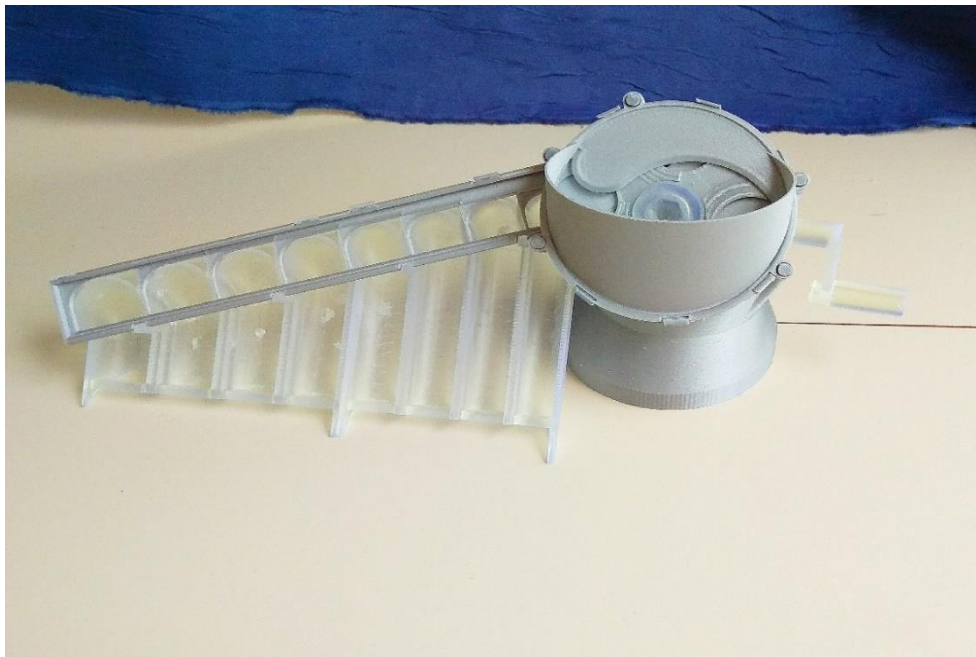


Osnovna šola Hudinja  
Mariborska cesta 125. Celje

RAZISKOVALNA NALOGA  
**PREŠTEVALNIK DENARJA**



**Avtorji:**

Timotej Belina, 9.b

Simon Sovič, 9.b

Zala Vrečko, 9.b

**ŠIFRA:** MONEYCOUNT

**Mentor:**

Uroš Kalar

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2017/18

## Vsebina

POVZETEK .....	3
1.UVOD .....	4
1.1 NAMEN IN CILJ RAZISKOVALNE NALOGE.....	4
1 . 2 HIPOTEZE.....	4
1.3 OBLIKE IN METODE DELA.....	4
2. RAZISKOVALNE METODE .....	5
2.1 DELO S PISNIMI VIRI.....	5
2.2. PRAKTIČNO DELO.....	5
3. TEORETIČNI DEL.....	6
3.1 PROFESIONALNI SORTIRNIKI.....	6
RAZVRŠČEVALEC KOVANECV ZZap CS10 .....	6
ŠTEVEC KOVANECV ZZap CC10.....	6
RAZVRŠČEVALEC IN ŠTEVEC KOVANECV ZZap CS30.....	7
3.2. TABELA O KOVANCIH .....	8
4. PRAKTIČNI DEL.....	9
4.1 RISANJE SKIC IN NAČRTOVANJE.....	9
4.2 IZDELOVANJE PROTOTIPOV .....	9
4.3 SESTAVLJANJE KONČNEGA IZDELKA .....	12
6.DISKUSIJA .....	16
7. ZAKLJUČEK.....	17
8.VIRI .....	18

## **POVZETEK**

Končni izdelek te raziskovalne naloge je naprava, v katero stresemo kovance, naprava pa jih sama razvrsti po vrednostih in prešteje vrednost kovancev, ki smo jih stresli v napravo. Začeli smo tako, da smo na internetu našli nekaj načinov razvrščevanja kovancev, ki smo jih preizkusili z izdelavo prototipov. Začeli smo s preprostim kartonastim prototipom, ki smo ga zaradi natančnosti nadgradili v lesen prototip, izrezan z laserjem, podajalnik smo izdelali v obliki vibracijske ploščadi. Hoteli smo preizkusiti še podajalnik, ki se vrti, zato smo izdelali še en prototip, ki je bil gnan ročno, slednjega pa nadgradili z motorizacijo. Do končnega izdelka smo prišli z nadgradnjo četrtega prototipa tako, da smo vanj vgradili še senzorje in zaslonček, ki prikazuje skupno vrednost vseh razvrščenih kovancev. Naš cilj je bil tudi, da razvrščevalnik naredimo čim cenejši in prenosni, kar nam je na koncu tudi uspelo.

## 1. UVOD

Idejo za to raziskovalno nalogo smo dobili, ko je Zala septembra ob opisovanju svojih počitniških dogodivščin večkrat omenila, koliko kovancev se ji je nabralo, ker ni nikoli imela s sabo primerne denarnice ali obleke, da bi jih lahko nosila s sabo in jih je zato puščala doma in odlagala na kup. Ko je bilo potrebno kovanice prešteti, da bi jih lahko zamenjala, pa je seveda ob zavedanju, da je tudi to denar, kljub vsemu dobila občutek, da izgublja dragocen čas, ki bi lahko porabila za druženje s prijateljicami. Ker pri štetju seveda ni bila z mislimi, se je velikokrat zmotila in je zato postopek štetja trajal veliko več časa, kot je bilo potrebno. Zgodba, v kateri bi se lahko prepoznal še marsikdo drug, je bila dober razlog, samo si zadali izziv – izdelati napravo za razvrščanje in štetje kovancev. Svojo zamisel, smo delili z mentorjem, ta pa nam je pomagal z nasveti, kako se naloge lotiti.

### 1.1 NAMEN IN CILJ RAZISKOVALNE NALOGE

Kot smo že v uvodu omenili je bil glavni namen raziskovalne naloge izdelati stroj, ki bi razvrščal kovanice, da bi jih mi lažje prešteli, ker pa seveda nam ni to zadoščalo smo si želeli ta strojček nadgraditi tako, da bi denar poleg sortiranja tudi preštel.

Zastavili smo si naslednje cilje:

1. Stroj bo razvrstil kovanice po vrednosti.
2. Stroj bo določil vrednost razvrščenih kovancev.
3. Stroj bo lahek, kompakten in preprost za uporabo.

### 1.2 HIPOTEZE

Ko smo si postavili cilje smo se pogovorili z mentorjem. Skupaj smo oblikovali hipoteze, s katerimi smo opisali naša pričakovanja glede stroja:

- Razvrščevalnik je mogoče izdelati za manj kot 20 evrov.
- Zanesljivost delovanja bo vsaj 95%.
- Razvrščevalnik bo preštel denar vsaj dvakrat hitreje, kot bi ga lahko preštel povprečen najstnik.
- Razvrščevalnik si lahko vsak izdelava sam.
- Razvrščevalnik bo razvrščal kovanice po njihovi vrednosti.

### 1.3 OBLIKE IN METODE DELA

Raziskovanja smo se lotili sistematično, kot nam je svetoval mentor. Najprej smo na spletu poiskali obstoječe rešitve, proučili smo jih in skušali najti skupne točke. Najprej smo proučili profesionalne stroje, ki so seveda tehnološko za nas veliko prezahtevni, zanimalo pa nas je, kako delujejo. Nato smo poiskali nekaj rešitev, ki so nam bolj dostopne – doma narejeni strojčki za

sortiranje in jih skušali sami izdelati. Takoj smo ugotovili, da preden se lotimo izdelave prototipov, moramo proučiti še lastnosti evro kovancev. Izdelali smo štiri prototipe.

## **2. RAZISKOVALNE METODE**

### *2.1 DELO S PISNIMI VIRI*

Pisne vire smo poiskali na spletu. Poiskali smo tehnične podatke o napravah, ki so nas zanimale ter podatke o kovancih, ki bi nam koristili pri izdelavi naprave.

### *2.2. PRAKTIČNO DELO*

Po proučevanju naprav in iskanju rešitve, ki bi ustrezala našim ciljem, samo izdelali prototipe, s katerimi smo želeli v največji meri zastavljene cilje uresničevati. Pri praktičnem delu nam je bil pri oskrbi z materiali in praktičnimi nasveti v veliko pomoč mentor.

### 3. TEORETIČNI DEL

#### 3.1 PROFESIONALNI SORTIRNIKI

##### RAZVRŠČEVALEC KOVANCEV ZZap CS10

Razvrščevalec kovancev ZZap CS10 kovance samostojno razvrsti v posamične cevke, kjer jih moramo ročno prešteti. Štetje nam olajšajo črtice, ki prikazujejo, koliko kovancev je v cevki. Stroj je zložljiv, zato ga lahko vsamemo s sabo na potovanja. Primeren je za majhne količine kovancev, saj v cevkah ni ogromno prostora. Ker opravlja samo eno nalogo je počasen in zato cenejši v primerjavi z ostalimi (90,62€), vendar vseeno hitrejši od štetja na roke.

Hitrost razvrščanja: 144 kovancev / minuto

Prednosti:

- Stroj je prenosen

Slabosti:

- Kovance moramo ročno prešteti
- Cevke nimajo prostora za velike količine kovancev



##### ŠTEVEC KOVANCEV ZZap CC10

Števec kovancev ZZap CC10 lahko hkrati šteje samo kovance z isto vrednostjo. Uporabnik mora to vrednost sam vnesti. Takšni razvrščevalci kovancev bi bili primerni za ustanove, kjer se ukvarjajo z velikimi količinami kovancev iste vrednosti. Stroj je odličen za štetje že razvrščenih kovancev. Zasnovan je za velike količine kovancev. Stroj je zelo hiter in zaradi tega tudi drag, saj stane kar 554,84€.

Hitrost štetja: 2300 kovancev / minuto

Prednosti:

- Odličen za uporabo na krajih, kjer imamo opravka z velikimi količinami kovancev
- Je zelo hiter

Slabosti:

- Stroj lahko naenkrat šteje le kovance istih vrednosti



- Kovance moramo prej razvrstiti sami ali pa za to potrebujemo še en stroj

### **RAZVRŠČEVALEC IN ŠTEVEC KOVANECV ZZap CS30**

Stroji, kot je ZZap CS30 kovance razvrščajo in hkrati na zaslonu prikazujejo skupno vrednost. Ta verzija nam lahko pove tudi, kolikšna je skupna vrednost vsake apoene ter število kovancev v vsake vrednosti. Stroj je veliko počasnejši od modela CC10, res pa je da opravlja dve nalogi hkrati. Cena je 237,81€.

Hitrost razvrščanja: 300 kovancev / minuto

Prednosti:




- Hkrati razvršča in šteje kovance
- Podatke lahko prikazuje na različne načine

Slabosti:

Majhna odprtina za kovance



### 3.2. TABELA O KOVANCIH

VREDNOST	SLIKA	BARVA	PREMER (mm)	DEBELINA	MASA (g)	KEMIJSKA SESTAVA
0,01€		bronasta	16,25	1,67	2,30	Jeklo oblačeno z bakrom
0,02€		Bronasta	18,75	1,67	3,06	Jeklo oblačeno z bakrom
0,05€		Bronasta	21,5	1,67	3,92	Jeklo oblačeno z bakrom
0,10€		Zlata	19,75	1,93	4,10	Nordisko zlato
0,20€		Zlata	22,25	2,14	5,74	Nordisko zlato
0,50€		Zlata	24,25	2,38	7,80	Nordisko zlato
1,00€		Srebrna. Zlata	23,25	2,33	7,50	ZUNANJI DEL : nikelj,medeni na NOTRANJI DEL: baker, nikelj
2,00€		Zlata, srebrna	25,75	2,20	8,50	ZUNANJI DEL: baker, nikelj NOTRANJI DEL :nikelj,medeni na



## 4. PRAKTIČNI DEL

### 4.1 RISANJE SKIC IN NAČRTOVANJE

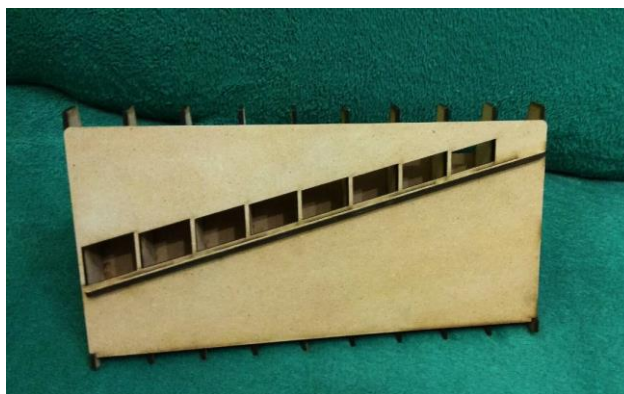
Ko smo vedeli, kaj približno želimo izdelati, smo načrtovali izdelavo. Razdelili smo si delo, razmislili, katere materiale in koliko le-teh potrebujemo in se lotili dela. Pripravili smo si nekaj skic, da smo si lažje predstavljali, kako naj bi naš izdelek izgledal.

### 4.2 IZDELOVANJE PROTOTIPOV

Prvi razvrščevalca je bil sestavljen iz ploščadi, ki se z vklopom stikala začela tresti. Iz te ploščadi so kovanci padali na razvrščevalno desko. Na robu smo izrezali luknje za kovance. Med raziskovalnim delom smo v praksi ugotovili, da so razlike med kovanci izredno majhne. Z olfa nožem je težko izrezati tako natančno, zato se kovanci, niso pravilno razvrščali. To je prva slabost razvrščevalca. Druga slabost tega razvrščevalca je, ko je vključena vibracija se ne trese le ploščad, temveč tudi cela škatla, kar je zelo nerodno, saj jo premika tako, da se je večkrat prevrnila. Ena izmed prednosti je seveda praktičnost, saj je vse skupaj škatla s stikalom in odprtino za kovance. Z vidika kompaktnosti in enostavnosti izdelave je ta model ustrezal našim ciljem, morali pa bi urediti natančnost sortiranja. Pri izdelovanju izdelka smo uporabili ravnila ter kotnike za merjenje. Vse skupaj smo razrezali z olfa noži. Robove smo lepili z vročim lepilom.

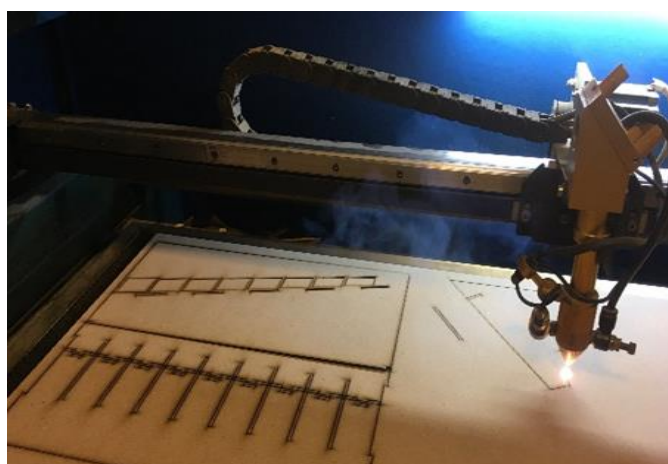


Slika 4.1: Razvrščevalnik narejen iz kartona.

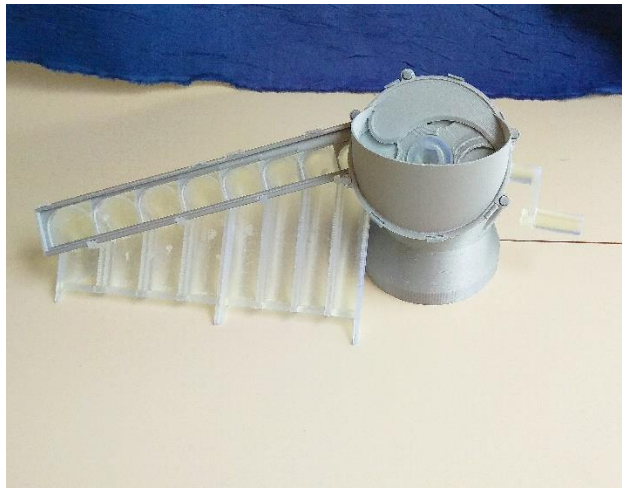


Slika 4.2: Lesen razvrščevalnik.

Pri izdelavi drugega prototipa smo se osredotočili na glavno pomanjkljivost prvega. Posebno pozornost smo namenili velikosti odprtin, da so se kovanci pravilno razvrščali. Zaradi izjemne natančnosti rezanja nam je mentor uredil laserski razrez materiala, uporabili pa smo MDF ploščo. Mentor nam je pomagal pri računalniškem izrisu modela idejo za model pa smo našli na spletu. Za laserski razrez smo potrebovali risbo v vektorski obliki. Ko je bil material razrezan smo ga z lahkoto sestavili. Velika prednost te naprave je 99% natančnost razvrščanja kovancev, atraktivno je, da lahko kovanice vidimo, kako se sortirajo, slabost pa, da nima podajalnika. Pred sestavljanjem te naprave smo vse dele obrusili z brusnim papirjem, posebno pozornost smo namenili delom, po katerih drsijo kovanci, saj je bilo pri lažjih kovancih ključnega pomena, da so kovanci oddrseli do načrtovane odprtine.



Slika 4.3: Laserski razrez vlaknenih plošč.



Slika 4. 4: Razvrščevalnik izdelan s tehnologijo 3D tiskanja.

Med iskanjem novih in drugačnih rešitev smo naleteli tudi na ta model. Mentor nam je pri podjetju SC kompoziti iz Slovenskih Konjic uspel urediti sponzorsko tiskanje modela. Ta natisnjen model sortirnika je izredno natančen. Izdelan je iz umetne mase PLA plastike (siv del) in PLA smole (prosojni del). Način tiskanja se za vsak material razlikuje. PLA plastila se tiska s pomočjo klasičnega 3D tiskalnika, ki nanaša sloj po sloj kot bi risal in tako gradi model. Prosojni del je tiskan s pomočjo novejšega tiskalnika, ki s pomočjo tankega UV žarka zatrdi smolo. Prednost slednjega je, da je tisk mnogo odpornejši kvaliteta tiska pa mnogo večja. Prednost tega sortirnika je izjemna natančnost. Hitrost razvrščanja se prilagaja s hitrostjo vrtenja ročice. Pri tem modelu robotizacija ni bila potrebna saj so ob strani tulcev zareze, s pomočjo katerih lahko hitro ugotovimo koliko kovancev je v stolpcu. S črticami so označene višine, pri katerih stolpec doseže vrednost enega evra.

Četrty razvrščevalnik smo naredili, ker prejšnji ni imel avtomatskega podajalnika. Na spletu smo našli posnetek, naprave, ki je bila po načinu delovanja podobna prejšnji, razlika pa je bila v tem, da je bil podajalnik motoriziran in je za vrtenje podajalnega bobna skrbel motor. Tudi ta model smo natisnili s tehniko 3D tiskanja. Zaradi napak pri tiskanju, smo ga morali nekoliko obrusiti in nekatere dele nekoliko preoblikovati. Ko smo sestavne dele dokončno obdelali, smo napravo sestavili in nanj priklopili motor. Za motoriziranje smo uporabili servo motor, ki smo ga predelali tako, da se je lahko neskončno vrtel. Ta model, se je prav tako kot prejšnji (na ročni pogon) izkazal za izjemno uspešnega in praktičnega. Pokazala pa se je pomanjkljivost, saj so se v podajalnem bobnu manjši (tanjši) kovanci občasno zatikali, zato je bila ves čas potrebna prisotnost med razvrščanjem kovancev. Slabost obeh modelov je ta, da je izdelava brez 3D tiskalnika izjemno zahtevna, še posebej če želimo doseči enako natančnost delovanja. Prav tako pa je sestavljen model dokaj občutljiv na prenašanje in razne zunanje vplive.



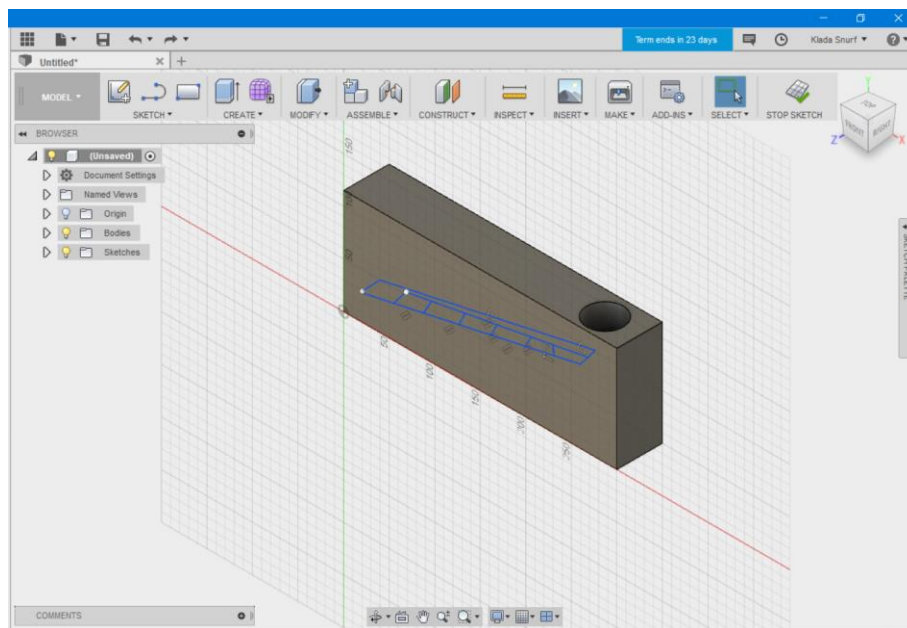
Slika 4. 5: Motoriziran model 3D tiskanega razvrščevalnika.

#### 4.3 SESTAVLJANJE KONČNEGA IZDELKA

Končni izdelek smo najprej, izrisali na računalniškem programu Fusion 360. Za nastanek našega končnega izdelka smo želeli združiti vse štiri razvrščevalce oz. najboljše od vsakega. Uporabili smo ogrodje od kartonastega prototipa. Oblika je bila glede na naše cilje najbolj primerna za naš končni izdelek. Ogrodje smo za razliko od prvega prototipa, glede na pozitivno izkušnjo izdelali iz vlaknenih plošč. Glede na test, ki smo ga opravili (drugi razvrščevalec) in dobre rezultate, smo se odločili za laserski razrez in podoben sistem drstnega dela, kot je bil pri drugem razvrščevalniku. Laserski razrez med drugim zagotovi, da bodo odprtine velike natanko toliko kot morajo biti, da se kovanci primerno razvrščajo. Velikostne razlike med kovanci so namreč izjemno majhne in najmanjša napaka pri ročnem izrezovanju odprtin lahko privede do tega, da se kovanci ne razvrščajo pravilno. Tretji prototip je imel zbiralni del razvrščenih kovancev oblikovan tako, da so se kovanci zbirali v stolpce, kar se nam je zdelo izjemno uporabno in smo to implementirali tudi v končni model. Pri zadnjem četrtem razvrščevalcu smo uporabili podajalnik na vrteči se disk, saj se je ta izkazal za zelo zanesljivega, hkrati pa je rešitev preprosto izvedljiva. Ko smo si zamislili končno obliko, smo pričeli s skiciranjem, poizkusili pa smo se tudi v 3D izrisu s pomočjo programskega orodja Fusion 360.



Slika 4.6: Logotip programa.

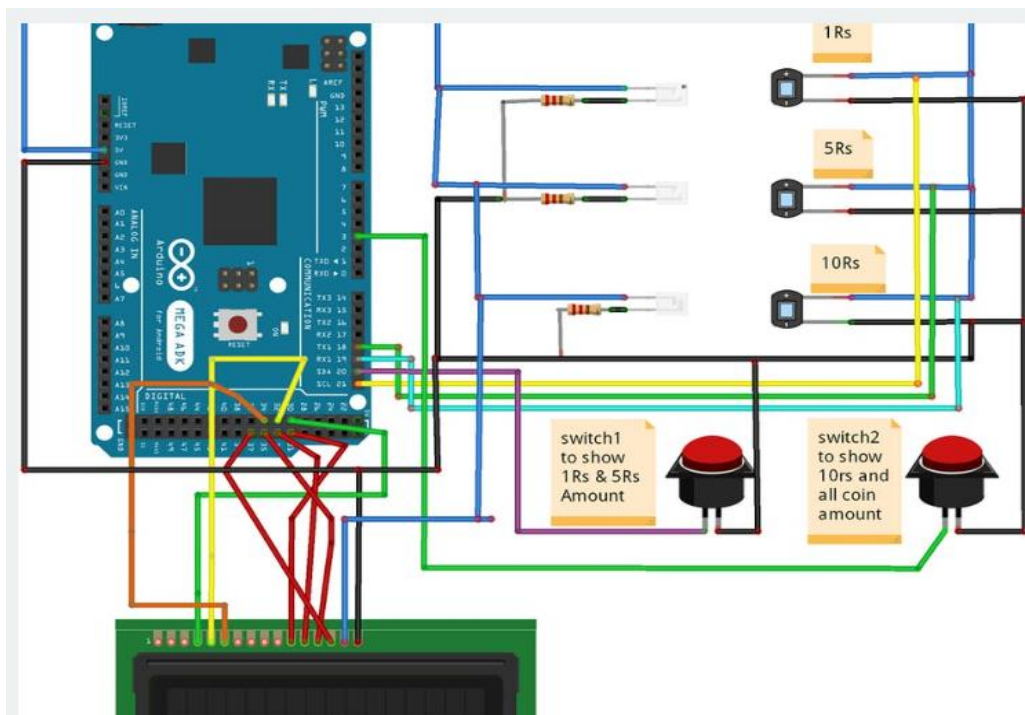


Slika 4. 7: Prve skice v programu Fusion 360.

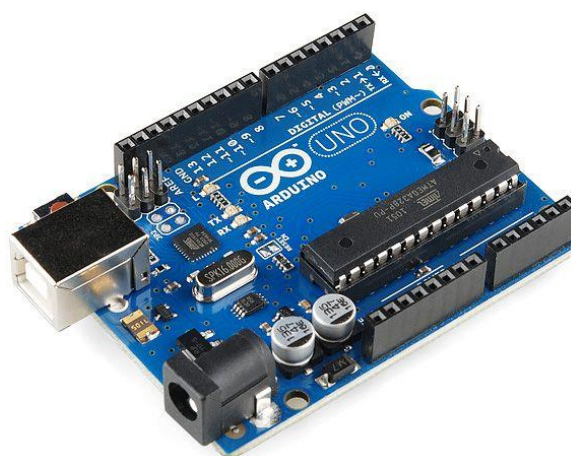
Ko smo vse narisali, smo skice predali mentorju ta nam jih je popravil ter izdelek poslal v razrez in tisk.

Ko smo imeli vse sestavne dele, smo izdelek sestavili in se odločili, da bomo poizkusili napravo opremiti tudi z elektroniko, ki bo avtomatsko preštela vrednost kovancev. Po kratkem posvetu z mentorjem, smo se odločili, da bomo v ta namen uporabili vmesnik arduino, LED in fotoupore. Ciljali smo na to, da bi LED in fotoupore postavili tako, da bi kovanec med padanjem prekinil snop svetlobe (LED bi svetila na fotoupore), vmesnik Arduino pa bi ta dogodek zabeležil. Postavili bi 8 takšnih parov, za vsako vrednost posebej, tako kot se kovanci sortirajo. Vsakemu paru bi nato v programu določili vrednost (vrednost kovanca), program pa bi potem sestavili tako, da bi beležil dogodke in sešteval vrednosti, ki jih dogodki predstavljajo. Na LCD prikazovalniku bi se izpirala končna vrednost vseh razvrščenih kovancev.

Najprej smo sestavili poizkusni par na testni plošči in preizkusili, ali uspemo zabeležiti dogodek. Pri programiranju smo si pomagali s programom, ki smo ga našli na spletu. Preuredili smo ga tako, da je ustrezal našim pogojem (postavitev parov LED – fotoupore in vrednosti kovancev na posameznih mestih).



Slika 4. 8 : Prikaz vezav elektronskih komponent z vmesnikom Arduino.



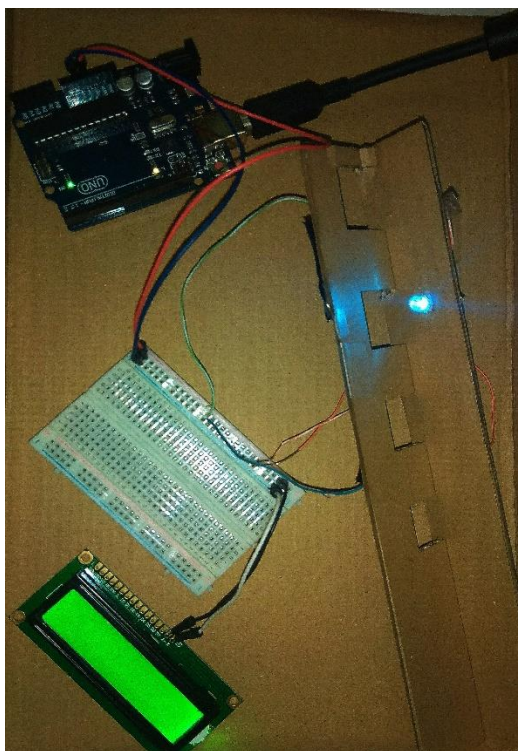
Slika 4. 9: Arduino uno.



Slika 4. 10: fotoupor



Slika 4. 11: LED



Slika 4. 12: Poizkusna vezava komponent.

V času oddajanja pisnega dela raziskovalne naloge, nam ni uspelo sestaviti končne oblike razvrščevalnika z vsemi elektronskimi komponentami.

## 6.DISKUSIJA

Pri tej raziskovalni nalogi smo spoznali in raziskali mnogo zanimivega. Spoznali smo kako delujejo razvrščevalniki denarja. Se poizkusili v izdelovanju enostavnih modelov, kar nam je predstavljalo kar precejšen tehnični problem, ampak smo ga uspeli razrešiti.

Uspeli smo izdelati razvrščevalnik za manj kot 20 evrov ter tako potrdili prvo hipotezo. Samo ogrodje ni bil tak cenovni zalogaj, saj smo porabili za približno 2 € vlaknene plošče, elektronske komponente pa so nas stale :

- LED – diode 0,10 €,
- fotoupori 0,13 €,
- LCD 5 €,
- Arduino uno 4,5 €
- Ostali drobni material približno 2 €.

Končne naprave nismo uspeli testirati, preizkusili, pa smo posamezne komponente in komunikacijo z vmesnikom. Ker izdelka pred oddajo teoretičnega dela nismo uspeli dokončati, tudi nismo uspeli meriti hitrosti razvrščanja in preštevanja vrednosti kovancev, tako da hipoteze, da bo naprava preštevala kovance hitreje kot povprečen najstnik, nismo uspeli potrditi.

Zanesljivost delovanja je bila že pri predhodnih modelih več kot 95% (prototip 3 in prototip 4), zato sklepamo, da bomo uspeli tudi končni izdelek izdelati tako natančno, da bo njegovo delovanje več kot 95%, hkrati pa te hipoteze še ne moremo potrditi. Razvrščevalnik uspešno razvršča kovance po njihovi vrednosti, s tem lahko potrdimo 5. hipotezo.

Za izdelavo takšnega razvrščevalnika je potrebnih kar nekaj znanj in spretnosti, za zanesljivo delovanje pa se uporabi naprednejših tehničnih postopkov ne moremo izogniti. Za zanesljivo delovanje je vsaj po naših izkušnjah potrebna strojna obdelava gradiv (laserski razrez vlaknenih plošč), ostale komponente (razen elektronskih) pa si z nekaj truda lahko izdelava vsak sam. Sestavljanje naprave je enostavno in za to niso potrebne posebne spretnosti, zato lahko hipotezo št. 4 samo delno potrdimo.

V nadaljevanju bi lahko napravo še optimizirali v smislu velikosti in oblike. Zagotovo bi jo s svojim znanjem in izkušnjami lahko napravili še manjšo in zato bolj praktično za transport in uporabo.



## **7. ZAKLJUČEK**

Velika zahvala za uspešno raziskovalno delo gre našemu mentorju, saj nam je zelo pomagal pri izdelavi (3D tiskanje, rezanje z laserjem) ter nam skozi naše delo dajal uporabne napotke. Izdelava raziskovalne naloge je ob vseh ostalih obveznostih od nas terjala veliko časa in predanosti. Tekom izdelave raziskovalne naloge smo se srečali z mnogo preprekami in problemi. Večino slednjih smo uspešno in pravočasno rešili.

## 8.VIRI

[1] Tabela o kovancih : [https://en.wikipedia.org/wiki/Euro\\_coins](https://en.wikipedia.org/wiki/Euro_coins)

(marec, 2018)

[2] Shema povezav med elektronskimi komponentami in program

<https://create.arduino.cc/projecthub/rayatedarshan/coin-detector-and-amount-counter-0e65c9> (februar, 2018)

[3] Arduino vmesnik : <https://sl.wikipedia.org/wiki/Arduino> (januar, 2018)

[4] Shema povezav in vezav z vmesnikom Arduino:

<https://www.google.si/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiT8vallXZAhVM2qQKHYZKAIQjRx6BAgAEAY&url=http%3A%2F%2Fwww.sdelectron.ic.rs%2Fsr%2Fled-diode-3mm%2F5512-led-dioda-5mm-zelena-2ma.html&psig=AOvVaw0uapXss-Tv1Xd1Z-uu-f8F&ust=1519238854331203> (januar, 2018)

[6] Fotoupor:

<https://sites.google.com/site/davidrihtarsic/vaje-na-pef/elektronika-1/elektronika---e-skipta> (januar, 2018)