

»Mladi za napredek Maribora 2023«

40. srečanje

PAMETNO OKOLJE GREENDOM

INTERDISCIPLINARNO PODROČJE (RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA
IN PROIZVODNO-TEHNIČNO PODROČJE)

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Avtor: Blaž Jesenik
Mentor: Danijel Šic, Peter Bernad

Šola: OŠ Toneta Čufarja Maribor
Število točk: 157 / 170

Maribor, 2023

»Mladi za napredek Maribora 2023«

40. srečanje

PAMETNO OKOLJE GREENDOM

INTERDISCIPLINARNO PODROČJE (RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA
IN PROIZVODNO-TEHNIČNO PODROČJE)

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Maribor, 2023

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	1
SUMMARY	2
1 UVOD	4
1.1 NAMENI NALOGE	5
1.2 HIPOTEZE	5
2 PREGLED STANJA TEHNIKE	6
3 METODOLOGIJA	7
3.1 OPIS RAZISKOVALNIH METOD	7
3.2 OPIS PAMETNEGA OKOLJA	8
3.3 OPIS NAPRAV	8
3.4 VERTIKALNO KMETIJSTVO	9
4 REZULTATI	10
4.1 IZDELAVA KONSTRUKCIJE	10
4.2 ELEKTRIČNE KOMPONENTE	15
4.3 IZDELAVA SPLETNE STRANI	17
5 DISUKSIJA	18
5.1 IZDELAVA UMETNEGA OKOLJA	18
5.2 CENA IZDELAVE	22
5.3 SPLETNA STRAN	24
6 DRUŽBENA ODGOVORNOST	25
7 SKLEPI	26
8 PRILOGA	27
8.1 NAVODILA ZA IZDELAVO PAMETNEGA OKOLJA	27
8.2 TESTIRANJE RELEJNEGA MODULA	34
8.3 ZAPISOVANJE PARAMETROV V TEKSTOVNO DATOTEKO	34
8.4 TEKSTOVNA DATOTEKA S PODATKI	34

8.5	DELOVANJE ZALIVALNEGA SISTEMA	34
8.6	SPLETNA STRAN.....	35
8.7	NEDOKONČANA ANGULAR SPLETNA STRAN.....	37
8.8	3D MODELI	38
9	VIRI IN LITERATURA	39

KAZALO SLIK

Slika 1:	Vertikalno kmetijstvo (ESCP)	9
Slika 2:	To-Do seznam (lasten vir)	10
Slika 3:	Priviti vsi nosilci (lasten vir).....	11
Slika 4:	Privijanje strehe in vezanih plošč (lasten vir)	12
Slika 5:	Privijanje letev (lasten vir).....	13
Slika 6:	Polica za računalniški zaslon (lasten vir)	14
Slika 7:	Organizacija kablov (lasten vir).....	14
Slika 8:	Termostat (lasten vir)	15
Slika 9:	Priklop tipala in relejnega modula (lasten vir).....	16
Slika 10:	Tekstovna datoteka s podatki (lasten vir)	16
Slika 11:	Priklop črpalk na relejni modul (lasten vir)	18
Slika 12:	Delovanje črpalke (lasten vir).....	19
Slika 13:	Risba priključkov (lasten vir).....	20
Slika 14:	Prenosi na spletni strani (lasten vir).....	24

KAZALO GRAFOV

Graf 1:	Spreminjanje temperature	21
Graf 2:	Spreminjanje vlage.....	21

POVZETEK

V raziskovalni nalogi z naslovom *Pametno okolje Greendom* smo se ukvarjali z vprašanjem, kako bi lahko raziskali uspevanje rastlin v umetnem okolju in hkrati šolam po Sloveniji omogočili cenovno dostopno preučevanje rastlin v različnih klimatskih pogojih. V letošnji nalogi smo iskali cenovno sprejemljivo rešitev, ki bi bila prijazna okolju ter hkrati enostavna za sestavo in uporabo. Po preverjanju že obstoječih rešitev na internetu, smo se odločili za izdelavo pametne tople grede, večinoma iz lesa. Za izdelavo smo poiskali material, ki smo ga imeli na šoli, ostale potrebne elemente pa smo naročili. Po dokončani izdelavi tople grede smo vanjo vstavili korita za rastline, tipala, elektroniko in zalivalni sistem, potreben za vzdrževanje rastlin. Za omenjeno opremo smo kasneje napisali program v programskem jeziku Python in izdelali spletno stran v orodju WordPress, na kateri smo objavili navodila za izdelavo pametnega okolja Greendom, ki so brezplačno dostopna javnosti za prenos.

Ključne besede: podnebne spremembe, materiali, les, tipala, vzdrževanje rastline, Raspberry Pi 400, Wordpress, Python.

SUMMARY

In our research paper »A Smart Greendom Environment« we looked at how we could investigate how plants thrive in artificial environments and at the same time make it affordable for schools across Slovenia to study plants in different climatic conditions. In this research, we were looking for an affordable solution that would be environmentally friendly and at the same time easy to assemble and use. After checking already existing solutions on the Internet, we decided to make a smart greenhouse, mostly made of wood. Before making it, we looked for the material we had at school and ordered the needed components. After completing the build, we inserted troughs for plants, sensors, electronics and watering system needed to maintain the plants. We later wrote a Python program for the equipment and created a Wordpress website where we published instructions for building a smart Greendom environment, which are freely available to the public for download.

Keywords: climate change, materials, wood, sensors, plants, Raspberry Pi 400, Angular, Python.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorjema za pomoč in svetovanje pri izdelavi raziskovalne naloge. Prav tako bi se rad zahvalil tudi staršem in prijateljem za podporo pri pisanju naloge.

1 UVOD

Po napovedih nekaterih študij bi lahko do leta 2050 svetovna populacija presegla 10 milijard (Cohen E., 2012), kar bo povečalo potrebo po večji proizvodnji hrane in živil. Za ta namen pa ne bo na voljo več prostora, kar pomeni, da bo potrebno na manjši površini pridelati več pridelka v krajšem času. Ta problem bi lahko rešili s tako imenovanim vertikalnim kmetijstvom, ki se ga že poslužujejo določene države, kot na primer Japonska, kjer so riž že začeli pridelovati tudi umetno (Zakir, in drugi, 2022). Gre za umetno gojenje rastlin v etažah, korenine rastlin pa ne rastejo v zemlji, ampak v zraku. S takim načinom gojenja bi lahko prihranili porabo vode (saj se ta lahko vrne v sistem) in denar, vendar je izgradnja takšnih »tovarn« draga, stroški elektrike in vzdrževanja pa enormni (RTV Slovenija, 2022). Takšen način gojenja rastlin pa bi lahko uporabili tudi drugače – ne le za lačna usta. Lahko bi raziskali, kaj bi se z rastlino zgodilo, če bi jo izpostavili določenim parametrom, ki za njeno rast ne bi bili ugodni – na primer dvigu temperature ali zmanjševanju vlage v prsti. Tako bi lahko približno predvideli, kaj bi se z rastlino zgodilo, če bi se podnebje v prihodnosti drastično spremenilo – ali pa, katera območja najverjetneje več ne bodo rodovitna za rast določenih vrst rastlin. Oglasi in prispevki na to temo na internetu so me spodbudili, da ga še sam raziščem in se o njem nekaj naučim. Vertikalno kmetijstvo ima tudi to prednost, da lahko prostore za umetno gojenje postavimo skoraj kjer koli. To pomeni krajšo pot živil do trgovine, zato pa posledično hitrejši čas dostave in manjšo verjetnost, da bi se živila na poti pokvarila.

1.1 NAMENI NALOGE

Nameni raziskovalne naloge so:

- Izvedeti, kaj je vertikalno kmetijstvo in kakšne so njegove prednosti oziroma pomanjkljivosti.
- Ugotoviti, ali je mogoče sestaviti umetno okolje za raziskovanje rastlin s proračunom, manjšim od 200 evrov.
- Primerjati kaljenje vsaj dveh rastlin z vsaj enim različnim parametrom.
- Krepite svoje tehniške in računalniške veščine.

1.2 HIPOTEZE

Pred raziskovanjem sem si zastavil naslednji hipotezi:

H1: Umetno okolje za raziskovanje in preučevanje rastlin je mogoče izdelati s proračunom, manjšim od 200 evrov.

H2: Spreminjanje temperature in vlage v umetnem okolju bo negativno vplivalo na sadike v enaki prsti.

2 PREGLED STANJA TEHNIKE

Za izolacijo notranjosti grede od zunanjega prostora sem potreboval material, ki je cenovno ugoden, ter da je mogoče gledati skozenj, da bom lahko videl, kaj se v notranjosti dogaja. Po pregledu virov in literature na spletu sem se odločil za plošče iz akrilnega stekla oziroma t.i. pleksi stekla, ki ga je možno reciklirati v več kot 90 odstotkih (Achilias, 2012). Omenjeni material je pogosto uporabljen kot nadomestek za steklo, saj je cenejši in dovolj odporen. Na spletni strani Radiotelevizije Slovenija (v nadaljevanju RTV) sem našel prispevek (RTV Slovenija, 2022), v katerem je predstavljeno urbano oziroma vertikalno kmetijstvo, pri katerem rastline gojijo v večjih notranjih prostorih, pogosto tudi brez zemlje. Rastlinam vodo in minerale lahko dovajajo s škropljenjem korenin. Prednost takšnega načina kmetijstva je nižja poraba vode za 10 odstotkov v primerjavi s kmetistvom na poljih (Zakir, in drugi, 2022) in ne zahteva uporabe pesticidov, vendar pa so stroški elektrike višji. Kmetijstvo te vrste lahko goji zelenjavo vse dni v letu, pridelava pa lahko več zelenjave na manjši površini, na primer v desetnadstropni zaprti vertikalni kmetiji bi lahko v enem letu (če bi gojenje pretekalo neprestano) predelali kar za 600-krat več pridelka na hektar (Asseng, in drugi, 2020). S tem načinom bi lahko zapuščene stavbe in prostore spremenili v gojilnice zelenjave. V oglasu na internetu sem zasledil podjetje Click&Grow, ki se ukvarja s prodajo in kreiranjem notranjih vrtov za zelišča in živila (Click&Grow, 2020). Njihovi vrtovi vzdržujejo optimalne pogoje za rast vse dni v letu in pri tem porabijo manj vode, ki jo je potrebno manj pogosto zamenjati, saj se ta prefiltrirana vrne v sistem¹. Njihov pametni vrt »The Smart Garden 9 PRO«² vključuje aplikacijo, v kateri je možno nadzirati čas, ko so svetleče diode (t.i. LED) vklopljene. V njem je prostor za devet kapsul, v katere posadijo rastline, poraba elektrike pa je 6.2 kW/h na mesec (Click&Grow, 2021).

¹ Po navedbi podjetja je potrebno vodo zamenjati vsake 2-3 tedne.

² V času izdelave raziskovalne naloge pametni vrt ni bil na voljo za nakup. Dimenzije pametnega vrta so 59 x 19 x 39cm (dolžina, širina, višina).

3 METODOLOGIJA

3.1 OPIS RAZISKOVALNIH METOD

Pri izdelavi raziskovalne naloge sem uporabljal tri različne raziskovalne metode: eksperimentalno metodo, metodo primerjave ter metodo preučevanja pisnih virov in literature.

3.1.1 Metoda preučevanja pisnih virov in literature

Na spletu sem poiskal in preveril že obstoječe rešitve za moj raziskovalni problem. Našel sem prispevek o vertikalnem kmetijstvu (RTV Slovenija, 2022), ki porabi približno 10 odstotkov manj vode kot kmetijstvo na poljih (Zakir, in drugi, 2022) in lahko pridelava do kar 600-krat več pridelka na hektar kot kmetijstvo na poljih v enem letu, vendar so stroški gradnje, vzdrževanja in elektrike precej višji.

3.1.2 Eksperimentalna metoda

Najprej sem izdelal pametno toplo gredo iz materialov, ki jih je mogoče reciklirati, in kasneje dodal elektroniko, za katero sem sam napisal program. Toplo gredo sem naredil z namenom, da bi lahko ustvaril in nadzoroval umetno testno življenjsko okolje za rastlino. Tako sem lahko ugotovil, kako se rastlina odziva v določenem oziroma spremenjenem okolju.

3.1.3 Metoda primerjave

Po izdelavi programske opreme sem v topli gredi spreminjal temperaturo in vlago, da sem lahko primerjal, kako nadzirano okolje z dvema različnima prstema vpliva na kaljenje rastline.

3.2 OPIS PAMETNEGA OKOLJA

Pametna topla greda *Greendom* je umetno okolje (komora) za vzgajanje rastlin v notranjih prostorih, ki je namenjeno raziskovanju in preučevanju rastlin. V notranjosti komore lahko z mikroračunalnikom nadziramo vlago in temperaturo, trenutne parametre pa istočasno merimo s tipalom DHT22 (Adafruit Industries, 2005) in termostatom.

3.3 OPIS NAPRAV

3.3.1 Tipalo DHT22

Za merjenje vlage in temperature v topli gredi sem uporabljal tipalo DHT22 (Digital Humidity and Temperature sensor). Omenjeno tipalo lahko opravlja meritve vlage in temperature hkrati, zato sem za nadzorovanje temperature v topli gredi potreboval le eno tipalo te vrste (Adafruit Industries, 2005). Tipalo sem lahko priklopil na prvi 3.3-voltni pin priključek, iz katerega je tipalo prejelo elektriko, na drugi pin priključek sem priklopil vhode iz mikroračunalnika³ in na tretji priključek sem priklopil tako imenovani »ground«, kjer se nahaja referenčna točka za vse signale (Halfacree, 2020). Nato sem napisal program v Pythonu⁴ (Python Software Foundation, 1991), ki je prebral temperaturo in vlago iz tipala vsako minuto ter jo nato zapisal v tekstovno datoteko, zraven pa pribeležil še datum in čas merjenja.

3.3.2 Termostat

Termostat je naprava, ki zaznava temperaturne spremembe, da lahko uravnana konstantno temperaturo v prostoru (Britannica, 2015). V določenih primerih je lahko uporabljen tudi kot komponenta v protipožarnem sistemu.

³ Mikroračunalnik Raspberry Pi 400

⁴ Programski jezik mi je poznan, saj sem ga uporabil v inovacijskem predlogu v letu 2021/22.

3.3.3 Raspberry Pi 400

Raspberry Pi 400 (v nadaljevanju mikroračunalnik) je cenovno dostopen mikroračunalnik (Halfacree, 2020), ki omogoča raziskovanje in učenje osnov programiranja ter ustvarjanje najrazličnejših projektov. Tipala in motorčke je možno priklopiti preko GPIO priključka, sestavljenega iz 40 pinov.

3.4 VERTIKALNO KMETIJSTVO

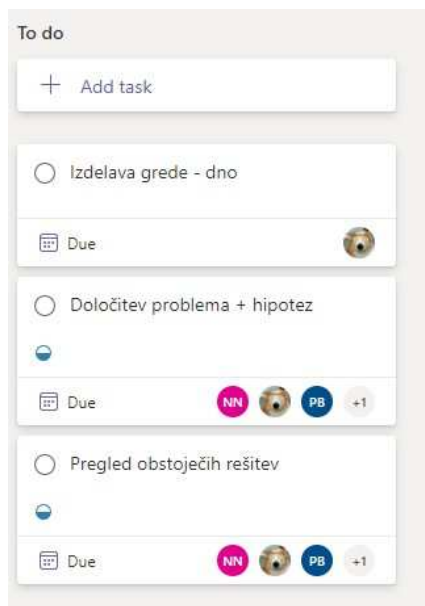
Vertikalno kmetijstvo je proizvodnja živil v navpičnih slojih. Umetno uravnavanje parametrov, kot so vlaga, temperatura in plini, omogoča gojenje le-teh v notranjih prostorih. Cilj takšnega kmetovanja je proizvesti čim več pridelka na kvadratni meter. Prednost tega načina je nižja poraba vode in pesticidov, slabost pa je draga gradnja in velika poraba elektrike (Asseng, in drugi, 2020).



Slika 1: Vertikalno kmetijstvo (ESCP)

4 REZULTATI

4.1 IZDELAVA KONSTRUKCIJE



Slika 2: To-Do seznam (lasten vir)

Najprej sem vzpostavil tako imenovano »To-Do« listo⁵ v programu Teams (Microsoft Corporation, 2014), da sem lahko imel jasen pregled dela, ki bi ga še moral opraviti, in dela, ki je že bilo narejeno, hkrati pa sta lahko moj napredek v skupni ekipi spremljala tudi mentorja. Enak sistem dela sem uporabljal tudi v lanskem inovacijskem predlogu (Jesenik, 2022), zato mi je takšen način dela ustrezal in mi ni povzročal težav. Začel sem z iskanjem primernih materialov in sestavnih delov za umetno okolje, ki smo jih imeli na šoli.

⁵ Seznam opravil v teku, nezačetih in končanih opravil na platformi Teams.



Slika 3: Priviti vsi nosilci (lasten vir)

Za dno tople grede sem zaradi trdnosti in kompaktnosti uporabil zgornjo desko odslužene stare šolske mize. Ob straneh deske sem s svinčnikom začrtal črte in označil luknje, skozi katere sem z vrtnim svedrom izvrtal manjše luknje⁶ in naredil uture za vijake. Kasneje sem z vijaki privil štiri debelejšje deske. Za nosilce sem uporabil štiri deske, ki so ostale po tehniškem dnevu. Najprej sem jih s sponami pripel na tehniško mizo in jim označil mesta za prerez, jih skrajšal z vbodno žago in privil z vrtnim strojem v notranje kote umetnega okolja. Po privijanju sem opazil, da nosilci na koži puščajo ostanke barve za les, zato sem jih moral dobro pobrusiti z brusilnikom, kar pa je na določenih mestih povzročilo vidno odstopanje barve.

⁶ Z namenom, da deska ne bi počila pri zavijanju vijakov.



Slika 4: Privijanje strehe in vezanih plošč (lasten vir)

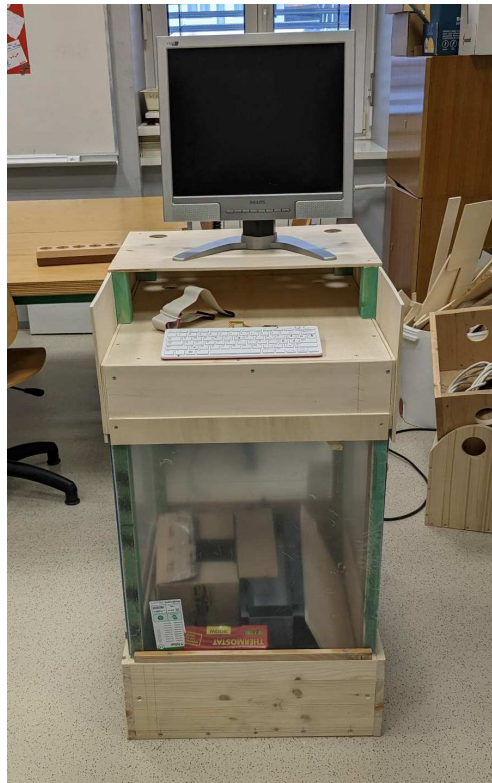
Z lepilnim trakom sem na toplo gredo začasno pritrdil štiri plošče iz akrilnega stekla, ki ga je kupila šola. Plošče so prispele v naročeni velikosti, zato jih ni bilo potrebno rezati. Omenjeni material pa vseeno ni zelo škodljiv okolju, saj ga je možno v več kot 90 odstotkih reciklirati (Achilias, 2012). Prozoren material sem uporabil zato, da sem lahko opazoval dogajanje v notranjosti komore in hkrati po potrebi rastlini zagotovil tudi naravno svetlobo. Material je bil prav tako cenovno dostopen za moj projekt. V naslednjem koraku sem na gredo pritrdil štiri vezane plošče, na katere sem kasneje pritrdil utore za plošče iz akrilnega stekla.

Utori omogočajo snemljivost vseh plošč iz akrilnega stekla, kar lahko olajša morebitno popravilo, pregled opreme ali menjavo rastlin.



Slika 5: Privijanje letev (lasten vir)

Z namenom, da bi plošče trdno ostale na svojih mestih, sem na spodnje deske tople grede privil še letve, ki sem jih prej (z rezanjem z vbodno žago, vrtanjem z ročnim vrtalnikom in brušenjem z brusilnikom za les) predelal iz odsluženih lesenih nosilcev za predale v omarah.



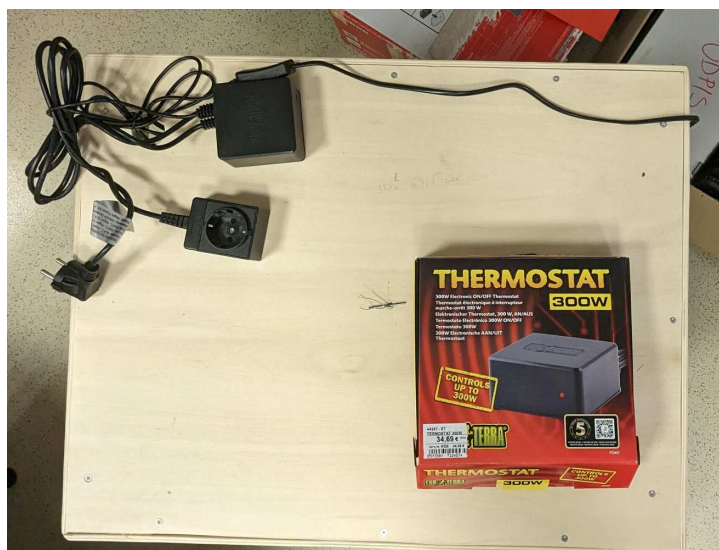
Slika 6: Polica za računalniški zaslon (lasten vir)



Slika 7: Organizacija kablov (lasten vir)

Ker sem želel, da bi bili kabli pregledno organizirani in na svojem mestu, sem s kronsko žago izvrtal luknje, skozi katere bodo potekali kabli za računalniški zaslon, tipala in ostale elektronske naprave.

4.2 ELEKTRIČNE KOMPONENTE

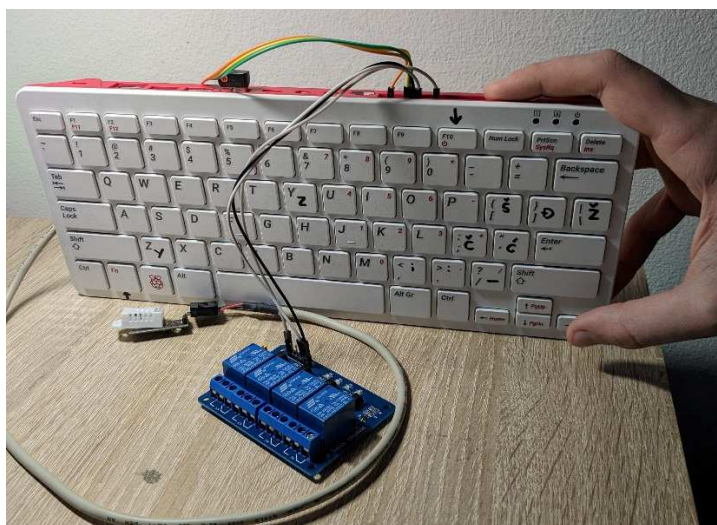


Slika 8: Termostat (lasten vir)

Termostat je bil namenjen kot dodatna varovalka za sistem ogrevanja, vendar sem po testiranju grelca presodil, da ta ni potreben zaradi premajhne moči grelca⁷.

Sklenil sem, da bom potreboval dva grelca. En grelec bo namenjen za vzdrževanje stalne temperature v prostoru, z drugim grelcem pa bom temperaturo v notranjosti lahko tudi spreminjal z relejnim modulom, ki bo hkrati nadziral tudi zalivalni sistem.

⁷ Moči grelca nisem preračunal, saj bi lahko bilo odstopanje od izračuna zaradi temperature v prostorih veliko, vsaj en grelec pa sem zagotovo potreboval.



Slika 9: Priklop tipala in relejnega modula (lasten vir)

Na mikroračunalnik sem s t.i. »jumper« žicami priklopil tipalo DHT22 in relejni modul. Tipalo sem kasneje sprogrimiral, da bo lahko prebralo temperaturo in vlago, z relejnim modulom pa bom nadzoroval dva grelca in zalivalni sistem.

26	Cas	in	datum:	27/01/2023	14:29:00	Temperatura:	27.2°C	Vlaga:	31.2%
27	Cas	in	datum:	27/01/2023	14:30:00	Temperatura:	27.8°C	Vlaga:	30.1%
28	Cas	in	datum:	27/01/2023	14:31:01	Temperatura:	28.3°C	Vlaga:	29.6%
29	Cas	in	datum:	27/01/2023	14:32:01	Temperatura:	28.4°C	Vlaga:	27.6%
30	Cas	in	datum:	27/01/2023	14:33:05	Temperatura:	28.1°C	Vlaga:	28.0%
31	Cas	in	datum:	27/01/2023	14:34:05	Temperatura:	28.0°C	Vlaga:	28.5%
32	Cas	in	datum:	27/01/2023	14:35:06	Temperatura:	27.9°C	Vlaga:	28.8%
33	Cas	in	datum:	27/01/2023	14:36:09	Temperatura:	27.9°C	Vlaga:	29.2%

Slika 10: Tekstovna datoteka s podatki (lasten vir)

Napisal sem program v programskem jeziku Python, ki je po vsaki minuti v tekstovno datoteko zabeležil datum in uro ter temperaturo in vlago⁸. Kasneje sem meritve tudi grafično prikazal (graf 1, graf 2).

Napisal sem program v Pythonu, ki izmerjeno temperaturo⁹ in vlago vsakih deset minut zapiše v obliki grafa, ki ga kasneje prikaže¹⁰.

⁸ Med testiranjem tipala sem v programu uporabljal 10-sekundni interval.

⁹ Temperatura na grafu je zaokrožena.

¹⁰ Meritvi na Grafu 1 in Grafu 2 sta bili opravljeni istočasno.

4.3 IZDELAVA SPLETNE STRANI

Po izdelavi logotipa sem v Wordpressu (orodju za grajenje spletnih strani) sestavil spletno stran Greendom (dostopno na: <https://greendom.splet.arnes.si>), na kateri sem objavil osnovne informacije o pametnem umetnem okolju¹¹. Omenjeno orodje sem uporabil, ker imam brezplačen dostop do storitev s šolskim računom Arnes. S pomočjo orodja SketchUp Education sem rekreiral pametno umetno okolje, da sem lahko sestavil navodila za izdelavo. Prav tako sem v omenjenem orodju izdelal tridimenzionalne (3D) modele utorov, ki so brezplačno prenosljivi s spletne strani. Tako lahko učenci izdelajo tudi svoje umetno okolje za preučevanje in gojenje rastlin. Namen je bil izdelati spletno stran v ogrodju Angular, ki sem ga uporabljal že v inovacijskem predlogu v prejšnjem letu, vendar mi je zmanjkalo časa, da bi celotno stran končal. Prav tako pa bi moral prositi podjetje Arnes za dovoljenje streženja te spletne strani kot podstran šolske spletne strani¹². Pri izdelavi spletne strani in navodil nisem imel večjih težav.

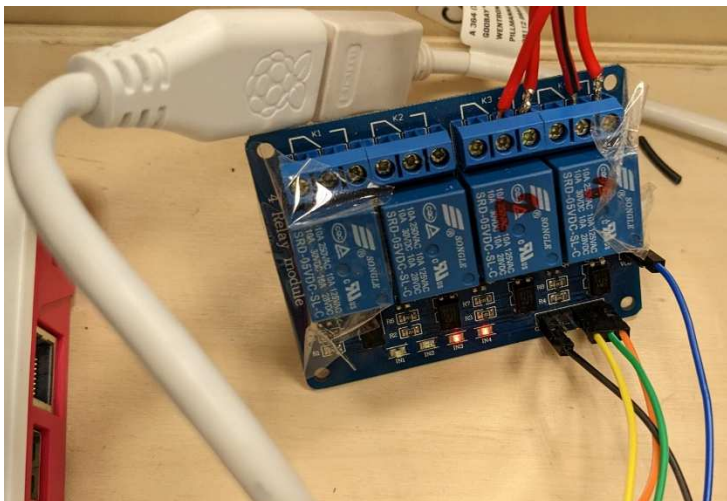
¹¹ Logotip simbolizira rastlino, ki raste v zaprtem prostoru.

¹² Izgled spletne strani v Angularju se nahaja v poglavju Priloga 8.7

5 DISUKSIJA

Po uspešni izdelavi umetnega okolja sem izdelal seznam komponent, ki so bile potrebne, in skupno ceno le teh. Kasneje sem posadil semena ječmena v umetno okolje in spremljal kaljenje skozi čas¹³. Omenjeno rastlino sem uporabil zaradi zanimive uporabe te rastline za papir, olje, moko, vri ipd. (Krystyna Żuk-Gołaszewska, 2018).

5.1 IZDELAVA UMETNEGA OKOLJA



Slika 11: Priklop črpalk na relejni modul (lasten vir)

Relejni modul sem z žicami priklopil na GPIO priključke na mikroračunalniku. Ker črpalke niso delovale, program ni javljal napak in diode na relejnem modulu niso svetile, sem še enkrat preveril priključene žice. Izhodne priključke na mikroračunalniku sem testiral z LED diodo (s programom za zalivalni sistem), kar mi je pomagalo, da sem popravil napako in s programom uspešno vklopil črpalke¹⁴.

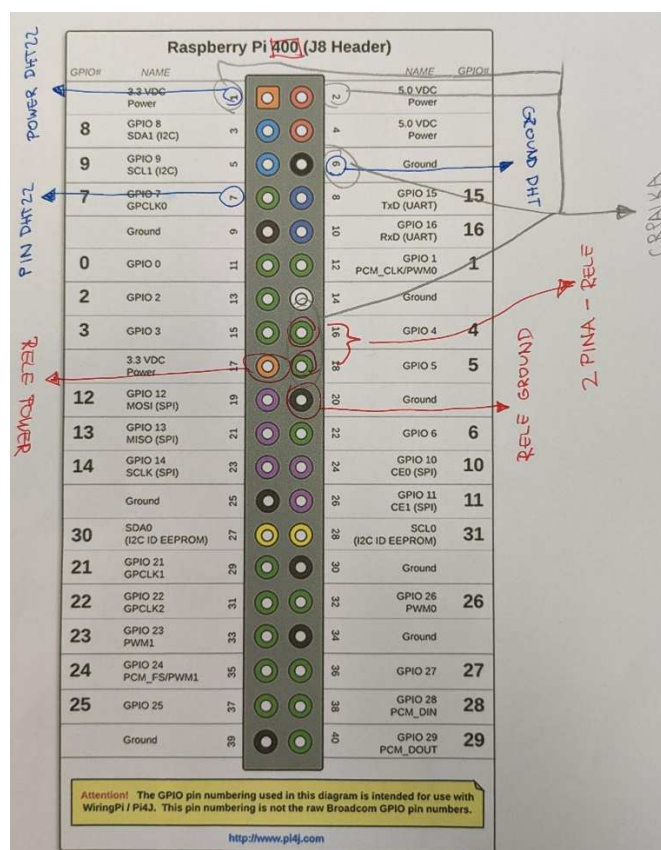
¹³ Rezultati kaljenja industrijske konoplje bodo zaradi prepozne dostave komponent predstavljeni na javnih zagovorih.

¹⁴ Program za zalivalni sistem se nahaja v poglavju Priloga.



Slika 12: Delovanje črpalke (lasten vir)

Prazna steklena kozarca za kavo sem napolnil z vodo do prve tretjine, da bi lahko videl, ali črpalke delujeta. Ko sem na mikroračunalniku zagnal program, sta črpalke začeli prečrpavati vodo iz ene v drugo in obratno, zato je bil poskus uspešen. Pri priklapljanju in testiranju črpalk sem naletel na manjšo težavo, ki sem jo odpravil s testiranjem z LED diodo. Cevčice iz črpalk sem nato postavil v posode z rastlinami.

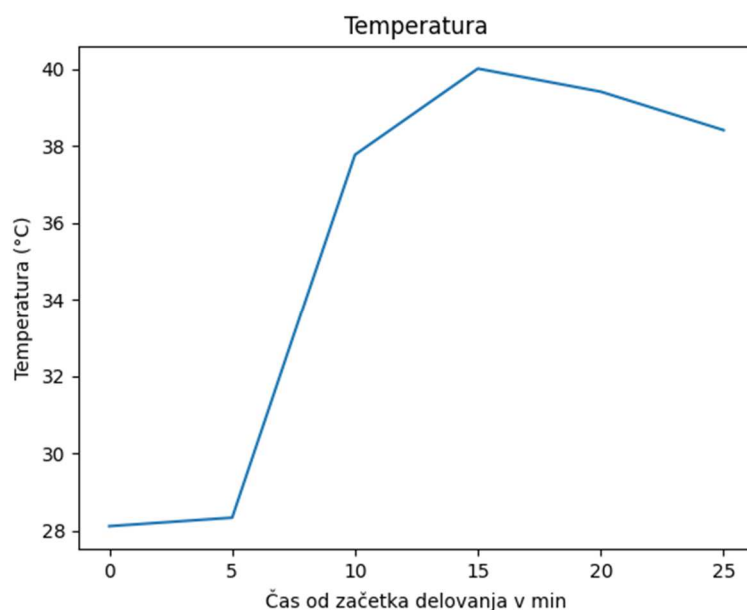


Slika 13: Risba priključkov (lasten vir)

S spleta sem prenesel risbo priključkov GPIO na Raspberry Pi 400 (Pi4J, 2022). Nanjo sem kasneje označil priklopljene priključke, zato da imam jasnen pregled v primeru, če bi bilo potrebno kaj zamenjati ali popraviti. Nato sem napisal program v Pythonu, ki izmerjeno temperaturo in vlago vsakih deset minut zapiše v obiki grafa, ki ga kasneje prikaže¹⁵.

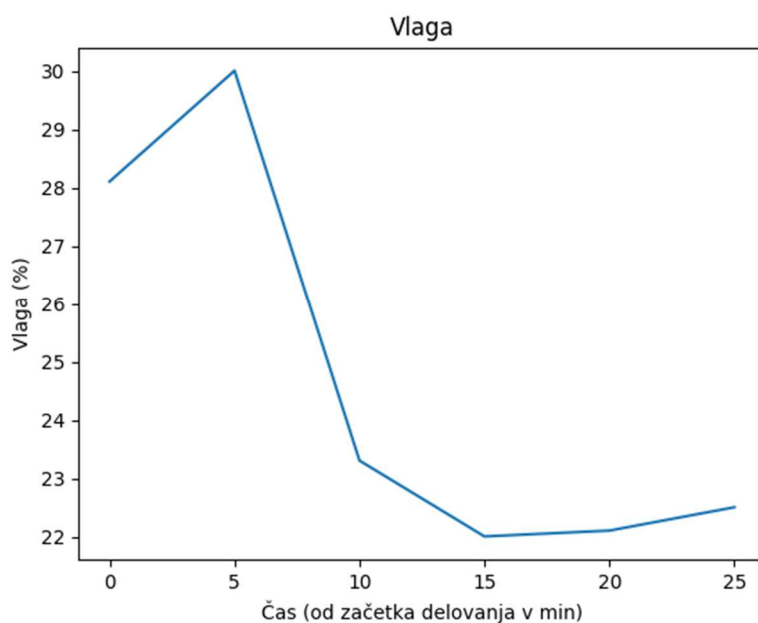
¹⁵ Temperatura in vlaga na grafih sta zaokroženi, obe meritvi na Grafu 1 in Grafu 2 sta bili opravljeni istočasno.

Graf 1: Spreminjanje temperature



Iz grafa je razvidno, da je temperatura do petnajste minute delovanja naraščala, nato pa začela počasi padati.

Graf 2: Spreminjanje vlage



Iz grafa je razvidno, da je vlaga na začetku enakomerno naraščala vse do pete minute, nato padala vse do petnajste minute, ko je spet začela počasi naraščati¹⁶.

¹⁶ Prikazana vlaga na grafu je zaokrožena.

5.2 CENA IZDELAVE

Po izdelavi umetnega okolja Greedom sem naredil izračun cene za izdelavo. Za vsako komponento sem poiskal cenovno dostopnega ponudnika¹⁷.

Št.	Ime komponente	Cena skupaj ¹⁸	Količina	Ponudnik
1	Tipalo DHT22	5 €	1	https://www.aliexpress.com/item/32893654102.html
2	Termostat	25 €	1	https://www.conrad.si/p/tru-components-regulator-temperature-ntc-50-do-99-c-rele-10-a-d-x-s-x-v-75-x-85-x-345-mm-2348250
3	Plošča iz akrilnega stekla	40 €	1	https://www.pos-plastika.si/pleksi-steklo4
4	Monitor ¹⁹	80 €	1	https://www.senetic.si/product/E970SWN?utm_source=ceneje&utm_medium=products&utm_campaign=ceneje_products&utm_content=dd_2
5	Mikroračunalnik Raspberry Pi Zero ²⁰	12 €	1	https://www.galagomarket.com/index.php/item/display/1790/5136_raspberry-pi_raspberry-pi_raspberry-pi-zero-w
6	Žice in kabli	6 €	1(komplet)	https://www.megashop.si/product/1290220-JOY-IT-RB-CB5-025-ZAGANJALNI-KABEL-RASPBERRY-PI-BANANA-PI-ARDUINO-20X-VTICN
7	Deske	10 €	5	https://www.bauhaus.si/naredi-sam/les/letve-in-podkonstrukcije/deska-z-gladkimi-robovi- rettenmeier-3000-x-19-x-94-mm-smreka

¹⁷ Za komponente, ki sem jih že imel sem poiskal cenovno ugodnega ponudnika.

¹⁸ Cene so zaokrožene

¹⁹ Lahko je uporabljen tudi računalniški zaslon za odpis

²⁰ Jaz sem uporabil Raspberry Pi 400, ker smo ga imeli na šoli.

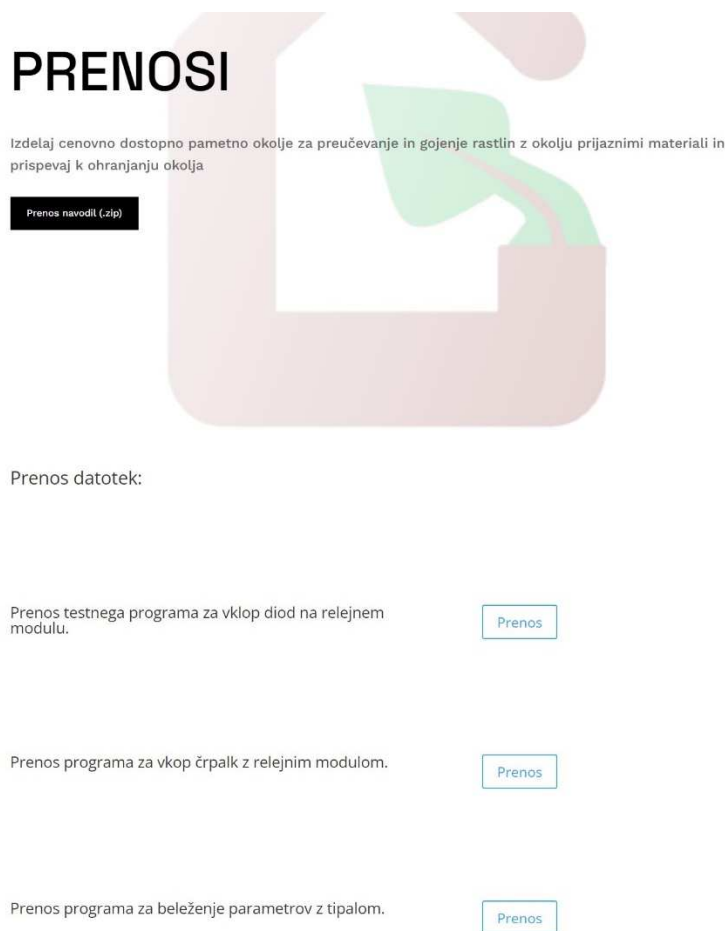
PAMETNO OKOLJE GREENDOM

8	Letve	10 €	2	https://www.merkur.si/masivna-ploscata-letev-agles-smreka-jelka-20x15x2000-mm/
9	Vezana plošča	40 €	1	https://trgovina.slovenijales.si/lesni-materiali/vezane-plosce/vezane-plosce-breza/vezana-plosca-breza-1525-x-1525-x-6-mm-kvaliteta-bbcp-if
SKUPNA CENA Z VSEMI KOMPONENTAMI: 228 €				
SKUPNA CENA ZA NAKUP²¹:			136 €	

Skupna cena z vsemi komponentami je relativna, saj ponudniki spreminjajo cene dobrin. Za material sem porabil veliko manj, saj sem imel nekatere stvari na voljo v šoli.

²¹ Brez komponent, ki jih že imam na voljo.

5.3 SPLETNA STRAN



Slika 14: Prenosi na spletni strani (lasten vir)

Svoje pametno okolje za preučevanje rastlin sem poimenoval Greendom, kar je kombinacija besede »green«, ki predstavlja rastline, in angleške besede »kingdom«, ki pomeni kraljestvo. Kot sem že omenil, sem v spletnem orodju Wordpress izdelal spletno stran, na kateri so brezplačno dostopna navodila za izdelavo pametnega okolja, katera vsebujejo seznam vseh potrebnih orodij in materialov za izdelavo²². Učenci in dijaki lahko prenesejo tudi programe, ki sem jih napisal. Med njimi so na voljo tudi testni programi (na primer: vklop diode na štiri-kanalnem relejnem modulu), ki so namenjeni le za testiranje neke komponente (tipala, grelca...). Prenos je možen za vsako datoteko posebej ali skupaj v stisnjeni (.zip) datoteki. Za učence, ki jih zanima koncept gojenja rastlin v zaprtih prostorih in prednosti takega načina gojenja, je na spletni strani prav tako kratek povzetek o vertikalnem kmetijstvu. Spletna stran je na voljo na hiperpovezavi: <https://greendom.splet.arnes.si>

²² Navodila se nahajajo v poglavju Priloga.

6 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Za nadaljnje preprečevanje onesnaževanja okolja pa je potrebna tudi družbena odgovornost. Učenci in dijaki lahko s spletne strani prenesejo navodila in proračunski načrt, ki sem ju pripravil. Z namestitvijo programske opreme in na podlagi navodil lahko učenci pripravijo lastno umetno okolje za vzgajanje ali preučevanje rastlin, in so pri tem kreativni pri unikatnosti vsakega umetnega okolja, prav tako pa hkrati uporabljajo okolju prijazne materiale in predelajo odslužene stvari/predmete v nekaj dobrega, s čimer preprečijo, da bi le-ti prehitro pristali na odlagališčih smeti. S sestavljanjem tople grede krepijo tudi svoje tehniške sposobnosti. Učenci se lahko na podlagi lastnega raziskovanja o tem, kaj se z rastlino zgodi, če jo izpostavimo drugačnim parametrom, zavedo pomembnosti onesnaževanja okolja in vpliva toplogrednih plinov nanj, kar lahko prenesejo na svoje vrstnike in prihodnje generacije.

7 SKLEPI

Podnebne spremembe so problem, ki zadeva vse nas, in samo mi lahko preprečimo nadaljnje onesnaževanje okolja. Vertikalno kmetijstvo je le rešitev za gojenje živil v umetnih okoljih, ko ta ne bodo več mogla rasti v zemlji. To, da lahko hrano gojimo umetno, pa še ne pomeni, da lahko kar pozabimo na okolje – ravno nasprotno – to bi morala biti le rešitev v najhujši situaciji.

Prvo hipotezo sem potrdil, saj je umetno okolje za preučevanje rastlin mogoče izdelati s proračunom manjšim od 200 evrov.

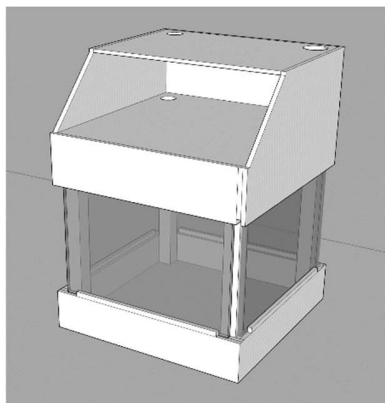
Druge hipoteze nisem mogel ne potrditi in ne ovreči, saj je rastlina v času izdelave naloge še rastla.

Z izdelovanjem tople grede sem krepil tudi svoje tehniške sposobnosti, se naučil nekaj novega o programiranju v programskem jeziku Python in poznavanju virtualnega okolja Angular. Pri raziskovanju sem se vedno naučil nekaj novega, saj sem naletel na številne napake v kodi in probleme pri izdelavi tople grede, ki jih je bilo potrebno odpraviti. S tem pa sem le še dodatno okrepil svojo vztrajnost in sposobnost reševanja problemov. Čeprav je bilo potrebnega veliko truda, je bil ves napor poplačan z novimi izkušnjami in znanjem za prihodnost (in če se bo kdo zaradi te naloge še bolj zavedel pomembnosti ohranjanja okolja, je to še dodaten uspeh).

8 PRILOGA

8.1 NAVODILA ZA IZDELAVO PAMETNEGA OKOLJA

NAVODILA ZA IZDELAVO PAMETNE KOMORE GREENDOM



TE ZANIMA PREUČEVANJE RASTLIN?

Pametno okolje Greendom je umetno nadzorovano okolje, ki je namenjeno preučevanju in gojenju rastlin v zaprtih prostorih. Inovacija le-te je bila navdihnjena na podlagi vertikalnega kmetijstva, prednosti katerega so nižja poraba vode in fleksibilnost pri izbiri lokacije postavitve.

DIMENZIJE PAMETNEGA OKOLJA V TEM NAČRTU SO 550 x 550 x 800 mm

Za izdelavo pametnega umetnega okolja potrebuješ:

- Termostat
- Grelec²³
- Senzor, ki lahko izmeri vlago in temperaturo (priporočam DHT22)
- Plošče iz akrilnega stekla (lahko uporabiš tudi steklo ali kaj podobnega)
- Letve (lahko jih izdelaš iz lesenih nosilcev predalov v omarah)
- Trdno desko za poden tople grede
- Vezano ploščo
- Dve manjši črpalki²⁴ (za 2-4 korita z rastlinami)
- Mikroračunalnik (priporočam Raspberry Pi 4. serije, lahko pa uporabiš tudi druge mikroračunalnike, na primer Arduino)
- Računalniški zaslon (lahko je rabljen)
- Tipkovnico in miško (Raspberry Pi 400 ima oboje vključeno v komplet)
- Štiri-kanalno elektromagnetno stikalo oziroma rele modul (hkrati lahko za grelec uporabiš tudi eno kanalni rele)
- Vijake in svedre (količino in dolžino le-teh določi na podlagi velikosti grede)
- Cin (za spajkalnik)

²³ V primeru slabše moči grelca jih potrebuješ več.

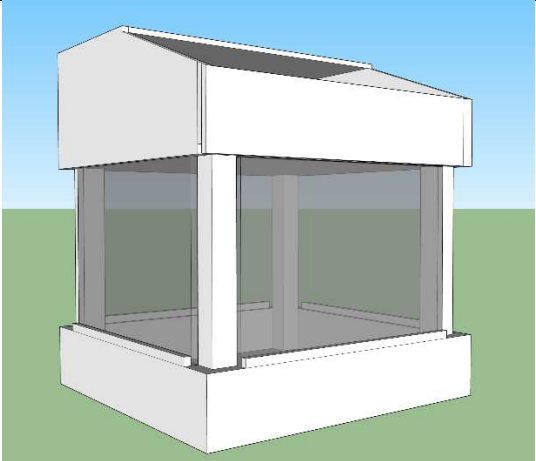
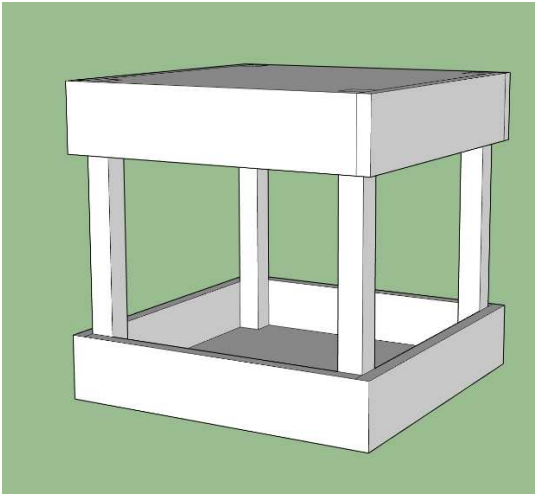
²⁴ Lahko uporabiš tudi eno zmogljivejšo črpalko.

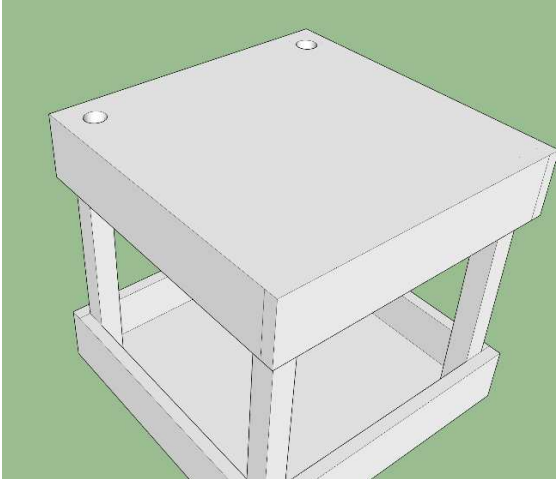
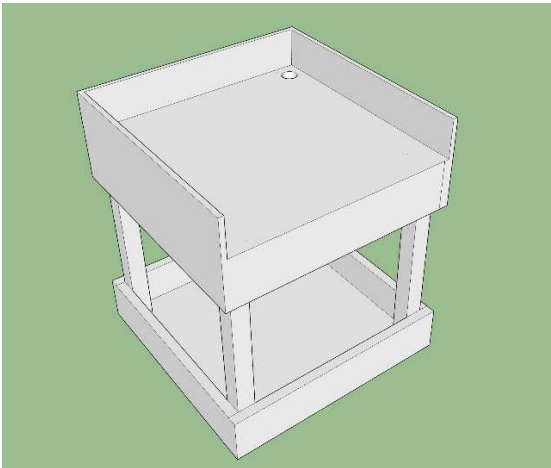
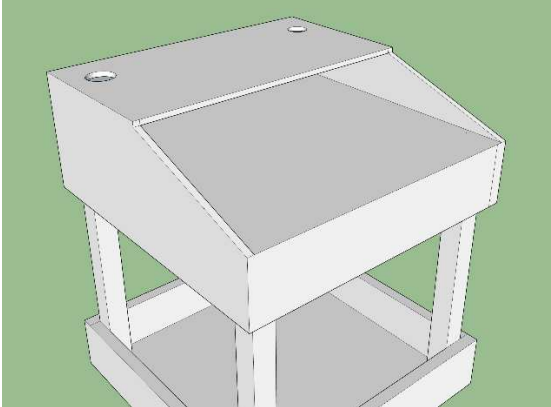
V dokumentu je zaradi enotnosti uporabljen moški spol.

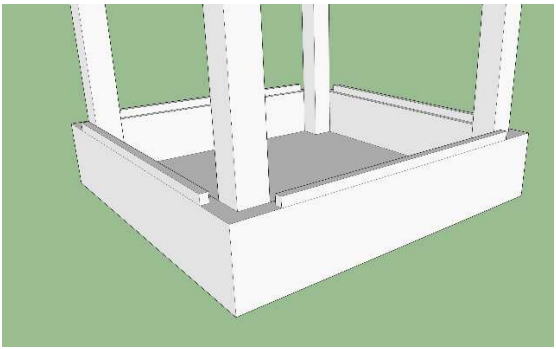
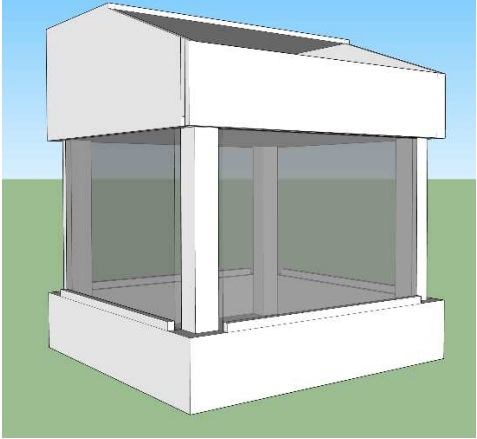
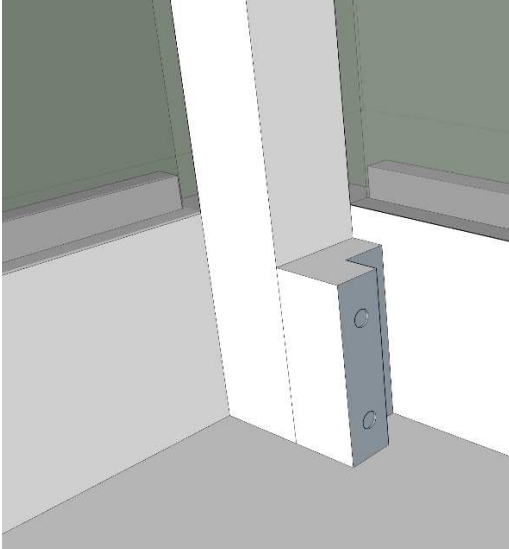
PAMETNO OKOLJE GREENDOM

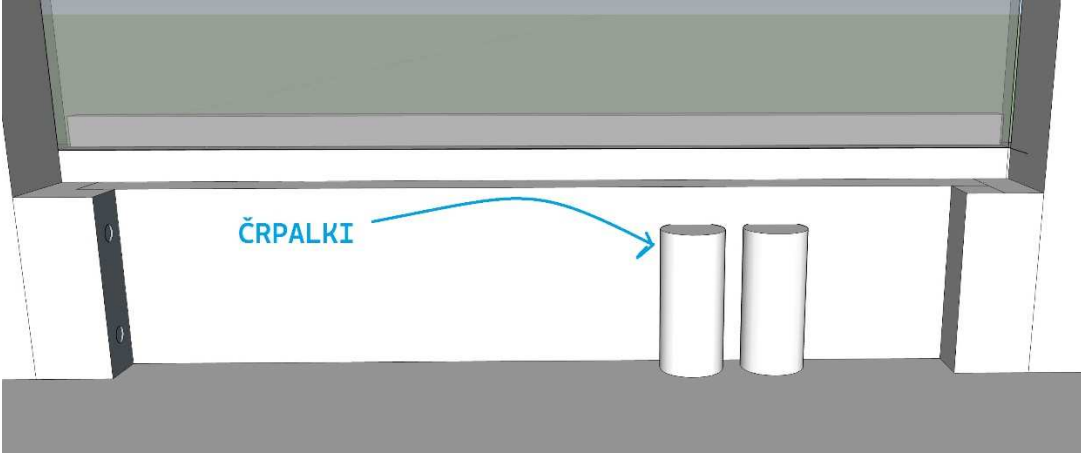
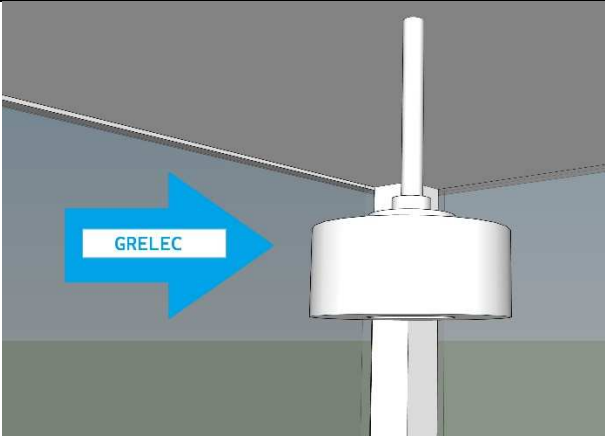
Za izdelavo potrebuješ naslednja orodja:

- Kronsko žago
- Vbodno ali krožno žago
- Brusilnik ali brusni papir
- Ročni vrtalnik ali izvijač
- Dve sponi ali prijemni ščipalki
- Svinčnik
- Kovinsko ravnilo in merilni trak
- Spajkalnik

Št.	fotografija	opis izdelave
1.		V tem koraku izdelamo načrt in seznam za nakup komponent. Preden začneš z izdelovanjem konstrukcije, preglej, katere materiale imaš že na voljo v šoli ali doma. Uporabiš in predelaš lahko tudi materiale, ki bi sicer pristali na odlagališčih smeti. Na primer iz lesenih nosilcev v omarah lahko izdeláš letve, zgornji del odslužene šolske mize lahko spremeniš v desko, na kateri bo stala konstrukcija. S predelavo lahko tudi star napajalnik dovaja elektriko črpalki.
2.		V tem koraku sestavimo osnovno konstrukcijo. Z vijaki na osnovno ploščo (priporočena debelina je vsaj 15 mm) privij štiri deske (priporočena debelina 15 mm). V vsak kot znotraj grede pritrdi enako dolge nosilce, ki morajo biti dovolj močni, da bodo držali streho in elektroniko (priporočena dolžina je 750-850 mm). Ko si nosilce konstrukcije pritrdil, na vsako stranico privij vezano ploščo (priporočena debelina je 3-6 mm)

3.		V tem koraku izvrtamo luknje za elektroniko. S kronsko žago izvrtaj vsaj eno luknjo (priporočen premer je 20-50 mm) skozi katero bo potekalo tipalo regulatorja temperature, žice in kabli.
4.		*OPCIJSKO* V tem koraku se začne izdelava police za monitor in prostor za elektroniko. Na tri stranice tvojega umetnega okolja privij vezane plošče (priporočena debelina je 3-6 mm). Plošče ne privij tam, kjer bo tipkovnica za mikroračunalnik. Bodi pozoren, da jih boš privil 5-10 mm nižje od vezanih plošč v koraku 2, kar bo ustvarilo utor za plošče iz akrilnega stekla v naslednjih korakih.
5.		*OPCIJSKO* V tem koraku dokončamo izdelavo police za monitor. Na vezane stranske plošče pritrdi vezano ploščo, katere dolžina je $\frac{1}{2}$ dolžine grede. S kronsko žago izvrtaj vsaj eno luknjo, skozi katero bodo potekali kabli za računalniški zaslon.

6.		V tem koraku pritrdimo letve, ki služijo kot utor za plošče iz akrila. Letev (priporočena dolžina je 200 mm) z vbodno ali s krožno žago razreži na 5 delov. Štiri krajše letve pritrdi, preostali del pa boš potreboval kasneje.
7.		V tem koraku vstavimo plošče iz akrilnega stekla. Zdaj ko si uspešno pritrdil letve, vstavi plošče v utore umetnega okolja. Preveri, če se plošča lahko sname vsaj z ene strani in ali se plošča na kateri točki zatika.
8.		V tem koraku privijemo utore za ploščo s črpalko. Preostali del letve uporabi za dve krajši letvi (dolžine približno 100 mm), ki ju po brušenju privij v dva kota v notranjosti umetnega okolja. Kasneje boš v ta utora vstavil ploščo, na katero bo privita tekočinska črpalka (naslednji korak).

9.	
	V tem koraku v pametno okolje vstavimo ploščo s tekočinsko črpalko. Na vezano ploščo (debeline 3-6 mm) z vijaki in maticami pritrdi dve tekočinski črpalki, ki bosta rastlinam dovajali vodo. Vezano ploščo nato vstavi v utora, ki si ju privil v prejšnjem koraku. Takšen način nam omogoča enostavnejše popravilo, pregled ali zamenjavo.
10.	 V tem koraku pritrdimo grelec/-e. S pomočjo diagonale določi sredino grede in z vijakom ali kavljem pritrdi grelec, ki naj ne bo preblizu rastlinam v pametnem okolju.

PAMETNO OKOLJE GREENDOM

Čestitam! Izdelal si konstrukcijo za pametno umetno okolje. Sledi priklop elektronike. Za programsko opremo, ki bo nadzorovala okolje, lahko preneseš programsko opremo na spletni strani Greendom (<https://greendom.splet.arnes.si/>), kjer najdeš tudi programe za testiranje meritev tipala in relejnega modula.

OPOZORILO! V prenesenih programih je potrebno spremeniti pin priključke, na katere so priključeni senzorji, ker v nasprotnem primeru program ne bo deloval.

ODPIRANJE DATOTEK .PY

Prenesene datoteke so zapisane v programskem jeziku Python. Kodo lahko spreminjaš, če datoteko odpreš z beležnico kot navadno tekstovno datoteko ali pa s programom za pisanje kode: Visual Studio Code, PyCharm, Geamy...

8.2 TESTIRANJE RELEJNEGA MODULA

Dostopno na: <https://greendom.splet.arnes.si/prenosi/>

8.3 ZAPISOVANJE PARAMETROV V TEKSTOVNO DATOTEKO

Dostopno na: <https://greendom.splet.arnes.si/prenosi/>

8.4 TEKSTOVNA DATOTEKA S PODATKI

Dostopno na: <https://greendom.splet.arnes.si/prenosi/>

8.5 DELOVANJE ZALIVALNEGA SISTEMA

Dostopno na: <https://greendom.splet.arnes.si/prenosi/>

8.6 SPLETNA STRAN

Dostopno na: <https://greendome.splet.arnes.si> (februar, 2023)





IZDELAVA

Vaša raziskava se razvija po korakih, kar na koncu lahko privede do zanimivih zaključkov.

Raspberry Pi 400 (J8 Header)

GPIO#	NAME	NAME	GPIO#
1	3.3VDC Power	21	GPIO 21 GPC1A1
2	GPIO 2	22	GPIO 22 GPC1K2
3	GPIO 3	23	GPIO 23 PWM1
4	GPIO 4	24	GPIO 24 PCM_FSPWM1
5	GPIO 5	25	GPIO 25
6	GPIO 6		
7	GPIO 7 GPC1A0		
8	GPIO 8 SDA1 (2C)		
9	GPIO 9 SCL1 (2C)		
10	GPIO 10 CE0 (SPI)		
11	GPIO 11 CE1 (SPI)		
12	GPIO 12 MOSI (SPI)		
13	GPIO 13 MISO (SPI)		
14	GPIO 14 SCLK (SPI)		
15	Ground		
16	SDA0 (2C ID EEPROM)		
17	SCLO (2C ID EEPROM)		
18	GPIO 18		
19	GPIO 19		
20	Ground		
21	GPIO 21 GPC1A1		
22	GPIO 22 GPC1K2		
23	GPIO 23 PWM1		
24	GPIO 24 PCM_FSPWM1		
25	GPIO 25		
26	Ground		
27	GPIO 27		
28	GPIO 28 PCM_DIN		
29	GPIO 29 PCM_DOUT		

1HD GROUND

2 PINS - REF

Attention! The GPIO pin numbering used in this diagram is intended for use with WiringPi / PwL. This pin numbering is not the raw Broadcom GPIO pin numbers.

<http://www.pj404.com>

Privijanje nosilcev

Za osnovno ploščo je bil uporabljen vrh stare odložene šolske mize.

2022

Osnovna konstrukcija

Streha grede in dodane stranice na straneh so bile izdelane iz večje vezane plošče.

2022

Konstrukcija končanal

Po dodajanju plošč iz akrilnega stekla za izdelavo notranjosti od zunanosti in izdelavi zgorajnega dela pametnega okolja, kjer se bo nahajala senzorika, je bila konstrukcija končana. Zdaj pa elektronika.

2023

RAZISKUJ ŠE TI!

SODELUJ TUKAJ

Izdelaj svoje pametno okolje za preučevanje in gojenje rastlin z ničim proračunom. Ne pozabi navdušiti tudi svojih prijateljev!

O vertikalnem kmetijstvu

O nas



Naš blog

Pozdravljen svet!
Feb 10, 2023

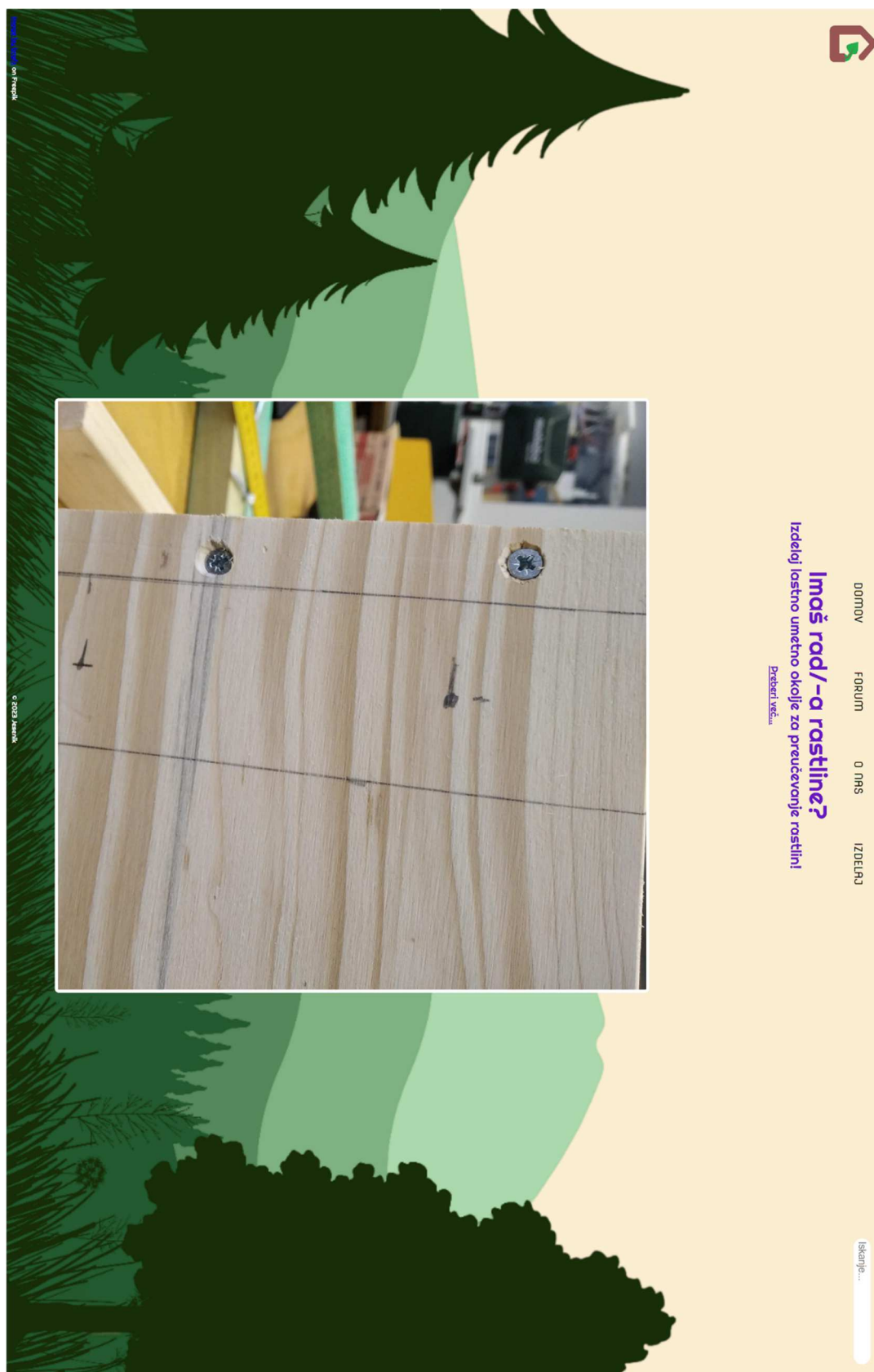
Preberi več...

Arhivi Kategorije
• februar 2023 • Nekategorizirano

Autor teme: Elegant Themes | Podpira WordPress



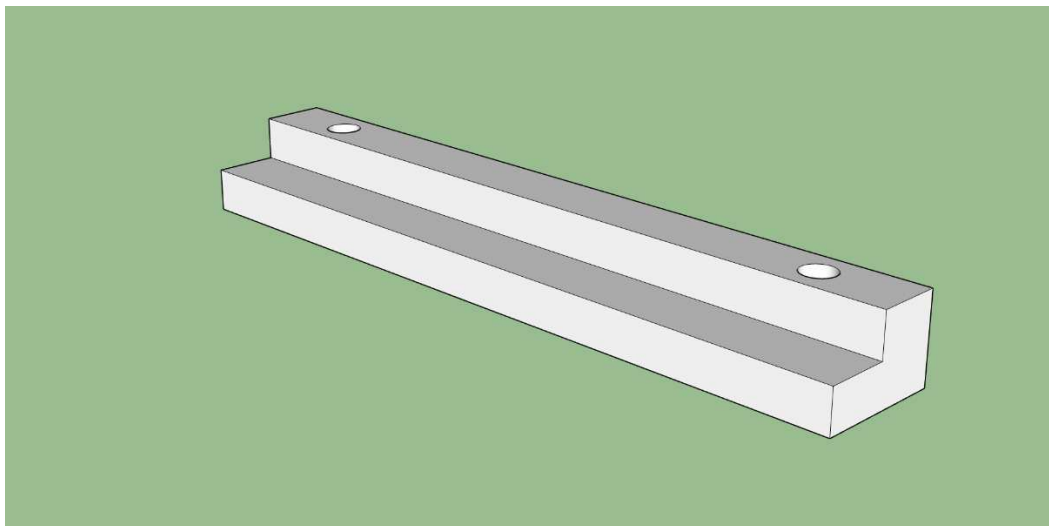
8.7 NEDOKONČANA ANGULAR SPLETNA STRAN



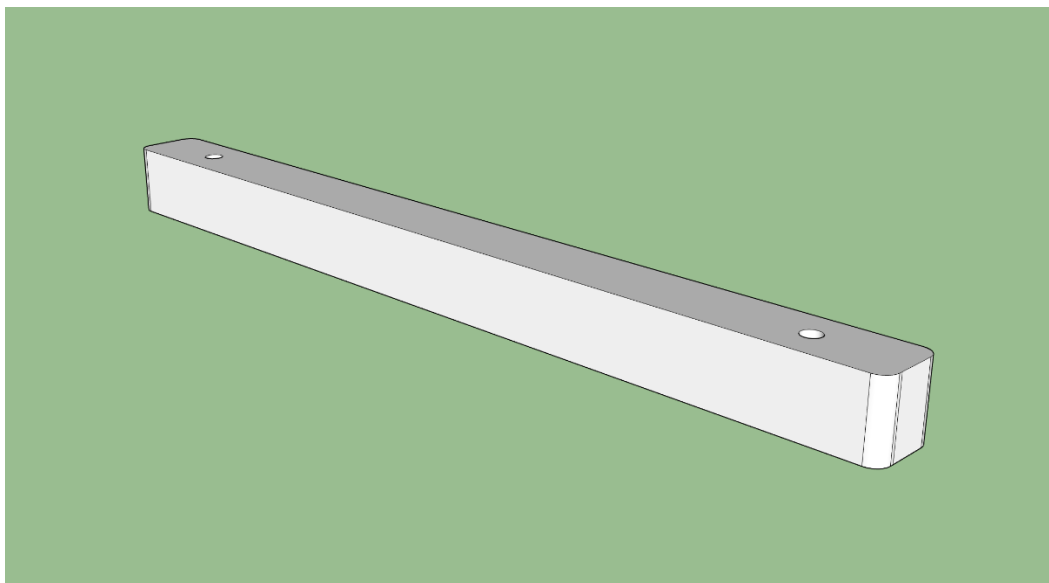
8.8 3D MODELI

Dostopno za prenos na: <https://greendom.splet.arnes.si>

8.8.1 Krajša letev



8.8.2 Daljša letev



9 VIRI IN LITERATURA

- Achilias, D. (2012). Recent Advances in the Chemical Recycling of Polymers. *Intechopen*, 54-55.
- Adafruit Industries. (2005). *Adafruit*. Pridobljeno iz Adafruit Industries: <https://www.adafruit.com/product/385>
- Asseng, S., Guarin R., J., Raman, M., Monje, O., Kiss, G., D. Despommier, D., . . . P. G. Gauthier, P. (2020). Wheat yield potential in controlled-environment vertical farms. *PNAS*, 3.
- Britannica*. (30. juli 2015). Pridobljeno iz Britannica: <https://www.britannica.com/technology/thermostat>
- Click & Grow LLC. (2010). *Click & Grow*. Pridobljeno iz Click & Grow: <https://eu.clickandgrow.com/collections/products>
- Click&Grow. (6. April 2020). *How it all started*. Pridobljeno iz Click&Grow: <https://eu.clickandgrow.com/pages/about-us>
- Click&Grow. (14. Januar 2021). *The Smart Garden 9 PRO*. Pridobljeno iz Click&Grow: <https://eu.clickandgrow.com/products/the-smart-garden-9-pro>
- Cohen E., J. (6. juli 2012). *CORE*. Pridobljeno iz World population 2050: <https://core.ac.uk/download/pdf/6706944.pdf>
- Google LLC. (2010). *Angular*. Pridobljeno iz Angular: <https://angular.io/>
- Google LLC. (2010). *Angular Material*. Pridobljeno iz Angular Material: <https://material.angular.io/>
- Halfacree, G. (2020). The Official Raspberry Pi Begginer's Guide. V G. Halfacree, *The Official Raspberry Pi Begginer's Guide* (str. 120-122). Raspberry Pi Trading Ltd.
- Jesenik, B. (februar 2022). *Mladi za napredek Maribora 2022*. Pridobljeno iz Mladi za napredek Maribora 2022: https://zpm-mb.si/wp-content/uploads/2022/08/O%C5%A0_INTER-RA%C4%8C_%C5%A0PO_Se_dobiva_na_igri%C5%A1%C4%8Du.pdf
- Krystyna Żuk-Gołaszewska, J. G. (2018). *CANNABIS SATIVA L. – CULTIVATION*. Journal of Elementology. Pridobljeno iz <https://bibliotekanauki.pl/articles/15222.pdf>
- Microsoft Corporation. (14. marec 2014). *Microsoft Teams*. Pridobljeno iz Microsoft Teams: <https://www.microsoft.com/sl-si/microsoft-teams/log-in>
- Microsoft Corporation. (29. april 2015). *Visual Studio Code*. Pridobljeno iz Visual Studio Code : <https://code.visualstudio.com/>

PAMETNO OKOLJE GREENDOM

Pi4J. (11. avgust 2022). *Pi4J*. Pridobljeno iz Pi4J: <http://www.pi4j.com>

Python Software Foundation. (20. februar 1991). *Python*. Pridobljeno iz Python: <https://www.python.org/>

RTV Slovenija. (24. junij 2022). *Ugriznimo znanost, izobraževalni program*. Pridobljeno iz RTV Slovenija: <https://www.rtvsllo.si/rtv365/arhiv/174882135?s=tv>

Slovenec. (2020). Slovenec. *Prihodnost kmetijstva je v vertikalnem kmetijstvu*.

Tom Preston-Werner, P. H. (2008). *GitHub*. Pridobljeno iz GitHub: <https://github.com/>

Vanden. (brez datuma).

Zakir, A., Mohd, S. M., Nasir, B. N., Raihana, H. K., FA, B., M, A. B., . . . Tanveer, A. A. (2022). Vertical farming: The future of agriculture: A review. *The Pharma Innovation*, 10-12.