

Osnovna šola Mihe Pintarja Toledo

Kidričeva 21, 3320 Velenje

Mladi raziskovalci za razvoj Šaleške doline

**RAZISKOVALNA NALOGA**

**TUDI JAZ LAHKO SAMOSTOJNO LOČUJEM**

Tematsko področje: APLIKATIVNI INOVACIJSKI PREDLOGI IN PROJEKTI

Avtorja:

Lan Vrčkovnik, 8. razred

Jakob Cesar, 7. razred

Mentor:

Peter Vrčkovnik, dipl. inž.

Somentor:

dr. Simona Cesar, univ. dipl. biol.

Velenje, 2017

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Elektro in računalniški šoli v Velenju.

Mentorja: Peter Vrčkovnik, dipl. inž. in dr. Simona Cesar, univ. dipl. biol.

Datum predstavitve: marec, 2017

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD: OŠ Mihe Pintarja Toledo Velenje, šolsko leto 2016/2017

KG: Slepe in slabovidne osebe/avtomatski ločevalnik/Legoeducation  
/krmilni modul Arduino

AV: Vrčkovnik, Lan/Cesar, Jakob

SA: Vrčkovnik, Peter/Cesar, Simona

KZ: 3320 Velenje, SLO, Kidričeva c. 21

ZA: OŠ Mihe Pintarja Toledo Velenje

LI: 2017

IN: **TUDI JAZ LAHKO SAMOSTOJNO LOČUJEM**

TD: Raziskovalna naloga

OP: 52 strani, 56 slik, 1 priloga

IJ: SL

JJ: sl/en

AI: Za izdelavo naloge z naslovom *Tudi jaz lahko samostojno ločujem* naju je navdušilo sodelovanje pri FLL (First Lego League), kjer je bila tema *Pot smeti* in pa srečanje s slepo deklico Joano in slabovidno deklico Zaro, ki sta nama opisali, s kakšnimi težavami se srečujeta v vsakodnevnem življenju. Pri projektnem delu sva iskala idejo, jo povezala z realnim problemom in razvila izdelek, ki bo pomagal slepim in slabovidnim ljudem pri samostojnem ločevanju odpadkov.

Sestavila sva izdelek, ki vsebuje avtomatski sistemom za ločevanje odpadkov. Zgrajen je iz košev za odpadke s pokrovi, ki jih upravljajo motorji. Ko senzor zazna roko oz. predmet, izračuna razdaljo in uporabniku preko zvočnika pove, kateri vrsti odpadkov je namenjen izbrani koš (plastika, papir, steklo, ...). Če roko oz. predmet še nekaj časa držimo nad košem za odpadke, se njegov pokrov dvigne. Če pa roko oz. predmet odmaknemo, se po določenem času pokrov zapre.

Skozi raziskavo sva ugotovila, da je model uporaben tudi za druge vrste ločevanja in tako sva nalogo v drugem delu raziskave še nadgradila. Sestavila sva univerzalni ločevalnik, ki je uporaben za ločevanje različnih predmetov.

Z raziskovalno nalogo želiva pokazati, da se tudi z nizkimi stroški in znanjem, kot ga imava midva, lahko izdelava uporaben izdelek, ki bo olajšal vsakdanja opravila slepim in slabovidnim ljudem.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Elementary school OŠ Mihe Pintarja Toledo, school year 2016/2017
- CX Blind and partially sighted/automatic waste recycling bin/Legoeducation/steering module Arduino
- AU Vrčkovnik, Lan/Cesar, Jakob
- AA Vrčkovnik, Peter/Cesar, Simona
- PP 3320 Velenje, SLO, Kidričeva c. 21
- PB Elementary school OŠ Mihe Pintarja Toledo Velenje
- PY 2017
- TI **I CAN RECYCLE ON MY OWN AS WELL**
- DT Research work
- NO VI, 52 p., 56 pic., 1 app.
- LA SL
- AL sl/en
- AB The motivation for our research paper *I can recycle on my own as well* was born when we took part at FLL (First Lego League) where the main topic was *Trash track* but also when we met a blind girl Joana and partly sighted girl Zara, who revealed to us what obstacles they face in their everyday lives. In our research we were looking for an idea, we connected it with a real problem and developed a product, which could help the blind and partly sighted recycling on their own.

We created a product that consist of an automatic system for recycling. It is built out of waste bins with lids, driven by motors. When the sensor senses an arm or any other object, it calculates the distance and gives the user the information (via speakers) about the type of waste intended for the particular waste bin (plastic, paper, glass, etc.). If the arm or other object is held upon that bin for another few moments, the lid is opened. If on the other hand the arm or other object is removed, the lid is again closed.

Throughout our research we realised that our model can be useful also for other sorting needs and therefore we decided to upgrade our research in the second part. We have created a universal sorting device, which can be used for sorting various items.

Our aim was to prove that even with low costs and the knowledge we possess, a product that can simplify everyday lives of the blind and partially sighted can be created.

## KAZALO

POVZETEK.....	1
ABSTRACT.....	3
1 UVOD.....	5
1.1 KDO SO SLEPE IN SLABOVIDNE OSEBE?.....	5
1.2 KAJ SLEPI IN SLABOVIDNI POTREBUJEJO PRI SVOJEM VSAKDANJIKU?.....	6
2 PREGLED PRIPOMOČKOV ZA SLEPE.....	8
3 HIPOTEZE.....	11
4 MATERIALI IN METODE.....	12
4.1 IDEJNA ZASNOVA MODELA.....	12
4.2 POTEK IZDELAVE PROTOTIPA.....	13
4.3 PROGRAM ZA AVTOMATIZACIJO PROTOTIPA - LEGOMINDSTORMS.....	14
4.4 LEGOMINDSTORMS didaktični komplet.....	14
4.4.1 EV3 KOCKA.....	15
4.4.2 SENZOR NA DOTIK.....	16
4.4.3 MOTOR.....	16
4.4.4 ULTRAZVOČNI SENZOR.....	17
4.5 PROGRAM.....	17
5 REZULTATI.....	18
5.1 PROGRAMIRANJE V PROGRAMU LEGO MINDSTORMS.....	18
5.2 IZDELAVA KONČNEGA IZDELKA (IZBOLJŠAN PROTOTIP).....	21
5.3 IZDELAVA UNIVERZALNEGA LOČEVALNIKA.....	23
5.4 KRMILNI MODUL ARDUINO.....	24
5.5 DELOVANJE UNIVERZALNEGA LOČEVALNIKA.....	27
5.6 TESTIRANJE PROTOTIPA IN KONČNEGA IZDELKA.....	31
6 RAZPRAVA.....	33
7 ZAKLJUČEK.....	36
8 VIRI IN LITERATURA.....	36
9 ZAHVALA.....	37
10 PRILOGE.....	38
10.1 Opis izdelave prvega modela – prototip.....	38
10.2 Opis izdelave univerzalnega ločevalnika.....	48

## KAZALO SLIK

---

Slika 1: Raziskovalca z deklico Zaro, ki je slepa z ostankom vida in deklico Joana, ki je slepa (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	7
Slika 2: Bela palica (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	8
Slika 3: 3D pisalo (Foto: P. Vrčkovnik, 2017).....	9
Slika 4: Brajev pisalni stroj Perkins (Foto: P. Vrčkovnik, 2017).....	9
Slika 5: Lupa z vgrajeno kamero (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	10
Slika 6: Skica prototipa (Foto: P. Vrčkovnik, 2017).....	12
Slika 7: Prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	13
Slika 8: Primer programa – if zanka (zaslonska slika: L. Vrčkovnik, 2016) .....	14
Slika 9: Primer robota z EV3 (vir: <a href="http://legama.si/pregled-produktov-za-ev3">http://legama.si/pregled-produktov-za-ev3</a> ).....	15
Slika 10: EV3 kocka, komandna kocka (vir: <a href="http://legama.si/ev3">http://legama.si/ev3</a> ).....	16
Slika 11: Senzor na dotik (vir: <a href="http://legama.si/ev3">http://legama.si/ev3</a> ).....	16
Slika 12: Motor (vir: <a href="http://legama.si/ev3">http://legama.si/ev3</a> ).....	16
Slika 13: Ultrazvočni senzor (vir: <a href="http://legama.si/ev3">http://legama.si/ev3</a> ) .....	17
Slika 14: Prvi del programa (zaslonska slika: L. Vrčkovnik, 2016) .....	19
Slika 15: Drugi del programa (zaslonska slika: L. Vrčkovnik, 2016).....	19
Slika 16: Zadnji del programa (zaslonska slika: L. Vrčkovnik, 2016).....	20
Slika 17: Shema celotnega programa (zaslonska slika: L. Vrčkovnik, 2016).....	21
Slika 18: Končni izdelek (Foto: P. Vrčkovnik, 2017).....	23
Slika 19: Komplet krmilnega modula Arduino .....	24
Slika 20: Krmilni modul Arduino Mega 2650 .....	25
Slika 21: Povezava ultrazvočnega senzorja s krmilnim modulom.....	25
Slika 22: Ultrazvočni senzor iz kompleta Arduino .....	26
Slika 23: Žice iz kompleta Arduino .....	26
Slika 24: Univerzalni ločevalnik (Foto: P. Vrčkovnik, 2017).....	26
Slika 25: Deklica Zara testira končni izdelek (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	31
Slika 26: Deklica Joana testira končni izdelek (Foto: P. Vrčkovnik, 2017).....	31
Slika 27: Deklica Joana testira univerzalni ločevalnik (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	32
Slika 28: Deklica Zara testira univerzalni ločevalnik (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	32
Slika 29: Deklici Joani mamica pojasni nalogo (Foto: P. Vrčkovnik, 2017).....	35
Slika 30: Priprava delovne površine in materiala za izvedbo projekta (Foto: P. Vrčkovnik, 2016) .....	38
Slika 31: Razrez iverne plošče za ogrodje (Foto: P. Vrčkovnik, 2016) .....	38
Slika 32: Brušenje iverne plošče za ogrodje (Foto: P. Vrčkovnik, 2016) .....	39
Slika 33: Merjenje višine in dolžine stranic ter dna (Foto: P. Vrčkovnik, 2016).....	39
Slika 34: Merjenje višine in dolžine zadnje stranice (Foto: P. Vrčkovnik, 2016).....	40
Slika 35: Brušenje zadnje stranice (Foto: P. Vrčkovnik, 2016) .....	40
Slika 36: Zarisovanje luknje za ultrazvočni senzor (Foto: P. Vrčkovnik, 2016) .....	41
Slika 37: Merjenje širine senzorja (Foto: P. Vrčkovnik, 2016).....	41
Slika 38: Brušenje luknje za senzor (Foto: P. Vrčkovnik, 2016).....	42
Slika 39: Priprava na lepljenje (Foto: P. Vrčkovnik, 2016) .....	43
Slika 40: Vgraditev ultrazvočnega senzorja (Foto: P. Vrčkovnik, 2016).....	43
Slika 41: Vgraditev ultrazvočnega senzorja (Foto: P. Vrčkovnik, 2016).....	44
Slika 42: Vgraditev komandne kocke (Foto: P. Vrčkovnik, 2016) .....	44
Slika 43: Vgraditev motorja (Foto: P. Vrčkovnik, 2016).....	45
Slika 44: Delno narejen prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2016).....	45
Slika 45: Delno narejen prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2016).....	46
Slika 46: Delno narejen prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2016).....	46
Slika 47: Prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	47



Slika 48: Izdelava prototipa (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	48
Slika 49: Izdelava prototipa (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	49
Slika 50: Sušenje lepila (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	49
Slika 51: Vrtanje lukenj v deščice za stojalo (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	50
Slika 52: Razširjanje lukenj (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	50
Slika 53: Priprava žic (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	51
Slika 54: Spajkanje in vezanje žic (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	51
Slika 55: Povezovanje ultrazvočnega senzorja s krmilno ploščo (Foto: P. Vrčkovnik, 2017).....	52
Slika 56: Univerzalni ločevalnik – končni izdelek (Foto: P. Vrčkovnik, 2017) .....	52

## POVZETEK

**Uvod.** Za izdelavo raziskovalne naloge sva se odločila, da bi z izdelkom olajšala in omogočila slepim in slabovidnim osebam samostojno ločevati odpadke, začimbe, pribor, čistila itd. ter, ker naju tehnika, razvijanje novih stvari in programiranje veseli in zanima. Preden sva pričela z izdelavo najine ideje, sva pregledala, kaj ponuja tržišče. V raziskavi sva se omejila na spletno raziskovanje in na pogovor s slepo deklico z ostankom vida Zaro, slepo deklico Joano ter ljudmi, ki so v stiku s slepimi in slabovidnimi osebami. Pregledala sva mnogo spletnih strani, a nikjer nisva našla česa podobnega. Na začetku sva si izdelek skicirala v zvezek. Nato sva naredila prototip izdelka iz lesa, plastičnih košev in kompleta Legomindstorms. Prototip sva testirala s slabovidno deklico Zaro in slepo deklico Joano ter odpravila napake. Nato sva razmišljala, kako bi ga naredila boljšega, enostavnejšega in primernejšega za slepe in slabovidne ljudi. Na koncu raziskovalne naloge pa sva naredila univerzalni ločevalnik s pomočjo krmilnega modula Arduino.

**Metode.** Pred začetkom dela sva v najin raziskovalni dnevnik skicirala, kako naj bi naprava/model (prototip) izgledal. Model sva izdelala iz lesa, koše sva kupila, za avtomatizacijo pa sva uporabila Legomindstorms didaktični komplet. Skica prototipa je vsebovala štiri motorje, štiri koše, ultrazvočni senzor in krmilno kocko. Najprej sva izdelala prototip. Izdelovanje prototipa je zahtevalo pretežno mizarska in strojna dela. Na model sva namestila senzor, motorja in komandno kocko iz Legomindstorms didaktičnega kompleta. Motorja sta bila na pokrove košev pritrjena z vrvico in na koncih še z gumico. Z namenom, da sistem ugotovi, nad katerim košem je roka/predmet, sva uporabila ultrazvočni senzor. Ko ultrazvočni senzor zazna, nad katerim košem je roka/predmet, pošlje signal motorju, ki odpre pokrov koša. Sledilo je programiranje. Programirala sva v programu Legomindstorms. Po vseh testiranjih sva ugotovila, da je najin ločevalnik uporaben tudi za ločevanje drugih predmetov. Zato sva naredila univerzalni ločevalnik. Univerzalni ločevalnik je lahko ločeval različne predmete (začimbe, čistila, ...). Pri razvoju univerzalnega ločevalnika sva uporabila krmilni modul Arduino. Naročila sva ga preko spletne strani e-Bay. Univerzalni ločevalnik je narejen tako, da ga lahko premikamo in tako prilagajamo za različna ločevanja. V najini raziskavi sva sestavila osnovno konstrukcijo, kamor sva vstavila lončke, v katerih bi lahko bile začimbe, čistila, ipd. Konstrukcija ima polja, ki omogočajo, da so lončki razporejeni na nam želeni razdalji, ki je uporabljena v programu. Oba, prototip in univerzalni ločevalnik, sva naredila iz cenovno ugodnih in zanesljivih materialov ter elementov.

**Rezultati.** Sestavila sva avtomatski sistem za ločevanje odpadkov, ki je sestavljen iz košev za odpadke s pokrovi, ki jih upravljajo motorji. Najin končni izdelek sva preizkusila s pomočjo slepe deklice Joane in slabovidne deklice Zare tako, da sva jima dala tri različne predmete, ki sta jih morali razvrstiti vsakega v svoj koš. Sprva sva uporabila prototip, na katerem sva opazila nekaj napak in pomanjkljivosti. Vse te pomanjkljivosti sva upoštevala pri izdelavi končnega izdelka. Na koncu sva izdelala univerzalni ločevalnik, ki je narejen tako, da ga lahko premikamo in tako uporabimo za različna ločevanja. Sestavila sva osnovno konstrukcijo, kamor sva vstavila lončke, v katerih bi lahko bile začimbe, čistila, ipd... Na koncu sva naredila nadgradnjo modela in računalniškega programa in ugotovila, da je izdelek primeren za univerzalno ločevanje različnih predmetov. Odpiranje in zapiranje košev prototipa in končnega izdelka sva sprogramirala v programu Legomindstorms na osnovi gibanja roke, ki jo zazna senzor. Pri razvoju univerzalnega ločevalnika sva uporabila krmilni modul Arduino.

**Zaključki.** Najin izdelek z avtomatskim sistemom za ločevanje odpadkov sestavljen iz košev s pokrovi, ki jih upravljajo motorji, se je izkazal kot uporaben pripomoček za slepe in slabovidne osebe pri ločevanju odpadkov. Deklici, ki sta slepi in slabovidni, sta zmogli pravilno razvrstiti tri različne predmete v ustrezen koš. S tem sva potrdila najino I. hipotezo. Z nadgradnjo najinega modela in računalniškega programa sva ugotovila, da je izdelek primeren za univerzalno ločevanje predmetov, saj sta deklici Zara in Joana zmogli vzeti zeleni predmet iz posameznih košev in s tem sva potrdila II. hipotezo. Ugotovila sva, da sta zasnova in način programiranja v Legoeducation sistemu podobna kot pri programskem paketu krmilnega modula Arduino. Ko osvojiš Legoeducation sistem programiranja, lahko z uporabo primerov na enostaven način prideš do zelene rešitve. Didaktični modul Legoeducation je dobro izhodišče za programiranje ostalih profesionalnih krmilnih modulov. S tem sva potrdila najino III. hipotezo. Model ločevalnika sva naredila iz cenovno ugodnih in zanesljivih materialov in elementov ter s tem dokazala, da se da z znanjem in izbiro ugodnih materialov in elementov sestaviti zanesljiv in uporaben sistem za ločevanje. Tako je bila potrjena tudi najina IV. hipoteza. Slepe in slabovidne osebe so zelo pogumne osebe, ki so in bodo v življenju šle preko številnih preizkušenj, zato jih zelo spoštujeva. Naučila sva se sporazumevati z njimi in spoznala pomen fizičnega stika s tako osebo.

## **ABSTRACT**

**Introduction.** The decision for our research paper we based upon our wish to create a product, which would enable blind and partly sighted individuals to independently recycle, organise spices, cutlery, cleaning liquids, etc. and also upon our excitement and interest we share for technical development and the programming of new products. Before starting the development, we looked through the market. We searched for similar products on the internet and gained information by talking to a partly sighted girl Zara, a blind girl Joana and a few people who were regularly in contact with the blind and partly sighted. We thoroughly searched the internet sights but could not find anything similar to our product idea. First we made sketches in our notebooks. Then we created a prototype made of wood, plastic bins and Legomindstorms set. The prototype was tested on the partly sighted Zara and the blind Joana and as a result we improved the irregularities. Afterwards we considered improving the prototype in its quality, simplicity and suitability for the blind and partly sighted. Finally we produced a universal organiser with the help of Arduino controlling platform.

**Methods.** Before starting the development of the product, we outlined the prototype in our research notebook. The prototype was made of wood, the bins were bought, the programming was developed through Legomindstorms set. The sketch of the prototype incorporated four motors, four bins, an ultrasonic sensor and a controlling module. First we developed the prototype. The development of the prototype was based on woodwork and mechanical work. Afterwards we added the sensor, motors and Legomindstorms controlling module. The motors were fixed to the bin lids with a rope and an elastic band at the end. We used the ultrasonic sensor to enable the system to detect an object over each basket. When the ultrasonic sensor detects an object over a chosen basket, the signal is sent to the motor, which opens the lid. Next we needed to programme the system. We used the Legomindstorms programme. After numbers of tests we realised that our product could be used for sorting not only waste but also other objects. Therefore we created a universal organiser that could sort various objects (spices, cleaning liquids, etc.). When developing the universal organiser, we used the Arduino controlling platform, which we purchased via e-Bay. The universal organiser can be adjusted to various sorts of organising. In our research we built a basic construction, in which we incorporated cups filled with spices, cleaning liquids, etc. The construction includes spaces for cups that can be placed at a desired distance, which is used in

the programme. Both, the prototype and the universal organiser, were built from economical and reliable materials and elements.

**Results.** We have created an automatic system for recycling waste, which consists of lidded waste bins that are motor-driven. Our final product was tested by the blind girl Joana and the partly sighted girl Zara. They were given three different objects, which they had to sort in the correct bins. First we used a prototype, where we discovered a few irregularities. We improved them when building the final product. Finally we created a universal organiser, which can be adjusted and used for sorting various objects. We built a basic construction, in which we incorporated cups filled with spices, cleaning liquids, etc. At the end we upgraded the prototype and the programme and realised that the product can be used universally. The opening and closing of prototype bins was programmed with Legomindstorms controlling module, based on the movement of the hand which was detected by the sensor. When building a universal organiser, we used the Arduino controlling platform.

**Conclusions.** The automatic system for recycling waste constructed from lidded, motor-driven bins, proved to be a useful tool for the blind and partly sighted when trying to recycle. The blind and partly sighted girls managed to sort three different objects in the matching bins. Thus we supported our hypothesis I. When upgrading our prototype and its software, we realised that the product could be used more universally, since the girls managed to take the wanted object from individual baskets. Thus we supported our hypothesis II. We realised that the base and manner of programming in Legoeducation system is similar to the Arduino controlling platform. When mastering the Legoeducation programming module, one can easily achieve the desired solutions. Legoeducation module is an excellent learning ground for other professional controlling platforms. Thus we supported hypothesis III. We managed to build our prototype from economical and reliable materials and elements, and proved that it is possible to create a useful system for organising various objects. Thus we supported also our hypotheses IV. We perceive the blind and partly sighted people as extremely brave, since their lives consist of many challenges, which they overcome, therefore we feel deep respect for them. We have learnt how to communicate with them as well as experienced the importance of physical contact with such people.

## 1 UVOD

Za izdelavo raziskovalne naloge sva se odločila, da bi z izdelkom olajšala in omogočila slepim in slabovidnim osebam samostojno ločevati odpadke, začimbe, pribor, čistila itd. ter, ker naju tehnika, razvijanje novih stvari in programiranje veseli in zanima.

Preden sva pričela z izdelavo najine ideje, sva pregledala, kaj ponuja tržišče. V raziskavi sva se omejila na spletno raziskovanje in na pogovor s slepo deklico z ostankom vida Zaro, slepo deklico Joano ter ljudmi, ki so v stiku s slepimi in slabovidnimi osebami. Pregledala sva mnogo spletnih mest, a nikjer nisva našla česa podobnega.

Na začetku sva si izdelek skicirala v zvezek. Nato sva razmišljala, kako bi ga naredila boljšega, enostavnejšega in primernejšega za slepe in slabovidne ljudi.

Najprej sva naredila prototip izdelka iz lesa, plastičnih košev in kompleta Legomindstorms. Nato sva prototip testirala s slepo deklico z ostankom vida Zaro in slepo deklico Joano ter odpravila napake. Na koncu raziskovalne naloge pa sva naredila univerzalni ločevalnik s pomočjo krmilnega modula Arduino.

Pred začetkom dela sva raziskala, kdo so slepe in slabovidne osebe.

### 1.1 KDO SO SLEPE IN SLABOVIDNE OSEBE?

Da sva razumela, kako se slepi in slabovidni lotevajo vsakdanjih opravil, sva obiskala deklico Zaro, ki je slep otrok z ostankom vida. Njena mama nama je pojasnila, kdo so slepe in slabovidne osebe.

Slepe in slabovidne osebe so osebe z okvaro vida. Imajo od popolne slepote do ostrine vida 30 odstotkov. Glede na to jih ločimo na:

- ZMerno SLABOVIDNE, ki imajo ostrino vida od 10 % do 30 %;
- TEŽKO SLABOVIDNE, ki imajo ostrino vida od 5 % do manj kot 10 %;
- SLEPE Z OSTANKOM VIDA, ki imajo ostrino vida od 2 % do manj kot 5 % (vidijo prste na 3 do 1,5 m);

- SLEPE Z MINIMALNIM OSTANKOM VIDA, ki imajo vidno ostrino manj kot 2 % (vidijo prste do 1,5 m do zaznavanja le sence);
- POPOLNOMA SLEPE, ki ne vidijo niti najmanjših obrisov ali senc (uporablja samo preostala čutila).

Da bi ugotovila potrebe slepih in slabovidnih, sva raziskala, kaj potrebujejo v vsakdanjem življenju, kakšne so njihove ovire, kako bi jih lahko rešila.

## **1.2 KAJ SLEPI IN SLABOVIDNI POTREBUJEJO PRI SVOJEM VSAKDANJIKU?**

Kaj slepi in slabovidni potrebujejo pri svojem vsakdanjiku, je odvisno od vrste slepote in časa, ki so ga že preživel, kot slepa/slabovidna oseba. Na začetku, preden se oseba nauči brati brajlico (pisavo za slepe), potrebuje pomoč neke osebe.

Najbolje sva videla in se seznanila, kaj slepe in slabovidne osebe potrebujejo tako, da sva takšno osebo obiskala. Obiskala sva deklico Zaro, ki obiskuje 3. razred in je od svojega rojstva slabovidna ter deklico Joano, ki obiskuje 1. razred in je popolnoma slepa že od rojstva.

V pogovoru z Zaro, sva izvedela, da lahko dela večino stvari, ampak pri nekaterih potrebuje pomoč ostalih. Ugotovila sva, da lahko smuča, kolesari in še marsikaj drugega, ampak samo zato, ker je zelo vztrajna. Največje probleme pa ima pri igrah z žogo in pri fino motoriki.

Spoznala sva, da je bistvena razlika v tem ali je oseba slabovidna ali slepa z ostankom vida ali popolnoma slepa. Če je oseba popolnoma slepa, kot je deklica Joana, ima še veliko več težav pri vsakodnevnem življenju, kar se je izkazalo tudi pri testiranju najinega modela.



Slika 1: Raziskovalca z deklico Zaro, ki je slepa z ostankom vida in deklico Joana, ki je slepa (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



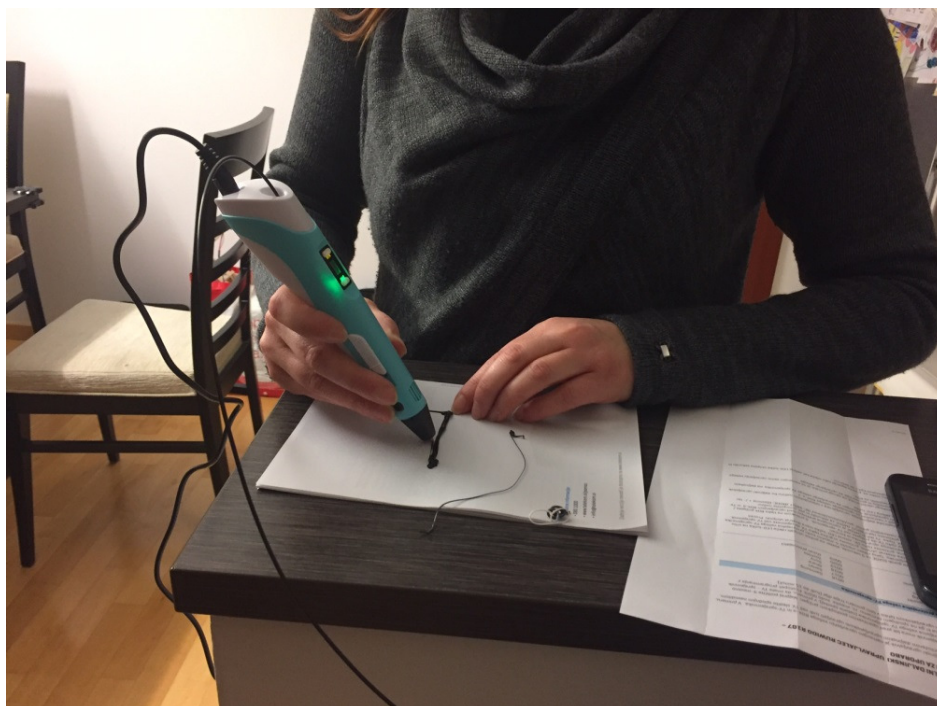
## 2 PREGLED PRIPOMOČKOV ZA SLEPE

Za slepe in slabovidne osebe je narejenih že nekaj pripomočkov. Najbolj uporabni pa so:

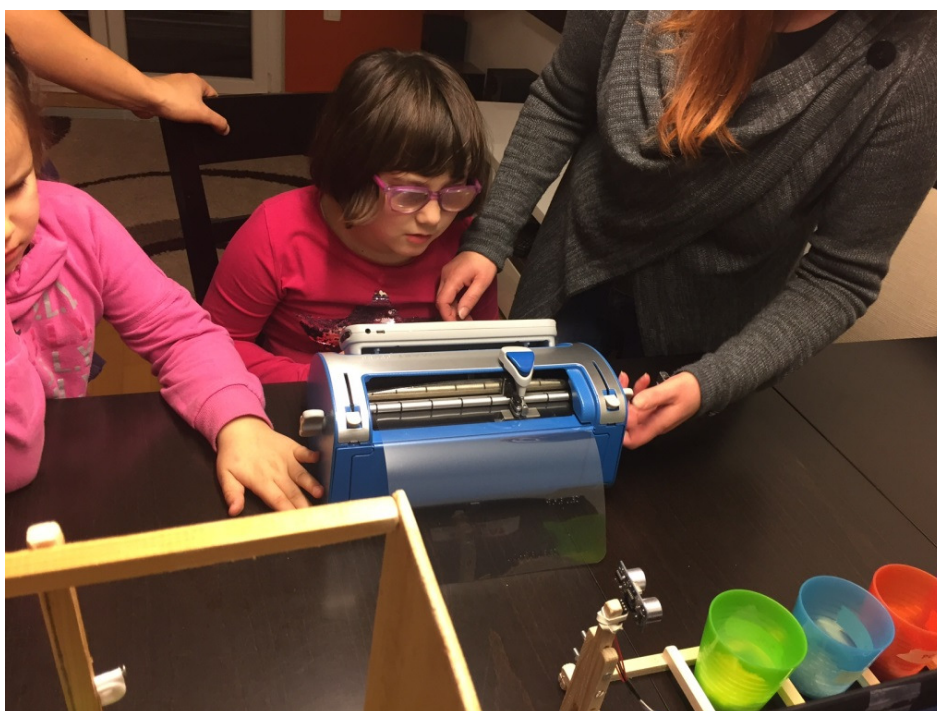
- **Bela palica** – dolga zložljiva palica, ki pomaga slepemu zaznati ovire pred njim (Slika 2).
- **3D pisalo** – posebno pisalo, ki je namenjeno za izdelavo različnih 2D in 3D izdelkov, saj pušča sled segrete plastike, ki se hitro strdi. Tako lahko starši izdelajo slepemu in slabovidnemu otroku različne 2D in 3D izdelke, ki pomagajo slepemu pri prostorski predstavi (izdelava abecede, števil, maketa, kemijskih struktur...) (Slika 3).
- **Brajev pisalni stroj Perkins** – stroj, s katerim lahko slepi in slabovidni s pomočjo šestih tipk napišejo celo abecedo in vse številke v brajllici (Slika 4).
- **Povečevalo (lupa) z vgrajeno kamero** – povečevalo, ki jo je mogoče priključiti na računalnik in s pomočjo nje slabovidne osebe lahko berejo oz. rišejo, pišejo (Slika 5).



Slika 2: Bela palica (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



Slika 3: 3D pisalo (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



Slika 4: Brajev pisalni stroj Perkins (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



Slika 5: Lupa z vgrajeno kamero (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

### 3 HIPOTEZE

Pred začetkom raziskovanja sva si zastavila naslednje hipoteze:

**Hipoteza I:** Ločevalnik je uporaben pripomoček za slepe in slabovidne osebe, saj lahko brez dotika koša ločujejo odpadke.

**Testiranje hipoteze I:** Hipotezo sva testirala tako, da sva najin končni izdelek preizkusila najprej sama tako, da sva si zavezala oči in nato s pomočjo slepe in slabovidne osebe. Deklici Zari in Joani sva dala tri različne predmete (namizno-teniško žogico, papir v obliki žogice), ki jih je morala razvrstiti vsakega v svoj koš.

**Hipoteza II:** Naprava je uporabna tudi za ločevanje ostalih stvari, kot so npr. začimbe, čistila.

**Testiranje hipoteze II:** Hipotezo sva testirala tako, da sva najin končni izdelek preizkusila s pomočjo slepe in slabovidne osebe. Tokrat sta morali deklici Zara in Joana poiskati pravilni predmet (začimbe: sol, cimet, poper, origano), ki se je nahajal v enem izmed košev.

**Hipoteza III:** Čeprav je model narejen s pomočjo Legoeducation sistema, je zasnova in način programiranja enaka kot pri krmilnem modulu, ki je namenjen za profesionalno uporabo.

**Testiranje hipoteze III:** Hipotezo sva testirala tako, da sva programirala v obeh programskih sistemih (Legoeducation, programski jezik next G, grafično programiranje in Arduino, tekstovno programiranje).

**Hipoteza IV:** Izdelki za slepe in slabovidne osebe so zaradi majhnosti skupine zelo dragi in slepim oz. slabovidnim osebam velikokrat nedostopni.

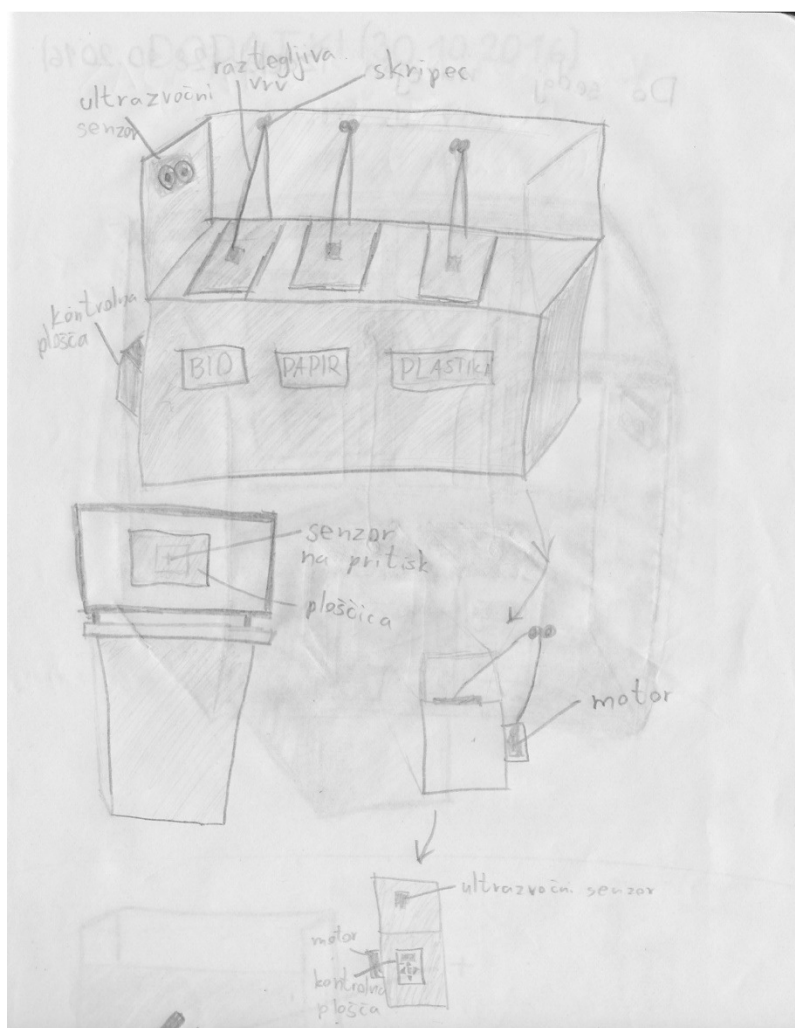
**Testiranje hipoteze IV:** Hipotezo sva testirala tako, da sva naredila izdelek iz cenovno ugodnih in zanesljivih materialov in elementov.

## 4 MATERIALI IN METODE

### 4.1 IDEJNA ZASNOVA MODELA

Pred začetkom dela sva v najin raziskovalni dnevnik skicirala, kako naj bi naprava/model izgledal. Dogovorila sva se, da bova model izdelala iz lesa, koše bova kupila, za avtomatizacijo pa bova uporabila Legomindstorms didaktični komplet.

Za začetek sva si narisala skico izdelka (prototipa). Vseboval je štiri motorje, štiri koše, ultrazvočni senzor, krmilno kocko in senzor na pritisk. Kasneje sva izbrisala en koš in en motor, saj funkcija tudi s tremi ostaja enaka. Ko sva narisala še nekaj pomožnih načrtov, sva se odločila da bo imel prototip samo dva koša.



Slika 6: Skica prototipa (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

## 4.2 POTEK IZDELAVE PROTOTIPA

Lotila sva se izdelave prototipa. Pretežno je izdelovanje prototipa zahtevalo mizarška in strojna dela. Po končanem modelu sva nanj namestila senzor, motorja in komandno kocko.

Da se koši lahko odpirajo so na zadnji stranici pritrjeni motorji, ki so z vrvico in na koncih še z gumico povezani na pokrove košev. Na pokrovih so gumice zato, da se oseba ne bi poškodovala, če bi se z roko zaletela vanje. Na desni strani je lesena plošča kot nekakšna stena, ki omejuje domet ultrazvočnemu senzorju,

Sledilo je programiranje.

Pri testiranju sva odkrila nekaj napak pri izdelavi prototipa in jih uspešno odpravila (zamenjava gumic, dodatne ojačitvene palice, itd.).

Pri programiranju in preskušanju sva našla napako pri postavitvi ultrazvočnega senzorja na prototipu. Model sva popravila in dodala še eno ojačitveno palico ter popravila mere v programu. Tako je prototip deloval zanesljivo.

Podroben opis izdelave prototipa se nahaja v prilogi. Prototip sva izdelala iz lesa in delov iz Legomindstorms didaktičnega kompleta.

Z namenom, da sistem ugotovi, nad katerim košem je roka/predmet, sva uporabila ultrazvočni senzor. Ko ultrazvočni senzor zazna, nad katerim košem je roka/predmet, pošlje signal motorju, ki odpre pokrov koša.



Slika 7: Prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

### 4.3 PROGRAM ZA AVTOMATIZACIJO PROTOTIPA - LEGOMINDSTORMS

Prvi program deluje tako, da ko oseba roko/predmet drži nad košem, sistem sporoči, čemu je izbrani koš namenjen. Če da oseba roko/predmet nad prvi koš, ultrazvočni senzor izmeri razdaljo med roko/predmetom in senzorjem ter izračuna, nad katerim košem je roka/predmet. Komandna kocka nato sporoči osebi, kateri koš je izbrala (plastika, papir, bio-odpadki).

Če oseba ne želi odpadka vreči v ta koš, lahko roko premakne in ultrazvočni senzor ponovno izmeri razdaljo ter sporoči, nad katerim košem je sedaj roka/predmet.

Če želi oseba odpadke vreči v koš, nekaj trenutkov roko/predmet zadrži nad tem košem in po nekaj sekundah se pokrov koša začne odpirati. Ko je pokrov popolnoma odprt, komandna kocka osebi sporoči, da je pokrov odprt. Po nekaj sekundah se pokrov začne zapirati. Ko se pokrov zapre, lahko oseba odpre drug koš, a nikoli ne moreta biti hkrati odprta oba koša/pokrova.



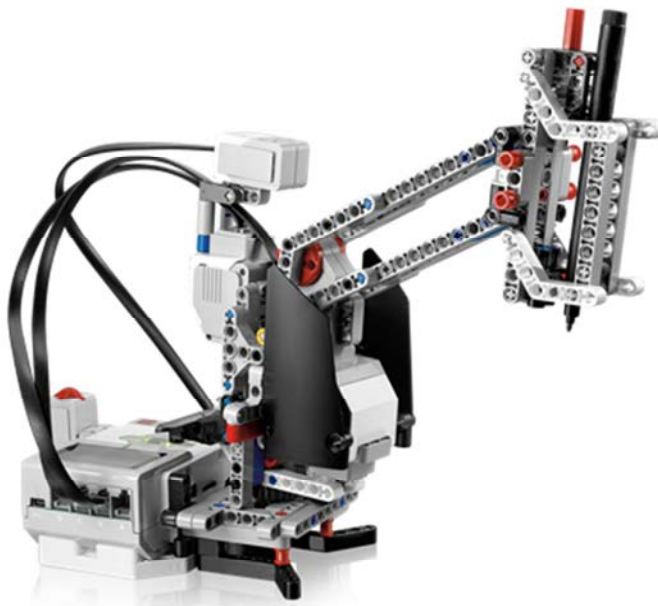
Slika 8: Primer programa – if zanka (zaslonska slika: L. Vrčkovnik, 2016)

### 4.4 LEGOMINDSTORMS didaktični komplet

Legomindstorms je prilagojena verzija sestavljanja kock v zanimive sisteme in programiranja. Z njo se ukvarjajo predvsem otroci, ki so navdušeni nad programiranjem in sestavljanjem, saj se deli lahko poljubno sestavijo in razstavijo.

V kompletu so lego kocke (ki niso povsem enake vsakdanjim, a jih vseeno lahko združujemo), trije veliki motorji in en manjši, različni senzorji ter EV3 kocka – komandna kocka.

Pri najinem projektu sva uporabila dva motorja, ultrazvočni senzor, senzor na dotik in EV3 kocko.



Slika 9: Primer robota z EV3 (vir: <http://legama.si/pregled-produktov-za-ev3>)

#### 4.4.1 EV3 KOCKA

EV3 kocka je glavni del vsakega izdelka. Na njej je program, ki daje vse komande. Komandno kocko napajajo baterije oz. akumulator. Na vsaki strani ima priključke, ki so označeni s številkami, kamor priključimo senzorje in s črkami, kamor priključimo motorje.

Na zgornji površini ima šest tipk, ki služijo za hitro upravljanje in pregled. Zraven tipk je na vrhni strani tudi prikazovalnik, na katerem opazujemo dogajanje na komandni kocki.





Slika 10: EV3 kocka, komandna kocka (vir: <http://legama.si/ev3>)

#### 4.4.2 SENZOR NA DOTIK

Senzor deluje enako kot stikalo. Ob dotiku pošlje signal v komandno kocko, ki pa nato naredi, kar zahteva program.



Slika 11: Senzor na dotik (vir: <http://legama.si/ev3>)

#### 4.4.3 MOTOR

Motor je enosmeren, zato se ob napetosti iz kocke vrti v eno smer, ob nasprotni napetosti pa v drugo. Smer vrtenja motorja določimo v programu.



Slika 12: Motor (vir: <http://legama.si/ev3>)

#### 4.4.4 ULTRAZVOČNI SENZOR

Ultrazvočni senzor oddaja in sprejema ultrazvočne signale in s pomočjo njih zazna nek predmet oz. izmeri njegovo oddaljenost.



Slika 13: Ultrazvočni senzor (vir: <http://legama.si/ev3>)

#### 4.5 PROGRAM

V didaktičnem kompletu Legoeducation EV3 je priložen tudi CD, na katerem je program za programiranje komandne kocke. Programski jezik je v obliki grafičnega programskega jezika, kar pomeni, da program sestavljamo s pomočjo blokov. Bloki so v programu razporejeni v različne menije. Prav tako se bloki glede na namen ločijo po barvah. Vsak blok ima svoje lastnosti, ki jih lahko spreminja oz. nastavlja uporabnik.

V veliko pomoč uporabniku so pripravljene oz. rešene primeri, ki nakažejo delne rešitve ostalih nalog.

Programiranje je zanimivo, saj nam grafični prikaz blokov, zank nakazuje, kako naj bi program deloval. Velika prednost programa je tudi ta, da lahko v živo spremljamo, kako se program izvaja. Tako je testiranje tudi enostavnejše.

## 5 REZULTATI

### 5.1 PROGRAMIRANJE V PROGRAMU LEGO MINDSTORMS

V programu Legomindstorms sva sprogramirala odpiranje in zapiranje košev prototipa na osnovi gibanja roke, ki jo zazna senzor.

Algoritem sva naredila takole:

Če je predmet oddaljen za več ali enako kot nastavljena mera, se sproži glas »plastika«. Nato počaka pol sekunde in tu je nova zanka switch, ki je prav tako nastavljena na ultrazvočni senzor.

Če je razdalja med ultrazvočnim senzorjem in predmetom več ali enako kot nastavljena mera, se sproži motor C. Sproži se glas »odprto«, počaka dve sekundi in znova se sproži motor C, tokrat v drugo smer. Če je v drugi zanki switch razdalja med ultrazvočnim senzorjem in predmetom manjša, se program ponovno začne.

Če je predmet oddaljen manj kot nastavljena mera, gre program v naslednjo zanko switch, ki je nastavljena na ultrazvočni senzor.

Če je v novi zanki predmet oddaljen več ali enako kot nastavljena mera, se sproži glas »predmet med košema«, program počaka sekundo in se ponovi. Če je predmet oddaljen manj kot nastavljena mera, gre program v naslednjo zanko switch, ki je nastavljena na ultrazvočni senzor.

Če je pri tej zanki predmet oddaljen manj kot nastavljena mera, se program ponovi.

Če pa je v tej zanki predmet oddaljen več ali enako kot nastavljena mera, se sproži glas »papir«, program počaka pol sekunde in se nadaljuje v novo zanko, ki je nastavljena na ultrazvočni senzor.

Če je pri novi zanki predmet oddaljen manj kot nastavljena mera, se program ponovi.

Če pa je predmet oddaljen za več ali enako kot nastavljena mera, se program nadaljuje še v zadnjo zanko switch, ki je nastavljena na ultrazvočni senzor.

Če je predmet v tej zanki oddaljen za manj kot nastavljena mera, se program ponovi.

Če pa je predmet oddaljen za več ali enako, kot je nastavljena mera, se sproži motor D, sproži se glas »odprto«, program počaka tri sekunde in spet se sproži motor D, le v nasprotno smer.

Program se začne z ikono START. Nadaljuje se v zanko za ponavljanje, ki je nastavljena na neomejeno. Nadaljuje se v 1. odločitveni stavek, ki je nastavljen na ultrazvočni senzor. Nastavljen je na manj ali enako kot 9,5 cm. Če je tako, sproži zvočni signal »plastika«, ki se nadaljuje v »čakaj«, ki je nastavljen na 0,5 sekunde. Nato se ponovno nadaljuje v 2. odločitveni stavek, ki je nastavljen na ultrazvočni senzor.

Če je predmet oddaljen manj ali enako kot 9,5 cm, se sproži motor C s hitrostjo 40 obratov na sekundo v smeri urinega kazalca. Naredi štiri obrate in pol. Nato se sproži zvočni signal »odprto«. Nadaljuje se v »čakaj«, ki je nastavljen na 3 sekunde. Nato se spet sproži motor C z isto hitrostjo in naredi isto število obratov na sekundo v nasprotni smeri urinega kazalca. Če pa je v 2. odločitvenem stavku predmet oddaljen več kot 9,5 cm, se program ponovi.



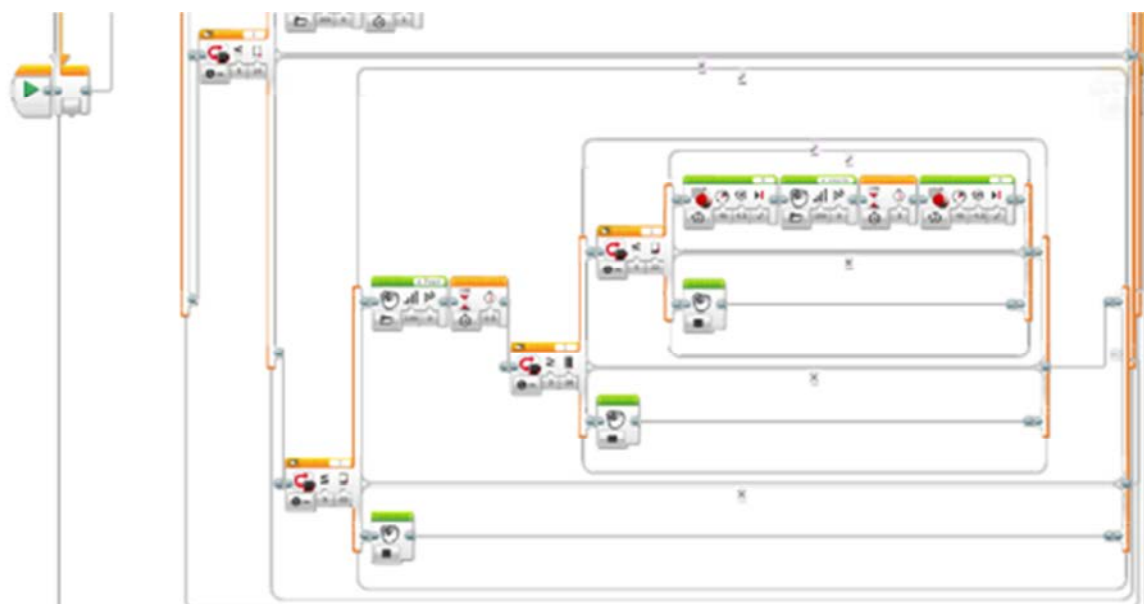
Slika 14: Prvi del programa (zaslonska slika: L. Vrčkovnik, 2016)

Če je v 1. odločitvenem stavku predmet oddaljen več kot 9,5 cm, se program nadaljuje v 3. odločitveni stavek, ki je nastavljen na ultrazvočni senzor. Če je predmet oddaljen manj ali enako kot 14 cm, se sproži zvočni signal »predmet med kantama«. Potem nadaljuje v »čakaj«, ki je nastavljen na 1 sekundo, nato se program ponovi.

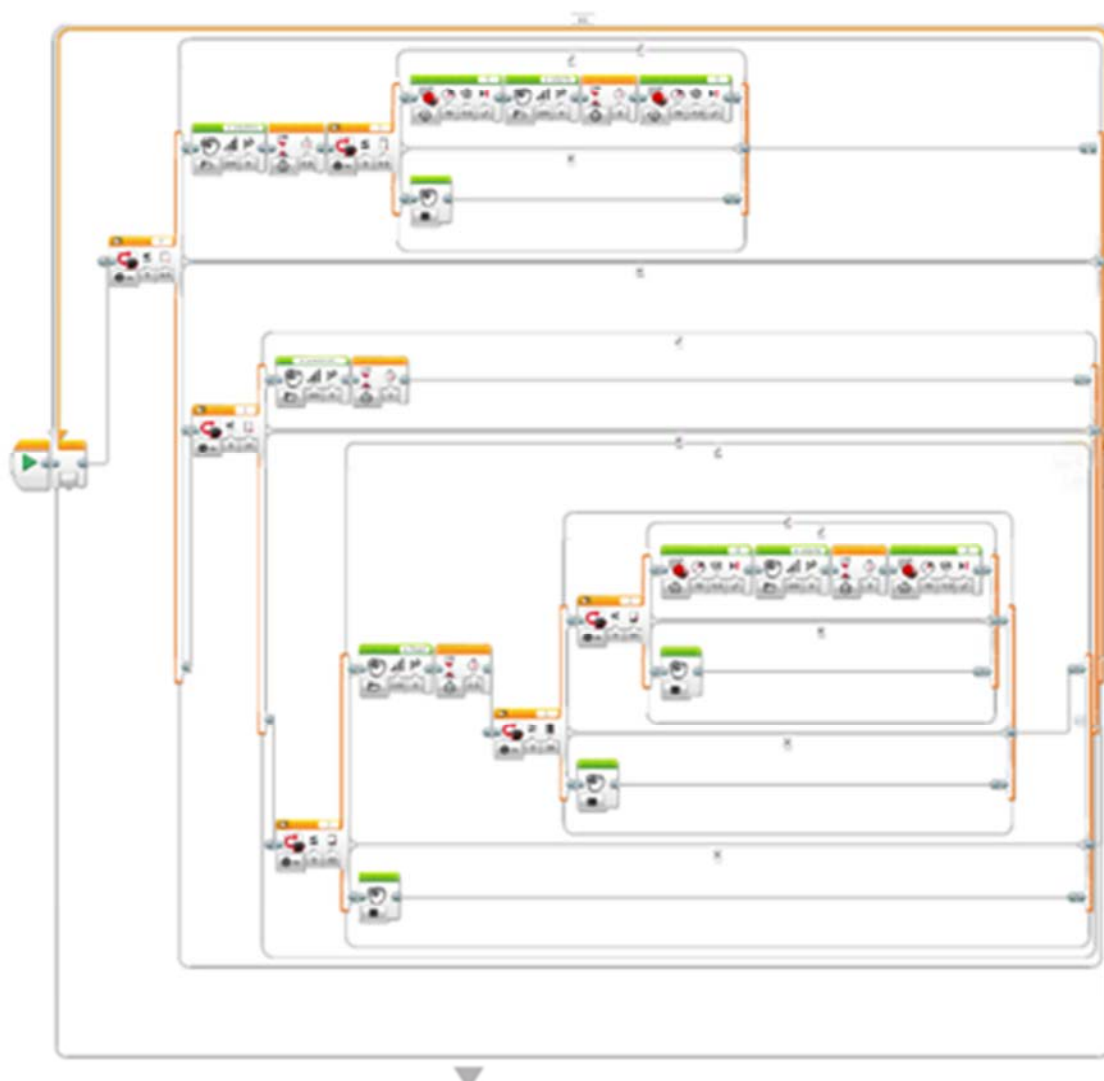


Slika 15: Drugi del programa (zaslonska slika: L. Vrčkovnik, 2016)

Če pa je v 3. odločitvenem stavku predmet oddaljen več kot 14 cm, gre program v 4. odločitveni stavek, ki je nastavljen na ultrazvočni senzor. Nastavljen je na več ali enako kot 22 cm. Če je tako, sproži zvočni signal »papir«, počaka 0,5 sekunde in se nadaljuje v naslednji odločitveni stavek. Nastavljen je na ultrazvočni senzor. Ta je nastavljen na več ali enako kot 16 cm. Če je tako, se program nadaljuje v naslednji odločitveni stavek, ki je nastavljen na ultrazvočni senzor. Če je predmet oddaljen manj ali enako kot 22 cm, se sproži motor D s hitrostjo 40 obratov na sekundo v smeri urinega kazalca. Naredi štiri obrate in pol. Nato se sproži zvočni signal »odprto«. Nadaljuje se v »čakaj«, ki je nastavljen na 3 sekunde. Nato se spet sproži motor D z isto hitrostjo in naredi isto število obratov na sekundo v nasprotni smeri urinega kazalca.



Slika 16: Zadnji del programa (zaslonska slika: L. Vrčkovnik, 2016)



Slika 17: Shema celotnega programa (zaslonska slika: L. Vrčkovnik, 2016)

## 5.2 IZDELAVA KONČNEGA IZDELKA (IZBOLJŠAN PROTOTIP)

Po testiranju s slepo in s slepo osebo z ostankom vida sva ugotovila, da ima najin prototip nekaj pomanjkljivosti.

Ko se pokrov koša odpre oz. zapre, ta zadane uporabnika v roko. Prav tako pokrov koša ovira pri odlaganju smeti. Iznšla sva nov način odpiranja in zapiranja košev. Namesto, da je vrvica pripeta na konec pokrova, sva jo prestavila na konec prve polovice.

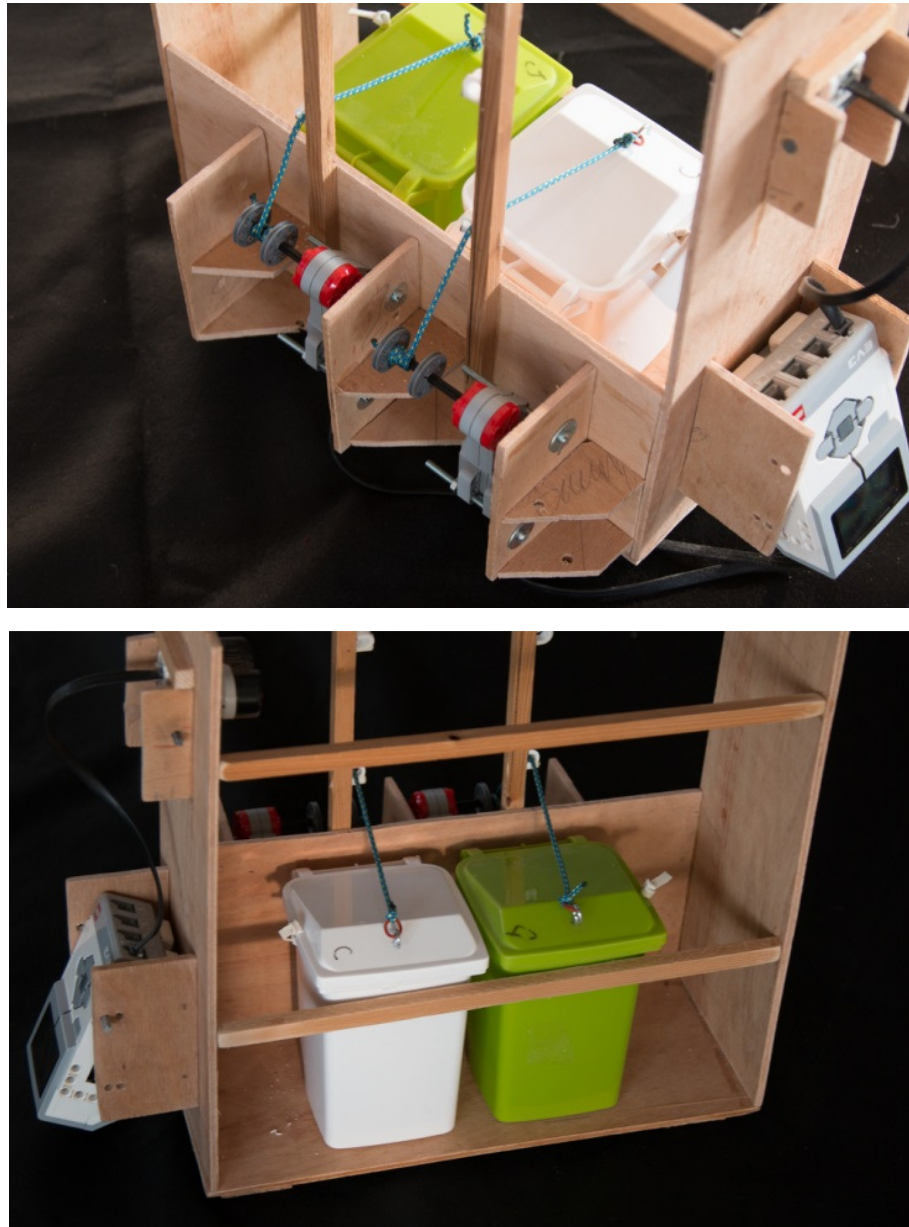
Prav tako sva zamenjala dolžino gumic, ki preprečujeta, da bi bil pokrov togo vezan na motor. Ob zapiranju pokrova je le-ta večkrat ostal v odprtem položaju. Napako sva odpravila tako, da sva med koš in pokrov namestila dodatno gumico, ki je povlekla pokrov nazaj. Zapiranje pokrova bi lahko izvedla tudi s pomočjo male vzmeti, a je konstrukcijsko gumica za naju predstavljala enostavnejšo izvedbo.

Prototip deluje tako, kot sva si na začetku zamislila. Le tega sva preskusila in potrdila najine hipoteze. V posvetu z mentorjema sva ugotovila, da je delovanje prototipa dobro, vendar je delovanje serijsko izdelanega izdelka verjetno povsem drugačno.

Zato sva se odločila, da najine senzorje namestiva na serijsko izdelane koše in preskusiva delovanje.

Ugotovila sva, da morava model za slepo deklico Joano prilagoditi. Njena mamica je predlagala, da med koši namestimo dodatno lesene pregrade, ki bodo služile za orientacijo slepe osebe v modelu.





Slika 18: Končni izdelek (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

### 5.3 IZDELAVA UNIVERZALNEGA LOČEVALNIKA

Po vseh testiranjih sva ugotovila, da je najin ločevalnik uporaben tudi za ločevanje drugih predmetov. Zato sva se odločila, da bova naredila univerzalni ločevalnik. Univerzalni ločevalnik bo lahko ločeval različne predmete (začimbe, čistila, ...).



Ker pa sva hotela glavni izdelek še dodatno nadgraditi, sva naročila krmilni modul Arduino. Spoznala sva ga pri prijatelju, ki je z njegovo pomočjo naredil že mnogo zanimivih stvari (avto, ki se nikoli ne zaleti, napravo, ki nadzoruje plin, ...)

Ker se nama je Komplet Arduino zdel zelo zanimiv, sva ga naročila na spletni strani E-bay.



Slika 19: Komplet krmilnega modula Arduino

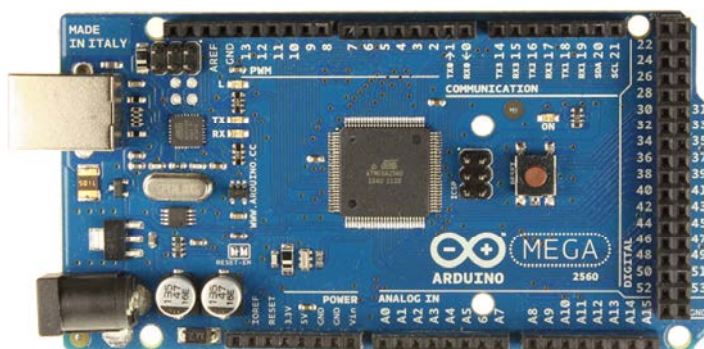
(vir: <http://www.ebay.com/itm/Adeept-Ultimate-Starter-learning-Kit-for-Arduino-UNO-R3-LCD1602-Servo-processing-/231677301840?hash=item35f10b1450:g:6mEAAOSwjVWV4qUM>)

## 5.4 KRMILNI MODUL ARDUINO

Pri prijatelju sva videla, kakšno je osnovno delo s krmilnim modulom. Videla sva različne primere in enostavnost dela.

Komplet modula Arduino je sestavljen iz krmilnega modula Arduino Mega 2560, povezovalnih žic, testne ploščice in različnih elektronskih elementov.

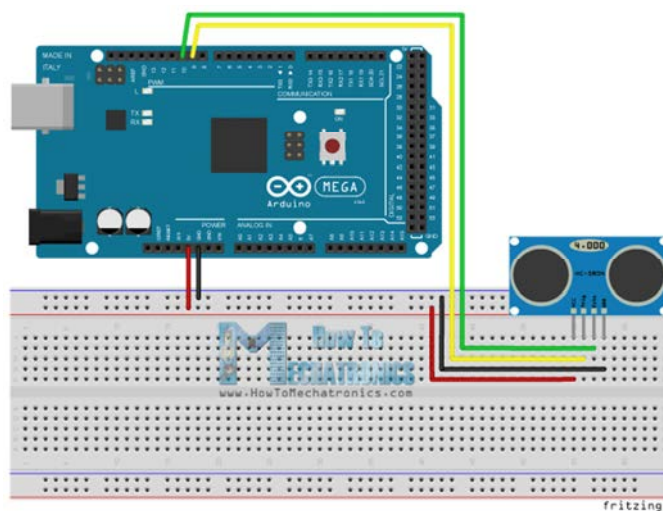
Ko je krmilni modul Arduino prišel na najin naslov, sva takoj pričela eksperimentirati. Pri tem sta naju usmerjala najina mentorja. V razvoju univerzalnega ločevalnika naju ni zanimalo jedro krmilnega modula ter kako deluje, ampak zgolj priključitev in zapis programa. Samo priključitev in primere programa sva našla v dobro predstavljeni knjižnici primerov. Pri razvoju univerzalnega ločevalnika sva uporabila krmilni modul Arduino, ultrazvočni senzor in zvočnik.



Slika 20: Krmilni modul Arduino Mega 2560

(vir: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>)

Odgovor na vprašanje, kako povezati krmilni modul in elektronske elemente, v najinem primeru ultrazvočni senzor, sva našla na spletni strani arduino.cc. Na tej strani so tudi skice, kako se krmilni modul in ultrazvočni senzor povežeta.



Slika 21: Povezava ultrazvočnega senzorja s krmilnim modulom

(vir: <http://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/ultrasonic-sensor-hc-sr04/>)

Ultrazvočni senzor deluje tako, da iz krmilnega modula po žici pošljemo komando v *trig*, ki spusti ultrazvočni signal in ga nato sprejme. Signal se nato po žici, ki je priključena na *echo*, vrne v krmilno kocko, kjer se izračuna dolžina.



Slika 22: Ultrazvočni senzor iz kompleta Arduino

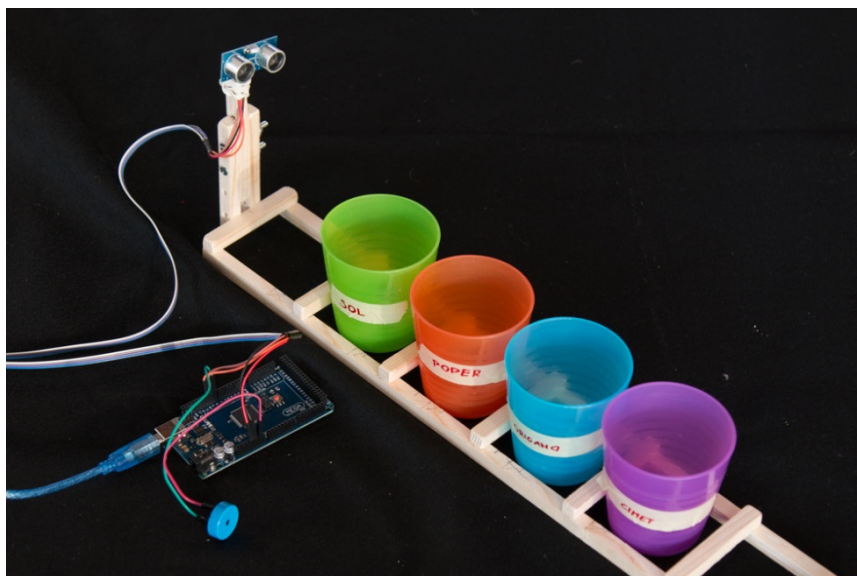
(vir: <http://www.dx.com/p/new-hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-measuring-module-3-3v-5v-compatible-for-arduino-416860#.WKn7gvnhC00>)

Uporabila pa sva tudi žice iz kompleta Arduino in normalne žice.



Slika 23: Žice iz kompleta Arduino

(vir: <https://store.arduino.cc/product/C000034> )



Slika 24: Univerzalni ločevalnik (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

## 5.5 DELOVANJE UNIVERZALNEGA LOČEVALNIKA

Univerzalni ločevalnik je narejen tako, da ga lahko premikamo in tako prilagajamo za različna ločevanja. V najini raziskavi sva sestavila osnovno konstrukcijo, kamor sva vstavila lončke, v katerih bi lahko bile začimbe, čistila, ipd.

Konstrukcija ima polja, te pa uporabljamo predvsem zaradi tega, da so lončki razporejeni na nam želeni razdalji, ki jo uporabimo v programu.

### Program

```
//Program za univerzalni ločevalnik, Arduino Mega2650
//Verzija 3.0
//Avtorja Lan Vrčkovnik in Jakob Cesar

int pause = 300; // čas med toni
int ton = 300; // frekvenca tona
int tondur = 250; // čas predvajanja tona
int enp = 1000; // končna pavza

int beep = 8; // nastavi beep = izhod za piskača
const int trigPin = 9; // nastavi trigPin = izhod za ultrazvočni senzor
const int echoPin = 10; // nastavi echoPin = vhod za ultrazvočni senzor
long duration;
int distance;
void setup() {
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // nastavi trigPin = Output
  pinMode(echoPin, INPUT); // nastavi echoPin = Input
  Serial.begin(9600); // začne komunikacijo z monitorjem
}
void loop() {
```

```
digitalWrite(trigPin, LOW); // izklopi ultrazvočni senzor
delay(2); // pove, koliko časa je ultrazvočni senzor izklopljen
digitalWrite(trigPin, HIGH); // vklopi ultrazvočni senzor
delay(10); // pove, koliko časa je ultrazvočni senzor vklopljen
digitalWrite(trigPin, LOW); // izklopi ultrazvočni senzor
duration = pulseIn(echoPin, HIGH); // prebere echoPin in pove vrnitev zvočnih valov v mikrosekundah
distance= duration*0.034/2; // čas množi s hitrostjo zvoka in množi z 2, dobi razdaljo
```

```
// naprej gre samo, če je razdalja večja od 9 in manjša od 16
```

```
if (distance >=9){
  if (distance <=16 ) {
    Serial.print("Sol"); // napiše sol na monitor
    Serial.print('\n'); // nastavi vsako besedo v svojo vrstico
    tone(beep, ton, tondur); // nastavi ton
    delay(enp); // pove pavzo
  }
}
```

```
if (distance >= 17){
  if (distance <= 24) {
    Serial.print("Poper");
    Serial.print('\n');
    tone(beep, ton, tondur);
    delay(pause);
    tone(beep, ton, tondur);
    delay(enp);
  }
}
```

```
if (distance >= 25){
  if (distance <= 32) {
```

```
Serial.print("Origano");  
Serial.print('\n');  
tone(beep, ton, tondur);  
delay(pause);  
tone(beep, ton, tondur);  
delay(pause);  
tone(beep, ton, tondur);  
delay(enp);  
}  
}
```

```
if (distance >= 33){  
  if (distance <= 40) {  
    Serial.print("Cimet");  
    Serial.print('\n');  
    tone(beep, ton, tondur);  
    delay(pause);  
    tone(beep, ton, tondur);  
    delay(pause);  
    tone(beep, ton, tondur);  
    delay(pause);  
    tone(beep, ton, tondur);  
    delay(enp);  
  }  
}
```

```
/* if (distance >= 41){  
  if (distance <= 48) {  
    Serial.print("Bazilika");  
    Serial.print('\n');  
    tone(beep, ton, tondur);  
    delay(pause);
```

```
tone(beep, ton, tondur);  
delay(pause);  
tone(beep, ton, tondur);  
delay(pause);  
tone(beep, ton, tondur);  
delay(pause);  
tone(beep, ton, tondur);  
delay(enp);  
}  
}*/  
}
```

//čas merjenja

//čas piskanja

//stena za univerzalnim ločevalnikom

## 5.6 TESTIRANJE PROTOTIPA IN KONČNEGA IZDELKA



Slika 25: Deklica Zara testira končni izdelek (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



Slika 26: Deklica Joana testira končni izdelek (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)





Slika 27: Deklica Joana testira univerzalni ločevalnik (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



Slika 28: Deklica Zara testira univerzalni ločevalnik (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

## 6 RAZPRAVA

S projektnim delom sva želela narediti izdelek, ki bo pomagal slepim in slabovidnim ljudem pri samostojnem ločevanju odpadkov. Sestavila sva avtomatski sistem za ločevanje odpadkov. Sestavljen je iz košev za odpadke s pokrovi, ki jih upravljajo motorji.

Testirala sva hipotezo ali je najin ločevalnik uporaben pripomoček za slepe in slabovidne osebe, da lahko brez dotika koša ločujejo odpadke. Najin končni izdelek sva preizkusila s pomočjo deklic Zare in Joane, ki sva jima dala tri različne predmete (žogico za namizni tenis, papir in pomarančo), ki sta jih morala razvrstiti vsakega v svoj koš. Sprva sva uporabila prototip, na katerem sva opazila nekaj napak in pomanjkljivosti. Pri odpiranju koša je pokrov zadeval Zarino roko, zato sva vrvico za odpiranje koša prestavila v zadnji del pokrova. Da bi bil model primeren tudi za popolnoma slepe osebe, sva morala dodati še pregrade med koši za orientacijo slepe osebe v modelu.

Vse te pomanjkljivosti sva upoštevala pri izdelavi končnega izdelka. Ko sta Zara in Joana ponovno preizkusili, tokrat končni izdelek, smo skupaj ugotovili, da skoraj vse deluje, kot bi moralo.

V najini drugi hipotezi sva preverila ali deklici Zara in Joana lahko poiščeta pravilni predmet, ki se nahaja v enem izmed košev. Tako bi preverili ali je najin končni izdelek uporaben tudi za jemanje zelenih predmetov iz košev oz. posodic (npr. začimbe).

Naredila sva nadgradnjo modela in računalniškega programa in ugotovila, da je izdelek primeren za univerzalno ločevanje različnih predmetov.

V najini tretji hipotezi sva preizkusila, če je programiranje v Legoeducation sistemu enako kot pri programskem paketu krmilnega modula Arduino. Ugotovila sva, da je zasnova in način programiranja zelo podoben. Ko sva osvojila Legoeducation sistem programiranja, sva z uporabo primerov na enostaven način prišla do zelene rešitve. Ugotovila sva, da je didaktični komplet Legoeducation dobro izhodišče za programiranje ostalih profesionalnih krmilnih modulov.

V najini četrti hipotezi sva preverjala ali lahko narediva izdelek iz cenovno ugodnih in zanesljivih materialov in elementov, ki bi bil uporaben v vsakodnevem življenju slepe oz.

slabovidne osebe za ločevanje. Hipotezo sva potrdila, saj sva preko spletne trgovine eBay kupila cenovno zelo dostopne materiale in tako dokazala, da se da z znanjem in voljo narediti marsikaj.

Ob srečanju s slepo in s slepo deklico z ostankom vida sva bila ganjena. Poskušala sva imeti zaprte oči in si predstavljati različne predmete. Spraševala sva se, kako si lahko predstavljajo stvari, ki jih nikoli niso videli. Ljudje vedo, da imajo slepi težave, vendar premalo ali običajno nič ne naredijo za to, da bi jim bilo lažje.

Presenetilo naju je, da deklici hodita v običajno šolo, poleg tega pa enkrat na teden obiskujeta pouk orientacije in vaje vida na Zavodu za slepo in slabovidno mladino v Ljubljani, kjer jih učijo, kar potrebujejo za samostojno življenje (hoja s pomočjo bele palice, opismenjevanje v Braillovi pisavi). Pravita, da so sošolci prijazni. Včasih pa se najde kdo, ki se norčuje iz njiju ali pa ju celo npr. spotakne. Takrat jima je zelo hudo.

Spoznala sva, da je, kadar si v stiku s slepo in slabovidno osebo, pomembno, da stopiš z njo v fizičen stik (npr. primeš jo za roko, ramo) in dovoliš, da se te dotakne in si s tem ustvari mnenje o tebi.

Slepe in slabovidne osebe vidiva sedaj kot pogumne ljudi, ki so se v svojem življenju soočili z marsikatero oviro in jo premagali, zato jih zelo spoštujeva. Preden sva pričela z najino raziskovalno nalogo, nisva razumela in tudi ne opazila, da bi bilo v trgovinah, dvoranh, šolah kakorkoli poskrbljeno za te ljudi.

Skozi raziskovalno delo sva se veliko naučila: od mizarskih in strojnih del, do programiranja ter tega, kako se raziskovalno delo napiše. Kot osebi pa sva največ pridobila, ko sva spoznala slepo deklico Joano in slepo deklico z ostankom vida Zaro ter njune starše, ki so naju popeljali v svet slepih in slabovidnih.

Sedaj bolje razumeva, kako se te osebe počutijo in kaj potrebujejo, da bodo v življenju čim bolj samostojne. Zaradi njih sva postala boljša človeka. Zavedava se, da lahko tudi midva pomagava, kadar srečava slepo oz. slabovidno osebo na ulici tako, da se ne umakneva, ampak da aktivno pristopiva do te osebe, vzpostaviva z njo kontakt in jo vprašava, če potrebuje pomoč.



Slika 29: Zara z mamico (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



Slika 29: Deklici Joani mamica pojasni nalogo (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

## 7 ZAKLJUČEK

Hipoteza I. Najin izdelek z avtomatskim sistemom za ločevanje odpadkov sestavljen iz košev s pokrovi, ki jih upravljajo motorji, se je izkazal kot uporaben pripomoček za slepe in slabovidne osebe pri ločevanju odpadkov. Deklici, ki sta slepi in slabovidni sta zmogli pravilno razvrstiti namiznoteniško žogico, papir in pomarančo v ustrezen koš.

Hipoteza II. Z nadgradnjo najinega modela in računalniškega programa sva ugotovila, da je izdelek primeren za univerzalno ločevanje predmetov, saj sta deklici Zara in Joana zmogli vzeti zeleni predmet iz posameznih košev.

Hipoteza III. Ugotovila sva, da je zasnova in način programiranja v Legoeducation sistemu podobna kot pri programskem paketu krmilnega modula Arduino. Ko osvojiš Legoeducation sistem programiranja, lahko z uporabo primerov na enostaven način prideš do zelene rešitve. Didaktični modul Legoeducation je dobro izhodišče za programiranje ostalih profesionalnih krmilnih modulov.

Hipoteza IV. Model ločevalnika sva naredila iz cenovno ugodnih in zanesljivih materialov in elementov ter s tem dokazala, da se da z znanjem in izbiro ugodnih materialov in elementov sestaviti zanesljiv in uporaben sistem za ločevanje.

Slepe in slabovidne osebe so zelo pogumne osebe, ki so in bodo v življenju šle preko številnih preizkušenj, zato jih zelo spoštujeva. Naučila sva se sporazumevati z njimi in spoznala pomen fizičnega stika s tako osebo.

## 8 VIRI IN LITERATURA

V raziskovalni nalogi sva uporabljala naslednje vire in literaturo:

- <https://www.arduino.cc/> - Opisi in pomoč pri programiranju
- <https://education.lego.com/en-us> - Opis in pomoč pri programiranju
- <http://www.legama.si/> - Splošno o Legoeducation zbirki
- <http://www.zssm.si/> - Opisi in pripomočki slepih in slabovidnih ljudi

## **9 ZAHVALA**

Zahvaljujema se mentorjema Petru Vrčkovniku in Simoni Cesar, ki sta naju uvedla v raziskovalno delo in nama s svojimi izkušnjami in znanjem pomagala pri nastajanju raziskovalne naloge.

Zahvaljujema se tudi deklicama Zari in Joani ter njunima staršema za topel sprejem v njihov dom in da so nama približali delček njihovega sveta življenja s slepo in slabovidno osebo.

Zahvaljujema se tudi Andreji Hazabent za lektoriranje in angleški prevod povzetka.

## 10 PRILOGE

### 10.1 Opis izdelave prvega modela – prototip



Slika 30: Priprava delovne površine in materiala za izvedbo projekta (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Preden sva se lotila dela, sva si morala pripraviti delovno površino, material in orodje za izdelavo projekta. Nato sva izmerila dolžino in širino košev. S pomočjo teh mer sva vrisala mere za ogrodje.



Slika 31: Razrez iverne plošče za ogrodje (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Ko sva vrisala mere dna in stranic, sva se lotila razreza. Z vbodno žago sva razrezala vse dele ogrodja in nato izmerila, če so dovolj visoki in široki.



Slika 32: Brušenje iverne plošče za ogrodje (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Ker so bile mere pravilne, sva se lotila brušenja. Za brušenje sva uporabljala brusilko. Brusiti sva morala natančno in paziti, da ne pobrusiva preveč.



Slika 33: Merjenje višine in dolžine stranic ter dna (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Ko sva zbrusila vse plošče, sva izmerila višino in dolžino, preverila, če sta stranici enako dolgi in ali se vse prilegajo druga drugi.





Slika 34: Merjenje višine in dolžine zadnje stranice (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Nato sva se lotila merjenja višine in dolžine zadnje stranice. Ko sva izmerila in zarisala višino in širino, sva se lotila rezanja.



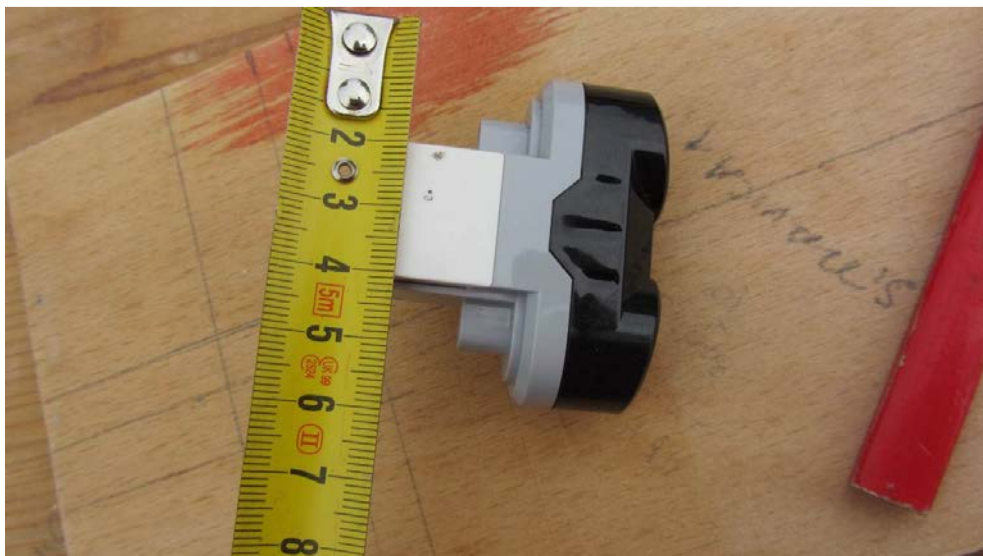
Slika 35: Brušenje zadnje stranice (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Ko sva razrezala še zadnjo stranico, sva jo ponovno pobrusila in pazila, da je ne pobrusiva preveč oz. da ne ostane kakšen oster rob.



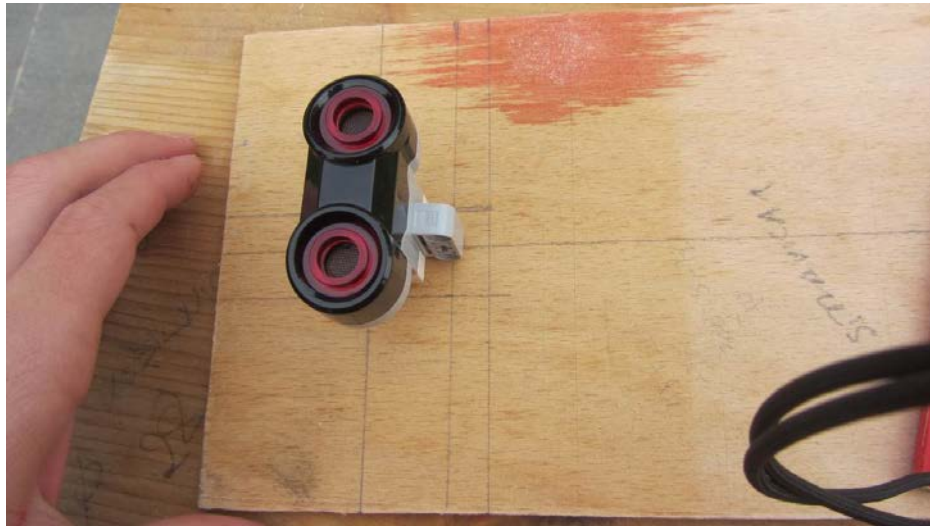
Slika 36: Zarisovanje luknje za ultrazvočni senzor (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Po končanem brušenju sva izmerila višino in širino ultrazvočnega senzorja. Mere sva nato vrisala na stranico s pomočjo kotnika.



Slika 37: Merjenje širine senzorja (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Pred začetkom rezanja sva še enkrat preverila mere ultrazvočnega senzorja. Ker se je izkazalo, da sva se pri merah rahlo zmotila, sva vse mere ponovno izmerila in zarisala.



Slika 39: Merjenje širine senzorja (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Ko sva vse mere ponovno narisala, sva še enkrat preverila, če se senzor prilega narisani luknji. Ker se je senzor prilegal luknji, sva se lotila rezanja.



Slika 38: Brušenje luknje za senzor (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Po končanem rezanju sva nastalo luknjo morala tudi zbrusiti. Ker je bila luknja premajhna za brušenje z brusilko, sva morala brusiti z brusnim papirjem.



Slika 39: Priprava na lepljenje (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Ko sva končala z brušenjem, sva si pripravila vse stvari za lepljenje. Ko sva zalepila med sabo vse plošče, sva se lotila merjenja motorja in komandne plošče. Naredila sva tudi dodatne podpornike za ultrazvočni senzor, motor in komandno ploščo.



Slika 40: Vgraditev ultrazvočnega senzorja (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)



Slika 41: Vgraditev ultrazvočnega senzorja (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Ko se je lepilo posušilo, sva nalepila še dodatne podpornike. Ko se je tudi to posušilo, sva vgradila ultrazvočni senzor in ga pritrdila na ogrodje.



Slika 42: Vgraditev komandne kocke (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Za tem sva vgradila in pritrdila tudi komandno kocko.



Slika 43: Vgraditev motorja (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Nazadnje pa sva še pritrdila motor. Pritrdila sva samo enega od treh.



Slika 44: Delno narejen prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Potrebno je pritrditi oba koša, dodaten motor, nastavek za vrv in upornice.



Slika 45: Delno narejen prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)



Slika 46: Delno narejen prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)



Slika 49: Delno narejen prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2016)

Privila sva en motor; izmerila, razrezala, pobrusila in zalepila upornice; privila nastavek za vrv in dodala kljuki na koncu obeh košev, tako da sva na drugo stran nalepila pluto.



Slika 47: Prototip (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



## 10.2 Opis izdelave univerzalnega ločevalnika

Najprej sva si v svoje zvezke narisala načrt, kako bi naj izgledal univerzalni ločevalnik. Naredila sva pet kvadratkov iz lesenih deščic, ki so skupaj povezani. Ti kvadrati so polja za lončke oz. posode za začimbe. Vsak kvadrataček je dolg 7 cm in širok 8 cm, med prvim kvadratom in ultrazvočnim senzorjem pa je 9 cm. Ultrazvočni senzor je pripet na premično stojalo, ki je narejeno iz treh deščic. Vse tri imajo enako število lukenj, ki se med seboj pokrivajo. Zunanji deščici sta prilepljeni na osnovno konstrukcijo, srednja pa je z vijaki pritrjena na ostali dve. Srednja deščica se lahko prestavi za štiri luknje gor oz. dol. Nastavljanje je odvisno od višine posod, v katerih so začimbe.



Slika 48: Izdelava prototipa (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



Slika 49: Izdelava prototipa (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

Deščice sva zlepila z lesnim lepilom, pomagala pa sva si s snemalnimi kleščami, ki so nama za silo prijela deščice.



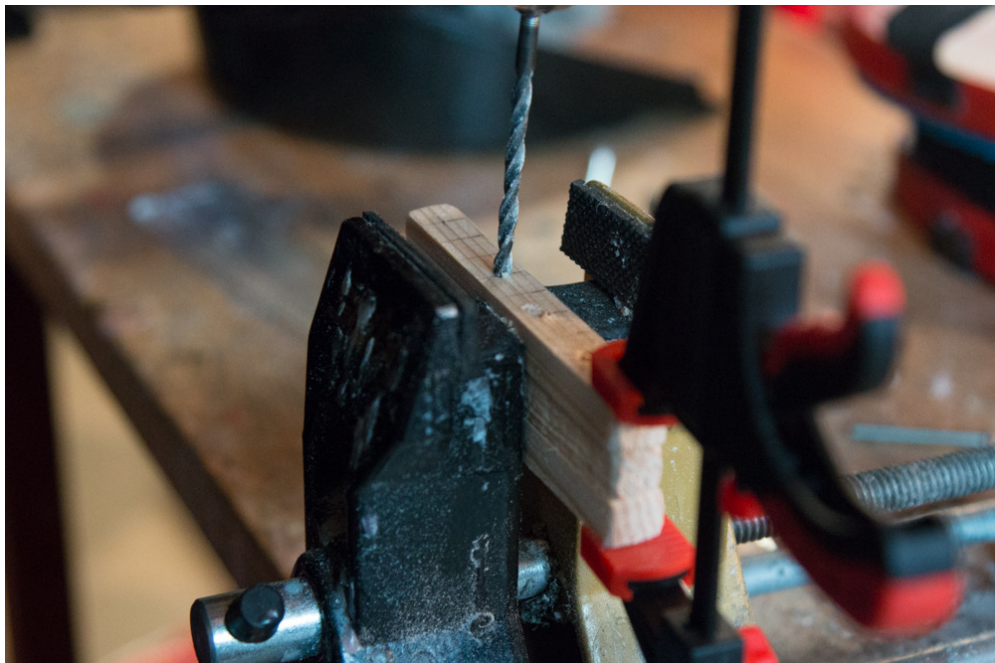
Slika 50: Sušenje lepila (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

Počakala sva, da se je lepilo posušilo.



Slika 51: Vrtanje lukenj v deščice za stojalo (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

V vsako deščico sva zvrtila po štiri luknje, ki pa so se med sabo pokrivali. To pa zato, da je stojalo za ultrazvočni senzor postalo nastavljivo.



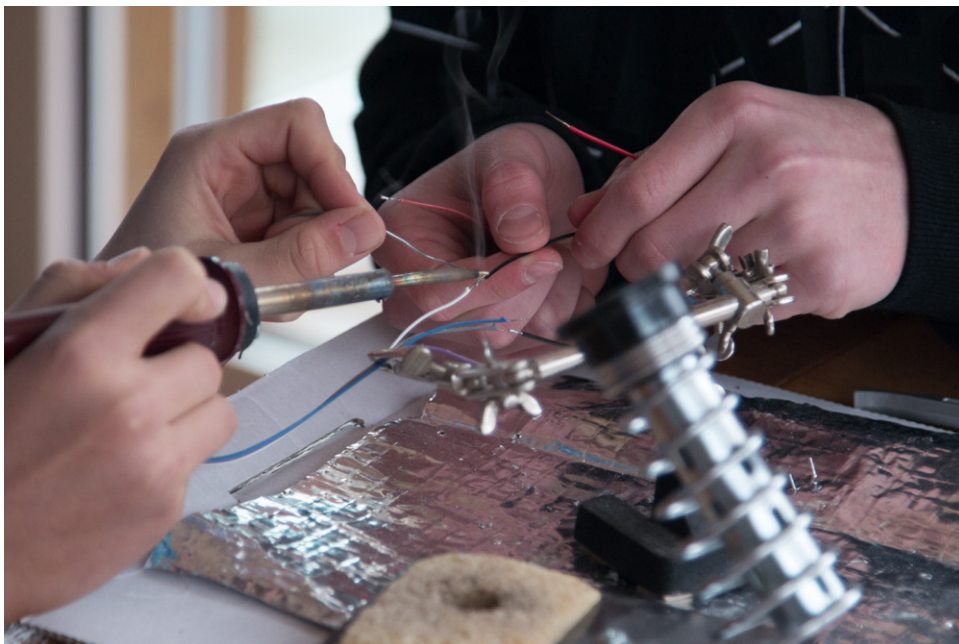
Slika 52: Razširjanje lukenj (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

Luknje sva morala še malo razširiti, saj so bile prejšnje premajhne za vijake.



Slika 53: Priprava žic (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)

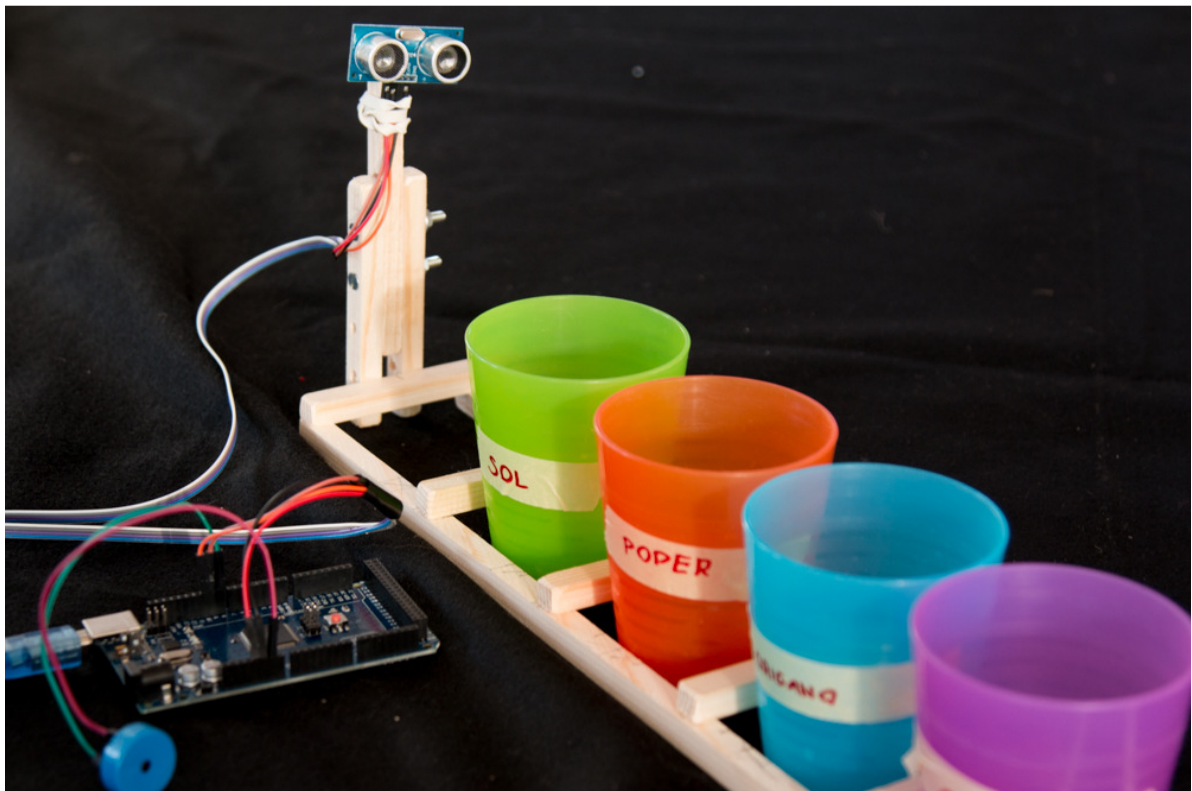
Morala sva podaljšati žice. Najprej sva na koncih odstranila plastično zaščito, da sva prišla do žice.



Slika 54: Spajkanje in vezanje žic (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



Slika 55: Povezovanje ultrazvočnega senzorja s krmilno ploščo (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)



Slika 56: Univerzalni ločevalnik – končni izdelek (Foto: P. Vrčkovnik, 2017)