta lahko segreje prek 200°C, zato je lahko vklopljena le kratek čas zaradi varnosti.



Slika 3: Grelec

2.3 Vlaženje in sušenje zraka

V komori vlago povečujemo s pomočjo difuzorja zraka [slika 4]. Ta je potopljen v posodo z vodo in ko je potrebno zvišati vlago v komori, se vklopi. Vlažilec zraka izpari vodo v posodi ter nasiči zrak z vlago.

Komoro bomo sušili s prezračevanjem in gretjem zraka.



Slika 4: Difuzor

2.5 Nadzor kamere

Prav tako je v komori nameščena kamera [slika 6], ki ponuja vpogled v komoro v živo, prav tako preko aplikacije. Mogoče je tudi snemanje.



Slika 6: Kamera

2.6 Senzorika

V komori je senzor za vlago in temperaturo. Ta je povezan na mikrokrmilnik, ki nadzira tudi vse ostale funkcije komore – so možgani sistema. Mikrokrmilnik ima serijska vrata, povezana na releje, ki vklaplajo ali izklaplajo gretje, hlajenje in dež. Prav tako nadzira osvetljavo in ventilator. Svoje odločitve sprejema glede na podatke, ki jih prejema od uporabnika komore. Ta jih pošlje tja preko aplikacije, ki je preko brezžičnega omrežja povezana na mikrokrmilnik. Več o aplikaciji v naslednjem poglavju.

Ves čas pa primerja te podatke s podatki senzorja in preverja, ali se ujemajo. Če se ujemajo, pomeni, da je v komori doseženo željeno stanje in temu prilagodi signale na izhodu za nadzor relejev. Senzorja v komori nam ponujata tudi vpogled stanja v komoro vsak trenutek.

Mogoče so razširitve komore z dodatnimi senzorji po želji.

3 SPLETNA IN MOBILNA APLIKACIJA

Najprej je bilo nekaj dilem, za katero vrsto aplikacije, naj se odločimo. Odločili smo se, da bi bila najprimernejša spletna, saj ima vrsto prednosti, kot sta lahka dostopnost in visoka kompatibilnost. V okviru izdelave smo razvili tudi mobilno aplikacijo za Android platformo v programskem jeziku React Native. Namenjena je brezžičnem kontroliranju temperature, vlage in ostalih pogojev znotraj komore. Omogoča tudi izbiro mesta, čigar vreme bo prikazano v komori, na zemljevidu, ki je implementiran s pomočjo React Native Maps knjižnice.

3.1 Spletna aplikacija

Spletna aplikacija je postavljena na lokalnem serverju ter omogoča dostop do različnih povezav, kot so:

- vstavljanje mesta po imenu,
- vstavljanje mesta po koordinatah,
- vstavljanje podatkov o vremenu ročno,
- panel za nadzor podatkov ter
- kamera za ogled notranjosti komore.

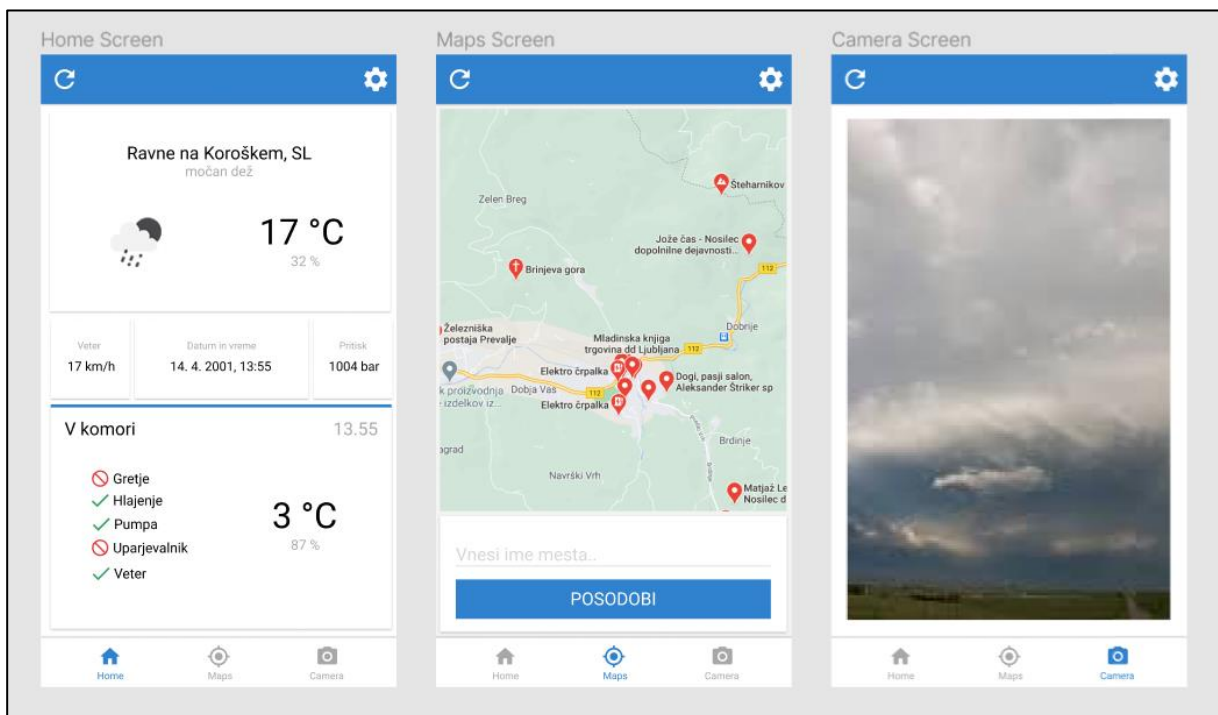
Na spodnji sliki je prikazan panel spletne aplikacije, do katerega lahko dostopamo, če na koncu povezave do strežnika dopišemo »/panel«.



Slika 7: Spletna in mobilna aplikacija

3.2 Mobilna aplikacija

Ob izdelavi celotnega projekta smo se potrudili, da bo le-ta prijazen za uporabo in lahko dostopen za vsakega uporabnika. Mobilno aplikacijo [slika 8] smo prilagodili tako, da po vpisu IP naslova strežnika v zahtevano polje uporabnika popelje do zaslona, kjer so prikazani trenutni pogoji v komori, in mu omogoči dokaj enostavno nastavljanje željenega vremena. Podatki v aplikaciji se posodablajo vsakih 5 sekund.



Slika 8: Prvotna oblika mobilne aplikacije

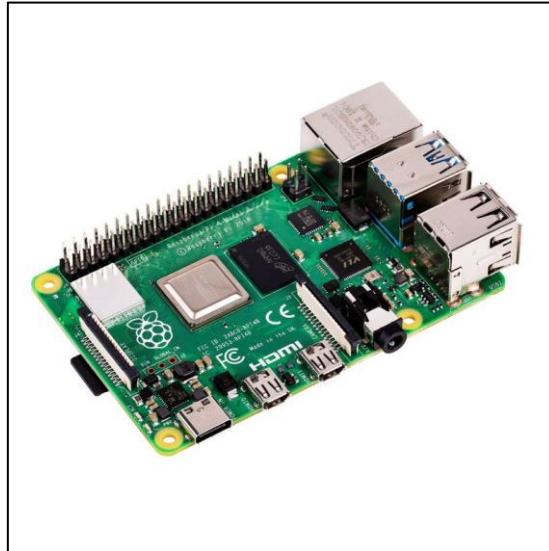
V nadaljevanju je prikazan del kode, kjer aplikacija po izbiri mesta na zemljevidu pobere podatke iz Google Maps API-ja ter ustrezno prilagodi mesto za simulacijo.

```
// Spremeni mesto v API-ju
const changeCity = (lat, lon) => {
  axios
    .get(`http://${ip}:3000/coord/lat=${lat}&lon=${lon}`)
    .then(function (response) {
      setDataFetchAction((prev) => !prev);
      Alert.alert(
        'Sprememba mesta',
        `Trenutno mesto je ${JSON.stringify(response.data.name)}`,
      );
    })
    .catch(function (error) {
      Alert.alert('Napaka', JSON.stringify(error));
    });
};

return (
  <View style={styles.container}>
    {mapLatitude && mapLongitude ? (
      <MapView
        provider={PROVIDER_GOOGLE}
        initialRegion={{
          latitude: mapLatitude,
          longitude: mapLongitude,
          latitudeDelta: 0.5,
          longitudeDelta: 0.5,
        }}
        onPress={(obj) => changeCoords(obj.nativeEvent.coordinate)}
        style={styles.map}>
      <Marker
        coordinate={{
          latitude: mapLatitude,
          longitude: mapLongitude,
        }}></Marker>
    </MapView>
    ) : null}
  </View>
);
}
```

4 MIKROKRMILNIK

Odločili smo se za uporabo mikrokrmilnika Raspberry Pi 4 Model B [slika 8]. Zanj smo se odločili, ker je zelo zmogljiv, prilagodljiv in nam zagotavlja nemoteno delovanje ter popoln nadzor pogojev v komori.



Slika 9: Raspberry Pi 4 B

4.1 Fizični opis

Raspberry Pi 4 Model B+ je najnovejša revizija tretje generacije njihovega enoploščnega računalnika. Mikrokrmilnik ima:

- 4 GB RAM-a (delovnega pomnilnika)
- 4-jedrni, 64 bitni procesor Broadcom BCM2711
- 2 HDMI izhoda
- 4 USB vrata
- WiFi
- Bluetooth
- napajanje preko USB-C
- vrata za kamero

- vrata za monitor
- 28 serijskih vrat

4.2 Programska oprema

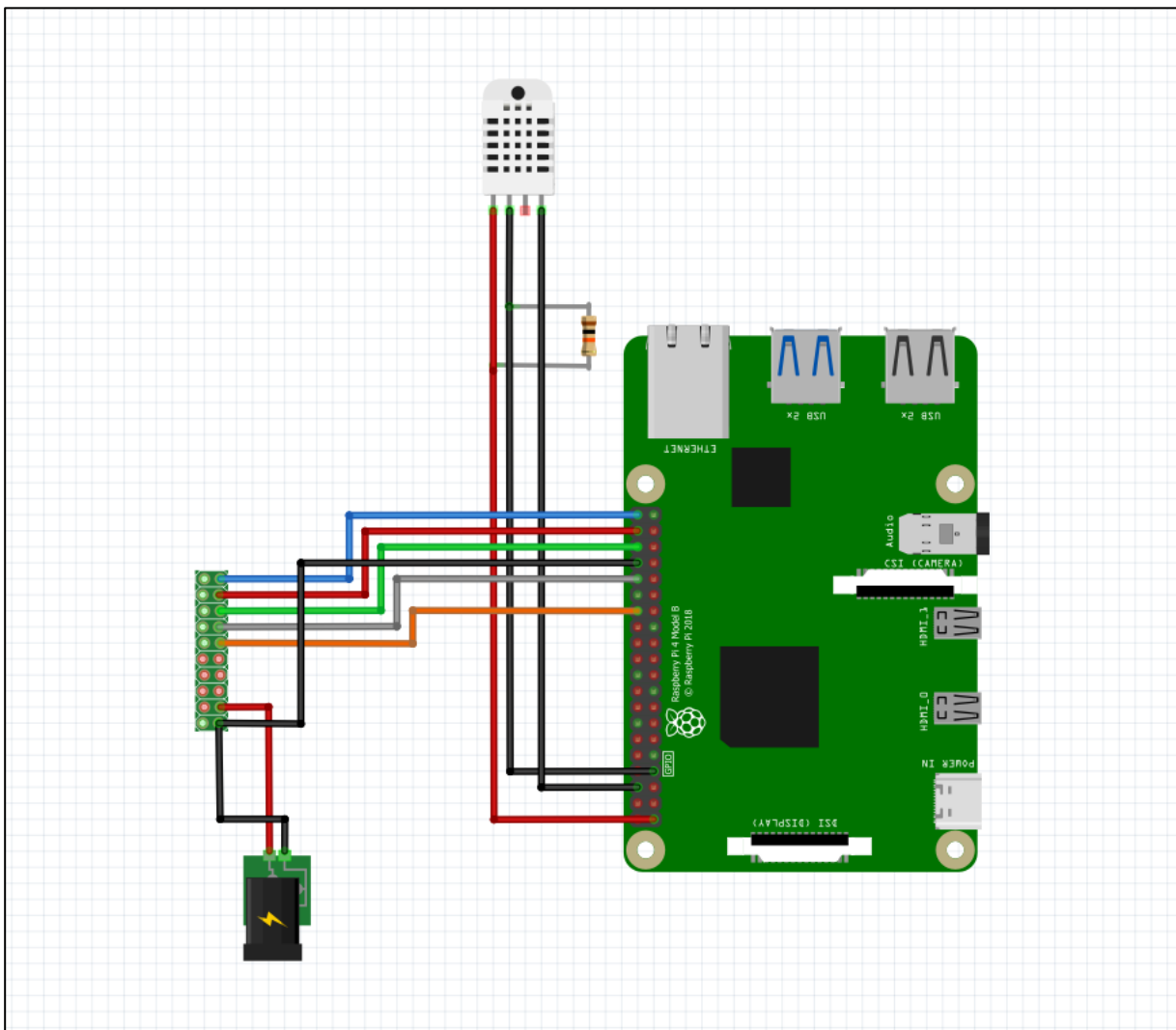
Na mikrokrmilniku je nameščen operacijski sistem Raspbian. Za nas pa je pomembno, da lahko na njem zaženemo program, ki upravlja s funkcijami komore. Na mikrokrmilniku sta tako naložena še:

- Node.js
- Visual Studio Code

Mikrokrmilnik je brezžično povezan na splet, od koder pridobiva podatke. Na komori je zaslon, s katerim lahko upravljamo mikrokrmilnik v primeru zapletov ali potreb po dodatnih konfiguracijah. Povezan je tudi na aplikacijo, ki je glavni način za vpogled v komoro.

4.3 Povezava mikrokrmilnika in komore

Mikrokrmilnik nadzira vse postopke v komori prek serijskih vrat. Gretje, hlajenje, ventilator in črpalka so povezani na releje, ki se odprejo, ko dobijo signal iz serijskih vrat mikrokrmilnika. Algoritem, po katerem se ravna, je napisan v programskem jeziku Node.js. Nekateri deli komore niso vezani na rele, ampak so neposredno vezani na serijska vrata, to sta LED trak in senzor za vlago ter temperaturo. Shema na sliki 5 prikazuje povezavo serijskih vrat z ostalimi deli.



Slika 10: Elektronsko vezje temperaturne komore

5 ALGORITEM IN KONČNI IZDELEK

5.1 Zagon komore

Program ali algoritem je zasnovan tako, da komora ob zagonu zažene strežnik na lokalnem omrežju, ki sprejema in oddaja informacije do mobilne aplikacije. Sprejete podatke shrani v spremenljivke, nad katerimi operirajo podprogrami, ki se izvajajo istočasno.

5.2 Strežnik

Strežnik je računalniški sistem, ki obdeluje zahteve preko HTTP, osnovnega omrežnega protokola, ki se uporablja za razširjanje informacij na svetovnem spletu. V našem primeru smo kot strežnik uporabili kar program, napisan s pomočjo Node.js in Express.js programskih jezikov, in ga pognali na Raspberry PI mikrokrmilniku.

5.3 Programska logika

Ob vpisu podatkov v mobilno aplikacijo, izbiri na zemljevidu ali pa ročnem vnosu podatkov se željeni podatki o vremenu pošljejo na strežnik, ki jih na določen način zapakira in pošlje na mikrokrmilnik, ki potem nastavlja releje ter vklaplja ali izklaplja ustrezne porabnike.

5.4 Končni izdelek

Glede na to, da je cilj projekta bila izdelava makete, ki bo uporabna in praktična smo iz izbranih materialov izdelali komoro [slika 11] ter vanjo ugradili vse prej omenjene komponente.



Slika 11: Vremenska komora

Komoro in njeno notranjost smo ustrezno zaščitili ter omogočili varno uporabo. Kar se tiče izolacije uporabili smo navadno stirodur izolacijo, ki skrbi za hitro spreminjanje temperature in čim manjše izgube.

Glavni del komore pa je vsekakor elektro omarica, ki vsebuje krmilnik, elektronsko vezje in zaslon, montiran na zunanji strani.



Slika 12: Elektro omarica z zaslonom

6 ZAKLJUČEK

Vremenska komora je navidez preprosta, a vendarle zahtvena ideja, ki je praktična in bo zagotovo uporabljena za različne preizkuse in raziskave. Izdelek je preprost za uprabo in deluje zanesljivo. Takšne komore lahko v industriji stanejo več tisoč evrov. Največja prednost naše komore je vsekakor cenovna ugodnost v primerjavi z drugimi ter dodatne funkcionalnosti kot sta spletna in mobilna aplikacija. Zavedamo se, da nič ni popolno in priznavamo, da so izboljšave možne predvsem glede učinkovitosti in videza.

7 VIRI IN LITERATURA

ŽALAR, Z. (2005), Osnove elektrotehnik II. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

OREHEH, A. (2004), Merilniki in merilne metode v elektroniki: Tehniška založba Slovenije.

Slovenska Raspberry Pi skupnost, <https://slo-pi.com/>, 28. 3. 2021.