

56. srečanje mladih raziskovalcev Slovenije

Avtonomni rastlinski inkubator

Raziskovalna naloga in izdelek

Raziskovalno področje: **Tehnika**
raziskovalna naloga

Šolsko leto: **2021/2022**

Mentor:

mag. Marjan Bezjak, u.d.i.e.

Avtor:

Renato Žaberl

Maribor, april 2022

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	I
KAZALO SLIK	II
1 UVOD	1
1.1 metodologija.....	1
2 Idejna ZASNOVA	2
2.1 Izbira materialov	2
2.1.1 Izbira materiala za ohišje.....	2
2.1.2 Izbira materiala za oblogo notranje stene.....	3
2.1.3 Izbira električnih komponent	3
3 Teorija o svetlobi	5
3.1 Fotoperioda	5
3.2 UV svetloba	5
3.2.1 UVC.....	5
3.2.2 UVB.....	6
3.2.3 UVA	6
3.3 Modra svetloba	6
3.4 Zelena svetloba	6
3.5 Rdeča svetloba.....	6
3.5.1 Daljno rdeča svetloba	7
3.5.2 Infrardeča svetloba	7
3.6 Svetlobna intenzivnost	7
4 Načrtovanje izdelka	8
4.1 3d slika izdelka	8
4.2 električni načrt.....	9
4.3 vezje naprave.....	10
5 postopek izdelave	11
6 težave med preizkušanjem	13
7 ZAKLJUČEK	14
8 VIRI	15

KAZALO SLIK

Slika 1: Miselni vzorec	2
Slika 2: 3D model izdelka	8
Slika 3: Delavniška risba ohišja	9
Slika 4: Električni načrt	10
Slika 5: Vezje v napravi	10
Slika 6: Izrisovanje lukenj.....	11
Slika 7: Sestavljeno ohišje s folijo in ventilatorjem.....	11
Slika 8: Preizkus LED traka	12

1 UVOD

Ljudje v današnjem svetu zmerom bolj težijo k temu, da bi bili bolj samooskrbni. Želja po doma pridelanih živilih je tako sedaj višja, kot kadarkoli prej. Težava, reševanju katere sem se posvetil v tej nalogi je torej vzgoja rastlinja v situaciji, ko uporabnik nima dostopa do zelenih površin in naravne svetlobe.

V raziskovalni nalogi sem si zadal nalogo izdelati avtonomni rastlinski inkubator. Naprava bo ustvarila okolje, ki bo omogočalo kvalitetno rast zelenjave tako, da z nizom programabilnih LED luči, vgrajeno ventilacijo in cevmi za vodo simulira naravne pojave, kot so sončni vzhod/zahod, kroženje zraka in vlaženje prsti.

Na tržišču že obstajajo podobne naprave, ki jih proizvajajo podjetja, kot je Thermo Fisher Scientific, Percival Scientific Inc in Binder inc. Te naprave uporabljajo v industriji in so za razliko od mojega izdelka v večjem delu ne-avtonomni in zahtevajo človeški nadzor.

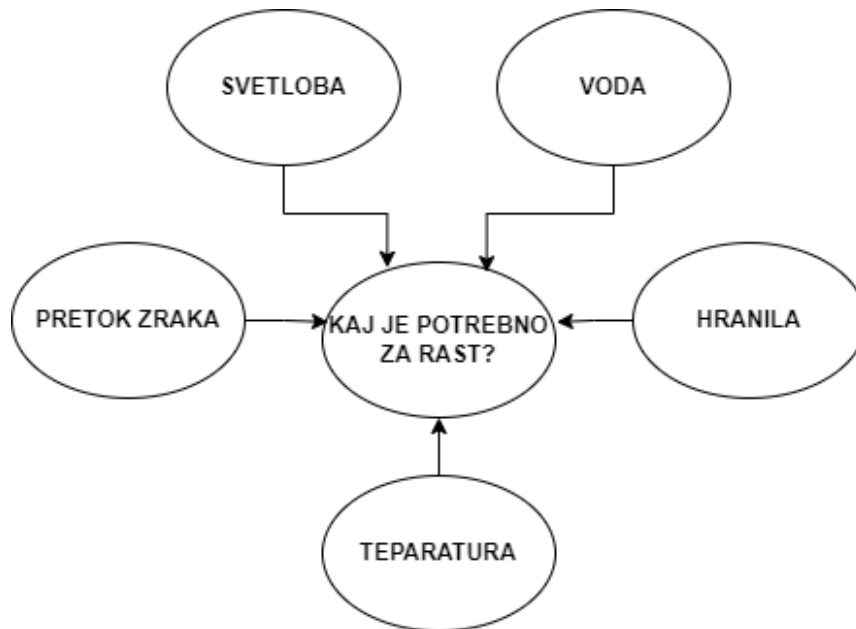
Idejna zasnova za moj izdelek je nastala, ker ima veliko ljudi željo po lastni pridelavi hrane, kar pa jim je onemogočeno zaradi prostorskih ali časovnih omejitev. Moj inkubator je avtonomen, tako da večino dela opravi samostojno, z izjemo dopolnjevanja vode v rezervoarju, za kar je potreben človeški poseg. Ta težava se lahko odpravi z uporabo električno krmiljenega ventila, ki bi omogočal tudi priklop naprave na vodovodno omrežje.

1.1 METODOLOGIJA

Svoje raziskovanje sem izvedel tako, da sem raziskal trg in preveril, ali so na tržišču podobne naprave. Za tem sem preveril pogoje, ki jih moramo izpolnjevati za kvalitetno vzgojo zelenjave in na koncu sem prebiral spletne članke ter gledal izobraževalne videje, ki so vsebovali iskane podatke. Postopki so podrobneje opisani tekom dokumentacije moje raziskovalne naloge.

2 IDEJNA ZASNOVA

V začetku sem si zamislil, kako bo sam izdelek deloval, zato sem izrisal miselni vzorec (slika 1.), v katerem sem navedel pogoje, ki morajo bit izpolnjeni za uspešno rast rastline v naravi. Ugotovil sem, da je najpomembnejših naslednjih pet stvari: voda, hranila, pretok zraka, primerna temperatura in svetloba. Tako sem moral iskati materiale ter komponente, in ustvariti obliko, ki bo omogočila kvalitetno regulacijo le-teh.



Slika 1: Miselni vzorec

2.1 Izbira materialov

Za izdelavo izdelka sem moral izbrati materiale, ki bodo zagotovili dobro kvaliteto regulacije prej omenjenih pogojev za rast rastlin. To je pomenilo, da potrebujem odsevne materiale, ki bodo omogočali primerno razporeditev svetlobe, črpalke za vodo, ki bodo izbrani zelenjavi omogočile hidracijo, ventilatorje, ki bodo povečali zračnost komore in ohišje, ki ne bo izdelku preveč povečala mase, do točke, kjer bi transport le-tega bil posledično otežen.

2.1.1 Izbira materiala za ohišje

Ohišje je moralo biti zgrajeno iz materiala, ki je predvsem trden in lahko dostopen, z dobro možnostjo obdelave. Na začetku sem razmišljal o izgradnji jeklene konstrukcije, ki bi jo obdal z lesom, da bi imel razmak med notranjo in zunanjo steno, ter s tem zmanjšal temperaturne izgube skozi same stene, na kar sem idejo ovrgel zaradi zahtevnosti izdelave in količine potrebnih surovin.

Kasneje sem kot material izbral plošče tipa OSB, saj so trdne, lažje za obdelavo in veliko dostopnejše. Zaradi dejstva, da so narejene iz odpadkov lesne industrije sem s tem tudi zmanjšal proizvodnje stroške pri nabavi materiala, kar je bilo tudi veliko bolj ekonomsko.

2.1.2 Izbira materiala za oblogo notranje stene

Notranje stene komore inkubatorja bodo imele visoko raven odsevnosti svetlobe, da bo ta lahko po zelenjavi padala enakomerno iz vsakega kota, brez da bi ustvarjala točke pomanjkanja ali prenasičenosti, ki bi poškodovale celice rastline.

Pri raziskovanju spleta sem odkril tip folije proizvajalca Mylar, ki je narejena iz poliestra znanega kot polietilen terefalat. Ta folija se uporablja v gojilnicah in industrijskih vrtovih za zagotavljanje enakomerne razporeditve svetlobe v prostorih. Je zelo odsevna in ima dokaj nizko ceno na trgu, kar pomeni, da je povsem primerna mojim potrebam po odsevnosti v komori.

V času pred izdelavo komore sem ugotovil, da je nabava izbrane folije bila zahtevnejša, kot sem v začetku načrtoval, zato sem preučeval nadaljnje lastnosti folije. Ugotovil sem, da ima podobne odsevne lastnosti kot ogledalo, tako da sem se odločil za uporabo aluminijske folije, saj ogledala pogosto vsebujejo aluminij. Zaradi potrebe po zaščiti pred vlago sem na koncu izbral parozaporno aluminijsko folijo, ki ima odsevnost, ki zadovoljuje potrebe po izdelavi moje komore.

V spodaj navedenem posnetku (vir 1.) sem našel podrobnejše podatke o odsevnosti Mylarjeve folije.

Vir 1:

(Migro, 2018)

https://www.youtube.com/watch?v=LQ-Hg_L011k

2.1.3 Izbira električnih komponent

Za izdelavo inkubatorja sem potreboval še nekaj drugih komponent, ki sem jih izbral na podlagi njihovih lastnosti in medsebojne združljivosti.

Za vodni rezervoar sem se odločil uporabiti posodo iz prozorne plastike, ki omogoča, da uporabnik vidi količino vode v sistemu. Voda bo potovala po vinilnih ceveh, ki bodo sklenjene v krog nad prstjo v komori ter prevrtane, da bodo enakomerno zalivale prst. Vodo bo po sistemu poganjala sila črpalke, ki jo napaja 5V napetosti, ter jo preko releja vklaplja in izklaplja mikrokrmilniška razvojna plošča ARDUINO UNO.

Za osvetlitev bom uporabljal večbarvni LED trak, ki ga bo krmilila mikrokrmilniška razvojna plošča ARDUINO. Trak bom uporabil z razlogom, da lahko izbiram jakost določene barve svetlobe, kar bo vplivalo na rast, barvo in tudi teksturo ter okus zelenjave v komori. Kasneje bom tudi dodal UVB diodo, za preprečevanje plesni in bakterij na rastlinah.

Tok zraka bom nadziral z ventilatorjem, namenjenim hlajenju računalnikov, saj je dovolj majhen in hkrati dovolj učinkovit, da ne bo v komori preveč znižal temperature med delovanjem.

Temperaturo v komori in vlažnost v prsti pa bom nadziral s senzorji, ki so bili razviti za souporabo z ARDUINO sistemi, kot komponente. Senzor za temperaturo bo pritrjen na stranski steni pod ventilatorjem, medtem, ko bo grelec pritrjen na nasprotni steni, da bo temperatura uspela krožiti po prostoru. Senzorja za vlažnost se bosta nahajala v prsti, saj je to najbolj

smiselno za meritev vlage v prsti.

3 TEORIJA O SVETLOBI

Svetloba je zelo pomemben dejavnik v moji nalogi, zato sem moral vložiti veliko časa v raziskovanje vpliva jakosti in barve svetlobe na različne primerke listnate zelenjave.

Spodaj navedene ugotovitve sem črpal iz naslednjih virov:

Vir 2:

(Farmer Tyler, 2018)

https://www.youtube.com/watch?v=h36rJKs7t04&list=PLLzitif7fR92F87whFA3Rs_nqTblvjxp3a

Vir 3:

(Olle, M., & Viršile, A., 2013)

<https://journal.fi/afs/article/view/7897>

Vir 4:

(Yujin Park, Erik S. Runkle, 2018)

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0202386>

3.1 FOTOPERIODA

Fotoperioda ali trajanje svetlobe v dnevu je nekaj, na kar se najbolj odzivajo cvetoči pridelki. Imamo dolgo dnevne in kratko dnevne rastline. Dolgo dnevne rastline potrebujejo dolge dneve (okoli 14 ur svetlobe), medtem ko kratko dnevne potrebujejo dolge noči.

Fotoperioda vpliva na razliko med rastnim in cvetnim obdobjem rastline.

Rastno obdobje se navadno odvija v obdobju dolgih dni (rast rastline in rast cvetov), obdobje cvetenja pa se odvija med obdobjem dolgih dni (cvetenje in zorjenje).

Dolgo nočno obdobje ima navadno 14-urne noči, med katerimi se rastlini dovaja eno uro svetlobe, da ima rastlina več energije za rast in razvoj.

Kratko nočno obdobje pa motenj noči nima, saj v tem obdobju z veliko količino svetlobe vzpodbujamo intenzivnejšo rast.

3.2 UV SVETLOBA

UV svetloba se uporablja v zmernih količinah, saj je močna zaradi kratke valovne dolžine.

3.2.1 UVC

UV svetloba tipa C ima najkrajšo valovno dolžino in je najnevarnejša za rastline. Uničuje mikroorganizme in se navadno uporablja za razkuževanje vode ali neposredno na rastlinah za uničenje glivic. Ta svetloba lahko uničuje DNK in celice.

3.2.2 UVB

UV svetloba tipa B lahko rastlinam odvzame barvo. V rastlinah povzroča stresni odziv in posledično povečano proizvodnjo barvil, ki rastlinam dodajo sijaj, hkrati pa poveča proizvodnjo antioksidantov in smole v smolnih rastlinah. Te lastnosti plodom izboljšajo okus. Ta svetloba se uporablja v zadnjih tednih rasti, saj lahko sicer rast upočasnuje.

3.2.3 UVA

UV svetloba tipa A ima najdaljšo valovno dolžino in v rastlinah vzpodbudi proizvodnjo rdečih in vijoličnih pigmentov. Pomaga pri ustvarjanju rastlin s kratkimi stebli.

3.3 MODRA SVETLOBA

Modro svetlobo običajno uporabljamo v vegetativni fazi rastlin, da so rastline kompaktnejše. Uporablja se v majhnih ali ne-intenzivnih količinah. Posledica modre svetlobe so lahko manjši listi, kar ni zmerom prednost. Modro svetlobo uporabljamo proti koncu vegetativne faze za okoli dva tedna, da proizvedemo več rdeče ali vijolične barve. Rastline jo uporabljajo za fotosintezo ali kot vodilo za intenzivnost svetlobe. Rastline so zaradi modre svetlobe nizke ali kompaktne z majhnimi listi. Kot posledica modre svetlobe se rastlini odprejo pore in poveča fotosinteza ter izločanje vodne pare. Rastline bodo liste obračale v smer modre svetlobe, da naberejo več energije. Listi so navadno tudi debelejši.

3.4 ZELENA SVETLOBA

Rastline zelene svetlobe v nizki intenzivnosti naravno ne prepoznajo. Zato jih lahko z zeleno svetlobo pregledujemo med nočnim ciklom. Zelena svetloba lahko povzroča spreobrnjenje učinkov modre svetlobe, predvsem zapiranje por.

Z zeleno svetlobo lahko spodbudimo fotosintezo v spodnjih listih rastline, kar pripomore k hranjenju rastline.

3.5 RDEČA SVETLOBA

Rdeča svetloba vpliva na rast in razvoj rastlin. Ta barva svetlobe v rastlinah navadno sproži postopek kaljenja.

Dvigovanje razmerja rdeče proti modri, povzroča večje liste in stebela. Rdeča svetloba je

pomembna predvsem za povečanje fotosinteze. Listi, ki rastejo pod rdečo svetlobo, so tanjši in mehkejši.

3.5.1 Daljno rdeča svetloba

Je zadnja rdeča barva v vidnem spektru. Ta vrsta rdeče svetlobe povzroča daljšanje stebel v rastlinah, brez vpliva na debelino stebela. Ta barva se pojavlja med sončnim vzhodom ali zahodom. Ta barva pomaga rastlinam pri pripravi na nočni rastni cikel in skrajša čas do cvetnega cikla tudi do dva tedna.

3.5.2 Infrardeča svetloba

Ta vrsta svetlobe je znotraj ne vidnega svetlobnega spektra. Primarno ta svetloba rastlinam ogreva liste z razširjanjem molekul vode. Kot posledica gretja je rast lista vzpodbujena. Ta svetloba v zaprtih prostorih krepko ogreva zrak.

3.6 SVETLOBNA INTENZIVNOST

Svetlobo je potrebno razporediti preko časovnega intervala, kar pomeni, da rastlini določeno količino svetlobe razporedimo na določen časovni interval, tako da ne pride do prenasičenosti svetlobe, kjer rastlina veliko energije ne vsrka, ali da rastlina ne dobi premalo svetlobe v danem trenutku.

Najnižja intenzivnost (150 – 250 mikromolov) se uporablja v sveže odrezanih podtaknjencih, saj nimajo korenin, da bi črpali vodo in jih hitro poparimo. Svetlobo naj dobivajo okoli 20 ur na dan.

Rahlo višja intenzivnost se uporablja za rastline s svežimi koreninami, ki so zrastle iz semena. Tukaj uporabljamo svetlobo do 400 mikromolov, ki jo rastline dobivajo okoli 20 ur na dan. Dobro je, da rastline dobivajo dovolj dolgo obdobje teme, da rastline rastejo in ostanejo zdrave.

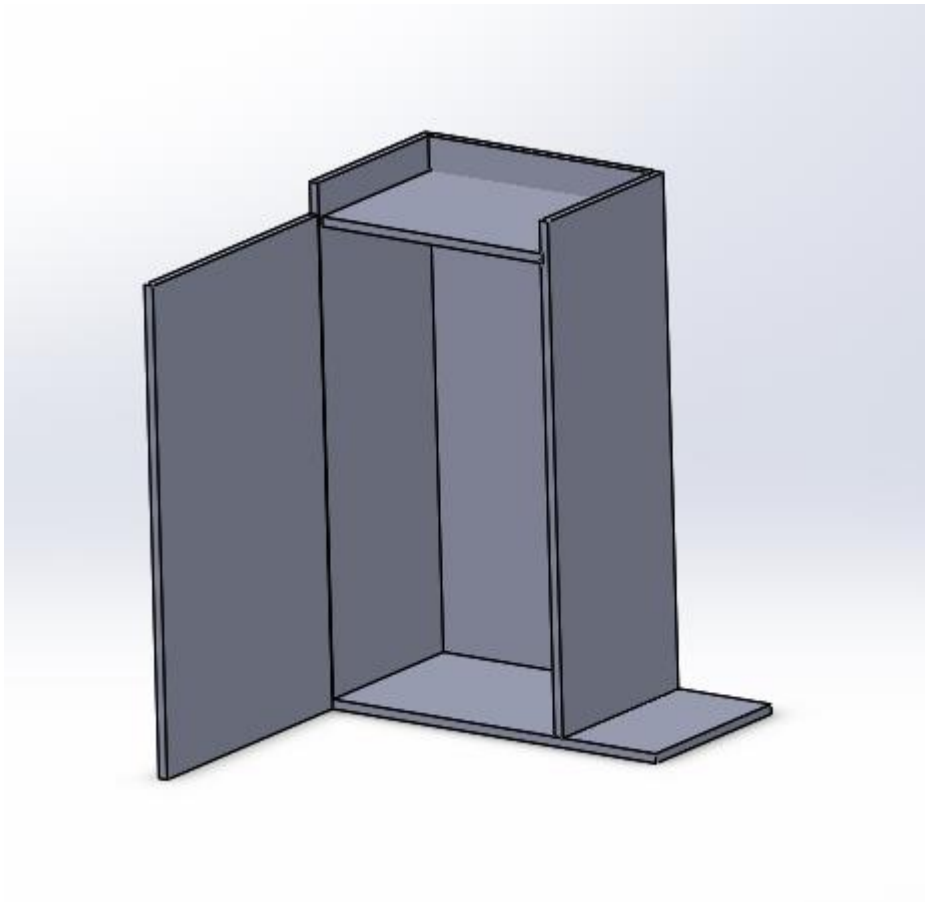
Opomba: gostota svetlobe v prostoru trenutno še ni bila izmerjena, saj nimam dostopa do potrebne merilne naprave, tako da bom le to priredil po navodilih proizvajalca LED traka.

4 NAČRTOVANJE IZDELKA

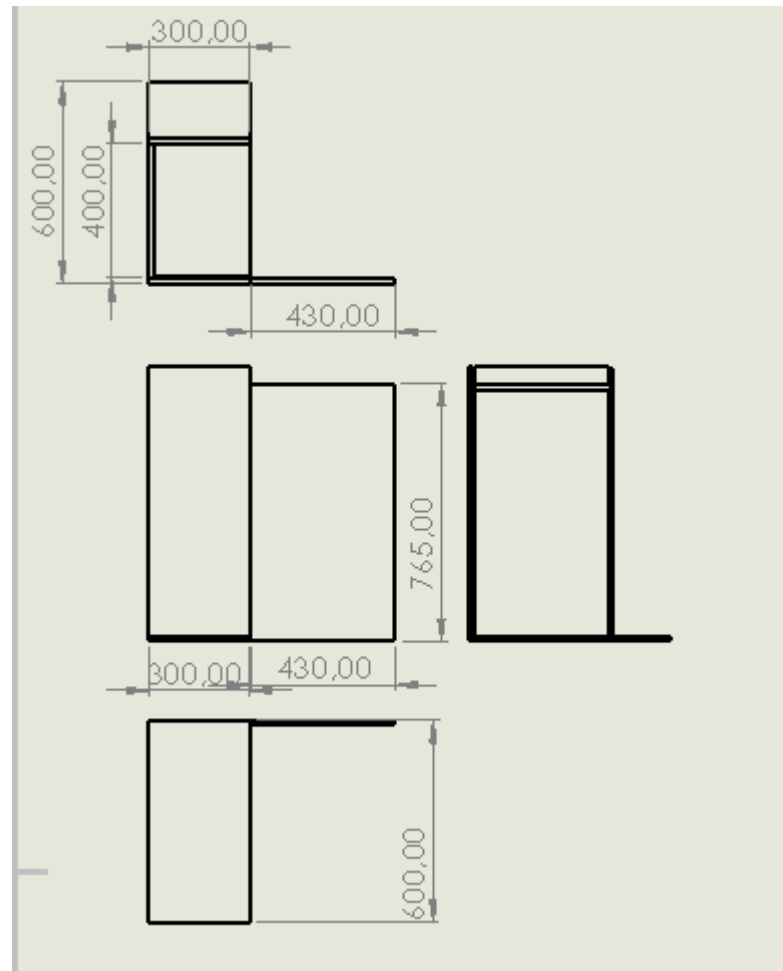
Začel sem z podrobnejšim načrtovanjem izdelka, ki je pomembno, da lahko izdelam enotno napravo, ki bo estetsko privlačna in praktična.

4.1 3D SLIKA IZDELKA

Na sliki 2. lahko vidimo izdelek v obliki 3D skice. Razvidna so vrata komore, prostor za procesno enoto (na vrhu) in podstavek namenjen rezervoarju za vodo (polica na desni strani slike 2.). Slike so bile narisane v programu Solidworks, kjer sem tudi načrtoval posamezne sestavne dele ohišja. Slike ne vsebujejo pokrova in sprednje stranice na vrhu, da je prostor za procesno enoto in ožičenje lažje razviden.



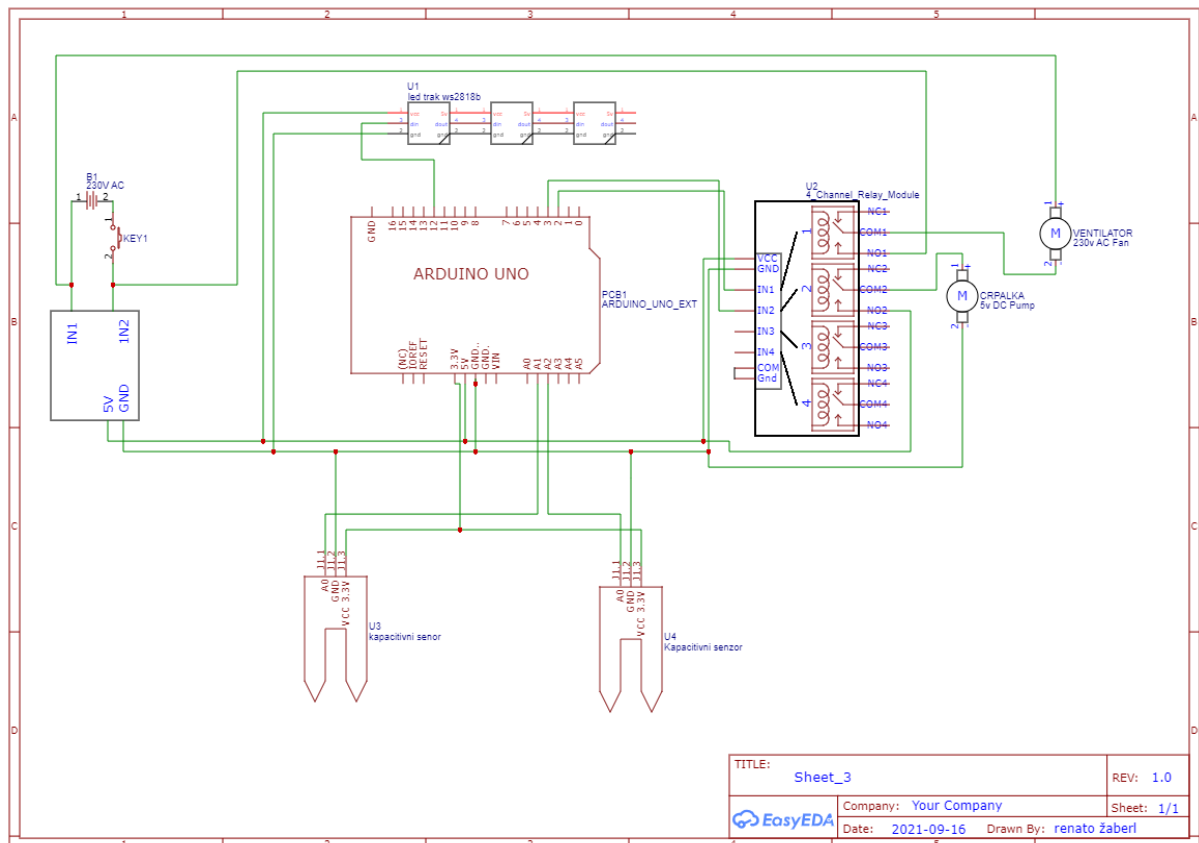
Slika 2: 3D model izdelka



Slika 3: Delavniška risba ohišja

4.2 ELEKTRIČNI NAČRT

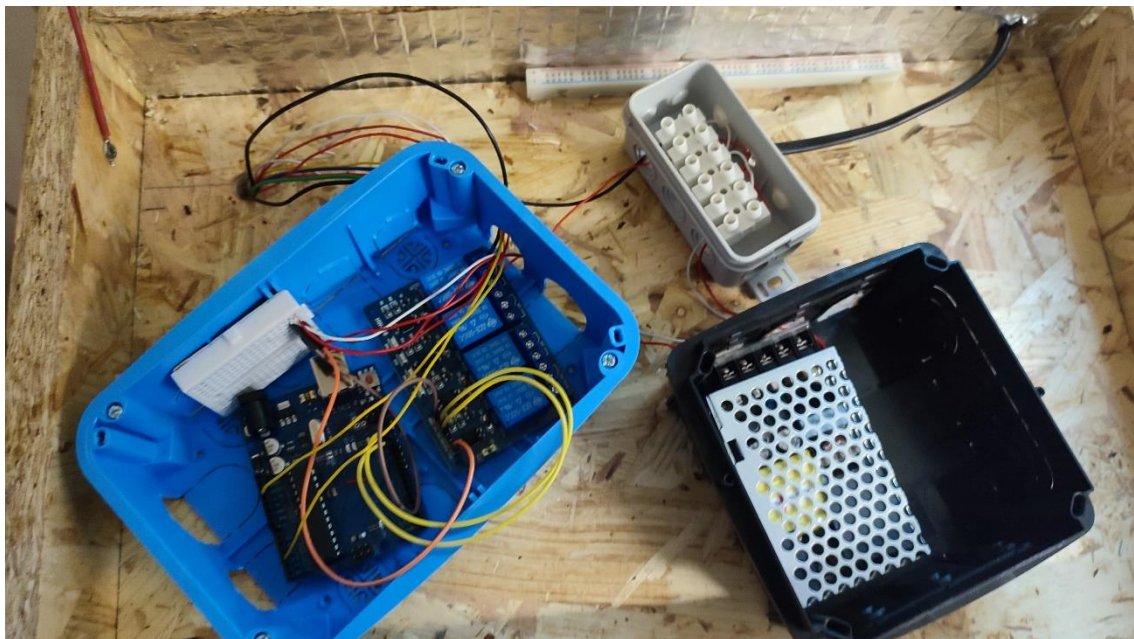
Električni načrt (slika 4.) vsebuje stikalo za vklop, pretvornik napetosti (230V AC/5V DC), razvojno ploščico ARDUINO UNO, LED trak, relejski modul, senzorja za vlago zemlje, ventilator (napajan preko 230V izmenične napetosti) in črpalko (napajano na 5V enosmerne napetosti). Za čas pisanja te dokumentacije električni načrt ne vsebuje grelnega elementa in senzorja temperature, saj še iščem primerne komponente.



Slika 4: Električni načrt

4.3 VEZJE NAPRAVE

Na slikah spodaj je prikazana vezava mojih komponent. Žice, ki prihajajo iz luknje v kotu so namenjene ventilatorju, LED traku in senzorjem. Vidimo lahko, da sem komponente vstavil v tri različne doze, da sem preprečil poškodbe lesa v primeru pregrevanja komponent ali iskrenja.



Slika 5: Vezje v napravi

5 POSTOPEK IZDELAVE

Izdelava ohišja je potekala brez težav. Zaradi pomanjkanja orodja sem kupil OSB plošče, ki so bile odrezane in oblikovane glede na mere, podane v načrtu.

V začetku sem si označil pozicije in dimenzije lukenj, ki jih je bilo potrebno odrezati (slika 5.). Nato sem luknje tudi izrezal.



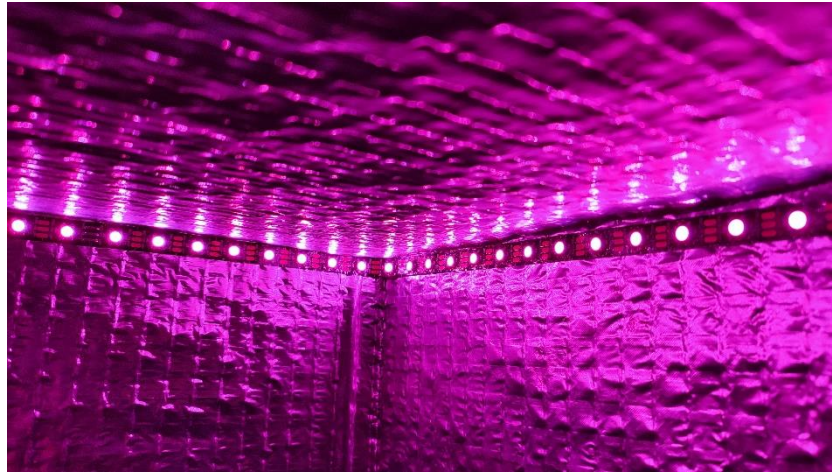
Slika 6: Izrisovanje lukenj

Sledilo je pritrjevanje paropropustne folije (slika 6.), za kar sem uporabil silikonsko lepilo in pritrjevanje ventilatorja, kar sem opravil tako, da sem ventilator privijačil na notranjo stran stene, kjer je bila predhodno izrezana luknja.



Slika 7: Sestavljeno ohišje s folijo in ventilatorjem

Po uspešni izdelavi ohišja sem pritrdil tudi LED trak, ki je bil samolepljiv, in začel z vezavo krmilnega in napajalnega sklopa komponent ter preizkušanjem traku, senzorjev in črpalke. (slika 7.).



Slika 8: Preizkus LED traka

6 TEŽAVE MED PREIZKUŠANJEM

Med preizkušanjem komore je prišlo do težav značilnih za prvi preizkus.

Prva težava je bila programske narave. LED traka nisem uspel kontrolirati v željenih barvah. To napako sem odpravil po dodatnem pregledu kode in optimizaciji.

Naslednja težava je bila v vezavi komponent. Komponente so bile vezane tako, da so pogosto izgubljale stik, kar sem odpravil z uporabo vodnikov, ki so se lažje prilegali eksperimentalni ploščici, na katero sem komponente vezal, da sem izboljšal preglednost vezja.

Tretja težava je bila, da je prišlo do okvare pretvornika, saj je ta bil po dolgoročnem preizkušanju preobremenjen. Po nekaj izračunih sem ugotovil, kakšno moč pretvornika potrebujem in vstavil primeren pretvornik. Posledica izpada napajanja je povzročila pomanjkanje svetlobe v dnevnem ciklu, kar je povzročilo propad testne rastline. V trenutni izvedbi inkubatorja torej vzgajam drugo vrsto rastline, ki je tudi odpornejša, v primeru dodatnih težav.

7 ZAKLJUČEK

Trenutno sem opravil potrebno raziskovanje za izdelavo naprave, vključno z raziskovanjem potencialnih materialov. V naslednjem koraku sem tudi napravo izdelal in testiral.

Med preizkušanjem sem našel pomanjkljivosti svojega načrtovanja, ki so imele velik vpliv na testno rastlino. Napake sem kasneje tudi našel in odpravil.

Sledi nadaljnje testiranje in vgradnja komponent za regulacijo temperature.

8 VIRI

Vir 1:

(Migro, 2018)

https://www.youtube.com/watch?v=LQ-Hg_L011k

Vir 2:

(Farmer Tyler, 2018)

https://www.youtube.com/watch?v=h36rJKs7t04&list=PLLzitf7fR92F87whFA3Rs_nqTblvjxp3a

Vir 3:

(Olle, M., & Viršile, A., 2013)

<https://journal.fi/afs/article/view/7897>

Vir 4:

(Yujin Park, Erik S. Runkle, 2018)

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0202386>

Vir 5:

(EasyEDA, 2013)

<https://easyeda.com/>

Vir 6:

(Diagrams.net, 2021)

<https://www.diagrams.net/>