

ŠOLSKI CENTER VELENJE  
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA  
Trg mladosti 3, 3320 Velenje  
MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA  
**IZDELAVA PRILAGOJENE MIŠKE**

Tematsko področje: RAČUNALNIŠTVO

Avtor:

Ožbej Ramšak, 4. letnik

Mentorja:

Samo Železnik, inž., inf.

Uroš Remenih, inž., inf.

Velenje, 2026

Raziskovalna naloga je bila narejena na Šolskem centru Velenje, na Elektro in računalniški šoli.

Mentorja: Samo Železnik, inž., inf., Uroš Remenih, inž., inf.

Datum predstavitve: marec 2026

---

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| ŠD | ŠCV Elektro in računalniška šola     |
| KG | Izdelava prilagojene miške           |
| AV | RAMŠAK, Ožbej                        |
| SA | ŽELEZNIK, Samo / REMENIH, Uroš       |
| KZ | 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3    |
| ZA | Elektro in računalniška šola Velenje |
| LI | 2025/2026                            |
| IN | <b>IZDELAVA PRILAGOJENE MIŠKE</b>    |
| TD | raziskovalna naloga                  |
| OP | 36 strani, 30 slik, 3 tabele         |
| IJ | SL                                   |
| JI | sl/en                                |

AI Pri uporabi namiznih računalnikov sta ključni dve komponenti; tipkovnica in računalniška miška. V zadnjih letih se je področje prilagojenih tipkovnic hitreje razvijalo kot področje prilagojenih mišk. Iz lastnega primera lahko povem, da lažje uporabljam navadno tipkovnico kot pa miško in ker prilagojenih mišk primanjkuje, sem se odločil narediti svojo računalniško miško. Moja raziskovalna naloga je vključevala izdelovanje načrtov, 3D modeliranje in tiskanje ter iskanje notranjih komponent.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

|    |  |
|----|--|
| ND | ŠCV Electrical and computer school     |
| CX | Custom mouse design                    |
| AU | RAMŠAK, Ožbej                          |
| AA | ŽELEZNIK, Samo / REMENIH, Uroš         |
| PP | 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3      |
| PB | Electrical and computer School Velenje |
| PY | 2025/2026                              |
| TI | <b>CUSTOM MOUSE DESIGN</b>             |
| DT | research work                          |
| NO | 36 pages, 30 pictures, 3 tables        |
| LA | SL                                     |
| AL | sl/en                                  |

AI           When using desktop computers, there are two key components; the keyboard and the computer mouse. In recent years, the field of customized keyboards has developed faster than the field of customized mice. From my own experience, I can say that I find it easier to use a regular keyboard than a mouse, and since there is a shortage of customized mice, I decided to make my own computer mouse. My research task included making plans, 3D modeling and printing, and finding internal components.

## KAZALO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 UVOD</b> .....                               | 1  |
| <b>1.1 Opis problema in hipoteze</b> .....        | 1  |
| <b>1.2 Namen in cilji naloge</b> .....            | 1  |
| <b>1.3 Metode dela</b> .....                      | 1  |
| <b>2 TEORETIČNA IZHODIŠČA</b> .....               | 3  |
| <b>2.1 Opis področja</b> .....                    | 3  |
| <b>2.2 Vrste računalniških mišk</b> .....         | 3  |
| <b>2.3 Kaj naredi dobro igralno miško?</b> .....  | 4  |
| <b>2.4 Materiali in orodja</b> .....              | 5  |
| <b>2.4.1 Blender</b> .....                        | 5  |
| <b>2.4.2 Autodesk Fusion</b> .....                | 6  |
| <b>2.4.3 UltiMaker Cura</b> .....                 | 7  |
| <b>2.4.4 Creality Ender-3 Pro</b> .....           | 8  |
| <b>2.4.5 OctoPrint</b> .....                      | 9  |
| <b>2.4.6 AimLabs</b> .....                        | 9  |
| <b>3 RAZVOJ IN IZDELAVA</b> .....                 | 10 |
| <b>3.1 Razumevanje računalniške miške</b> .....   | 10 |
| <b>3.2 Načrtovanje rešitve</b> .....              | 11 |
| <b>3.3 Postopek razvijanja modela</b> .....       | 14 |
| <b>3.4 Tehnični izzivi</b> .....                  | 15 |
| <b>3.5 Možnosti nadgradnje in izboljšav</b> ..... | 16 |
| <b>4 TESTIRANJE</b> .....                         | 18 |
| <b>4.1 Testi</b> .....                            | 19 |
| <b>4.1.1 Prvi test</b> .....                      | 19 |
| <b>4.1.2 Drugi test</b> .....                     | 20 |
| <b>4.1.3 Tretji test</b> .....                    | 21 |
| <b>5 RAZPRAVA</b> .....                           | 23 |
| <b>5.1 Rezultati testiranja</b> .....             | 23 |
| <b>5.2 Končna ugotovitev</b> .....                | 25 |
| <b>5.3 Hipoteze</b> .....                         | 25 |
| <b>5.4 Predstavitev končnega izdelka</b> .....    | 25 |
| <b>6 ZAKLJUČEK</b> .....                          | 27 |
| <b>7 ZAHVALA</b> .....                            | 28 |
| <b>8 VIRI IN LITERATURA</b> .....                 | 29 |

## KAZALO SLIK

|   |    |
|---|----|
| Slika 1: prvi načrt miške (vir: lasten) .....   | 2  |
| Slika 2: primer trackball miške (vir: mimovrste.com) .....                              | 3  |
| Slika 3: primer ergonomske t.i. pisarniške miške (vir: tonerpartner.si).....            | 4  |
| Slika 4: logotip programa Blender (vir: wikimedia.org) .....                            | 5  |
| Slika 5: zgoraj - model roke spodaj - zgornji model miške (vir: lasten) .....           | 5  |
| Slika 6: logotip programa Autodesk Fusion (vir: wikipedia.org).....                     | 6  |
| Slika 7: 3D model miške v programu Autodesk Fusion (vir: lasten) .....                  | 6  |
| Slika 8: logotip programa UltiMaker Cura (vir: fosstorrents.com).....                   | 7  |
| Slika 9: "slicing" postopek 3D modela miške (vir: lasten).....                          | 7  |
| Slika 10: 3D tiskalnik Creality Ender-3 Pro (vir: gstatic.com) .....                    | 8  |
| Slika 11: tiskanje 3D modela (vir: lasten) .....  | 8  |
| Slika 12: program OctoPrint pred začetku tiskanja (vir: lasten) .....                   | 9  |
| Slika 13: program AimLabs (vir: steampowered.com) .....                                 | 9  |
| Slika 14: sestava mehanske miške.....   | 10 |
| Slika 15: prvi načrt miške (vir: lasten) .....  | 11 |
| Slika 16: prvi načrt miške (vir: lasten) .....  | 12 |
| Slika 17: slika roke in prvega 3D modela v programu Blender (vir: lasten).....          | 13 |
| Slika 18: slika roke in prvega 3D modela v programu Blender (vir: lasten).....          | 13 |
| Slika 19: model razdeljen na dva dela (vir: lasten) .....                               | 14 |
| Slika 20: oznake za izboljšave na modelu (vir: lasten) .....                            | 15 |
| Slika 21: ideja za model za brezžične komponente v programu Blender (vir: lasten) ..... | 16 |
| Slika 22: 3D model miške (vir: lasten).....   | 17 |
| Slika 23: trenutne komponente miške (vir: lasten).....                                  | 17 |
| Slika 24: testiranje miške (vir: lasten).....   | 18 |
| Slika 25: model, kjer senzor lepo leži v novi »posteljici« (vir: lasten) .....          | 18 |
| Slika 26: prvi test v programu AimLabs (vir: lasten) .....                              | 20 |
| Slika 27: drugi test v programu AimLabs (vir: lasten) .....                             | 21 |
| Slika 28: tretji test v programu AimLabs (vir: lasten).....                             | 22 |
| Slika 29: končni model (vir: lasten) .....  | 25 |
| Slika 30: končni model s pasom (vir: lasten) .....                                      | 26 |

## KAZALO KRATIC

t.i. – tako imenovano

itd. – in tako dalje

npr. – na primer

FPS – first person shooter

DPI – dots per inch

## KAZALO TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1: rezultati testiranja - prvi test (vir: lasten).....   | 23 |
| Tabela 2: rezultati testiranja - drugi test (vir: lasten).....  | 24 |
| Tabela 3: rezultati testiranja - tretji test (vir: lasten)..... | 24 |

# 1 UVOD

## 1.1 Opis problema in hipoteze

Pri uporabi namiznih računalnikov sta ključni dve komponenti: tipkovnica in računalniška miška. V zadnjih letih se je področje prilagojenih tipkovnic razvijalo hitreje kot področje prilagojenih mišk.

Za izdelavo prilagojene miške sem se odločil, ker sem rojen brez podlahtnice na desni roki in že od drugega leta starosti uporabljam protezo. S protezo lahko opravljam skoraj vsa vsakodnevna opravila – od vožnje avtomobila s klasičnim menjalnikom do dela na kmetiji. Ker pa je desna roka pri meni zelo pomembna, imam največ težav pri igranju računalniških iger, zato sem se odločil izdelati lastno prilagojeno ohišje za računalniško miško.

Raziskovalna naloga vključuje izdelavo načrtov, 3D modeliranje in 3D tiskanje ter iskanje ustreznih notranjih komponent.

Postavil sem si naslednji hipotezi:

- Prilagojena miška bo prijetnejša za uporabo, roka pa bo manj utrujena.
- Prilagojena miška bo izboljšala učinkovitost pri igranju videoiger.

## 1.2 Namen in cilji naloge

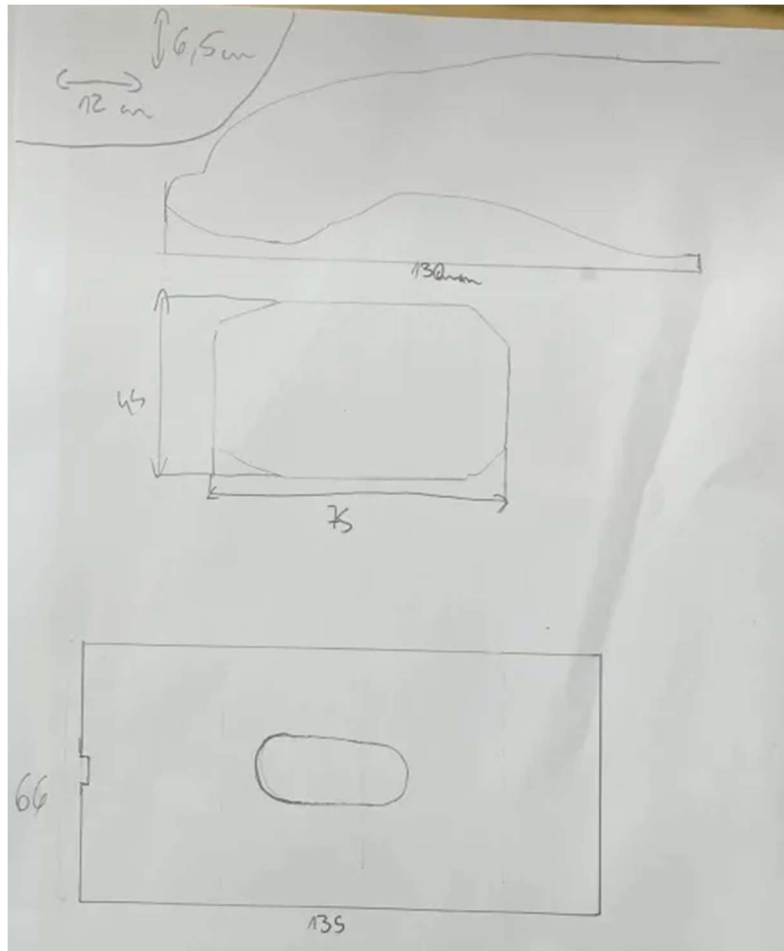
Glavni namen naloge je izboljšati lastno uporabniško izkušnjo pri uporabi računalnika, cilj raziskovalne naloge pa je izdelava delujoče prilagojene računalniške miške.

## 1.3 Metode dela

Pri raziskovalni nalogi sem uporabil več metod dela. Najprej sem raziskoval po spletu, ali prilagojene miške za mojo situacijo že obstajajo. Nato sem razdrl več mišk, ki sem jih imel

doma, da sem se seznanil z njihovo notranjo zgradbo, ključnimi komponentami in načinom sestave.

Sledilo je merjenje in načrtovanje. Izmeril sem dimenzije svoje trenutne miške, vse mere zapisal ter na njihovi podlagi izdelal prvi načrt in 3D model. Kasneje sem si s programi za 3D modeliranje pomagal pri prenosu načrta iz skice v realni tridimenzionalni model.



*Slika 1: prvi načrt miške  
(vir: lasten)*

Kasneje sem si pomagal s programi za 3D modeliranje, da sem lahko načrt tudi »zmodeliral« in ga prenesel iz slike na papirju v realnost.

## 2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

### 2.1 Opis področja

Izdelava prilagojene miške sodi predvsem na področje računalništva. Velik del dela poteka v računalniških programih za 3D modeliranje.

Tridimenzionalno (3D) modeliranje je postopek ustvarjanja predmetov v treh dimenzijah s pomočjo specializirane programske opreme. 3D modeli predstavljajo fizične objekte z uporabo točk v tridimenzionalnem prostoru, povezanih v geometrijske oblike, kot so trikotniki, črte in ploskve. Modele je mogoče dodatno obogatiti z materiali in teksturami.

### 2.2 Vrste računalniških mišk

Poznamo več vrst računalniških mišk: žične in brezžične, optične in laserske ter specializirane miške, kot so igralne, ergonomske, trackball miške in miške za upravljanje z nogo.

V mojem primeru vrsta povezave ali senzorja ne predstavlja težave, saj imajo te miške podobno obliko kot klasične miške, na katere sem navajen. Težave pa bi imel pri ergonomskih oziroma pisarniških miškah ter pri trackball miškah, kjer se premika kroglica namesto celotne miške.



*Slika 2: primer trackball miške  
(vir: mimovrste.com)*



*Slika 3: primer ergonomske t.i. pisarniške miške  
(vir: tonerpartner.si)*

Izmed vseh različnih tipov mišk, ki sem jih naštel, ni niti ene, ki bi bila primerna moji situaciji. Če v brskalnik vtipkamo “računalniške miške za posebne potrebe”, skoraj vedno najdemo miške, ki so namenjene uporabnikom, ki imajo probleme z dlanmi.

To me je zelo presenetilo, kar je bil tudi eden izmed razlogov, da sem se odločil za izdelavo svoje miške.

### **2.3 Kaj naredi dobro igralno miško?**

Dobra igralna miška je pomembna za vsakega igralca, saj neposredno vpliva na hitrost, natančnost in udobje med igranjem. Takšno miško sestavlja več ključnih lastnosti.

Prva pomembna lastnost je natančen senzor. Senzor določa, kako natančno miška zaznava premike, višja ločljivost ali DPI (merska enota za občutljivost računalniške miške) pa omogoča hitrejša premikanje kazalca, kjer je ključno, da je senzor brez nezaželenih premikov.

Druga pomembna lastnost je odzivnost miške. Višja frekvenca osveževanja pomeni, da miška večkrat oz. pogosteje pošilja podatke računalniku, kar zmanjša zamik med premikom roke in premikom kazalca na zaslonu. Pri tekmovalnem igranju je vsaka milisekunda lahko odločilna.

Najpomembnejša pa je ergonomija. Miška mora ustrezati uporabnikovi roki in njegovemu načinu držanja miške. Neudobna miška povzroča slabše rezultate ali celo bolečine v zapestju.

## 2.4 Materiali in orodja

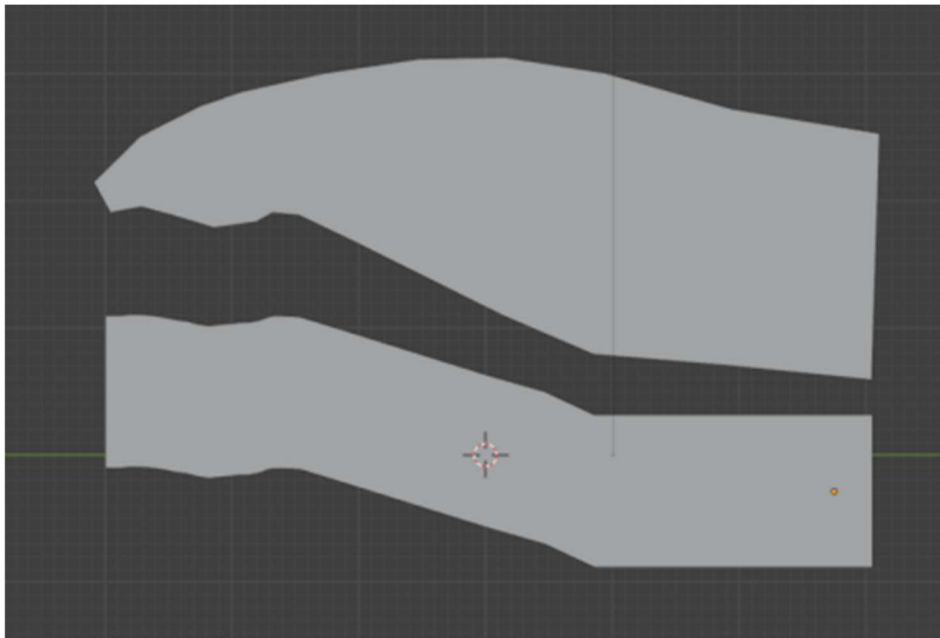
### 2.4.1 Blender

Blender je odprtokodno programsko orodje za 3D modeliranje, animacijo in druge grafične namene.



*Slika 4: logotip programa Blender  
(vir: wikimedia.org)*

Program sem uporabljal pri ustvarjanju zgornjega dela miške, kjer sem na podlagi slike svoje roke lahko ustvaril 3D model in na podlagi tega 3D modela ustvaril zgornji del miške. To sem storil zato, da sem lahko videl, kako bi se roka prilagajala miški.



*Slika 5: zgoraj - model roke  
spodaj - zgornji model miške  
(vir: lasten)*

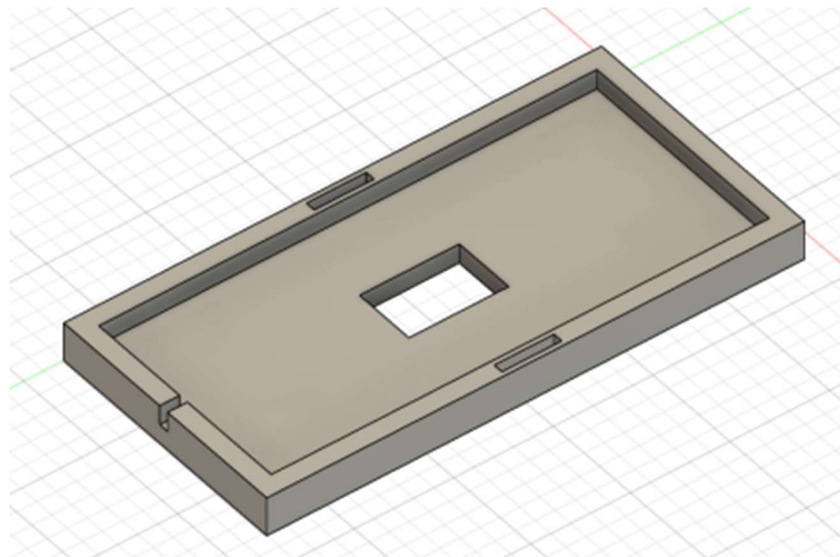
## 2.4.2 Autodesk Fusion

Autodesk Fusion je programska oprema za računalniško podprto načrtovanje (CAD), proizvodnjo (CAM) in inženirstvo (CAE).



*Slika 6: logotip programa Autodesk Fusion  
(vir: wikipedia.org)*

Autodesk Fusion sem po končanemu zgornjemu delu miške uporabljal do konca projekta, saj ta program omogoča lažjo izdelavo 3D modelov po merah. V tem programu sem naredil končni produkt.



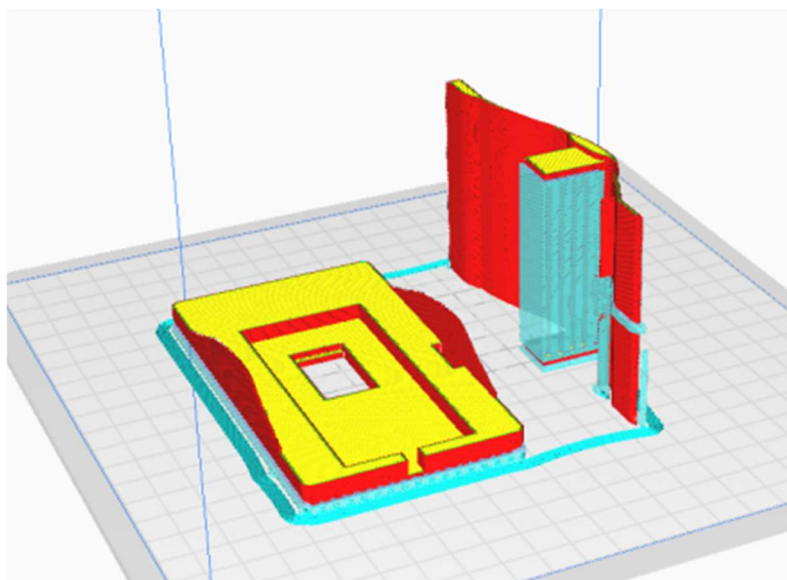
*Slika 7: 3D model miške v programu Autodesk Fusion  
(vir: lasten)*

### 2.4.3 UltiMaker Cura

UltiMaker Cura je odprtokodna aplikacija za pripravo 3D modelov na tiskanje (t. i. slicing). Program ustvari .gcode datoteko, ki jo 3D tiskalnik potrebuje za tiskanje.



Slika 8: logotip programa UltiMaker Cura  
(vir: fosstorrents.com)



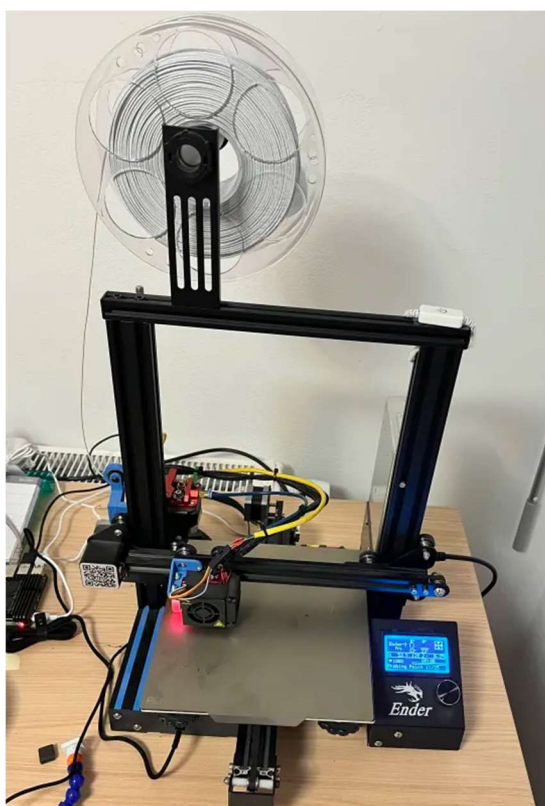
Slika 9: "slicing" postopek 3D modela miške  
(vir: lasten)

### 2.4.4 Creality Ender-3 Pro

Creality Ender-3 Pro je 3D tiskalnik, na katerem so bili natisnjeni vsi testni modeli in končni izdelek.



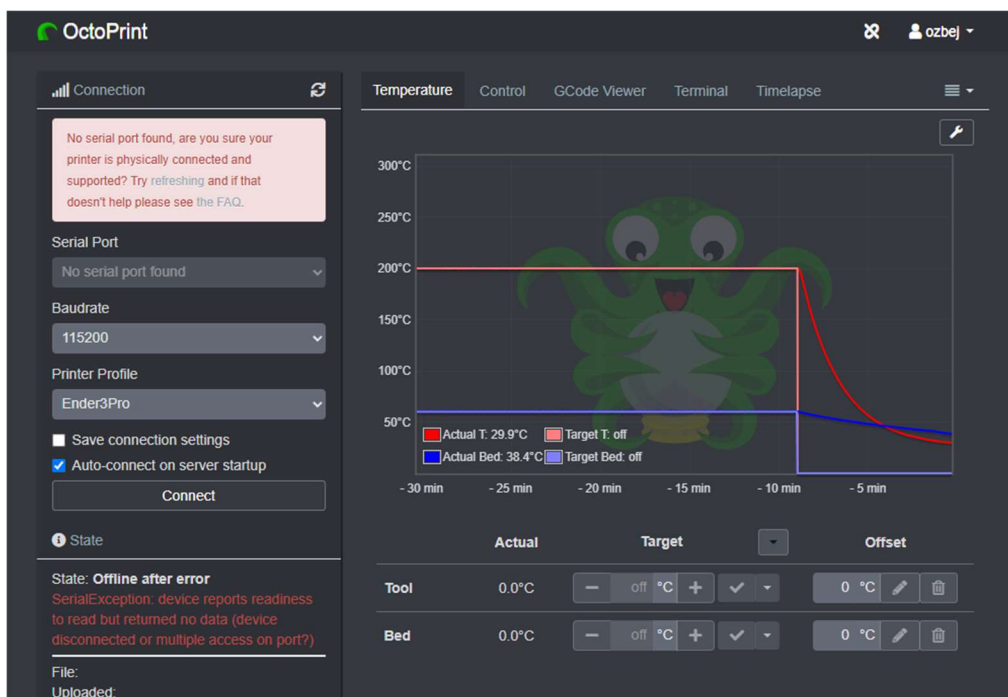
*Slika 10: 3D tiskalnik Creality Ender-3 Pro  
(vir: gstatic.com)*



*Slika 11: tiskanje 3D modela  
(vir: lasten)*

## 2.4.5 OctoPrint

OctoPrint je spletna aplikacija za nadzor 3D tiskalnika, preko katere sem naložil .gcode datoteko in spremljal potek tiskanja.



Slika 12: program OctoPrint pred začetku tiskanja  
(vir: lasten)

## 2.4.6 AimLabs

AimLabs je brezplačen program za treniranje natančnosti merjenja. Program je namenjen igralcem FPS t.i. first person shooter oz. strelska igra iz prve osebe.



Slika 13: program AimLabs  
(vir: steampowered.com)

## 3 RAZVOJ IN IZDELAVA

### 3.1 Razumevanje računalniške miške

Najprej je treba razumeti, kako klasična miška sploh deluje in kaj jo sestavlja. Z miško izbiramo objekte in aktiviramo ukaze, ki jih vidimo na zaslonu računalnika.

Tehnološke izvedbe miške so različne glede na:

- način sledenja premikanju:
  - s kroglico
  - optično (obstajajo izvedbe, ki delujejo na poljubni ravni podlagi, in takšne, ki zahtevajo posebno podlago)
- povezava z računalnikom:
  - žična
  - brezžična
- število gumbov
  - od enega celo do pet, najpogosteje dva ali trije. Uporabljajo pa se tudi »igralske miške«, ki imajo 10 ali celo več gumbov. Te se predvsem uporabljajo za igrice.

Osnovne aktivnosti pri delu z miško so:

- klik
- dvojni klik
- klik in vlek
- vrtenje kolesca



Slika 14: sestava mehanske miške

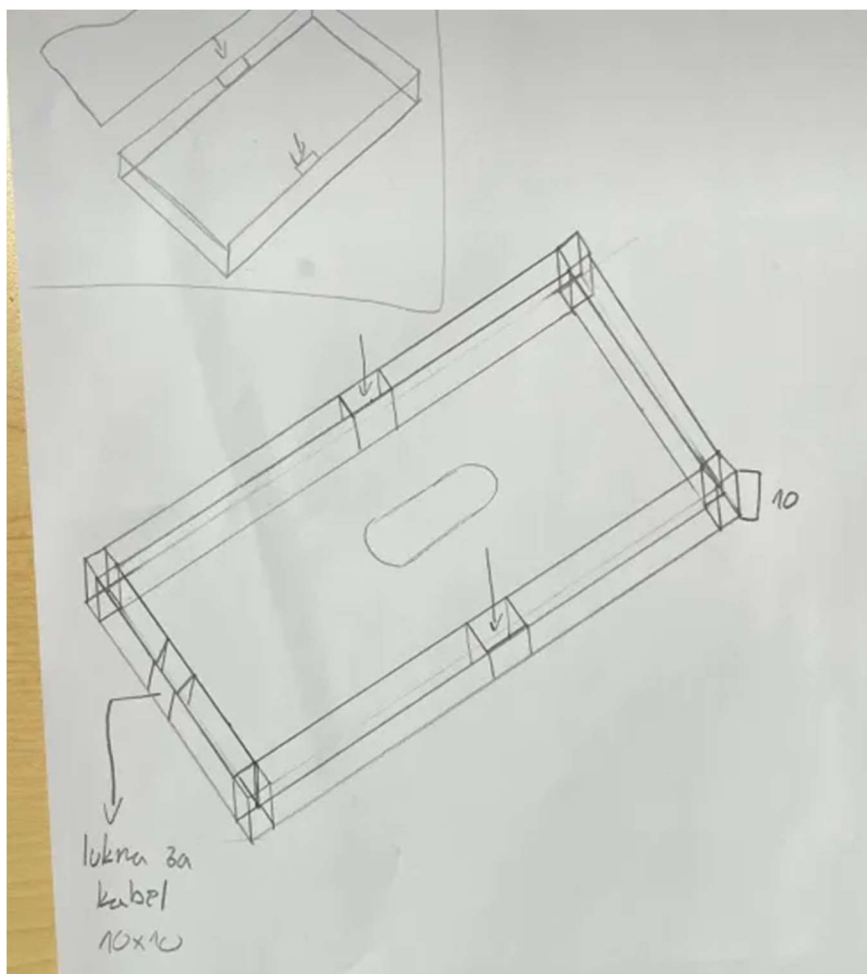
Če gledamo zgornjo sliko:

- 1: Premik miške obrne kroglico.
- 2: Kolesci X in Y sledita kroglici in preneseta gibanje.
- 3: Optični kodirni diski vključujejo svetlobne luknje.
- 4: Skozi diske svetijo infrardeče LED-diode.
- 5: Senzorji preberejo svetlobne pulze in jih pretvorijo v hitrosti X in Y.

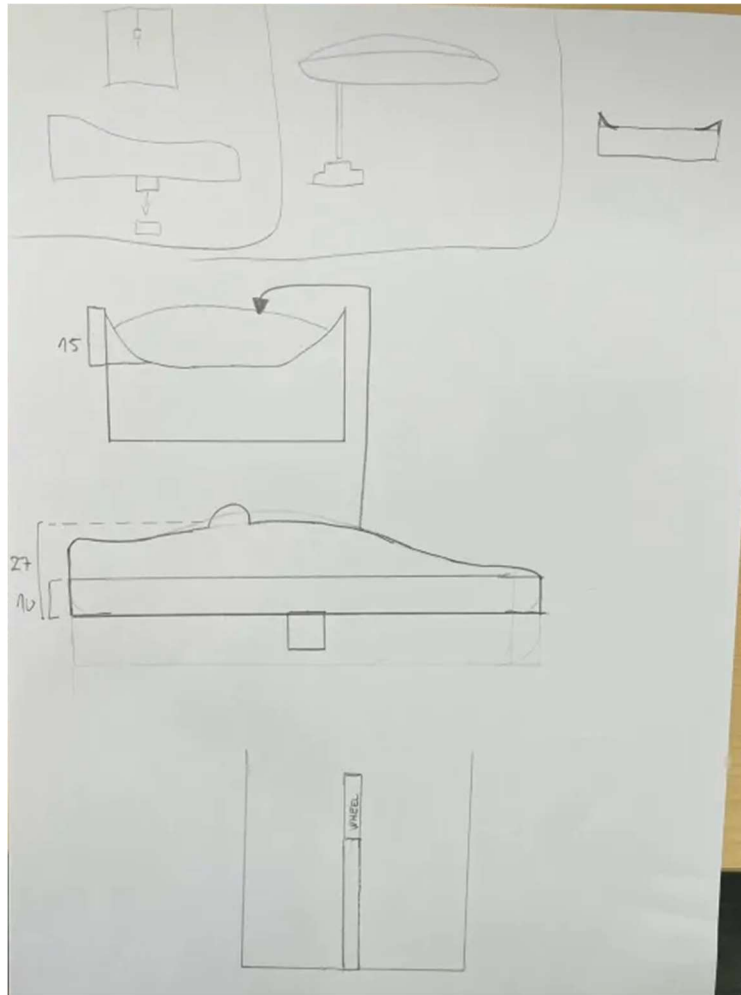
vir: Wikipedija – Računalniška miška [https://sl.wikipedia.org/wiki/Ra%C4%8Dunalni%C5%A1ka\\_mi%C5%A1ka](https://sl.wikipedia.org/wiki/Ra%C4%8Dunalni%C5%A1ka_mi%C5%A1ka)

### 3.2 Načrtovanje rešitve

Pri načrtovanju sem upošteval položaj roke in razporeditev gumbov na klasični miški. Na tej osnovi sem izdelal prvi načrt, ki mi je služil kot osnova za 3D modeliranje.



Slika 15: prvi načrt miške  
(vir: lasten)

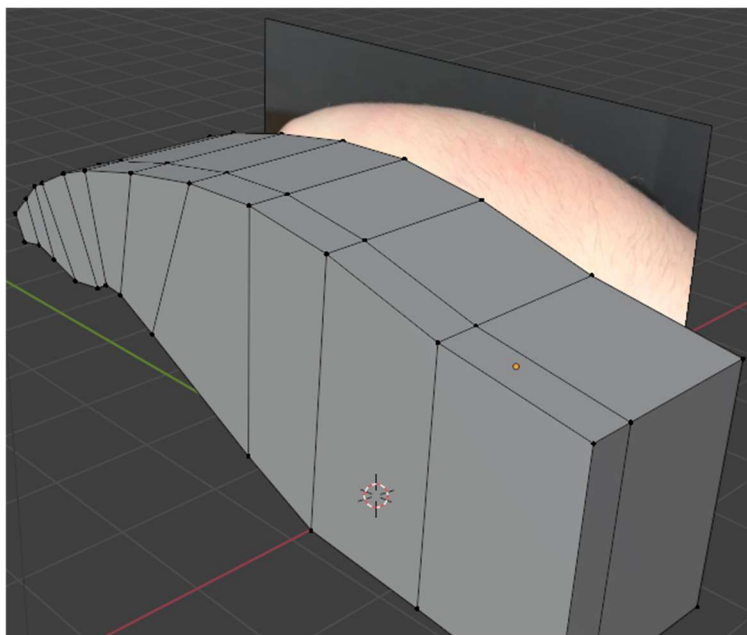


*Slika 16: prvi načrt miške  
(vir: lasten)*

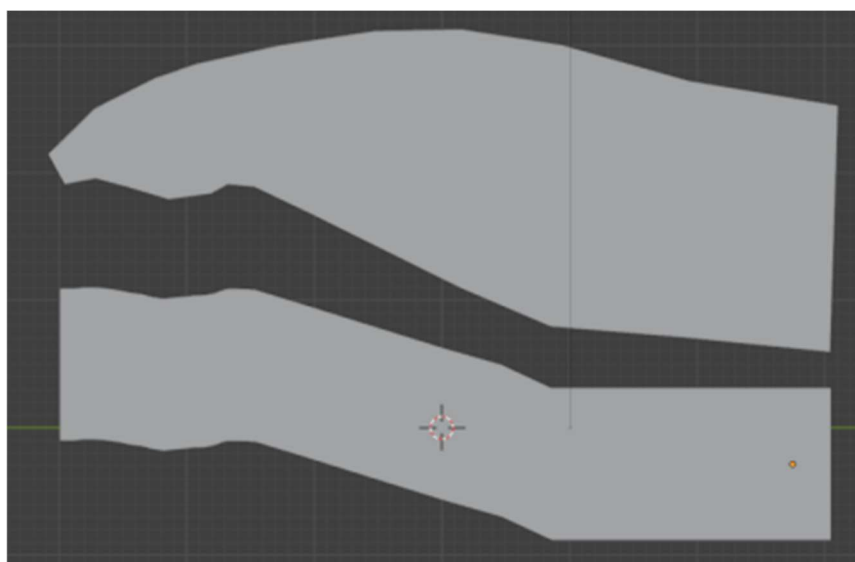
Pri merjenju sem si pomagal z navadnim GEO trikotnikom, mere pa sem zapisoval v milimetrih, saj večina programov, ki omogočajo 3D modeliranje, ustvarja v milimetrih in sem si tako lahko pridobil več časa, saj nisem potreboval pretvarjati mer.

Načrtovanje in merjenje je bilo precej zahtevno, saj sem hotel, da so načrti čim bolj natančni, ker nisem hotel izgubljati časa pri 3D modeliranju, kar pa sem kasneje ugotovil, da je za prvič bolje narediti osnovni načrt kot pa končano verzijo. Pri načrtovanju sem si sproti izmišljeval nove rešitve, zato sem se pri 3D modeliranju tudi večkrat zmotil.

Ko sem bil z načrtom zadovoljen, sem odprl Blender, program za 3D modeliranje. Vanj sem vnesel sliko svoje roke in na podlagi roke naredil prvi 3D model zgornjega dela miške.



*Slika 17: slika roke in prvega 3D modela v programu Blender  
(vir: lasten)*



*Slika 18: slika roke in prvega 3D modela v programu Blender  
(vir: lasten)*

### 3.3 Postopek razvijanja modela

Najprej sem za model potreboval načrt, ki sem ga naredil na list papirja. Poleg načrta sem naredil tudi razne skice, kako bi lahko model izgledal. Načrti so bili natančni, saj je pomembno, da so razdalje med konci modela narejeni točno tako, da se lahko tudi model sestavi. Model sem razvijal v že prej omenjenih programih, Autodesk Fusion in Blender.

Model sem razdelil na dva dela; zgornji del, s katerim pritiskam na gumb, in spodnji del, s katerim se lahko celotna miška premika in v katerem ležijo komponente oz. »možgani« miške.

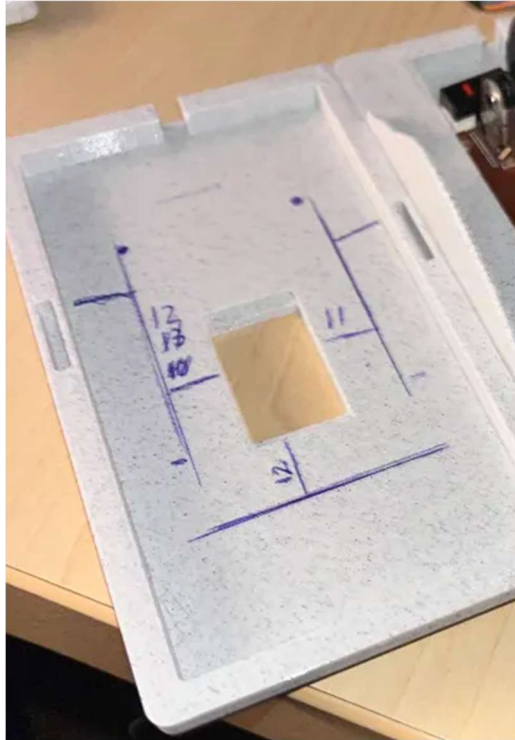


*Slika 19: model razdeljen na dva dela  
(vir: lasten)*

Ko sem v programu Autodesk Fusion naredil model do svojega zadovoljstva, sem nato model izvozil v .stl datoteki in ga uvozil v program UltiMaker Cura, v katerem sem model pripravil na tiskanje.

Ko je bil model pripravljen na tiskanje, sem v programu UltiMaker Cura model izvozil v .gcode datoteki. To datoteko sem nato naložil na internetno aplikacijo OctoPrint, s katero sem se povezal na 3D tiskalnik. Datoteka .gcode je pomembna za tiskanje, saj vsebuje kodo, ki jo program UltiMaker Cura naredi za model, ki pa jo 3D tiskalnik prebere. Na podlagi kode se tako 3D tiskanje začne.

Natisnjen model sem nato vedno testiral, označil, kaj ni v redu, kaj manjka in kaj bi lahko še izboljšal. Veliko je bilo tudi tehničnih izzivov.



*Slika 20: oznake za izboljšave na modelu  
(vir: lasten)*

### 3.4 Tehnični izzivi

Tehničnih izzivov ni bilo veliko, je bil pa en izziv, ki se je velikokrat pojavil. Ko sem delal načrt za model, sem pri meritvah bil površen. Kasneje, ko sem model ustvarjal v programu Autodesk Fusion, sem glavne stvari naredil vse po merah, marsikaj pa sem naredil tudi kar s prosto roko. Zaradi tega sem pozabil, da se pri tiskanju 3D modela, kjer je uporabljena plastika, le ta razteza raztezne. Kar pomeni, če je luknja s premerom 10 milimetrov in krogla z istim 10 milimetrskim premerom, da krogla ne bo šla v luknjo, čeprav bi teoretično morala. Zaradi moje površnosti, sem izgubil kar veliko časa, ki bi ga lahko izkoristil za izboljšave.

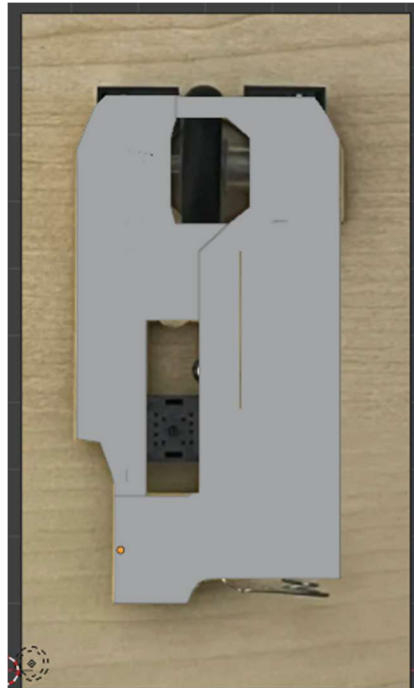
Ta problem sem reševal tako, da sem tiste dele, ki se sestavljajo pri modeliranju, stanjšal. Torej če je bila prvotna širina nog 3 milimetre, sem pri modeliranju naredil širino 2 milimetra ali celo 1,5 milimetra. Širino luknje pa sem malo povečal.

Med iskanjem miške sem tudi dobil idejo, da bi naredil ogrodje za brezžične komponente, vendar sem po nekaj poskusih idejo zavrnil zaradi časovne stiske.

Za iskanje primerne miške sem porabil veliko časa, saj sem želel najti takšno, katere komponente bi ustrezale mojemu 3D modelu. Iskanje popolnoma brezhibne miške, s katero bi lahko opravljal vse naloge, bi zahtevalo veliko časa in finančnih sredstev. Ta problem sem na koncu rešil preprosto – obiskal sem najbližjo kitajsko trgovino in izbral največjo miško po dostopni ceni. Odločil sem se za največjo miško, ker sem predvideval, da večje ohišje pomeni

tudi večje notranje komponente (t. i. strojno opremo), kar bi mi olajšalo delo pri 3D modeliranju.

Vendar se je kasneje izkazalo, da sem s takšno odločitvijo »ustrelil v prazno«, saj nisem natančno vedel, kaj pravzaprav iščem. Zaradi nizke cene sem žrtvoval kakovost in na koncu izbral slabšo miško.

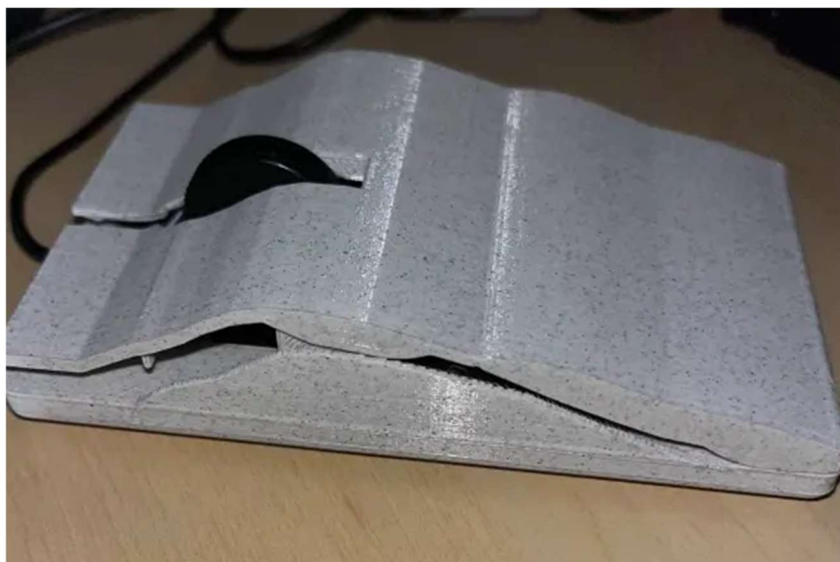


*Slika 21: ideja za model za brezžične komponente v programu Blender  
(vir: lasten)*

### **3.5 Možnosti nadgradnje in izboljšav**

Čeprav mi je nova miška izboljšala uporabniško izkušnjo, je še veliko prostora za izboljšave in možnost nadgradnje.

Ena izmed izboljšav, ki bi jo naredil na modelu, ampak mi zaradi časovne stiske ni uspelo, je postavitev drsnega kolesca. Če bi želel imeti še boljšo uporabniško izkušnjo, bi drsno kolesce postavil bolj proti kablu, da bi lahko kolesce s krnu moje roke lažje premikal.



*Slika 22: 3D model miške  
(vir: lasten)*

Prav tako bi model natisnil na industrijskem 3D tiskalniku, kar bi naredilo model bolj gladek in lažji za sestavljanje.

Nadgradnja miške pa bi bila, da bi trenutne računalniške komponente, ki so slabše, zamenjal z boljšimi. Boljše komponente bi omogočale hitrejši senzor, kar je idealno za hitrejše premike in manjšo telo.



*Slika 23: trenutne komponente miške  
(vir: lasten)*

## 4 TESTIRANJE

Vsak model, ki sem ga natisnil, sem najprej testiral, če komponente lepo ležijo v modelu. Nato sem poskušal model tudi sestaviti. Če se je pri sestavljanju kaj zatikalo, sem to v programu AutodeskFusion tudi popravil in model znova natisnil. Če se je model lepo sestavil, sem ga priklopil v računalnik in testiral delovanje miške, prilagajanje roke itd. .

Ko sem model že skoraj izpopolnil, sem naredil »glavni« test z igranjem igrice.



*Slika 24: testiranje miške  
(vir: lasten)*

Test, z igranjem igrice, mi je pomagal pri odkritju nove težave, kajti senzor miške je imel veliko prostora, kar pa mu je omogočalo, da se je v modelu premikal sem ter tja in onemogočil pravilno delovanje miške.

Problem sem rešil tako, da sem prostor, kjer je senzor ležal, stanjšal, da je prenehal drseti.



*Slika 25: model, kjer senzor lepo leži v novi »posteljici«  
(vir: lasten)*

Za bolj podrobno testiranje sem uporabil program AimLabs, v katerem sem primerjal svojo trenutno miško in svojo prilagojeno miško tako, da sem opravil več različnih testov.

## 4.1 Testi

V programu AimLabs lahko opravimo različne teste, ki nam pomagajo izboljšati našo natančnost oziroma t.i. “accuracy”.

V mojem primeru je za pridobivanje rezultatov ta program zelo uporaben, saj lahko vidim točne rezultate pri obeh miškah in jih tako lahko primerjam. Rezultati pa mi bodo tako pomagali pri potrjevanju hipotez.

Za pridobivanje informacij sem opravil tri različne teste in jih tudi opisal.

### 4.1.1 Prvi test

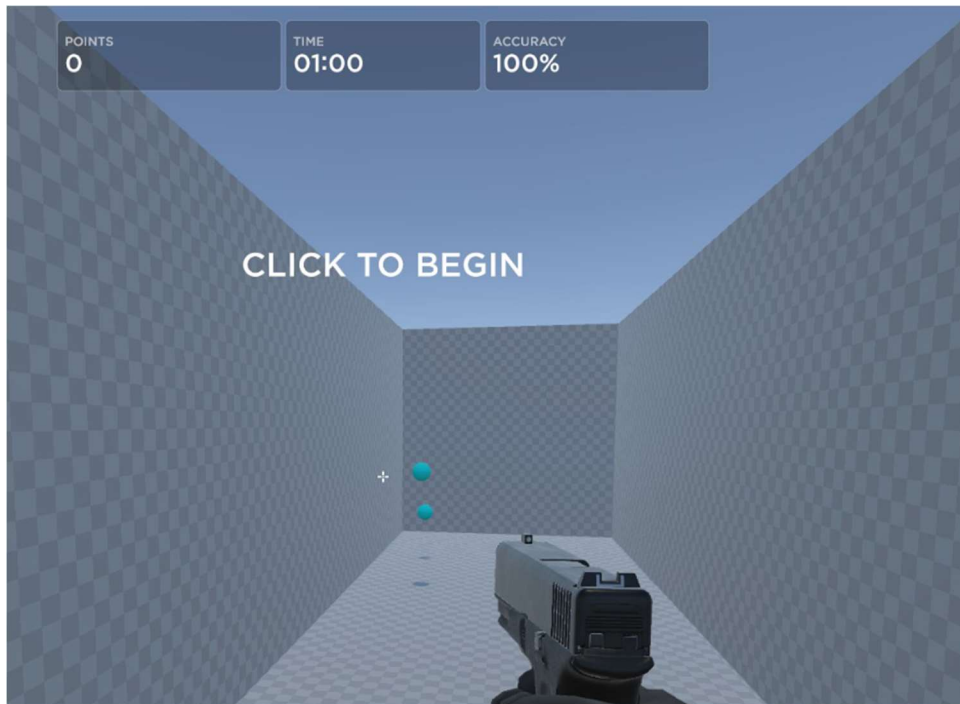
Prvi test je bil preprost. Sestavljen je iz več tarč, ki se premikajo, moja naloga pa je bila, da sem jih v 1 minuti zadel čim več. Na podlagi zadetih tarč, je program beležil število točk pod “points”, čas pod “time” in natančnost pod “accuracy”.

Test se začne s 100 % natančnostjo, vsakič ko tarčo zgrešimo se natančnost zmanjša, ko jo zadenemo, se poveča. Natančnost se v programu AimLabs različno meri glede na test. Vendar lahko za izračun natančnosti, pri vseh treh testih, uporabimo splošno formulo, saj program upošteva isto logiko:

$$\text{Natančnost} = \frac{\text{število zadetkov}}{\text{skupno število poskusov}} \times 100$$

Kar pomeni, če sem npr. naredil 11 strelav, zadel pa 9 tarč, je potem nova natančnost 81.82 %.

Točkovanje pa je kombinacija hitrosti, natančnosti oz. accuracy in doslednosti. To pomeni, da nekdo s 95 % natančnostjo dobi manj točk, ker je počasnejši, kot pa nekdo, ki ima 85 % natančnost in je hitrejši.



*Slika 26: prvi test v programu AimLabs  
(vir: lasten)*

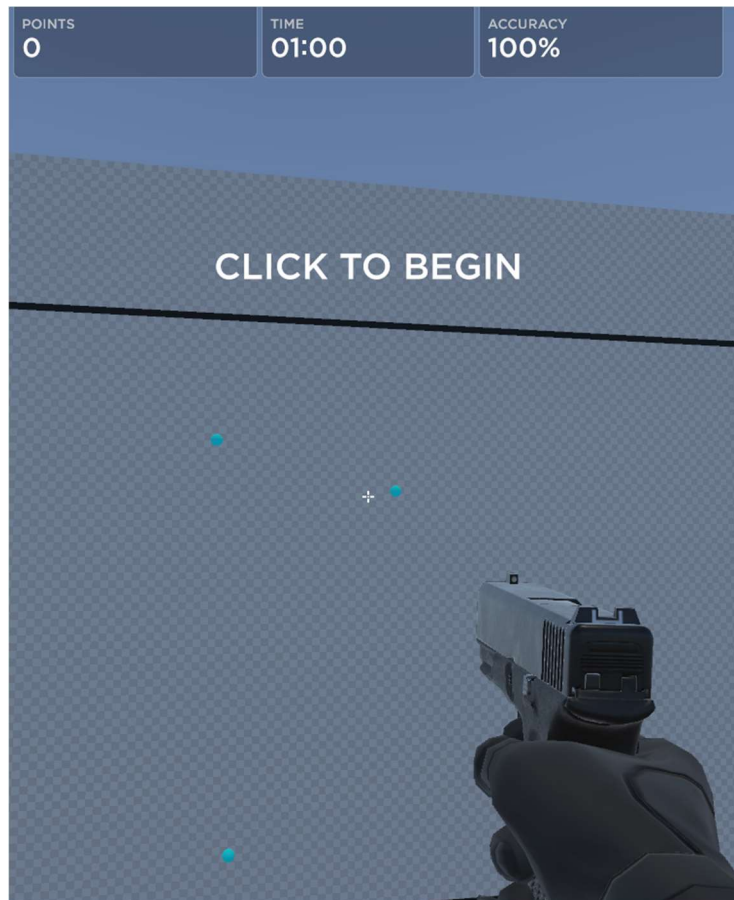
#### **4.1.2 Drugi test**

Drugi test je za razliko lažji od prvega, saj se tarče premaknejo šele, ko jih zadenemo. Tarče so bile na večji razdalji, kar jih posledično naredi težje za zadeti. Pri testu se točke ne beležijo, ker test temelji na natančnosti.

Isto kot v prvemu testu, se natančnost začne s 100 %, tudi izračuna se po isti formuli, kot v prejšnjemu testu.

Čeprav je test na videz popolnoma enak, so tarče, kot sem že omenil, postavljene na večji razdalji. Ta test zato bolj meri, kako natančno lahko uporabnik premakne in nadzoruje miško

na drugo tarčo z določene razdalje, kar je pri FPS-igrah zelo pomembno. To pomeni, da če ima uporabnik pravo miško zase, test lažje opravi.



*Slika 27: drugi test v programu AimLabs  
(vir: lasten)*

### 4.1.3 Tretji test

Tretji test je bil kombinacija prvega in drugega testa. Tarče so se premikale, nekatere so bile blizu, nekatere pa so bile oddaljene. Igralec se je tudi premikal, kar je naredilo test še težje za opraviti. Podobno kot pri prvem testu, so se merile točke in natančnost.

Formuli za točke in natančnost sta bili isti kot v prvemu testu, vendar je bilo te številke bistveno težje obdržati.

Zaradi konstantnega premikanja tarč in igralca, so bili rezultati pri moji prilagojeni miški slabši kot pri prejšnjih testih.



*Slika 28: tretji test v programu AimLabs  
(vir: lasten)*

## 5 RAZPRAVA

Testiranje je pokazalo, da če je miška udobnejša in bolj prilagojena za mojo roko, so rezultati boljši.

Ko sem med testiranjem menjal miško, je bilo udobje bistveno boljše pri prilagojeni, zato so rezultati ponekod tudi slabši pri klasični miški kot pri prilagojeni.

### 5.1 Rezultati testiranja

Rezultati testiranja so bili med obema miškama različni. Pri začetnem preizkusu sem s svojo trenutno klasično miško Razer DeathAdder V2 Pro dosegel 153 točk in 40 % natančnost. S prilagojeno miško sem dosegel 159 točk in 45 % natančnost, kar pomeni 6 točk več in približno 5 % boljšo natančnost. Že ta prvi preizkus je pokazal, da prilagojena miška omogoča nekoliko boljši nadzor in večjo preciznost.

V nadaljevanju sem izvedel še več meritev – dva testa s prilagojeno in dva testa s klasično miško. Program je rezultate prikazal v obliki grafov, kjer je pod »score« prikazano število doseženih točk, pod »accuracy« pa odstotek natančnosti. Te rezultate sem nato zapisal v Excel tabelo.

Prvi prvemu testu je iz tabele je razvidno, da sta si miški pri številu točk razmeroma blizu, vendar ima klasična miška nekoliko višje povprečje pri doseženih točkah. Po drugi strani pa prilagojena miška dosega višji odstotek natančnosti.

To pomeni, da je bila klasična miška v tem testu nekoliko hitrejša, medtem ko je bila prilagojena miška bolj natančna. Razlika sicer ni velika, vendar nakazuje različne prednosti obeh naprav.

*Tabela 1: rezultati testiranja - prvi test  
(vir: lasten)*

| Rezultati – Test 1       |       |              |
|--------------------------|-------|--------------|
| <b>Prilagojena miška</b> |       |              |
| Meritev                  | Score | Accuracy (%) |
| Meritev 1                | 168   | 45,5         |
| Meritev 2                | 112   | 31,7         |
| Povprečje                | 140   | 38,6         |
| <b>Klasična miška</b>    |       |              |
| Meritev                  | Score | Accuracy (%) |
| Meritev 1                | 138   | 33,3         |
| Meritev 2                | 163   | 36,5         |
| Povprečje                | 150,5 | 34,9         |

Pri drugem testu je bila ključnega pomena predvsem natančnost. V tem primeru je prilagojena miška dosegla višji odstotek natančnosti kot klasična. Razlika med njima je bolj opazna kot pri prvem testu.

To potrjuje, da prilagojena miška omogoča boljši nadzor in stabilnost pri ciljanju, kar se kaže v višjem odstotku pravih zadetkov.

Tabela 2: rezultati testiranja - drugi test  
(vir: lasten)

| <b>Rezultati – Test 2</b> |       |              |
|---------------------------|-------|--------------|
| <b>Prilagojena miška</b>  |       |              |
| Meritev                   | Score | Accuracy (%) |
| Meritev 1                 |       | 85           |
| Meritev 2                 |       | 81,8         |
| <b>Povprečje</b>          |       | <b>83,4</b>  |
| <b>Klasična miška</b>     |       |              |
| Meritev                   | Score | Accuracy (%) |
| Meritev 1                 |       | 81           |
| Meritev 2                 |       | 79,7         |
| <b>Povprečje</b>          |       | <b>80,35</b> |

Pri tretjem testu je razlika najbolj opazna. Klasična miška je dosegla bistveno večje število točk in tudi višjo natančnost kot prilagojena miška.

Rezultati kažejo, da je klasična miška pri zahtevnejših ali hitrejših nalogah učinkovitejša, saj omogoča hitrejša premike in boljše skupne rezultate.

Tabela 3: rezultati testiranja - tretji test  
(vir: lasten)

| <b>Rezultati – Test 3</b> |              |              |
|---------------------------|--------------|--------------|
| <b>Prilagojena miška</b>  |              |              |
| Meritev                   | Score        | Accuracy (%) |
| Meritev 1                 | 23560        | 11,7         |
| Meritev 2                 | 28720        | 14,2         |
| <b>Povprečje</b>          | <b>26140</b> | <b>12,95</b> |
| <b>Klasična miška</b>     |              |              |
| Meritev                   | Score        | Accuracy (%) |
| Meritev 1                 | 30750        | 18,1         |
| Meritev 2                 | 37550        | 20,5         |
| <b>Povprečje</b>          | <b>34150</b> | <b>19,3</b>  |

## 5.2 Končna ugotovitev

Na podlagi vseh treh testov, imata miški različne prednosti:

- Prilagojena miška je boljša pri natančnosti, kar se je pokazalo predvsem v prvem in drugem testu.
- Klasična miška je dosegla višje rezultate pri številu točk in je bila posebej uspešna v tretjem testu.

Če upoštevamo vse teste skupaj, ima klasična miška rahlo prednost pri splošni zmogljivosti, saj v zahtevnejšem testu dosega občutno boljše rezultate.

## 5.3 Hipoteze

Prva hipoteza "Prilagojena miška bo bolj prijetna za uporabo, roka pa bo manj utrujena" je potrjena, uporabniška izkušnja je bila boljša, roka pa ni bila tako utrujena.

Druga hipoteza "Prilagojena miška bo izboljšala učinkovitost pri video igrinah" je delno potrjena. Če gledamo rezultate testiranja, je učinkovitost zelo podobna klasični miški, ne bi se pa strinjal, da ravno izboljša učinkovitost pri video igrinah. Kot sem že večkrat omenil, bi za boljše rezultate in na sploh za boljšo miško potreboval boljše komponente, ki pa so dražji. Zato je hipoteza delno potrjena in ne zavrnjena.

## 5.4 Predstavitev končnega izdelka

Končni model je sestavljen iz dveh delov; zgornji in spodnji del. V središču se nahajajo komponente, s katerim upravljam miško. Na model sem dodal tudi snemljivi pasek na ježka, s katerim lahko miško tudi dvignem, kar je razvidno pri 24. sliki na 24. strani.

Zadnji del miške je odebeljen, saj tako roka leži »višje«, kar omogoča še bolj udobno uporabniško izkušnjo.



Slika 29: končni model  
(vir: lasten)



*Slika 30: končni model s pasom  
(vir: lasten)*

## **6 ZAKLJUČEK**

Moja raziskava je pokazala, da je mogoče z dobro idejo, premišljenim načrtom in ustreznim znanjem izdelati preprosto računalniško miško, ki je prilagojena uporabniku. S pomočjo 3D modeliranja in tiskanja sem dokazal, da je mogoče razviti funkcionalen prototip, ki izboljša uporabniško izkušnjo in upošteva določene potrebe uporabnika.

Pri nadaljnjem razvoju bi potreboval natančnejši in zmogljivejši 3D tiskalnik, ki bi omogočal bolj gladko površino in večjo natančnost izdelka.

Pri izdelavi raziskovalne naloge sem pridobil veliko novega znanja in praktičnih izkušenj. Podrobneje sem se naučil uporabljati 3D tiskalnik, pripravljati modele za tiskanje ter uporabljati programe za 3D modeliranje, kot sta Blender in Autodesk Fusion.

## **7 ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem svojim mentorjema za vso strokovno pomoč, usmerjanje, potrpežljivost in ideje, ki so mi pomagale pri načrtovanju, razvoju in uspešni izvedbi tega projekta. Brez njune pomoči naloge ne bi mogel dokončati na takšen način.

Posebna zahvala gre tudi lektorju, ki je poskrbel za jezikovno preglednost, jasnost in razumljivost besedila.

Rad bi se zahvalil tudi svojemu bratu, ki mi je pomagal pri 3D tiskanju, pripravi modelov in upravljanju s 3D tiskalnikom. Njegova pomoč pri tehničnih izzivih in testiranju modelov je bila v veliko pomoč.

Zahvaljujem se tudi celotni družini in prijateljem, ki so me med nastajanjem naloge spodbujali, podpirali in mi stali ob strani.

## 8 VIRI IN LITERATURA

- <https://help.autodesk.com/view/PLM/ENU/>
- <https://www.wikipedia.org/>