

Mestna občina Celje

ŠOLSKI CENTER CELJE

Srednja šola za kemijo, elektrotehniko in računalništvo

# PROJICIRANJE ZASLONA

Raziskovalna naloga

Avtorji:

Žan Škorja, R-2.b

Dominik Brezovšek, R-2.b

Nik Mejak, R-2. b

Mentorji:

Boštjan Lubej, dipl. inž. inf. in tehn. kom.

Davor Zupanc, inž. elektrotehnike

Celje, marec 2022

**IZJAVA\***

BOŠTJAN LUBEL

Mentor DAVOR ZUPANC v skladu z 20. členom Pravilnika o organizaciji mladinske raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljam, da je v raziskovalni nalogi z naslovom Projicirajoča zaslonka, katere avtor je/so Dominik Brezovšek, Nik Mejak, Žan Škarjaj:

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno naložbo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno naložbo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, 12. 4. 2022



Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

\*

**POJASNILO**

V skladu z 20. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje je potrebno podpisano izjavo mentorja (-ice) in odgovorne osebe šole vključiti v izvod za knjižnico, dovoljenje za objavo avtorja (-ice) fotografskega gradiva, katerega ni avtor (-ica) raziskovalne naloge, pa hrani šola v svojem arhivu.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujemo se vsem, ki ste kakorkoli pomagali pri izdelavi raziskovalne naloge. Brez vaše pomoči naloge ne bi nastala, pa naj je šlo le za spodbudne besede, majhno idejo, nasvete in kritike pri izdelovanju izdelka.

Najprej bi se zahvalili našima mentorjem profesorju Boštjanu Lubeju in profesorju Davorju Zupancu za ves trud, čas, podporo in vztrajnost, ki sta jo vložila v izdelovanje raziskovalne naloge. Zahvalili bi se jima tudi za tehnični pregled naloge.

Zahvalili bi se še profesorici Tjaši Verdev za slovnični pregled te raziskovalne naloge ter profesorici Ireni Sojč za pregled in popravo angleškega povzetka v nalogi.

Vsem zgoraj omenjenim posameznikom še enkrat hvala, brez Vas raziskovalna naloga ne bi uspela.

## **POVZETEK**

V raziskovalni nalogi smo predstavili razvoj HUD projekcije. Postavili smo različne hipoteze, za tem smo predelali teorijo o lečah in zrcalih, ki smo jih uporabljali, primerjali ter izbrali pravi model Raspberry Pi-ja za naše potrebe, spisali programsko opremo in kupili ustrezno strojno opremo, zmodelirali ohišje, naprej neuspešno v programu Creo Parametric 3D, nato pa v programu SketchUp in to ohišje uporabili za projekcijo. Na koncu raziskovalne naloge smo ovrednotili tudi hipoteze in napisali izboljšave ter predloge, ki jih bomo naredili v prihodnosti.

**Ključne besede:** projekcija, HUD zaslon, Raspberry Pi.

## **ABSTRACT**

In the research paper, we presented a HUD projection designed for motorcycles. First of all, we formulated different hypotheses. After that we processed the theory of lenses and mirrors used for the projection. We then compared and selected the right Raspberry Pi model for the projection needs, wrote our own software and purchased the appropriate hardware. Next, we modeled the housing in SketchUp and used it for the projection system. At the end of the research project, we evaluated the hypotheses and wrote down the improvements and proposals that we plan to make in the future.

**Key words:** projection, HUD display, Raspberry Pi

# KAZALO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | UVOD .....  | 1  |
| 1.1   | Hipoteze.....                                     | 2  |
| 1.2   | Metode raziskovanja.....                          | 2  |
| 1.3   | Struktura raziskovalnega dela.....                | 2  |
| 2     | PROJEKCIJA.....                                   | 3  |
| 2.1   | Konveksna leča.....                               | 3  |
| 2.2   | Zrcala.....                                       | 4  |
| 2.2.1 | Oblike zrcala.....                                | 4  |
| 3     | RASPBERRY PI 4B .....                             | 5  |
| 3.1   | Raspbian OS .....                                 | 5  |
| 3.2   | Primerjava modelov Raspberry .....                | 6  |
| 4     | PROGRAMSKA IN STROJNA OPREMA .....                | 7  |
| 4.1   | Strojna oprema .....                              | 7  |
| 4.2   | Programska oprema.....                            | 10 |
| 5     | 3D MODELIRANJE OHIŠJA PROJEKCIJE .....            | 11 |
| 5.1   | Programsko orodje SketchUp.....                   | 11 |
| 5.2   | Fusion360.....                                    | 12 |
| 5.3   | Cura .....  | 12 |
| 5.4   | Ohišja iz kartona.....                            | 13 |
| 5.5   | Modeliranje ohišja v programu SketchUp.....       | 14 |
| 5.6   | Priprava na 3D-tisk.....                          | 17 |
| 5.7   | Sestavljanje ohišja skupaj.....                   | 19 |
| 6     | PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE ..... | 20 |
| 7     | ZAKLJUČEK.....                                    | 21 |

## KAZALO SLIK

|   |    |
|---|----|
| Slika 1: Skica delovanja bikonveksne leče.....            | 3  |
| Slika 2: Prikaz vpadnega in odbitega žarka.....           | 4  |
| Slika 3: Slika delajočega zaslona .....                   | 7  |
| Slika 4: Slika nameščanja gonilnikov.....                 | 8  |
| Slika 5: Slika nedelujočega zaslona .....                 | 8  |
| Slika 6: Zrcaljen zaslon .....                            | 8  |
| Slika 7: Delajoč zaslon.....                              | 9  |
| Slika 8: Skica, kaj bo zaslon prikazoval.....             | 10 |
| Slika 9: Logotip SketchUp .....                           | 11 |
| Slika 10: Logotip Fusion360 .....                         | 12 |
| Slika 11: Logotip Cura .....                              | 12 |
| Slika 12: Prvi prototip ohišja.....                       | 13 |
| Slika 13: Drugi prototip ohišja.....                      | 13 |
| Slika 14: Načrt modela ohišja.....                        | 14 |
| Slika 15: Skica za 3D model .....                         | 14 |
| Slika 16: Pokrov motornega rezervoarja goriva .....       | 15 |
| Slika 17: 3D oblikovan zatič .....                        | 15 |
| Slika 18: Prostor za zatič .....                          | 15 |
| Slika 19: Stabilizatorji zaslona .....                    | 16 |
| Slika 20: Zmodeliran 3D model .....                       | 16 |
| Slika 21: Model ohišja v .obj datoteki.....               | 17 |
| Slika 22: Pot predvidena za tisk ohišja.....              | 18 |
| Slika 23: Ohišje postavljeno v programu Cura.....         | 18 |
| Slika 24: Sestavljen 3D-ohišje z vsemi komponentami ..... | 19 |

## KAZALO TABEL

|  |   |
|--|---|
| Tabela 1: Primerjava modelov Raspberry ..... | 6 |
|--|---|

## **UPORABLJENE KRATICE**

3D – tridimenzionalno

LCD – tekoče-kristalni zaslon

OS – operacijski sistem

SOC (angl. system on a chip) – sistem na čipu

RAM (angl. Random Acces Memory) – bralno-pisalni pomnilnik

SPI (angl. Serial Peripheral Interface Bus) – serijsko periferno vmesniško vodilo

SD (angl. Secure Digital) – spominska kartica

kB - kilobajt

MB – megabajt

GB – gigabajt

GHz – giga Hertz

USB (angl. Universal Serial Bus) – univerzalno serijsko vodilo

GUI (angl. graphical user interface) – grafični uporabniški vmesnik

AVP RS – Agencija za varnost prometa Republike Slovenije

SMS – kratka tekstovna sporočila

CNC – obdelovalni stroj z računalniškim numeričnim krmiljenjem

CAD (angl. Computer Aided Design) – računalniško podprto oblikovanje

CAE (angl. Computer Assisted Engineering) – računalniško podprt inženiring

PCB (angl. Printed Circuit Board) – tiskano vezje

CAM (angl. Computer Aided Manufacturing) – računalniško podprta proizvodnja

## 1 UVOD

Živimo v svetu, kjer smo primorani biti neprestano povezani in dostopni ljudem okoli sebe. Izum pametnih telefonov in njihova vsesplošna dosegljivost je pripeljala do novih oblik zasvojenosti in nevarnosti. Ene izmed največjih nevarnosti, ki jih lahko danes srečamo na cesti, so, poleg voznikov pod vplivom alkohola, nedvomno vozniki zatopljeni v telefone. V raziskavi, ki jo je izvedla AVP RS, je bilo ugotovljeno, da kar 3 od 4 voznikov med vožnjo telefonirajo, pišejo ali berejo SMS sporočila ali brskajo po socialnih omrežjih. V letu 2020 je policija obravnavala več kot 36 tisoč primerov uporabe telefona med vožnjo, pri čemer se je delež prometnih nesreč, ki jih povzročijo vozniki med uporabo telefona, povečal za 17 %. Vsi zgoraj navedeni podatki so skrb vzbujajoči.

Še večji problem uporabe telefona se pojavlja na motorju, saj večina motoristov nima druge možnosti, kot da telefon namesti na krmilo, da lahko uporablja navigacijo in sprejema klice. Problem te metode je, da odvrača pogled s ceste in zmanjšuje reakcijski čas voznika, kar pripelje do večje možnosti prometne nesreče.

Ko je eden od članov te raziskovalne naloge v septembru v šolo prihajal z motorjem, se nam je porodila ideja, ki bi omogočala pogled na cesto s sledenjem navigacije. Zamislili smo si dodatek za motoristično čelado, ki bi deloval kot Heads-Up zaslon, ki ga začenjamamo videvati tudi v avtomobilih. Tako bi lahko voznik hkrati gledal na cesto in imel pregled nad uro, navigacijo in prihajajočimi klici.

## 1.1 Hipoteze

Cilj raziskovalne naloge je bila uspešno postavljena in delajoča projekcija zaslona.

V raziskovalni nalogi smo postavili naslednje hipoteze:

- 1) Projekcija bo dovolj velika z 0,96 inčnim zaslonom.
- 2) Projekcija bo uporabniku olajšala uporabo navigacije med vožnjo.
- 3) Linux aplikacija OpenAuto Pro bo zadostovala našim potrebam.
- 4) Izdelava projekta bo cenovno ugodnejša v primerjavi s projekcijami takšnega tipa.

## 1.2 Metode raziskovanja

Za pripravo raziskovalne naloge nismo imeli na razpolago dovolj strokovnih virov in literature na to tematiko, saj je to še zelo neraziskano področje in tudi na trgu ni veliko uspelih projektov te vrste. Večino stvari smo morali narediti sami, nekaj gradiva za raziskovalno nalogu pa smo le uspeli najti na spletu. V oporo so nam bili propadli projekti te vrste in določene pretekle raziskovalne naloge v zvezi s tehnologijo in projekcijami.

## 1.3 Struktura raziskovalnega dela

V raziskovalni nalogi smo sprva predstavili temo in si zadali hipoteze. V drugem poglavju smo predstavili projekcijo na splošno. V tretem poglavju smo predstavili mikro-računalnik Raspberry Pi 4B in primerjavo s podobnimi mikro-računalniki. V četrtem poglavju smo predstavili programsko opremo, ki poganja projekcijo in strojno opremo, ki smo jo uporabili. V petem poglavju pa smo naredili 3D-model ohišja za celoten sistem. V šestem poglavju smo predstavili analizo in rezultate naše raziskovalne naloge.

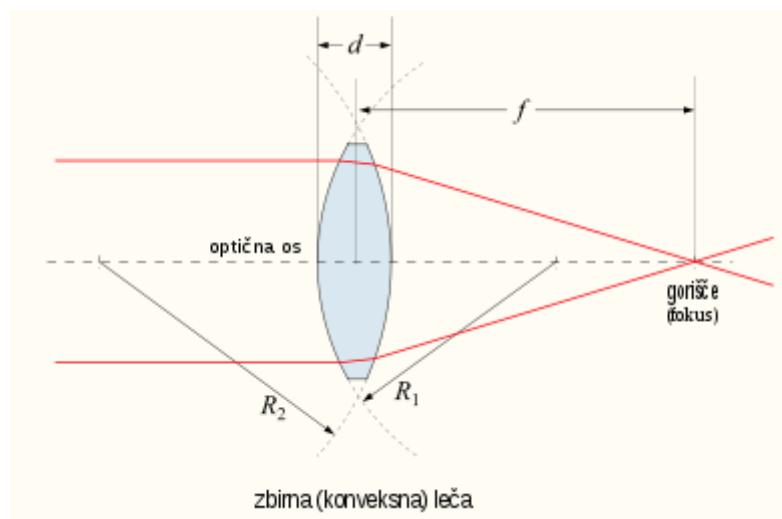
## 2 PROJEKCIJA

HUD (angl. Heads-Up Display) je tehnologija projiciranja podatkov neposredno na prosojno površino z namenom zmanjšanja motenj pri vožnji. Sprva je bil razvit v vojaške namene in uporabljen v reaktivnih letalih, sčasoma pa se je pojavil tudi v avtomobilih. HUD deluje na principu odboja svetlobe in zbiranja le-te v eni točki, kar omogoča vidljivost podatkov tudi na prosojnih površinah (plastika, vetrobransko steklo). V središču HUD sistema je zaslon, na katerem se prikazujejo podatki. Zaslon je nato povečan z uporabo bikonveksne leče, ki svetlobo zbere v eni točki in jo tako na nek način ojača. Sledi odboj svetlobe z uporabo ogledala na prosojno površino. [1]

V naši projekciji smo uporabili bikonveksno lečo, zrcalo in 0.96 inčni LCD zaslon, ki smo ga uporabili za prikazovanje ure, naslednjega navigacijskega koraka in obvestil.

### 2.1 Konveksna leča

Konveksna oz. zbiralna leča je vrsta leče, ki svetlobo zbere v eni točki. Ima izbočeno obliko, ki spominja na ribje oko. V našem primeru gre za bikonveksno lečo, ki ji pogovorno pravimo kar konveksna leča. Značilnost konveksne leče je, da predmet, če je le-ta postavljen za goriščno razdaljo, obrne in poveča. V našem primeru predmet ne prekorači goriščne razdalje, zato leča slike ne obrne, jo pa rahlo poveča. Na spodnji sliki (Slika 1) je razvidna skica delovanja bikonveksne leče. [2]

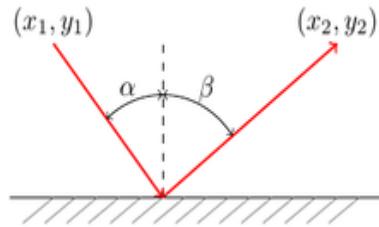


Slika 1: Skica delovanja bikonveksne leče

(Vir: prevzeto od [2])

## 2.2 Zrcala

Zrcalo je optični element, ki odbija svetlobo. Zanj je značilno, da svetlobo odbija po odbojnem zakonu, ki pravi, da je kot vpadnega žarka enak kotu odbitega žarka. Pri tem se gostota svetlobnega toka ohranja, kar v opisu z valovno optiko pomeni, da zrcalo samo spremeni smer potovanja valov svetlobnih žarkov. [3]



Slika 2: Prikaz vpadnega in odbitega žarka

(Vir: prevzeto od [3])

Kot vidimo na zgornji sliki (Slika 2), sta kota  $\alpha$  in  $\beta$  enaka, kar potrjuje odbojni zakon.

### 2.2.1 Oblike zrcala

V splošnem delimo zrcala glede na njihov karakteristični polmer, in sicer na:

- Ravno oz. planarno zrcalo – to je zrcalo, ki ima neskončen polmer in ustvarja navidezno sliko.
- Razpršilno, izbočeno ali konveksno zrcalo – to zrcalo ima negativen polmer in negativno goriščno razdaljo, s čimer ustvarja navidezno sliko.
- Zbiralno, ubočeno ali konkavno zrcalo – ta ima pozitiven polmer in goriščno razdaljo in s tem ustvarja preslikano sliko.

Paziti je treba na goriščno razdaljo zrcal, saj lahko le z uporabo teh podatkov izvemo, kaj se bo zgodilo s preslikano sliko. [3]

### 3 RASPBERRY PI 4B

Raspberry Pi 4B je mikro-računalnik v velikosti kreditne kartice. Razvili so ga v Združenem Kraljestvu, za fundacijo, ki spodbuja poučevanje osnov računalništva v šolah. Raspberry Pi je postal eden najbolj priljubljenih mikro-računalnikov na trgu. Raspberry Pi 4B je kar 40-krat hitrejši od prvotnega modela. Do aprila leta 2016 so prodali več kot 10 milijonov omenjenih mikro-računalnikov. Deluje na operacijskem sistemu Raspbian, ki je različica sistema Debian, na osnovi operacijskega sistema Linux. Poganja lahko tudi druge operacijske sisteme, kot so Ubuntu MATE, Snappy Ubuntu Core, Windows 10 IoT Core, RICS OS in nekatere specializirane distribucije, kot na primer Kodi Media Centre. [4]

Kot pomnilno enoto dobimo v kompletu že priloženo SD kartico, na katero lahko naložimo operacijski sistem. Deluje na procesorju Broadcom BCM2711A, na voljo pa so konfiguracije z 2, 4 in 8 GB delovnega pomnilnika. [5]

#### 3.1 Raspbian OS

Raspberry Pi OS (imenovan tudi Raspbian) je operacijski sistem za Raspberry Pi, osnovan na Debian Linuxu. Od leta 2013 je bil uradno distribuiran s strani proizvajalca mikroračunalnikov Raspberry Pi. Razvit je bil s strani Mika Thompsona in Petra Greena kot Raspbian, neodvisna in neuradna distribucija Debiana. Prva verzija je bila izdana 15. 7. 2012. Fundacija, ki ob danem času ni imela svojega operacijskega sistema, je začela razvijati svojo verzijo Raspbiana. Prva uradna izdaja operacijskega sistema je bila napovedana 10. 9. 2013, 28. 5. 2020 je Fundacija izdala poskusno 64-bitno verzijo sistema, ki pa ni bila več osnovana na Raspbian sistemu, temveč je uporabniško okolje direktno prevzela iz Debian OS, zato se je Fundacija odločila za preimenovanje 64-bitnega sistema v Raspberry Pi OS. Kasneje so preimenovali še 32-bitno verzijo sistema, čeprav je bila le-ta še vedno osnovana na Raspbianu. 64-bitna verzija je bila uradno izdana 2. 2. 2022. [6]

Raspberry Pi OS je visoko optimiziran sistem za Raspberry Pi mikro-računalnike. Vsaka verzija vsebuje kopijo programov Wolfram Matematika, VLC medija predvajalnik in Chromium spletnega brskalnika. Podprt je na vseh Raspberry Pi računalnikih, razen na Raspberry Pi Pico mikro-kontrolerju. [6]

### 3.2 Primerjava modelov Raspberry

Pri izbiri mikro-računalnika smo bili pozorni predvsem na ceno le-tega, število jeder, količino RAM, ali ima SPI, ki je nujno potreben za naš zaslon, ali ima Bluetooth, da bi lahko povezali Bluetooth slušalke in kompaktnost. Na koncu smo se odločili za Raspberry Pi 4B, kot je omenjeno zgoraj, saj ima 4 GB RAM, za kar smo mislili, da bo ravno dovolj za naše potrebe in Bluetooth 5.

|               | Raspberry Pi Zero 2 W  | Raspberry Pi 3 B+      | Raspberry Pi Zero WH | Raspberry PI Pico                     | Raspberry Pi 400                 | Raspberry Pi 4B                  |
|---------------|------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Cena          | 15 €                   | 35 €                   | 15 €                 | 4 €                                   | 70 €                             | 35 €                             |
| SOC tip       | Broadcom BCM2710A<br>1 | Broadcom BCM2837B<br>0 | Broadcom BCM2835     | -                                     | Broadcom BCM2711                 | Broadcom BCM2711                 |
| Tip jedra     | Cortex-A53<br>64-bit   | Cortex-A53<br>64-bit   | ARM1176JZ<br>F-S     | RP2040<br>dual-core<br>Arm Cortex-M0+ | Cortex-A72<br>(ARM v8)<br>64-bit | Cortex-A72<br>(ARM v8)<br>64-bit |
| Število jeder | 4                      | 4                      | 1                    | 2                                     | 4                                | 4                                |
| RAM           | 512 MB                 | 1 GB DDR2              | 512 MB               | 264 kB                                | 4 GB LPDDR4                      | 1 GB , 2 GB, 4 GB, 8GB LPDDR4    |
| SPI           | Da                     | Da                     | Da                   | Da                                    | Da                               | Da                               |
| Bluetooth ®   | Da 4.2, BLE            | Da 4.2, BLE            | Da 4.1 BLE           | Ne                                    | Da 5.0                           | Da 5.0                           |
| Dimenziije    |                        |                        |                      |                                       |                                  |                                  |
| Širina        | 30 mm                  | 56.5 mm                | 30 mm                | 21 mm                                 | 122 mm                           | 56.5 mm                          |
| Dolžina       | 65 mm                  | 85.6 mm                | 65 mm                | 51 mm                                 | 286 mm                           | 85.6 mm                          |
| Višina        | 13 mm                  | 17 mm                  | 13 mm                | 3.9 mm                                | 23 mm                            | 11 mm                            |

Tabela 1: Primerjava modelov Raspberry

(Vir: prevzeto od [9])

## 4 PROGRAMSKA IN STROJNA OPREMA

Preden smo začeli razvijati programsko opremo, smo morali pridobiti strojno opremo.

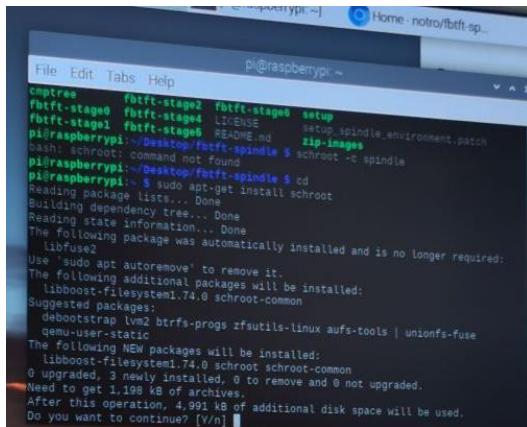
### 4.1 Strojna oprema

Pri raziskovalni nalogi smo od strojne opreme uporabili le mikro-računalnik Raspberry Pi 4B, ki je opisan v prejšnjem poglavju in 0,96 inčni zaslon. Raspberry Pi 4B smo že imeli, saj ga je eden od naših članov že imel za različne pretekle projekte. Čakal nas je samo še en mučen teden, da je naš 0,96 inčni zaslon prispel. Med tem časom nam je naš mentor z veseljem odstopil 3,5 inčni zaslon, katerega smo hitro usposobili.



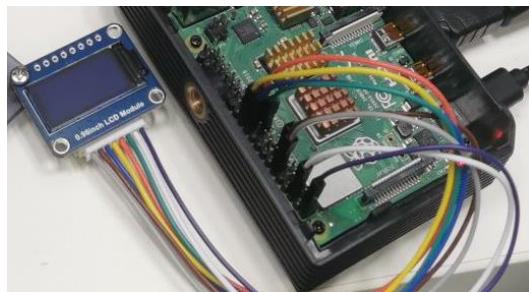
Slika 3: Slika delajočega zaslona

Ko je naš 0,96 inčni zaslon le prispel, smo ga takoj poskušali usposobiti. Na žalost gonilniki za zaslon niso delovali, saj niso bili več podprt s strani operacijskega sistema.



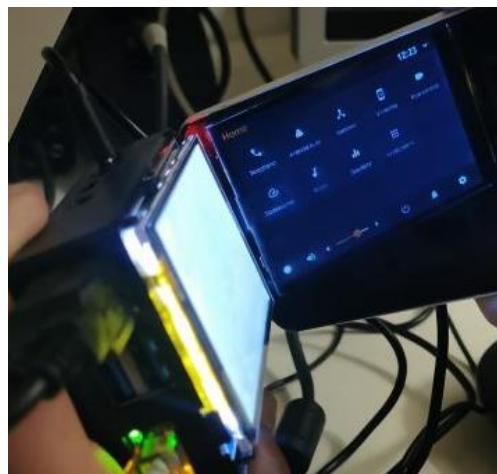
```
pi@raspberrypi ~
File Edit Tabs Help
fbftree fbft-stage2 fbft-stage0 setup
fbft-stage0 fbft-stage0 LICENSE
fbft-stage1 fbft-stage1 README.md zip-images
fbft-spindle: command not found
pi@raspberrypi:~$ cd /Desktop/fbft-spindle
pi@raspberrypi:~/Desktop/fbft-spindle$ schroot -c spindle
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following package was automatically installed and is no longer required:
libfuse2
Use 'sudo apt autoremove' to remove it.
The following additional packages will be installed:
libboost-fsfilesystem1.74.0 schroot-common
Suggested packages:
debootstrap lvm2 btrfs-progs zfsutils-linux aufs-tools | unionfs-fuse
gemu-user-static
The following NEW packages will be installed:
libboost-fsfilesystem1.74.0 schroot-common
0 upgraded, 3 newly installed, 0 to remove and 0 not upgraded.
Need to get 1,198 kB of archives.
After this operation, 4,991 kB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] 
```

Slika 4: Slika nameščanja gonilnikov



Slika 5: Slika nedelujočega zaslona

Zaradi tega naša raziskovalna naloga ni veliko napredovala v smeri kompaktnosti in smo se morali sprijazniti s 3,5 inčnim zaslonom, ki je bil prevelik za naše potrebe. S 3,5 inčnim zaslonom nam je uspelo sliko uspešno prezrcaliti, da se je pravilno videla v odboju.



Slika 6: Zrcaljen zaslon

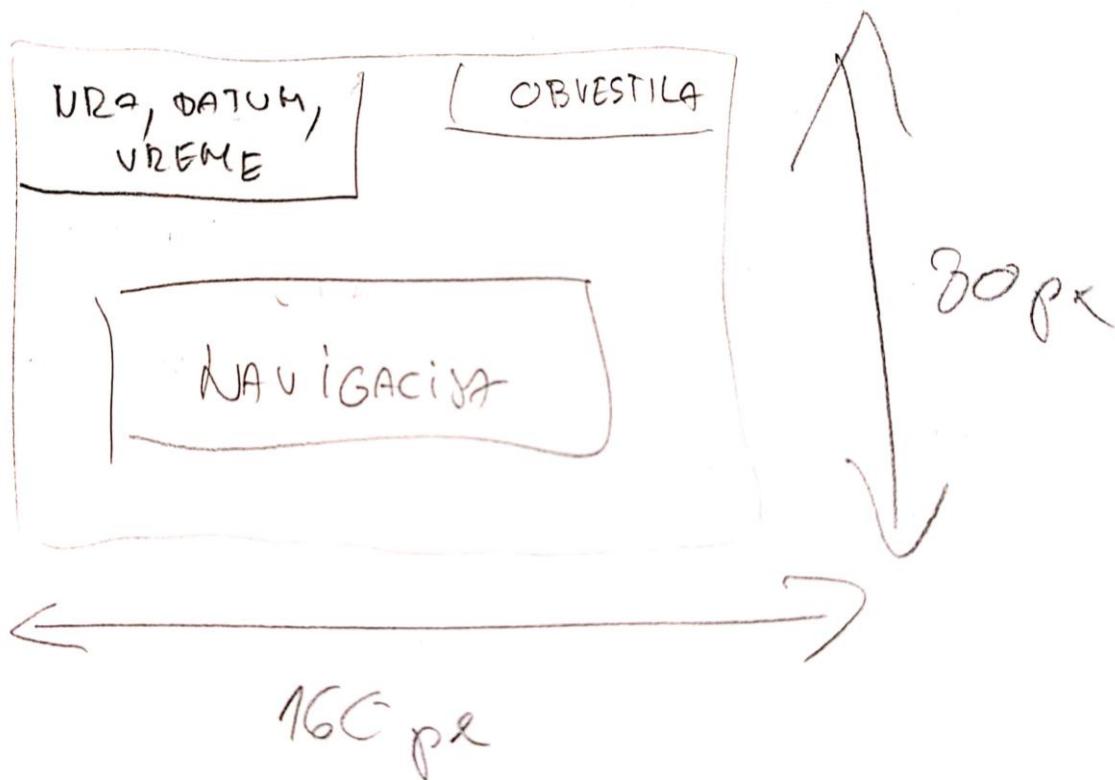
Seveda pa nismo obupali nad idejo, da bi uporabili 0,96 inčni zaslon. Naslednje mesece smo iskali gonilnike za 0,96 inčni zaslon, načrtovali programsko opremo in ohišje za projekcijo. Kasneje smo zopet zopet prišli na stran, kjer so bili gonilniki za 1,44 inčni zaslon in ugotovili, da na tej spletni strani niso samo gonilniki za 1,44 inčni zaslon, ampak tudi za vse zaslone od 0,96 do 3,5 inčev. S tem smo spet napredovali in bili še bližje uresničitvi kompaktnosti našega projekta.



Slika 7: Delajoč zaslon

## 4.2 Programska oprema

Kot programsko opremo smo na začetku uporabili kar program OpenAuto Pro, a se je izkazalo, da ni bila pravilna odločitev, vsaj za naše potrebe. Imeli smo probleme, saj so bila besedila in slike premajhna za projekcijo, zato smo začeli razvijati svojo programsko opremo. Najprej smo skicirali, kaj si želimo in kako si želimo, da bo izgledal program. Za tem smo se odločili, v katerem programskem jeziku bomo programirali. Odločili smo se za Python, saj ga »obvlada« eden izmed članov skupine, druga dva pa sta ga že uporabljala. Zamislili smo si, da bi se naš program zagnal, ko bi se zagnal Raspberry Pi. Želeli smo, da bi naš program prikazoval uro, obvestila in navigacijo. Te komponente smo razporedili po zaslonu na logična mesta.



Slika 8: Skica, kaj bo zaslon prikazoval

## 5 3D MODELIRANJE OHIŠJA PROJEKCIJE

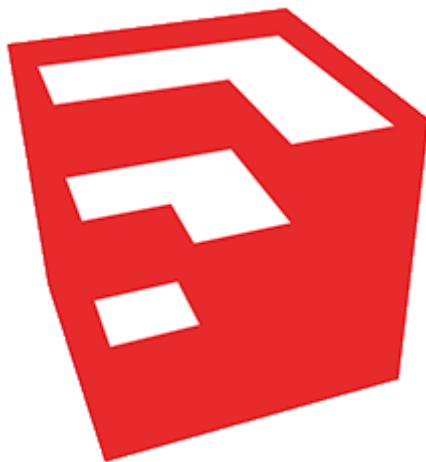
Ko smo usposobili zaslon, smo morali narediti še ohišje. Ohišje smo najprej naredili iz kartona, nato pa smo morali ohišje še 3D natisniti. Najprej smo mislili izrisati ohišje v programu Creo Parametric 3D, po predlogu profesorja. Nato smo se spomnili na program, ki smo ga vsi uporabljali v šoli in to je SketchUp. Na našo presenečenje smo ugotovili, da ta program ni več zastonj, a je na srečo eden izmed nas še imel nameščevalnik za SketchUp verzije 8, ki je zadostoval našim potrebam.

Iz programa SketchUp smo se prestavili v Autodesk Fusion360, da smo lahko datoteko izvozili kot .stl. Ko smo dobili .stl datoteko, smo jo uvozili v program Cura, od koder smo lahko to 3D-ohišje le natisnili.

### 5.1 Programske orodje SketchUp

SketchUp je programske orodje za oblikovanje 3D-modelov, ki jih lahko nato 3D natisnemo s pomočjo 3D-tiskalnika. Uporabili smo SketchUp verzijo 8 in izrisali 3D-model.

SketchUp je 3D modelirni program za različne skice in modele. Razvili so ga avgusta leta 2000 pri podjetju @Last Software, kasneje pa je podjetje kupilo podjetje Google (2006). Lastnik je kasneje postalo podjetje Trimble inc., ki je SketchUp kupilo od Googla v letu 2013. Leta 2020 je podjetje Trimble naznanilo, da bo SketchUp postal naročniški program, kar pomeni, da morajo uporabniki plačevati mesečno naročnino za uporabo programa. [7]



Slika 9: Logotip SketchUp

(Vir: prevzeto od [8])

## 5.2 Fusion360

Autodesk Fusion 360 je programska oprema za strojno oblikovanje oz. za 3D modeliranje, ki je trenutno zastonj in se ga da namestiti s spletno strani. Programsko okolje Fusion 360 združuje vsa orodja štirih področij, to so CAD, CAM, CAE in PCB. Omogoča povezan in enostaven proces oblikovanja izdelkov oz. oblik v programskem okolju. S simulacijami lahko ugotovimo ustreznost, zmogljivosti in morebitne pomanjkljivosti končnega izdelka. [10]

Fusion 360 lahko pretvori 3D-modele v 2D-risbe, kar je uporabniku v pomoč pri zasnovi izdelka. Z orodji za načrtovanje in simuliranje Fusion 360 zmanjša možnosti za nastanek morebitnih napak pri zasnovi izdelka. Poleg vseh funkcij, ki jih nudi sam program za 3D-modeliranje, premore še programsko opremo za načrtovanje tiskanih vezij PCB. [10]



Slika 10: Logotip Fusion360

(Vir: prevzeto od [12])

## 5.3 Cura

Program Cura je odprto kodni program za "rezanje" modela za 3D-tiskalnike. Ustvaril ga je David Braam, ki je bil pozneje zaposlen s strani Ultimakerja (podjetje za proizvodnjo 3D-tiskalnikov, za vzdrževanje programske opreme). Trenutno program uporablja več kot 1 milijon uporabnikov po svetu, ki skupaj opravijo kar 1,4 milijone tiskalnih opravil na teden. Ta program je narejen za 3D-tiskalnike Ultimaker, a deluje tudi z drugimi 3D-tiskalniki. [11]



Slika 11: Logotip Cura

(Vir: prevzeto od [11])

## 5.4 Ohišja iz kartona

Za naš sistem projekcije je bilo potrebno narediti 3D-ohišje. Na začetku smo naredili ohišje kar iz kartona, kar je razvidno iz spodnjih slik (Slika 12, Slika 13). Ohišje smo morali zasnovati tako, da smo vanj spravili tako zaslon kot lečo in Raspberry Pi 4B. Prvi spodleteli poizkus je delno deloval, ampak smo zaradi slabe postavitve luknje za napajanje Raspberry Pi 4B luknjo naredili na drugi strani. Drugi poizkus smo dopolnili še z naklonskimi deli za zrcalo in pravilno postavljivijo luknje za napajanje Raspberry Pi 4B.



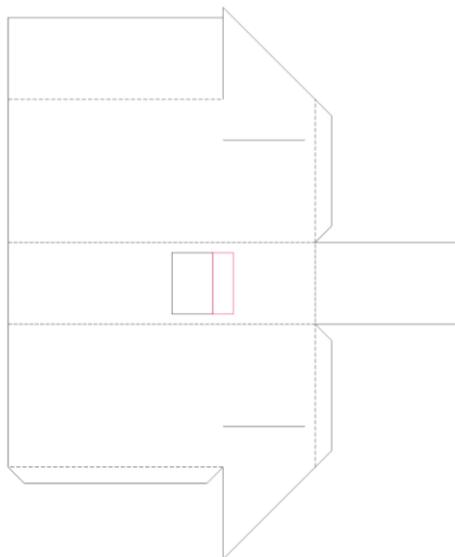
Slika 12: Prvi prototip ohišja



Slika 13: Drugi prototip ohišja

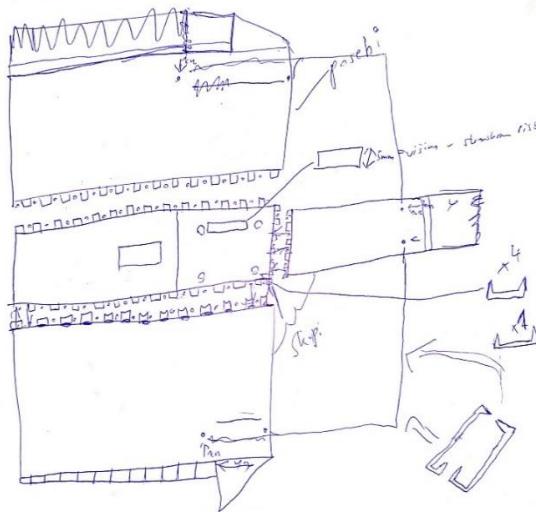
## 5.5 Modeliranje ohišja v programu SketchUp

Po uspelem modelu iz kartona smo začeli oblikovati 3D-model ohišja s programom SketchUp verzije 8. Najprej smo naredili načrt drugega modela, ki smo ga oblikovali iz kartona.



Slika 14: Načrt modela ohišja

Po narisanim modelu smo narisali še skico na list papirja, za 3D-model, in se odločili, da bomo razdelili model na dva dela zaradi tega, da bomo v ohišje lažje vstavili zaslon, lečo in Raspberry Pi 4B.



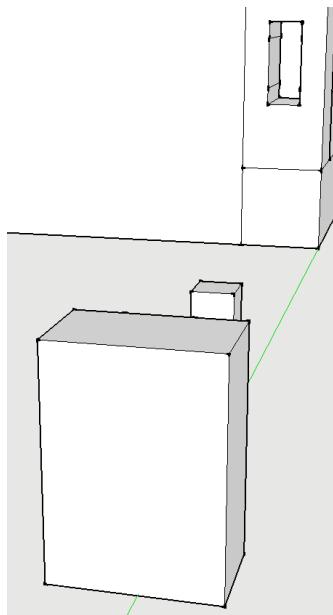
Slika 15: Skica za 3D model

Za tem smo začeli modelirati v programu SketchUp 8. Pri modeliranju smo naleteli na težavo, saj smo pozabili razmisiliti, kako bomo združili dva dela ohišja in ju stabilizirali na predvideno mesto. Prišli smo do rešitve, da bi lahko kopirali delovanje pokrova pri rezervoarju goriva za motorje.

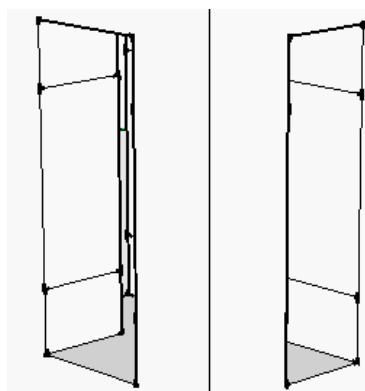


Slika 16: Pokrov motornega rezervoarja goriva

Oblikovali smo 4 zatiče za namen fiksiranja obeh delov ohišja skupaj.

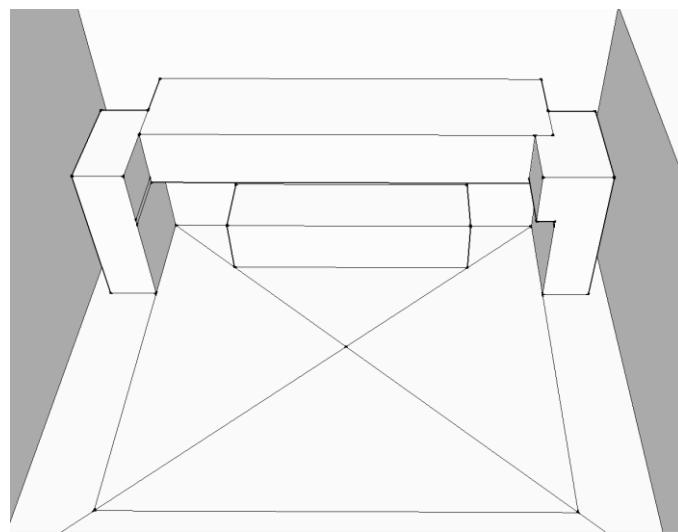


Slika 17: 3D oblikovan zatič



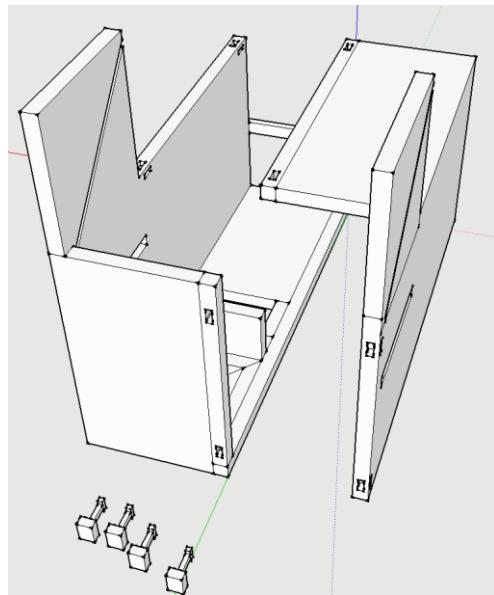
Slika 18: Prostor za zatič

Za tem smo prišli do problema, kako stabilizirati zaslon. Prišli smo na idejo, da bi naredili L-kanal, ki bi držal zaslon pri miru.



Slika 19: Stabilizatorji zaslona

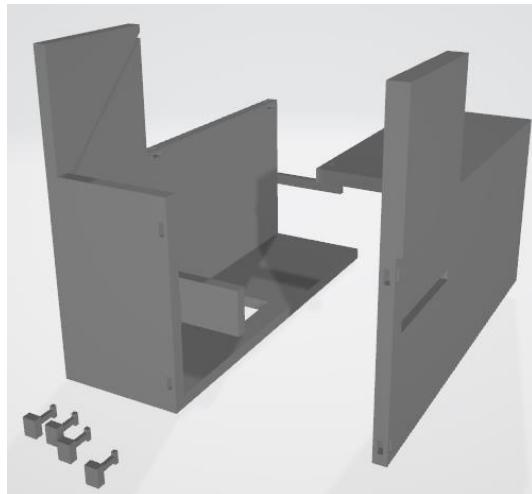
Na koncu smo le oblikovali naš model do konca in ga začeli pripravljati za 3D-tisk.



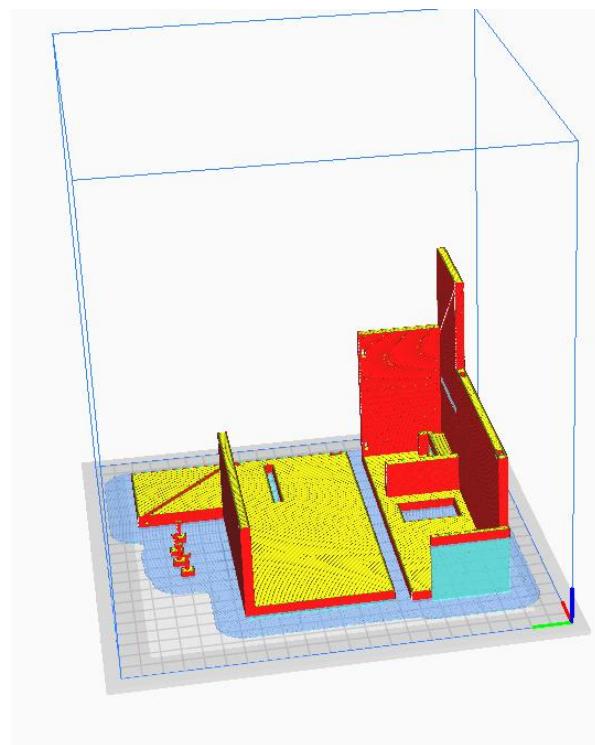
Slika 20: Zmodeliran 3D model

## 5.6 Priprava na 3D-tisk

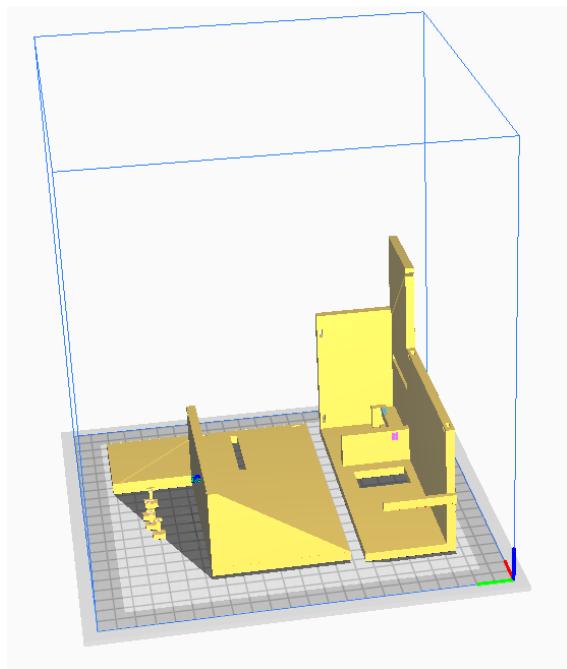
Ugotovili smo, da SketchUp 8 ne podpira več izvoza v .stl datoteko, zato smo morali našo datoteko končnice .skp najprej uvoziti v najnovejšo različico SketchUp-a. Ker pa je SketchUp po novem plačljiv, smo morali to datoteko prenesti na njihov spletno aplikacijo, ki pa je zastonj, a ima okrnjene funkcije. Iz tam smo izvezili datoteko v končnico .obj. Od tam naprej smo jo odprli v programu Fusion360, v katerem smo razporedili različne dele ohišja in jih izvezili v .stl datoteko. Ko smo datoteko prvič izvezili iz SketchUp-a, se nam je ohišje zmanjšalo kar za 30 %. Ko smo datoteko še enkrat izvezili, pa je bilo vse prav. Iz programa Fusion360 smo se prestavili v program Cura, kjer smo uvozili .stl datoteko, postavili komponente, jim dodali oporne točke, če je bilo treba, in pregledali, če je vse pravilno, ampak temu ni bilo tako. Ena izmed komponent se ni pravilno prikazovala, saj je prišlo do napake v SketchUp-u. Problem so bile odvečne črte, saj je program Cura predpostavil, da so te črte pomenile ploskve oz. vdolbine v ohišju in je napačno predvidevalo, kje mora kaj natisniti, zato smo morali na eni izmed komponent izbrisati odvečne črte. Ko smo to naredili, je program Cura pravilno predvideval tisk ohišja.



Slika 21: Model ohišja v .obj datoteki



Slika 22: Pot predvidena za tisk ohišja



Slika 23: Ohišje postavljeni v programu Cura

## 5.7 Sestavljanje ohišja skupaj

Ko smo ohišje 3D natisnili, smo ga le še sestavili skupaj, kar ni bil velik problem. Vse se je izšlo kot smo si zamislili. V ohišje smo samo še vstavili komponente.



Slika 24: Sestavljeno 3D-ohišje z vsemi komponentami

## 6 PREDSTAVITEV REZULTATOV RAZISKOVALNE NALOGE

Naša prva hipoteza je bila, da bo naša projekcija dovolj velika z 0,96 inčnim zaslonom. To hipotezo smo delno potrdili, saj se je v našem lastnem programu videlo vse, kar smo potrebovali. Pri programu OpenAuto Pro pa se iz zaslona skozi projekcijo ni videlo skoraj nič. Zaradi tega v prihodnosti razmišljamo, da bi uporabili 1,44 inčni zaslon, ki bi na podlagi naših informacij moral zadostovati našim potrebam.

Druga hipoteza je bila, da bo projekcija uporabniku olajšala uporabo navigacije med vožnjo. To hipotezo smo delno potrdili, saj je res, da se ne gleda stalno na krmilo motorja. Problem pa je, da nismo pravočasno dobili stekla, ki bi delovalo kot zrcalo, zato smo morali uporabiti zrcalo za odboj. Težava se pojavi, saj zrcala niso prosojna. Če bi se v danem trenutku zgodila nevarna situacija, bi lahko posledično imeli daljši reakcijski čas, ki je večkrat ključnega pomena. Zrcalo prav tako ustvarja nepotreben mrtvi kot, ki ga bomo v naslednjih verzijah odpravili.

Tretja hipoteza je bila, da bo aplikacija OpenAuto Pro zadostovala našim potrebam. To hipotezo smo zavrgli, saj smo imeli težave, ker so bila besedila in slike premajhna za projekcijo. Zaradi tega smo morali začeti razvijati svoj program, katerega bomo uporabili v nadaljevanju razvoja projekta.

Zadnja hipoteza je bila, da bo izdelava projekcije cenovno ugodnejša od drugih projekcij takšnega tipa. To hipotezo smo potrdili, saj se je izkazalo, da cena mikro-računalnika, zaslona in ogrodja ne presega cene podobnih projekcij.

## 7 ZAKLJUČEK

Med pisanjem raziskovalne naloge smo prišli do veliko novih znanj.

Poglobili smo naše znanje o mikro-kontrolerjih in mikro-računalnikih ter izvedeli veliko novega o LCD zaslonih za Raspberry Pi. Na poti smo naleteli na mnoge težave – od iskanja in usposabljanja zaslonov, iskanja pravilne in piročne programske opreme, do dizajna svojega lastnega vezja, katerega ideja še vedno ni opuščena in težav s 3D-dizajnom.

Začeli smo se uvajati v program Creo Parametric 3D, ki se nam je zdel prezahteven in kompleksen. Razlogov je bilo več, od neprijaznega GUI-ja, do ne dobro razvrščenih funkcij v kategorije. Programa smo se učili okoli 6 ur in se v tem času naučili le narisati preprosta telesa, kot sta kocka in kvader.

Zaradi počasnega učenja programa Creo Parametric smo se odločili za SketchUp, ki smo ga znali uporabljati vsi. Samo v 15 minutah smo osvežili znanje vseh funkcij SketchUp-a in izrisali 3D-model ohišja. SketchUp se nam je zdel bolj domač, uporabniku prijazen, enostaven za rokovanje in predvsem logičen.

Med razvojem projekcije smo prišli do ideje, da bi razvili svoj lasten mikro-računalnik, ki bi zadostoval našim potrebam in bi seveda poganjal našo lastno programsko opremo. V ta namen smo kontaktirali Gimnazijo Slovenske Konjice, kjer imajo CNC za izdelavo tiskanega vezja. Vezje je trenutno v stanju načrtovanja, saj še vedno iščemo ustrezen mikroprocesor, ki bi bil kos operacijam.

Med načrtovanjem lastne programske opreme smo svoje znanje o programskem jeziku Python še poglobili, dodali smo na primer znanje GUI dizajniranja, prikazovanja slik in ure v realnem času ter obvestil s telefona preko raznih programskih vmesnikov.

Letošnja raziskovalna naloga je le del večjega, obširnejšega projekta, ki bo trajal več let. V bližnji prihodnosti želimo navigacijo prestaviti na manjši, uporabniku nevpadljiv dizajn, ki bo omogočal integracijo direktno v čelado, brez omejevanja in motenj med vožnjo, tudi ko je sistem ugasnjhen. Prav tako želimo ves sistem prestaviti na lasten mikro-računalnik, saj bomo lahko tako imeli popoln nadzor nad strojno in programsko opremo.

**VIRI IN LITERATURA**

- [1] Head-up display [online]. 2021. (17. 03. 2022). Dostopno na naslovu: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Head-up\\_display](https://sl.wikipedia.org/wiki/Head-up_display)
- [2] Leča (optika) [online]. 2022. (17. 03. 2022). Dostopno na naslovu: [https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Le%C4%8D\\_a\\_\(optika\)](https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Le%C4%8D_a_(optika))
- [3] Zrcalo [online]. 2020. (17. 03. 2022). Dostopno na naslovu: <https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Zrcalo>
- [4] Raspberry Pi [online]. 2020. (17. 03. 2022). Dostopno na naslovu: [https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://sl.m.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)
- [5] Specifications [online]. 2020. (17. 03. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>
- [6] Rasberry Pi OS [online]. 2022. (17. 03. 2022). Dostopno na naslovu: [https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi\\_OS](https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi_OS)
- [7] SketchUp [online] 2022. (17. 03. 2022) Dostopno na: <https://en.m.wikipedia.org/wiki/SketchUp>
- [8] File:SketchUp-Logo.png [online]. 2019. (17. 03. 2022). Dostopno na naslovu: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SketchUp-Logo.png>
- [9] RaspberryPI models comparison [online]. 2021. (18. 03. 2022). Dostopno na naslovu: <https://socialcompare.com/en/comparison/raspberrypi-models-comparison>
- [10] ČAS JE ZA 3D CAD [online]. 2022. (19. 03. 2022). Dostopno na naslovu: <https://www.monitor.si/clanek/cas-je-za-3d-cad/213620/>
- [11] Cura (software) [online]. 2022. (19. 03. 2022). Dostopno na naslovu: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cura\\_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cura_(software))
- [12] File:Fusion360 Logo.png [online]. 2022. (19. 03. 2022). Dostopno na naslovu: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fusion360\\_Logo.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fusion360_Logo.png)