

Šolski center Velenje
Elektro in računalniška šola
Trg mladosti 3, 3320 Velenje
Mladi raziskovalci za razvoj SAŠA regije

RAZISKOVALNA NALOGA

**VPLIV KONTROLIRANIH OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA
RAST IN PRIDELAVO**

Tematsko področje: ELEKTROTEHNIKA, ELEKTRONIKA IN ROBOTIKA

Avtor:

Andraž Centrih, 3. letnik

Mentor:

Peter Vrčkovnik, dipl. inž.

Velenje, 2025

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Elektro in računalniški šoli Velenje.

Mentor: Peter Vrčkovnik, dipl. inž.

Datum predstavitve: marec 2025

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD: ŠC Velenje ERŠ, šolsko leto 2024/2025

KG: Komora za avtomatsko gojenje sadik.

AV: Centrih, Andraž

SA: Vrčkovnik, Peter

KZ: 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

ZA: ŠC Velenje, ERŠ

LI: 2025

IN: VPLIV KONTROLIRANIH OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA RAST IN
PRIDELAVO

TD: Raziskovalna naloga

OP: 38 strani, 22 slik, 1 priloga

IJ: SL

JI: sl/en

AI: Ker imajo ljudje probleme s pomanjkanjem časa in opuščajo samooskrbo, sem si zanje zamislil rešitev. Ker imam tudi sam takšne probleme, me je zanimalo, kaj lahko ukrenem glede tega. Tako sem si zamislil komoro za avtomatizirano gojenje sadik, ki omogoča, da lahko rastline uspešno rastejo, brez da bi nam povzročale dodatne skrbi.

Po pregledu trga sem ugotovil, da obstaja dosti podobnih izdelkov, kot sem si ga zamislil jaz. Ko sem se bolj poglobil v same izdelke na trgu, pa sem ugotovil, da nobeden ne ustreza mojim standardom. Našel sem le komore, ki nudijo osvetlitev, posode z vgrajenim zalivalnim sistemom ipd., noben izdelek pa ni imel vseh naštetih funkcij, združenih v eno samo komoro.

Izdelal sem posebno komoro za vzgojo sadik, ki deluje avtomatsko. Vanjo sem vključil krmilni modul, senzorje in ostale naprave, kot so črpalka, grelna žarnica itd. Vse komponente sem združil v sistem, ki ga lahko nadzorujemo z mobilnim telefonom.

Prepričan sem, da bi lahko izdelki, podobni mojemu, pri ljudeh pripomogli k ohranitvi samooskrbe.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND School center Velenje electrical and computer school, school year 2017/2018

CX Chamber for automatic seedling cultivation.

AU Centrih, Andraž

AA Vrčkovnik, Peter

PP 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

PB School center Velenje electrical and computer school

PY 2025

TI INFLUENCE OF CONTROLLED ENVIRONMENTAL FACTORS ON GROWTH
AND PRODUCTION

DT Research work

NO 38 pages, 22 pictures, 1 appendix

LA SL

AL sl/en

AB Due to people struggling with the lack of time and increasingly abandoning self-sufficiency, I have devised a solution for them. Since I face the same challenges, I was interested in finding a way to address this issue. Thus, I envisioned an automated seedling cultivation chamber that enables plants to grow successfully without requiring additional effort or concern.

After analysing the market, I discovered that many similar products already exist. However, upon closer examination, I found that none met my standards. I came across chambers that provide lighting, containers with built-in irrigation systems, and similar solutions, but no single product integrated all these features into one comprehensive unit.

I developed a specialized automated seedling cultivation chamber. It incorporates a control module, sensors, and additional components, such as a pump, a heating lamp, and more. I integrated all these elements into a system that can be monitored and controlled via a mobile phone.

I am convinced that products similar to mine could help people maintain self-sufficiency more effectively.

KAZALO

1.	UVOD	1
1.1	PREGLED TRGA.....	1
1.1.1.	Pametna rastlinska posoda.....	1
1.1.2.	Led svetilka za gojenje rastlin	2
1.1.3.	Komora za vzgajanje sadik.....	3
1.1.4.	Zaključek raziskave trga.....	3
2.	2 HIPOTEZE.....	4
3.	MATERIALI IN METODE	5
3.1.	IDEJNA ZASNOVA MODELA (preizkušanje posameznih komponent)	5
3.1	KRMILNI MODUL ARDUINO	5
3.2	PREIZKUŠANJE SENZORJA TEMPERATURE IN DELOVANJA GRELNIKA	9
3.2.1	OPIS SENZORJA TEMPERATURE	9
3.2.2	PRIKLJUČITEV NA KRMILNI MODUL ARDUINO.....	9
3.2.3	OPIS RELEJNEGA MODULA	10
3.2.4	OPIS DELOVANJA GRELNIKA KOMORE IN OPOZORILA	11
3.2.5	PROGRAM	12
3.3	PREIZKUŠANJE SENZORJA VLAŽNOSTI ZEMLJE IN ZALIVALNEGA SISTEMA	12
3.3.1	OPIS KAPACITIVNEGA SENZORJA VLAŽNOSTI ZEMLJE.....	12
3.3.2	PRIKLJUČITEV SENZORJA VLAŽNOSTI ZEMLJE NA KRMILNI MODUL ARDUINO	12
3.3.3	OPIS DELOVANJA.....	13
3.3.4	PROGRAM	13
3.4	PREIZKUŠANJE MODULA BLUETOOTH	14
3.4.1	OPIS MODULA BLUETOOTH.....	14
3.4.2	PRIKLJUČITEV MODULA BLUETOOTH NA KRMILNI MODUL ARDUINO	14
3.4.3	OPIS DELOVANJA.....	15
3.4.4	PROGRAM	16
3.5	POTEK IZDELAVE PROTOTIPA.....	16
3.5.1	NADGRADNJA Z MODULOM BLUETOOTH IN ČRPALKO Z GNOJILOM.....	16
3.5.2	NADGRADNJA S ČRPALKO Z GNOJILOM	16
3.6	IZDELAVA KONČNEGA IZDELKA (IZBOLJŠAN PROTOTIP).....	17
3.9.5	PROGRAM KONČNEGA IZDELKA	18
4	REZULTATI.....	19
4.1	ČAS RASTI.....	19

4.2	CENA IN NABAVA SISTEMA	19
4.3	PREIZKUS DELOVANJA.....	20
5	RAZPRAVA	20
6	ZAKLJUČEK.....	21
7	POVZETEK	21
8	SUMMARY	22
9	VIRI IN LITERATURA	24
10	ZAHVALA	25
11	PRILOGE.....	26
11.1	PROGRAMI	26
11.1.1	PROGRAM SENZOR TEMPERATURE, RELEJNI MODUL	26
11.1.2	PROGRAM SENZOR VLAŽNOSTI ZEMLJE, RELEJNI MODUL	28
11.1.3	PROGRAM BLUETOOTH, GNOJENJE.....	29
11.1.4	PROGRAM SENZOR TEMPERATURE, SENZOR VLAČNOSTI ZEMLJE, BLUETOOTH, RELEJNI MODULI	30

KAZALO SLIK

Slika 1: Pametni sadilnik	9
Slika 2: Led svetilka za rastline.....	2
Slika 3: Komora za vzgajanje sadik	10
Slika 4: Krmilni modul Arduino Mega 2650	6
Slika 5: Kapacitivni senzor vlažnosti zemlje	6
Slika 6: Senzor toplote in vlažnosti zraka DHT11	6
Slika 7: Modul Bluetooth.....	6
Slika 8: Relejni modul.....	7
Slika 9: Črpalka.....	7
Slika 10: Žice iz kompleta Arduino	14
Slika 11: LED trak	15
Slika 12: IR grelna žarnica.....	15
Slika 13: Povezava senzorja temperature s krmilnim modulom	16
Slika 14: Priključen senzor DHT11	17
Slika 15: Povezava releja s krmilnim modulom	17
Slika 16: Povezava releja s krmilnim modulom	18
Slika 17: Priključitev senzorja vlažnosti zemlje na krmilni modul	19
Slika 18: Povezava senzorja vlažnosti zemlje s krmilnim modulom	20
Slika 19: Priključitev modula Bluetooth na krmilni modul	21
Slika 20: Priključitev modula Bluetooth na krmilni modul	22
Slika 21: Končni izdelek	24
Slika 22: Končni izdelek	25

1 UVOD

Sem dijak 3. letnika elektro in računalniške šole in hkrati obiskujem vzporedno glasbeno izobraževanje. V svojih osnovnošolskih letih sem se začel ljubiteljsko ukvarjati z vzgajanjem in pridelavo čilijev. Takrat sem imel velikokrat čas, da sem skrbel za mlade sadike in spremljal njihov razvoj, danes pa začenjam to opuščati zaradi pomankanja časa, ki mi ga odvzemajo šola in druge obveznosti. Predstavljam si, da bi lahko imeli tudi ostali ljudje takšen problem kot jaz in bi zato pričeli opuščati samooskrbo, ki se meni zdi zelo pomembna. Prav ob tem problemu sem si zamislil izdelek, ki bi meni in ostalim ponudil pravo rešitev.

To bi bila komora, namenjena avtomatskemu vzgajanju sadik, v kateri bi le-te rasle in nam ne bi povzročale dodatnih skrbi. Sam izdelek bi vseboval krmilno vezje Arduino in različne senzorje, s pomočjo katerih bi krmilil celoten sistem za vzgojo čilijev.

Kot nadgradnjo želim, da bi lahko samo rast čilijev spremljal preko telefona. Tako bi spremljal njihovo višino, hitrost rasti, količino porabljene vode ...

1.1 PREGLED TRGA

1.1.1. Pametna rastlinska posoda

Izdelku, ki sem si ga zamislil, je zelo podobna pametna rastlinska posoda. Ta omogoča enakomerno avtomatsko zalivanje rastlin, ima pa tudi vgrajeno LED svetilko, ki priskrbi primerno svetlobo. Rastline se v tej posodi gojijo brez zemlje (hidroponsko), LED svetilka pa lahko priskrbi svetlobo, ki je za rastline najprimernejša (rožnata svetloba). Rezervoar za vodo ima zadostno prostornino, da omogoča avtomatsko zalivanje za približno mesec dni. V posodi lahko gojimo različne vrste sadik, LED svetilko pa lahko prilagajamo višini rastlin.

Cena izdelka na trgu je dobrih 50 €.



Slika 1: Pametni sadilnik

1.1.2. Led svetilka za gojenje rastlin

Poleg tega izdelka so na trgu tudi posebne luči za boljše gojenje sadik, ki omogočajo hitrejšo rast. Takšne luči uporabljajo predvsem modro in rdečo svetlobo, ki najbolj pripomoreta k uspešni rasti. Takšne luči so lahko različnih oblik, a mojim interesom najbolj ustreza pravokotna oblika LED svetilke. Ta je nameščena na stojalo in oddaja primerno svetlobo direktno na samo rastlino.

Cena takšne svetilke se giblje okoli 30 €.



Slika 1: Led svetilka za rastline

1.1.3. Komora za vzgajanje sadik

Tretji izdelek, ki sem ga zasledil med raziskavo trga, je komora, ki vsebuje LED svetilke, ki rastlinam priskrbijo celoten svetlobni spekter. S tem se približajo naravni sončni svetlobi in pospešijo fotosintezo. Vsebujejo manjši pladenj, v katerega lahko vsejemo različne vrste rastlin in pokrov, na katerega je pritrjena LED svetilka s prej omenjenimi lastnostmi. V tej komori se rastline gojijo v zemlji.

Cena komore s svetilko je 16 €.



Slika 3: Komora za vzgajanje sadik

1.1.4. Zaključek raziskave trga

Čeprav sem na trgu našel izdelke, podobne mojemu, le-ti niso ustrezali vsem mojim željam. Želim, da bi se pri delovanju izdelka dalo podrobno spremljati, kaj se z njim dogaja, zato bi rad uporabil več senzorjev pa tudi WI-FI modul. Pri nobenem od izdelkov nisem zasledil, da bi omogočali tudi gnojenje in merjenje kislosti zemlje, zato bom uporabil senzor PH in izdelku dodal črpalko za vodo in gnojilo. Le pri zadnjem od naštetih izdelkov sem opazil, da so rastline v komori. To bom naredil tudi jaz in s tem lažje spremljal temperaturo v sami komori.

2. HIPOTEZE

Pred začetkom raziskovanja sem si zastavil naslednje hipoteze:

HIPOTEZA I: izdelek bi omogočil, da bi čiliji zrasli do zadostne višine za presaditev na vrt v obdobju treh mesecev.

TESTIRANJE HIPOTEZE I: hipotezo sem testiral tako, da sem v komoro vstavil lončke, napolnjene z zemljo, vanje vsejal semena in zagnal sistem. Sadike so v želenem obdobju zrasle do ustrezne višine.

HIPOTEZA II: za celotno izdelavo izdelka bi porabil 90 € ali manj.

TESTIRANJE HIPOTEZE II: to hipotezo sem preveril tako, da sem izbral komponente, ki so cenovno ugodne, a so vseeno zanesljive in zadoščajo mojim potrebam.

HIPOTEZA III: izdelek omogoča gojenje različnih rastlin. Je univerzalen in prilagodljiv našim zahtevam in rastlinam, ki jih gojimo.

TESTIRANJE HIPOTEZE III: to hipotezo sem testiral tako, da sem v komori gojil tudi paradižnike.

HIPOTEZA IV: celotno delovanje komore lahko spremljamo preko našega mobilnega telefona, saj ji je dodan tudi modul Bluetooth.

TESTIRANJE HIPOTEZE IV: to hipotezo sem testiral tako, da sem mobilni telefon povezal z BT/WF modulom in spremljal temperaturo komore, vrednost PH in vlažnost zemlje.

3. MATERIALI IN METODE

Za izdelavo same komore je najprej potreben steklenjak, v katerem se bodo rastline gojile. V njem bodo tudi senzor temperature, senzor vlažnosti zemlje in PH senzor. Le-ti nam bodo predstavljali vhode, na podlagi katerih bo celoten sistem gojenja deloval. Za preskrbo s svetlobo, toploto, vodo in gnojilom bi uporabili IR luč in dve črpalki. Po eni bi zemlji dovajali vodo, po drugi pa gnojilo, oboje pa črpali iz rezervoarja. Celoten sistem bi krmilili s krmilnim modulom Arduino. Da pa bomo lahko delovanje celotne komore spremljali preko naše mobilne naprave, bomo uporabili BT/WF modul.

3.1. IDEJNA ZASNOVA MODELA (preizkušanje posameznih komponent)

Idejo sem si zamislil tako, da bi sestavil komoro, v kateri bi bilo možno gojiti različne vrste sadik. Delovala bi avtomatsko, upravljali pa bi jo preko mobilne naprave.

Sam izdelek sem poskusil sestaviti preko mikrokrmilnika Arduino. Naprava deluje, a ima tudi svoje pomanjkljivosti, kot je na primer, da sama komora ne vsebuje ventilatorja. Tako nas sistem lahko le opozori na povišano temperaturo znotraj komore in nam predlaga, da nekoliko vzdignemo loputo rastlinjaka.

Celotnemu sistemu senzorjev, s pomočjo katerih izdelek sploh lahko deluje, sem dodal WiFi modul, ki nam omogoča, da stanje in delovanje sistema lahko spremljamo kar preko naše mobilne naprave. Preko aplikacije lahko spremljamo vlažnost zemlje ter temperaturo in izbiramo željeno vlažnost zemlje in temperaturo komore.

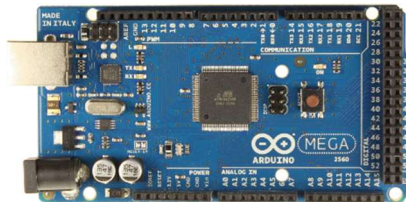
Sistem je tako funkcionalen in ga je možno spremljati na daljavo.

3.1 KRMILNI MODUL ARDUINO

Za izvedbo projekta sem uporabil krmilni modul Arduino. Komplet modula Arduino je sestavljen iz krmilnega modula Arduino Mega 2650, povezovalnih žic, testne ploščice in različnih elektronskih elementov ter dodatnih modulov.

V razvoju komore za gojenje me ni zanimalo, kako krmilni modul Arduino deluje, ampak zgolj priključitev, način programiranja, delovanje posameznih modulov in zapis programa. Samo

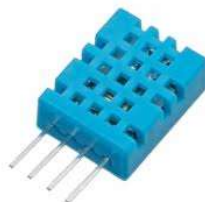
priključitev in primere programa sem našel na spletni strani arduinogetstarted.com. Pri razvoju komore sem uporabil krmilni modul Arduino, temperaturni senzor, senzor vlažnosti zemlje, modul Bluetooth, manjšo črpalko, relejne module in povezovalne žice.



Slika 2: Krmilni modul Arduino Mega 2650



Slika 3: Kapacitivni senzor vlažnosti zemlje



Slika 4: Senzor toplote in vlažnosti zraka DHT11



Slika 5: Modul Bluetooth



Slika 6: Relejni modul



Slika 7: Črpalka



Slika 10: Žice iz kompleta Arduino



Slika 11: LED trak



Slika 12: IR grelna žarnica

Kot sem že omenil, sem si pomoč pri povezavi senzorjev in relejnih modulov poiskal na spletni strani arduinogetstarted.com. Na tej strani so tudi skice, kako se krmilni modul in ostali elementi povežejo. Stran ima nazorno prikazane vse vezave v obliki grafične predstavitve. Prav tako je za različne dodatne module zapisan osnovni program, ki sem ga v raziskavi dodelal, da deluje po mojih zahtevah.

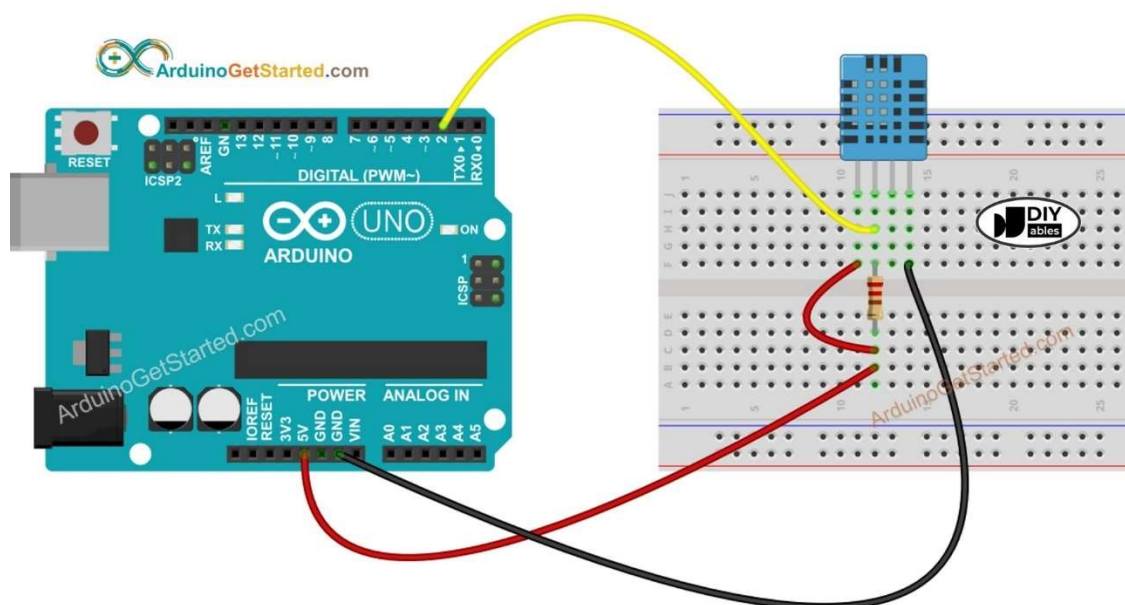
3.2 PREIZKUŠANJE SENZORJA TEMPERATURE IN DELOVANJA GRELNIKA

3.2.1 OPIS SENZORJA TEMPERATURE

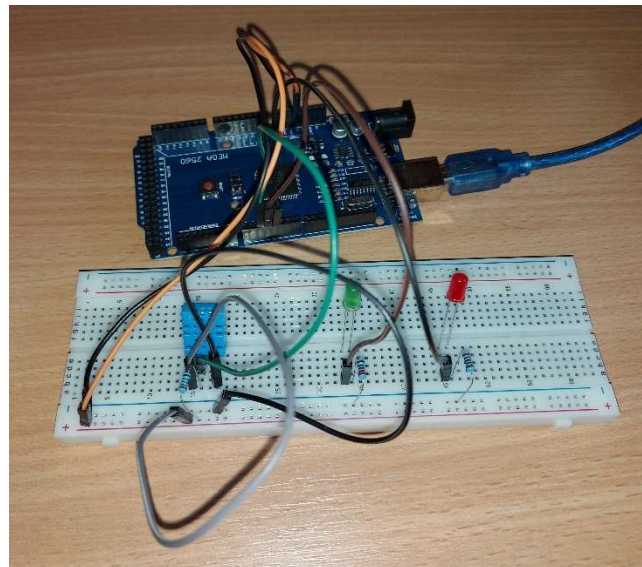
Senzor DHT11 je senzor, ki nam omogoča spremljanje temperature in vlage zraka. V svoji komori ga bom uporabil le kot senzor temperature. Sam senzor vsebuje tako kapacitivni senzor vlage kot uporovni senzor temperature. Slednjemu pravimo termistor in deluje tako, da se mu upornost znižuje, ko pa se temperatura povišuje. S senzorjem lahko merimo temperaturo med 0 in 50 stopinjami Celzija s toleranco 2 stopinj. Senzor ima 4 priključke. Ti so namenjeni napajanju (5 V), masi, signalu, eden izmed priključkov pa ni namenjen povezavi.

3.2.2 PRIKLJUČITEV NA KRMILNI MODUL ARDUINO

Senzor sem priključil na 2. digitalni priključek, napajanje in maso. Ko bo izdelek dokončan, želim, da se ob padcu temperature pod 20 stopinj Celzija vklopi grelnik in segreje komoro do 26 stopinj Celzija. Če pa se temperatura povzpne preko 28 stopinj Celzija, nas mora sistem opomniti, da nekoliko odpremo loputo rastlinjaka. Vklop grelnika sem nakazal z zeleno svetlečo diodo, opozorilo ob previsoki temperaturi pa z rdečo svetlečo diodo.



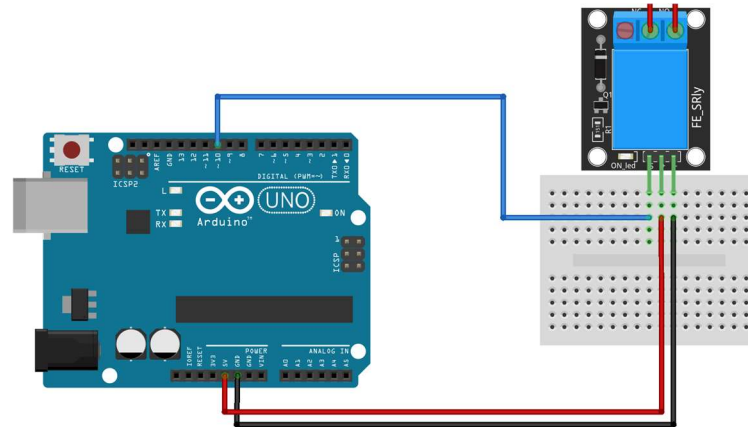
Slika 13: Povezava senzorja temperature s krmilnim modulom



Slika 14: Priklučen senzor DHT11

3.2.3 OPIS RELEJNEGA MODULA

Rele deluje kot elektronsko stikalo, ki z manjšim tokom vklaplja večje porabnike, skozi katere teče večji tok. V raziskovalni nalogi sem ga uporabil za vklop in izklop delovanja črpalke za vodo, gnojilo in grelnik. S samim krmilnim modulom Arduino bi bilo izvajanje takšnih preklopov nemogoče. Rele je na krmilni strani povezan na priključke krmilnega modula Arduino, v mojem primeru na priključek 2, ter na napajanje (5 V) in maso. Na drugi krmiljeni strani pa povežemo električni krog večjega porabnika. Ko vključimo priključek 2, se rele preklopi in električni krog omenjenega porabnika je sklenjen.



Slika 15: Povezava releja s krmilnim modulom



Slika 16: Povezava releja s krmilnim modulom

3.2.4 OPIS DELOVANJA GRELNIKA KOMORE IN OPOZORILA

Komora, ki jo bom sestavil, za ogrevanje potrebuje grelnik. Slednjega bom povezal z lastnim napajanjem, ki bi lahko poškodoval krmilni modul Arduino. Grelnik bom na drugi strani povezal z maso, s tem da bom med maso in grelnik dodal tudi rele, da bom lahko sam grelnik sploh krmilil. Program sem napisal tako, da če bo temperatura komore padla pod 20 stopinj Celzija, se bo vklopil rele in tako sklenil električni krog grelnika. Le-ta bo tako segreval komoro do 26 stopinj Celzija, nato pa se izključil. Če pa bo temperatura presegla 28 stopinj Celzija, nas

bo sistem opomnil, da nekoliko odpremo loputo rastlinjaka, saj lahko previsoka temperatura rastline poškoduje.

3.2.5 PROGRAM

Program delovanja je priloga raziskovalne naloge.

3.3 PREIZKUŠANJE SENZORJA VLAŽNOSTI ZEMLJE IN ZALIVALNEGA SISTEMA

Da bo zemlja vedno dovolj vlažna, sem uporabil senzor vlažnosti zemlje. Le-ta bo poskrbel, da se bodo podatki o vlažnosti zemlje beležili. Če pa bo senzor zaznal, da je zemlja presuha, se bo vklopila črpalka z vodo. Tako bo zemlja spet dovolj vlažna in rastline bodo imele vedno dovolj vode.

3.3.1 OPIS KAPACITIVNEGA SENZORJA VLAŽNOSTI ZEMLJE

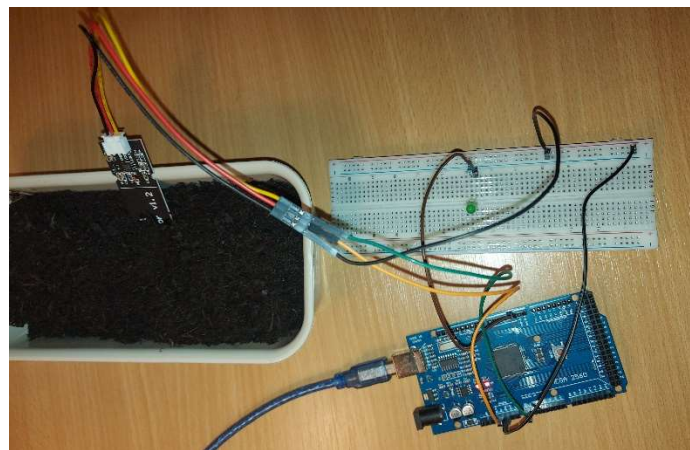
Kapacitivni senzor vlažnosti zemlje meri odstotek vlažnosti preko spremembe kapacitivnosti. Vsebuje dve prevodni plošči, med katerima je dielektrik, ki ga tvori zemlja, vlažnost le-te pa vpliva na samo kapacitivnost. Kapacitivnost senzorja je izmerjena s pomočjo integriranega vezja NE555. Slednje generira napetost, ki je sorazmerna s kondenzatorjem. Ta napetost je nato izmerjena s pomočjo analogno-digitalnega pretvornika, ki poda vrednost, ki jo lahko predstavimo kot odstotek vlažnosti zemlje.

3.3.2 PRIKLJUČITEV SENZORJA VLAŽNOSTI ZEMLJE NA KRMILNI MODUL ARDUINO

Kapacitivni senzor vlažnosti zemlje sem priključil na priključka za napajanje in maso ter na analogni priključek A0. Zatem sem na priključek 2 priključil še svetlečo diodo. Slednja predstavlja vklop črpalke za vodo.



Slika 8: Priključitev senzorja vlažnosti zemlje na krmilni modul



Slika 18: Povezava senzorja vlažnosti zemlje s krmilnim modulom

3.3.3 OPIS DELOVANJA

V programski kodi je potrebno določiti želeno vrednost vlažnosti, da lahko senzor zazna, ali je po naših kriterijih zemlja suha ali vlažna. Če sistem ugotovi, da je zemlja presuha, aktivira črpalko z vodo. Le-ta deluje, dokler ni zemlja dovolj vlažna.

3.3.4 PROGRAM

Program delovanja je priloga raziskovalne naloge.

3.4 PREIZKUŠANJE MODULA BLUETOOTH

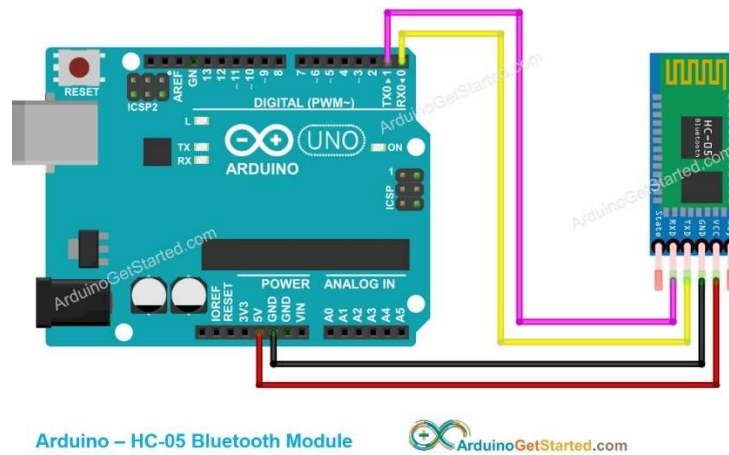
Modul Bluetooth se uporablja za povezavo krmilnega modula Arduino z mobilno napravo. Uporabljamo ga za brezžično povezavo elektronskih naprav na kratkih razdaljah. V mojem primeru bo uporabljen za komunikacijo med krmilnim modulom in mobilnim telefonom.

3.4.1 OPIS MODULA BLUETOOTH

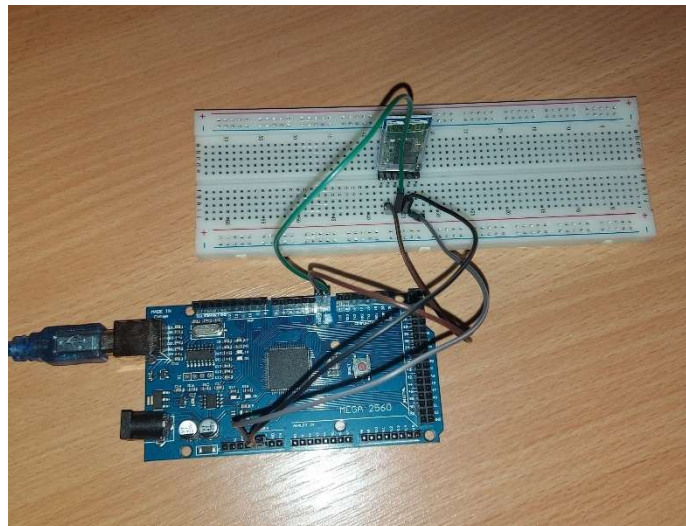
Modul HC-05 je modul Bluetooth, ki omogoča brezžično povezavo mikrokrmilnika in mobilnega telefona, prenosnega računalnika ali osebne računalnika, če imajo slednji možnost brezžične povezave. Sam modul omogoča tudi brezžično povezavo dveh mikrokrmilnikov. Deluje lahko kot oddajnik in sprejemnik informacij. Na prostem lahko normalno deluje do 10 m razdalje. V praksi je lahko uporabljen za dve različni funkciji. To sta slave role in master role. Slave role se uporablja, ko želimo kontrolirati sistem s telefonom, saj modul takrat čaka na druge naprave, da z njim vzpostavijo povezavo. Master role pa se uporablja takrat, ko med seboj komunicirata dva mikrokrmilnika, saj modul v tem primeru išče druge naprave in se poskuša z njimi povezati. V svojem izdelku bom modul Bluetooth uporabil v funkciji slave role.

3.4.2 PRIKLJUČITEV MODULA BLUETOOTH NA KRMILNI MODUL ARDUINO

Modul Bluetooth sem priključil na priključka 1 in 0 ter na priključka za napajanje (5 V) in maso. Priključka State in Enable/Key na modulu Bluetooth sem pustil nepovezana.



Slika 19: Priključitev modula Bluetooth na krmilni modul



Slika 20: Priključitev modula Bluetooth na krmilni modul

3.4.3 OPIS DELOVANJA

Za preizkus programa je potrebno na mobilni telefon naložiti aplikacijo Bluetooth serial monitor. Za delovanje programa je potrebno na aplikaciji izbrati Classic Bluetooth mode in jo povezati z modulom HC-05. Ob osnovni kodi se nam bo na mobilnem telefonu prikazal izpis s serijskega monitorja.

3.4.4 PROGRAM

Program delovanja je priloga raziskovalne naloge.

3.5 POTEK IZDELAVE PROTOTIPA

Prvotno sem izdelek testiral v manjšem sobnem rastlinjaku. Sadike čilijev sem posejal v plastične posode, napolnjene z zemljo. V eno od posod sem vstavil senzor vlažnosti zemlje in v program zapisal vrednost željene vlažnosti. Dodal sem črpalko za vodo, ki sem jo krmilil s pomočjo releja. Za gretje komore sem uporabil IR žarnico, ki sem jo krmilil preko drugega releja. Da sem lahko to uspešno izvedel, sem uporabil senzor temperature in v program vpisal vrednost željene temperature. Da je bil rastlinjak osvetljen, sem dodal še LED trak in izbral ustrezno barvo svetlobe.

3.5.1 NADGRADNJA Z MODULOM BLUETOOTH IN ČRPALKO Z GNOJILOM

Da bi bilo upravljanje sistema lažje, sem uporabil modul Bluetooth. Tako sem mikrokrmilnik lahko brezžično povezal z mobilnim telefonom. Na telefonu so se mi izpisale pomembne informacije o delovanju sistema. Poskrbel sem, da so se mi le-te izpisale čim bolj pregledno.

3.5.2 NADGRADNJA S ČRPALKO Z GNOJILOM

Kot drugo nadgradnjo sem v sistem vključil še eno črpalko, ki je črpala gnojilo. Krmilil sem jo preko releja, ki se je sklenil, ko smo na mobilnem telefonu aktivirali gnojenje. Vedno ko smo se povezali s krmilnim modulom, nam je ta sporočil, če je za gnojenje pravi čas, saj lahko prekomerno gnojenje rastlinam tudi škoduje.

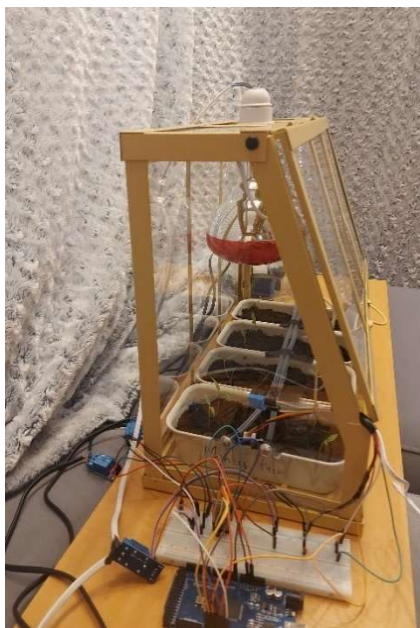
3.6 IZDELAVA KONČNEGA IZDELKA (IZBOLJŠAN PROTOTIP)

Kot sem že omenil, sem sistemu dodal še modul Bluetooth in črpalko z gnojilom. Tako sem v rastlinjak vstavil temperaturni senzor in senzor vlažnosti zemlje. Temperaturni senzor sem pritrdil na rob rastlinjaka, senzor vlažnosti zemlje pa neposredno v eno od posod, napolnjenih z zemljo. IR grelno žarnico sem postavil ob vrh rastlinjaka, njeno delovanje pa krmilil s pomočjo releja, vezanega zaporedno. Na črpalko sem pritrdil cev ustreznega premera, ki sem jo na ustreznih mestih preluknjal, da se je voda razpršila v posode z zemljo. Črpalko sem tako kot žarnico vezal zaporedno z lastnim relejem. Tako kot s prvo sem storil tudi z drugo črpalko, ki je namenjena gnojenju, njeno delovanje pa krmilimo preko mobilnega telefona. V rastlinjaku sem poskrbel še za osvetlitev. Pod vrhom rastlinjaka sem razpeljal LED trak, na katerem sem nastavil ustrezno barvo svetlobe.

Ko sistem zaženemo, program preveri temperaturo komore in vlažnost zemlje. Če ugotovi, da je zemlja presuha, vklopi črpalko z vodo. Možno je tudi, da temperatura pade pod željeno vrednost. V tem primeru se vklopi IR grelna žarnica, ki prične komoro segrevati.



Slika 21: Končni izdelek



Slika 22: Končni izdelek

3.9.5 PROGRAM KONČNEGA IZDELKA

Za nemoteno delovanje sistema sem moral napisati program. Prvotno sem moral določiti vhodne in izhodne spremenljivke. Vhode sta mi predstavljala temperaturni senzor in senzor vlažnosti zemlje, izhode pa svetleča dioda, namenjena opozorilu o previsoki temperaturi, in trije releji, preko katerih sem krmilil delovanje IR grelne žarnice in obeh črpalk. Na priključkih 1 in 0 sem definiral tudi modul Bluetooth. Nato sem začel pisati kodo za delovanje programa. Najprej sem se posvetil sami temperaturi komore. S pomočjo senzorja DHT11 je program zaznal temperaturo v komori. Če je temperatura padla pod 20 stopinj Celzija, se je vključila IR žarnica in komoro segrela do 26 stopinj Celzija. V primeru, da je temperatura presegla 28 stopinj Celzija, je začela utripati dioda in na mobilni telefon smo prejeli opozorilo o previsoki temperaturi. Sledila je koda za nadzor vlažnosti zemlje. Program je preko kapacitivnega senzorja vlažnosti zemlje razbral vrednost vlažnosti zemlje. Pred tem sem nastavil prag, ki določa, ali je zemlja dovolj vlažna ali je presuha. Če je sistem zaznal, da je zemlja presuha, se je vključila črpalka z vodo, delovala nekaj sekund, nato pa ugasnila. Tako je imel program čas, da je ponovno izmeril vrednost vlažnosti, in če je bila zemlja še vedno presuha, se je proces ponovil. Za rastline je dobro, če so občasno pognojene, zato sem v kodo vključil tudi program,

s katerim bi preko mobilnega telefona lahko vključili črpalko z gnojilom, ki bi delovala dovolj časa, da zemljo, v kateri so rastline, pognoji.

4 REZULTATI

4.1 ČAS RASTI

Hipotezo I sem testiral tako, da sem sistem za gojenje zagnal, ko sem sadike čilijev posejal. Čiliji so rastline, ki počasneje rastejo, a so v določenem obdobju že zrasli do zelene višine, ob kateri bi jih lahko presadili na vrt.

4.2 CENA IN NABAVA SISTEMA

Komponenta	Cena (€) + vir
Arduino mega 2560	21,99 https://www.3dsvet.eu/izdelek/arduino-mega-2560-type-b-usb-ch340/
DHT11	6,99 https://www.3dsvet.eu/izdelek/senzor-temperature-in-vlage-dht11/
Senzor vlažnosti zemlje v1.2	8,99 https://www.3dsvet.eu/izdelek/modul-detektor-vlaznosti-zemlje-v3/
Relejni modul (1-kanalni)	4,00 https://www.arissi.eu/dodatki/izhodni-moduli/#cc-m-product-13302864623
Relejni modul (2-kanalni)	6,00 https://www.arissi.eu/dodatki/izhodni-moduli/#cc-m-product-13302864623
Rastlinjak	17,99 https://www.ikea.com/si/sl/p/akerbaer-rastlinjak-notranji-zunanji-rumena-10560784/#content
2-krat črpalka	5,99 * 2
IR grelna žarnica	8,50 https://www.agro-clair.si/izdelek/infrardeca-zarnica-philips-2/
LED trak	10,90 (ni bil uporabljen celoten trak) https://www.mimovrste.com/led-trakovi/lumiled-led-trak-5m-12v-48w-600led-100127383699

Po izračunu sem ugotovil, da bi za izdelavo izdelka porabil manj kot 90 €.

4.3 PREIZKUS DELOVANJA

Sistem je deloval, kot sem zapisal pri programu končnega izdelka. Da sem se lahko povezal z mobilnim telefonom, sem se moral komori približati v območju pod 10 metrov. Rastline so najboljše rastle v posodi, v kateri je bil senzor vlažnosti zemlje, saj je tam najboljše prikazana dejanska vlažnost zemlje.

5 RAZPRAVA

Svoj izdelek sem si zamislil, ker imam sam probleme s pomanjkanjem časa in se zato večkrat pozabim posvetiti gojenju čilijev. Ta hobi me spremlja že od osnovne šole in ga ne želim opustiti, saj me tudi zelo veseli. Kot sem omenil, pa ga zaradi pomanjkanja časa opuščam, zato sem si želel delo olajšati in sestaviti avtomatiziran rastlinjak. Če bi čilije gojil brez njega, bi moral sadike redno spremljati, ker pa ga imam, jih moram preverjati le občasno. Menim, da bi izdelek pripomogel tudi drugim, ki imajo podobne probleme.

Izdelek sem sestavil s pomočjo krmilnega modula Arduino in drugih komponent, ki jih lahko z njim kombiniramo. Za ohišje sem uporabil manjši sobni rastlinjak, v katerem je mogoče gojiti do približno 8 sadik čilijev. Na ohišje sem nato pritrtil komponente, preko relejev pa vezal tudi večje porabnike. To so IR grelna žarnica in dve črpalki. Samemu rastlinjaku sem dodal še LED trak, ki mu tudi lahko spreminjamo barvo svetlobe in omogoča zadostno razsvetljavo za rastline.

Za začetek sem si postavil hipotezo, da lahko čiliji v obdobju treh mesecev dosežejo zadostno velikost za presaditev na vrt. Za to so potrebne zadostna količina vode, čim bolj idealna temperatura in svetloba. Ko sem želel izdelek nadgraditi, sem se odločil tudi za možnost gnojenja, ki še bolj prispeva k uspešni rasti sadik. Ker sem vedel, kaj je potrebno za uspešno rast, sem si lažje izbral potrebne komponente. To so bili senzor temperature in senzor vlažnosti zemlje ter relejni moduli, povezovalne žice, IR žarnica, črpalki in seveda krmilni modul Arduino.

Pri drugi hipotezi sem se posvetil ceni izdelka. Kljub temu, da sem želel, da bi za izdelek porabil čim manj denarja, sem želel tudi dokaj kvalitetne komponente, zato sem si mejo

postavil pri 90 €. Po izračunu sem ugotovil, da se mi to izide, saj sem za izdelek porabil malo manj kot 90 €.

Čeprav se rad ukvarjam z vzgojo čilijev, me je zanimalo, če bi izdelek lahko pomagal tudi pri vzgoji drugih rastlin. V komoro sem tako posejal tudi paradižnik, ki je uspešno rasel skupaj z njimi. Vem, da imajo različne rastline različne pogoje, a da bi lahko bolj specifično gledal na posamezne rastline, bi moral v vsako od posod namestiti senzor vlažnosti zemlje in vsakega posebej nastaviti v programu. To bi na žalost ceno izdelka še povišalo, zato tega nisem storil in sem paradižnik vzgojil pod istimi pogoji kot čilije.

Da bi lahko bilo spremljanje delovanja lažje, sem si zamislil, da bi to počel kar preko mobilnega telefona. Tako sem vgradil tudi modul Bluetooth. Čeprav je predstavljal dodaten strošek, mi je pregled nad sistemom zelo olajšal.

6 ZAKLJUČEK

Sestavlil sem torej manjšo komoro za gojenje sadik čilijev. Sama komora je zadovoljila moje potrebe, saj je delovala tako, da mi ni bilo treba biti več v skrbeh. Pred tem sem rastline redno pozabljal zalivati in gnojiti, sedaj pa teh problemov nimam. Ker sem dodal razsvetljavo in gretje, pa sem še bolj prispeval k uspešni in hitri rasti sadik.

Pomanjkljivost vidim le v tem, da se vlažnost zemlje meri le v eni od posod. Tako lahko samo sklepamo, kakšna je vlažnost v ostalih posodah. Če bi to želel nadgraditi, bi mi dodatni senzorji in črpalke le še povišali stroške.

Kljub tej slabosti sem zadovoljen s samim izdelkom in menim, da mi je uspel, kot sem si predstavljal.

7 POVZETEK

Sem dijak 3. letnika elektro in računalniške šole in hkrati obiskujem vzporedno glasbeno izobraževanje. V svojih osnovnošolskih letih sem se začel ljubiteljsko ukvarjati z vzgajanjem in pridelavo čilijev. Takrat sem imel velikokrat čas, da sem skrbel za mlade sadike in spremljal njihov razvoj, danes pa začenjam to opuščati zaradi pomankanja časa, ki mi ga odvezemajo šola

in druge obveznosti. Predstavljam si, da bi lahko imeli tudi ostali ljudje takšen izziv kot jaz in bi zato pričeli opuščati samooskrbo, ki se meni zdi zelo pomembna. Ob naštetih dejstvih sem si zamislil izdelek, ki bi meni in ostalim ponudil pravo rešitev. To bi bila komora, namenjena avtomatskemu vzgajanju sadik, v kateri bi le-te rasle in nam ne bi povzročale dodatnih skrbi.

Komora bi vsebovala različne senzorje, žarnice in tudi dve črpalki. Vse to bi bilo povezano v sistem, ki bi uporabniku omogočal enostavno upravljanje. Od senzorjev bi vključil senzor temperature, preko katerega bi upravljal infrardečo žarnico za segrevanje komore. Ker je eden izmed glavnih vzrokov izdelave izdelka želja po avtomatskem zalivanju, bi komora vsebovala tudi senzor vlažnosti zemlje, s katerim bi upravljali črpalko z vodo. Poleg obeh naštetih senzorjev, infrardeče žarnice in obeh črpalk bi v komoro dodal tudi luč, ki bi sadikam omogočala najboljšo rast. Vse to bi vgradil v majhen hišni rastlinjak, primeren za gojenje sadik do ustrezne višine za presaditev. Celotno delovanje sistema bi lahko spremljali preko mobilnega telefona zaradi vgrajenega BT/WF modula.

Z izdelkom želim omogočiti, da bi ljudje kljub pomanjkanju časa skrbeli za samooskrbo. Slednja se mi zdi zelo pomembna, saj menim, da je lažje živeti zdravo, če vsaj malo hrane pridelamo sami doma. Izdelek bi ljudem pomagal in jim odvzel skrb, saj bi lahko stanje svojih sadik spremljali tudi preko mobilne naprave in to tudi takrat, ko jih ne bi bilo doma.

8 SUMMARY

Due to people struggling with the lack of time and increasingly abandoning self-sufficiency, I have devised a solution for them. Since I face the same challenges, I was interested in finding a way to address this issue. Thus, I envisioned an automated seedling cultivation chamber that enables plants to grow successfully without requiring additional effort or concern.

After analysing the market, I discovered that many similar products already exist. However, upon closer examination, I found that none met my standards. I came across chambers that provide lighting, containers with built-in irrigation systems, and similar solutions, but no single product integrated all these features into one comprehensive unit.

I developed a specialized automated seedling cultivation chamber. It incorporates a control module, sensors, and additional components, such as a pump, a heating lamp, and more. I

integrated all these elements into a system that can be monitored and controlled via a mobile phone.

I am convinced that products similar to mine could help people maintain self-sufficiency more effectively.

9 VIRI IN LITERATURA

Za pomoč pri izdelavi sem si pomagal z naslednjimi viri in literaturo:

- <https://www.elprocus.com/a-brief-on-dht11-sensor/> (delovanje senzorja DHT11)
- <https://www.circuitschools.com/interface-capacitive-soil-moisture-sensor-v1-2-with-arduino-lcd-and-oled/> (delovanje senzorja v2.1)
- <https://arduinogetstarted.com/arduino-tutorials> (pomoč pri pisanju kode za celoten program)

Viri slik:

- Slika 1: <https://www.mimovrste.com/pametna-vzgoja-rastlin/bot-pametni-sadilnik-z-belo-led-100129749468>
- Slika 2: https://www.amazon.com/LBW-Spectrum-Flexible-Gooseneck-Adjustable/dp/B08B557W5D?ref_=ast_sto_dp&th=1
- Slika 3: https://m.media-amazon.com/images/I/71kBSkdaffL._AC_UL320_.jpg
- Slika 4: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>
- Slika 5: <https://www.3dsvet.eu/izdelek/modul-detektor-vlaznosti-zemlje-v3/>
- Slika 6: <https://www.devobox.com/en/enviromental/110-dht11-digital-humidity-temperature-sensor.html>
- Slika 7: <https://makezine.com/projects/connect-an-arduino-to-a-7-bluetooth-serial-module/>
- Slika 8: <https://rees52.com/products/5v-2-channel-relay-module-for-arduino-arm-pic-relay-module-control-board-with-optocoupler-rc025>
- Slika 9: <https://www.microscale.net/products/5v-dc-pump>
- Slika 10: <https://store.arduino.cc/product/C000034>
- Slika 11: <https://www.superstrela.com/led-trak-12v-24w-2925lm-m-hladno-bela-60-led-m-ip65-5m.html>
- Slika 12: <https://www.agro-clair.si/kategorija/teme/perutnina/grelne-zarnice-zapiscance-in-ohisja/>
- Slika 13: <https://arduinogetstarted.com/tutorials/arduino-dht11>
- Slika 14: Foto: A. Centrih, 2025
- Slika 15: <http://arduinomodules.info/ky-019-5v-relay-module/>
- Slika 16: Foto: A. Centrih, 2025
- Slika 17: <https://arduinogetstarted.com/tutorials/arduino-soil-moisture-sensor>
- Slika 18: Foto: A. Centrih, 2025
- Slika 19: <https://arduinogetstarted.com/tutorials/arduino-bluetooth>
- Slika 20: Foto: A. Centrih, 2025
- Slika 21: Foto: A. Centrih, 2025
- Slika 22: Foto: A. Centrih, 2025

10 ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Petru Vrčkovniku, da me je spodbudil k pisanju raziskovalne naloge in s svojimi izkušnjami in znanjem pomagal pri celotnem procesu nastajanja naloge.

Zahvala gre tudi gospe Sonji Lubej, ki je nalogo lektorirala.

11 PRILOGE

11.1 PROGRAMI

V prilogi so opisani programi, ki sem jih uporabljal pri raziskovalni nalogi.

11.1.1 PROGRAM SENZOR TEMPERATURE, RELEJNI MODUL

```
// PROGRAM SENZOR TEMPERATURE, RELEJNI MODUL
//Avtor: Andraž Centrih
//Verzija: 4
//Datum zadnje spremembe: 2. 3. 2025

#include "DHT.h" // uporabljamo knjižnico DHT.h
#define DHT11_PIN 2 // definiramo priključek, kjer je priključen senzor

DHT dht11(DHT11_PIN, DHT11);

int grelnik = 3; // rele, ki vklopi grelnik je povezan na 3. priključek
int opozorilo = 4; // dioda, ki predstavlja opozorilo je povezana na 4. priključek
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht11.begin(); // inicializiramo senzor
  pinMode(grelnik, OUTPUT); // grelnik predstavlja izhod
  pinMode(opozorilo, OUTPUT); // opozorilo predstavlja izhod
}

void loop() {

  delay(2000); // med meritvami počakamo 2 s

  float tempC = dht11.readTemperature(); // program bere temperaturo v °C

  if (isnan(tempC)) {
    // napaka pri merjenju
```

```
} else {  
  
    Serial.print("Temperature: ");  
    Serial.print(tempC);  
    Serial.print("°C ~ ");  
  
}  
if(tempC<20){  
    digitalWrite(grelnik, HIGH);  
    digitalWrite(opozorilo, LOW);  
    // ob prenizki temperaturi se vklopi grelnik in izklopi opozorilo  
}  
if(tempC<28 && tempC>26){  
    digitalWrite(grelnik, LOW);  
    digitalWrite(opozorilo, LOW);  
    // v tem območju ne delujeta niti grelnik, niti opozorilo  
}  
if(tempC>28){  
    digitalWrite(grelnik, LOW);  
    digitalWrite(opozorilo, HIGH);  
    // ob previsoki temperaturi se vklopi opozorilo in izklopi grelnik  
}  
}
```

11.1.2 PROGRAM SENZOR VLAŽNOSTI ZEMLJE, RELEJNI MODUL

```
//PROGRAM SENZOR VLAŽNOSTI ZEMLJE, RELEJNI MODUL
//Avtor: Andraž Centrih
//Verzija: 2
//Datum zadnje spremembe: 2. 3. 2025

#define RELE 2 // priključek, na katerega je povezan rele, ki krmili črpalko
#define SENZOR A0 // priključek, na katerega je povezan senzor

#define PRAG 480 // izbira praga

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(RELE, OUTPUT); // rele predstavlja izhod
}

void loop() {
  int vrednost = analogRead(SENZOR); // program prebere analogno vrednost vlage

  if (vrednost > PRAG) {
    Serial.print("zemlja je presuha => vklop črpalke");
    digitalWrite(RELE, HIGH);
    // sistem zazna, da je zemlja presuha, vklopi se črpalka
  } else {
    Serial.print("zemlja je vlažna => izklop črpalke");
    digitalWrite(RELE, LOW);
    // sistem zazna, da je zemlja vlažna, črpalka se izklopi
  }

  Serial.print(" ");
  Serial.print(vrednost);
```

```
Serial.println("");  
  
delay(1000);  
}
```

11.1.3 PROGRAM BLUETOOTH, GNOJENJE

```
//PROGRAM BLUETOOTH, GNOJENJE  
//Avtor: Andraž Centrih  
//Verzija: 2  
//Datum zadnje spremembe: 2. 3. 2025  
  
int gnojenje = 2; // priključek, s katerim je povezan rele, ki krmili črpalko za gnojenje  
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(gnojenje, OUTPUT); // rele predstavlja izhod  
}  
  
void loop() {  
  
  if (Serial.available()) {  
    String command = Serial.readStringUntil('\n'); // program bere ukaz  
  
    if (command == "Gnojenje ON") {  
      Serial.println("Gnojenje je aktivno"); // odgovor na ukaz mobilnega telefona  
      digitalWrite(gnojenje, HIGH); // rele vklopi črpalko za gnojenje  
      delay(5000);  
      digitalWrite(gnojenje, LOW); // rele izklopi črpalko za gnojenje po 5 sekundah  
      Serial.println("Gnojenje ni aktivno");  
    }  
  }  
}
```

```
} else if (command == "Gnojenje OFF") {  
    Serial.println("Gnojenje ni aktivno"); // odgovor na ukaz mobilnega telefona  
    digitalWrite(gnojenje, LOW); // rele izklopi črpalko za gnojenje  
}  
}  
  
delay(500);  
}
```

11.1.4 PROGRAM SENZOR TEMPERATURE, SENZOR VLAČNOSTI ZEMLJE, BLUETOOTH, RELEJNI MODULI

```
// PROGRAM SENZOR TEMPERATURE, SENZOR VLAČNOSTI ZEMLJE, BLUETOOTH,  
RELEJNI MODULI
```

```
//Avtor: Andraž Centrih
```

```
//Verzija: 3
```

```
//Datum zadnje spremembe: 2. 3. 2025
```

```
#include "DHT.h" // uporabljamo knjižnico DHT.h
```

```
#define DHT11_PIN 2 // definiramo priključek, kjer je priključen senzor
```

```
DHT dht11(DHT11_PIN, DHT11);
```

```
int grelnik = 3; // rele, ki vklopi grelnik je povezan na 3. priključek
```

```
int opozorilo = 4; // dioda, ki predstavlja opozorilo je povezana na 4. priključek
```

```
#define CRPALKA 5 // priključek, na katerega je povezan rele, ki krmili črpalko
```

```
#define SENZOR A0 // priključek, na katerega je povezan senzor
```

```
#define PRAG 342 // izbira praga
```

```
int gnojenje = 6; // priključek, s katerim je povezan rele, ki krmili črpalko za gnojenje
```

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  dht11.begin(); // inicializiramo senzor  
  pinMode(grelnik, OUTPUT); // grelnik predstavlja izhod  
  pinMode(opozorilo, OUTPUT); // opozorilo predstavlja izhod  
  
  pinMode(CRPALKA, OUTPUT); // črpalka predstavlja izhod  
  
  pinMode(gnojenje, OUTPUT); // črpalka za gnojenje predstavlja izhod  
}  
  
void loop() {  
  delay(2000); // med meritvami počakamo 2 s  
  
  float tempC = dht11.readTemperature(); // program bere temperaturo v °C  
  
  if (isnan(tempC)) {  
    // napaka pri merjenju  
  } else {  
  
    Serial.print("Temperature: ");  
    Serial.print(tempC);  
    Serial.print("°C ~ ");  
  
  }  
  if(tempC<20){  
    digitalWrite(grelnik, HIGH);  
    digitalWrite(opozorilo, LOW);  
    // ob prenizki temperaturi se vklopi grelnik in izklopi opozorilo  
  }  
}
```

```
if(tempC<28 && tempC>26){
    digitalWrite(grelnik, LOW);
    digitalWrite(opozorilo, LOW);
    // v tem območju ne delujeta niti grelnik, niti opozorilo
}
if(tempC>28){
Serial.print("PREVISOKA TEMPERATURA");
    digitalWrite(grelnik, LOW);
    digitalWrite(opozorilo, HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(opozorilo, LOW);
    delay(500);
    // ob previsoki temperaturi se vklopi opozorilo in izklopi grelnik
}

int vrednost = analogRead(SENZOR); // program prebere analogno vrednost vlage

if (vrednost > PRAG) {
    Serial.print("zemlja je presuha => vklop črpalke");
    digitalWrite(CRPALKA, HIGH);
    // sistem zazna, da je zemlja presuha, vklopi se črpalka
} else {
    Serial.print("zemlja je vlažna => izklop črpalke");
    digitalWrite(CRPALKA, LOW);
    // sistem zazna, da je zemlja vlažna, črpalka se izklopi
}

Serial.print(" ");
Serial.print(vrednost);
```

```
Serial.println("");

if (Serial.available()) {
  String command = Serial.readStringUntil('\n'); // program bere ukaz

  if (command == "Gnojenje ON") {
    Serial.println("Gnojenje je aktivno"); // odgovor na ukaz mobilnega telefona
    digitalWrite(gnojenje, HIGH); // rele vklopi črpalko za gnojenje
    delay(5000);
    digitalWrite(gnojenje, LOW); // rele izklopi črpalko za gnojenje po 5 sekundah
    Serial.println("Gnojenje ni aktivno");

  } else if (command == "Gnojenje OFF") {
    Serial.println("Gnojenje ni aktivno"); // odgovor na ukaz mobilnega telefona
    digitalWrite(gnojenje, LOW); // rele izklopi črpalko za gnojenje
  }
}

delay(500);
}
```