

# Praktična iskustva u programiranju i robotici kroz rad s edukacijskim robotima

---

**Babić, Nensi**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:775645>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-11**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET**  
**MATEMATIČKI ODSJEK**

Nensi Babić

**PRAKTIČNA ISKUSTVA U PROGRAMIRANJU I**  
**ROBOTICI KROZ RAD S EDUKACIJSKIM ROBOTIMA**

Diplomski rad

Voditelj rada:

Goran Igaly

Zagreb, 2019. godine

Ovaj diplomski rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ pred ispitnim povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_, predsjednik

2. \_\_\_\_\_, član

3. \_\_\_\_\_, član

Povjerenstvo je rad ocijenilo ocjenom \_\_\_\_\_.

Potpisi članova povjerenstva:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

*Zahvaljujem svom mentoru, profesoru Goranu Igalyju na pristupačnosti tijekom studija, ali i brojnim savjetima i ohrabrenjima prilikom pisanja ovog diplomskog rada koji su dovršavanje istog i omogućili.*

*Zahvaljujem profesorici Goranki Nogo na susretljivosti i pomoći pri odabiru teme.*

*Također zahvaljujem svim učenicima i učiteljima, posebno Roberti Ujčić, koji su sudjelovali u istraživanjima potrebnim za pisanje rada.*

*Zahvaljujem i svim sudionicima održanih aktivnosti i radionica koji su na bilo koji način pomogli da ovaj rad ugleda svjetlo dana.*

*Hvala svim prijateljima koji su sa mnom prolazili kroz sve teške studentske trenutke, ali i na stvaranju lijepih uspomena.*

*Na kraju bih se voljela zahvaliti svojoj obitelji na podršci, strpljenju i povjerenju koje su mi ukazali u mom dugogodišnjem školovanju.*

*Posebna zahvala ide mojim roditeljima, Nataliji i Branku, koji su bili uz mene i vjerovali u mene od prvog dana.*

*Mama i tata, hvala! Ovo je za Vas!*

## SADRŽAJ

1	UVOD.....	1
2	micro:bit .....	2
2.1	Što je to micro:bit? .....	2
2.2	micro:bit u nastavi.....	3
2.3	Provedene aktivnosti .....	4
2.4	Prednosti i nedostaci micro:bit-a.....	11
3	mBot .....	12
3.1	Što je to mBot? .....	12
3.2	mBot u nastavi.....	14
3.3	Provedene aktivnosti .....	16
3.4	Prednosti i nedostaci mBot-a .....	22
4	Croatian Makers Liga .....	24
4.1	Zadatak prvog kola.....	25
4.2	Zadatak drugog kola.....	29
4.3	Osvrt na održana kola Croatian Makers Lige .....	34
5	Radionice .....	36
5.1	Ljubavna robotika .....	37
5.2	Obiteljski dan .....	38
6	Učenički ishodi i očekivanja u praktičnoj nastavi.....	40
7	ZAKLJUČAK.....	42
8	LITERATURA .....	45
9	SAŽETAK .....	46
10	SUMMARY .....	47
	ŽIVOTOPIS.....	48

# 1 UVOD

Pohodivši metodičku praksu nastave matematike i informatike u osnovnoj školi, do izraza je došla ljubav prema radu s djecom i želja za istraživanjem i upoznavanjem s njihovim mogućnostima.

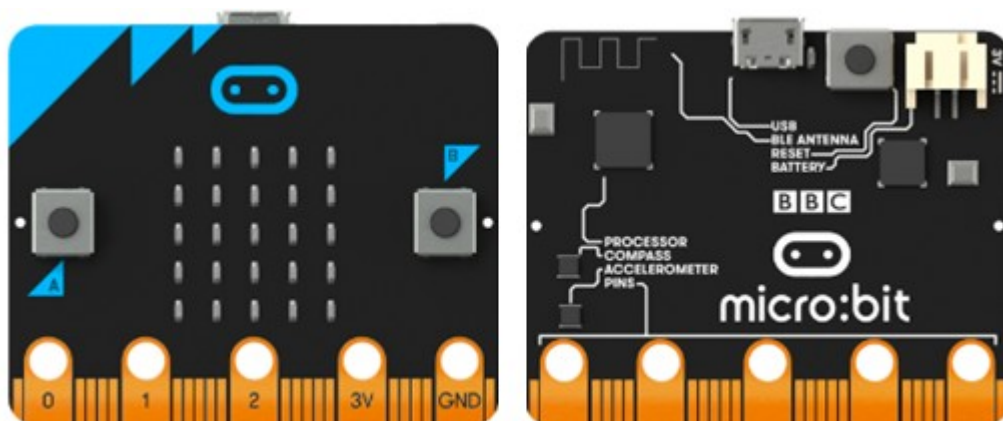
Nakon nekoliko održanih radionica na temu robotike i rada s edukacijskim robotima, pojavila se ideja za izradu diplomskog rada s navedenom temom. Nekoliko kolega pristalo je sudjelovati te pritom pomoći u izradi ovog rada na način da su omogućili prisustvovanje na nastavi robotike u nekoliko osnovnih škola, naravno uz pristanak ravnatelja. Također, omogućili su korištenje dobivenih podataka radi kvalitetnije izrade diplomskog rada. Većina učenika je uzrasta od 12 do 15 godina i pohađaju škole: Osnovna škola Alojzija Stepinca i Osnovna škola Vrbani u Zagrebu. U radu će biti prikazani zadaci koji su bili stavljani pred nekoliko učenika navedenih škola te načini na koje su oni zadatke rješavali.

U prvom dijelu radit će se o zadacima koje su učenici rješavali koristeći micro:bit-ove u sklopu dodatne nastave iz informatike, u drugom dijelu nalazit će se zadaci koje su učenici rješavali edukacijskim robotima mBot-ima, dok će u trećem dijelu biti prikazani zadaci iz Croatian Makers Lige te nekoliko istaknutih rješenja učenika koji su u istoj sudjelovali. Radi zaštite osobnih podataka, imena učenika neće biti navedena. Na kraju rada bit će opisane radionice održane s učenicima svih uzrasta te njihove reakcije na robote, te će se istaknuti dijelovi Nacionalnog kurikulumu nastavnog predmeta Informatika za osnovne i srednje škole donesenog 2018. godine, a koji obuhvaćaju područje robotike u osnovnim školama.

## 2 micro:bit

### 2.1 Što je to micro:bit?

Micro Bit (također poznat kao BBC Micro Bit, stiliziran kao micro:bit) je ugrađeni sustav s otvorenim izvorima hardvera utemeljen na ARM-u koji je dizajnirao BBC za korištenje u računalnom obrazovanju u Velikoj Britaniji. Prvi put je objavljen na lansiranju BBC-jeve kampanje Make It Digital 12. ožujka 2015. s namjerom da se učenicima u Velikoj Britaniji isporuči milijun ovih uređaja. Konačni dizajn uređaja i značajke otkriveni su 6. srpnja 2015., dok je stvarna isporuka uređaja započela u veljači 2016.



Slika 1. Prednja i stražnja strana micro:bit pločice

Uređaj ima dimenzije 43 mm × 52 mm, a njegovi sastavni dijelovi su:

- procesor ARM Cortex-M0,
- 25 LED dioda koje se mogu pojedinačno programirati
- 2 tipke koje se mogu programirati
- fizički spojevi izvoda
- senzori za temperaturu i svjetlo
- senzori pokreta (mjerač ubrzanja i kompas)

- bežična komunikacija preko radija i bluetootha
- USB sučelje

Ulazno-izlazni priključak uključuje tri priključka za prsten (plus jedno napajanje) koji prihvaćaju krokodilske kvačice ili 4-mm banane utikače kao i 23-pinski priključak s dva ili tri PWM izlaza, 6 do 17 GPIO pinova (ovisno o konfiguraciji), šest analognih ulaza, serijski I/O, SPI i I<sup>2</sup>C.

BBC micro:bit se može napajati preko USB kabela ili pomoću vanjskog paketa baterija.

## **2.2 micro:bit u nastavi**

BBC micro:bit je malo programabilno mikroracunalo kojim se može koristiti za sve vrste aktivnosti i zanimljivih zadataka za djecu već od najmanjeg uzrasta.

Može ga se programirati s bilo kojeg web preglednika u Blocksu, JavaScriptu, Pythonu, Scratchu i u drugim programima, odnosno, osim preglednika i internetske veze nije potreban nikakav posebni softver.

U našim školama, učitelji često baziraju na rad u Blocksu i Scratchu jer su se učenici već ranije susreli s tim blokovskim jezicima.

Micro:bit se koristi u školama širom svijeta, od Finske i Islanda do Singapura i Šri Lanke. Na službenim mrežnim stranicama micro:bit-a ([3]) moguće je pronaći desetke zanimljivih aktivnosti i planova nastavnih sati namijenjenih učiteljima u osnovnim i srednjim školama.

Osim što se micro:bit koristi u nastavi informatike, u zadnje vrijeme je sve češća njegova upotreba u nastavi drugih nastavnih predmeta, kao što su matematika, biologija, pa čak i tjelesna i zdravstvena kultura.

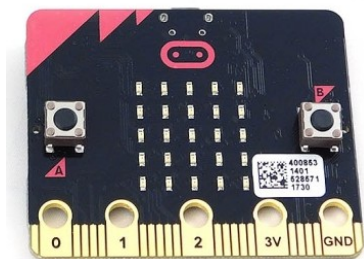
U nastavku će biti navedeno nekoliko aktivnosti s kojima sam se susrela i koje sam isprobala s učenicima u osnovnim školama.



## 2.3 Provedene aktivnosti

Za sve aktivnosti s micro:bit-ovima provedene u školama, učenici su koristili:

- micro:bit



- USB kabel za spajanje s računalom



- računalo

S obzirom na to da se većina učenika susrela s micro:bit-ovima ranije, ali nisu imali iskustva u samostalnom programiranju, krenuli smo s jednostavnom aktivnošću, a nastavili s malo složenijima kako bi učenici postupno razvijali logičko razmišljanje i naučili nešto o programiranju.

Prije početka programiranja, još jednom smo se prisjetili osnova rada s micro:bit-om, načinom pisanja programa te spajanja s računalom kako bi se prilikom rada susretali sa što manje poteškoća. To se pokazalo kao pozitivna stvar jer su učenici pozitivno reagirali na ponavljanje te su u daljnjem radu imali pitanja samo o konkretnim zadacima.

U nastavku je navedeno nekoliko aktivnosti provedenih u nastavi te komentari na učenička ostvarenja.

## Aktivnost 1: Moje ime

Aktivnost je provedena u mješovitoj grupi učenika od 4. do 8. razreda osnovne škole.

### Zadatak:

Napiši program koji će na micro:bit pločici ispisivati tvoje ime i prezime.

### Rješenje:

Učenici su zadatak rješavali koristeći blokovski jezik, a niže je naveden i kod u JavaScript-u.

- Blokovsko rješenje:



- Rješenje u JavaScript-u:

```
basic.showString("Nensi Babic")

basic.forever(function () {
  basic.showString("Nensi Babic")
})
```

### Komentar:

Učenicima je trebalo svega nekoliko minuta da riješe zadatak samostalno. No, pojavio se problem kad je dio učenika zadatak riješio koristeći naredbu **on start**, a drugi dio petlju **forever**. Iz tog razloga rješavali smo zadatak na oba načina kako bismo došli do zaključka zašto postoje te dvije mogućnosti, u čemu se razlikuju te kako se prikazuju naša dva dobivena rješenja na micro:bit pločici. Učenici su brzo shvatili kako se

korištenjem naredbe on start ime i prezime ispiše na micro:bit-u samo jedanput prilikom spajanja pločice s računalom, a korištenjem petlje forever njihovo ime i prezime se neprestano vrti na pločici.

## Aktivnost 2: Sretno lice / Tužno lice

Aktivnost je provedena u mješovitoj grupi učenika od 4. do 8. razreda osnovne škole.

### Zadatak:

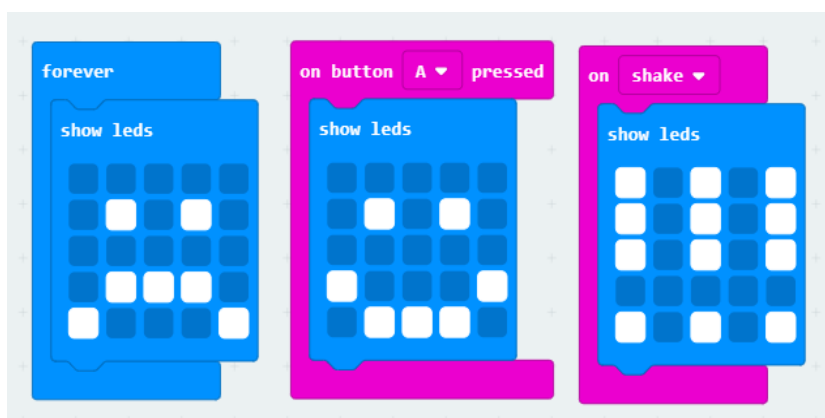
Napiši program koji će na micro:bit pločici prikazivati sretno i tužno lice. Pritiskom na tipku A, na pločici se treba prikazati sretno lice, ali čim se tipka A pusti, na pločici se treba ponovno prikazivati tužno lice.

**Dodatak** (za one koji žele): Napiši dio programa koji će prilikom pomicanja micro:bit-a na njemu prikazivati tri uskličnika (! ! !) kao znak upozorenja.

### Rješenje:

Učenici su zadatak rješavali koristeći blokovski jezik, a niže je naveden i kod u JavaScript-u.

- Blokovsko rješenje:



- Rješenje u JavaScript-u:

```

input.onButtonPressed(Button.A, function () {
  basic.showLeds(`
    . . . . .
    . # . # .
    . . . . .
    # . . . #
    . # # # .
    `)
})
input.onGesture(Gesture.Shake, function () {
  basic.showLeds(`
    # . # . #
    # . # . #
    # . # . #
    . . . . .
    # . # . #
    `)
})
basic.forever(function () {
  basic.showLeds(`
    . . . . .
    . # . # .
    . . . . .
    . # # # .
    # . . . #
    `)
})

```

**Komentar:**

Velik dio učenika riješio je prvi dio zadatka bez problema, no kada je trebalo iskoristiti uvjet o pritisnutoj tipki A, pojavili su se problemi. Nakon što je učenicima objašnjeno na koji način micro:bit prima naredbe, učenici su uspješno riješili i drugi dio zadatka te su im se na pločicama ispravno prikazivala tužna i sretna lica. Samo dva učenika izrazila su

želju za rješavanjem dodatnog dijela zadatka te su ponosno objasnili ostatku grupe kako treba dodati uvjet u blokovskom rješenju kako bi se ispisivali uskličnici.

U uvodnom dijelu sata učenicima su predstavljene mogućnosti rada s micro:bit-ovima te su odmah po uključivanju računala i pokretanju prvih programa uočili funkcije koje se pojavljuju u blokovskom jeziku i povezali ih s njihovim mogućnostima. U ovom slučaju, shvatili su kako naredna **Shake** funkcionira na način da prikazuje zadanu sliku prilikom pomicanja micro:bit-a.

### **Aktivnost 3: micro:bit-no**

Aktivnost je provedena u 6. razredu osnovne škole.

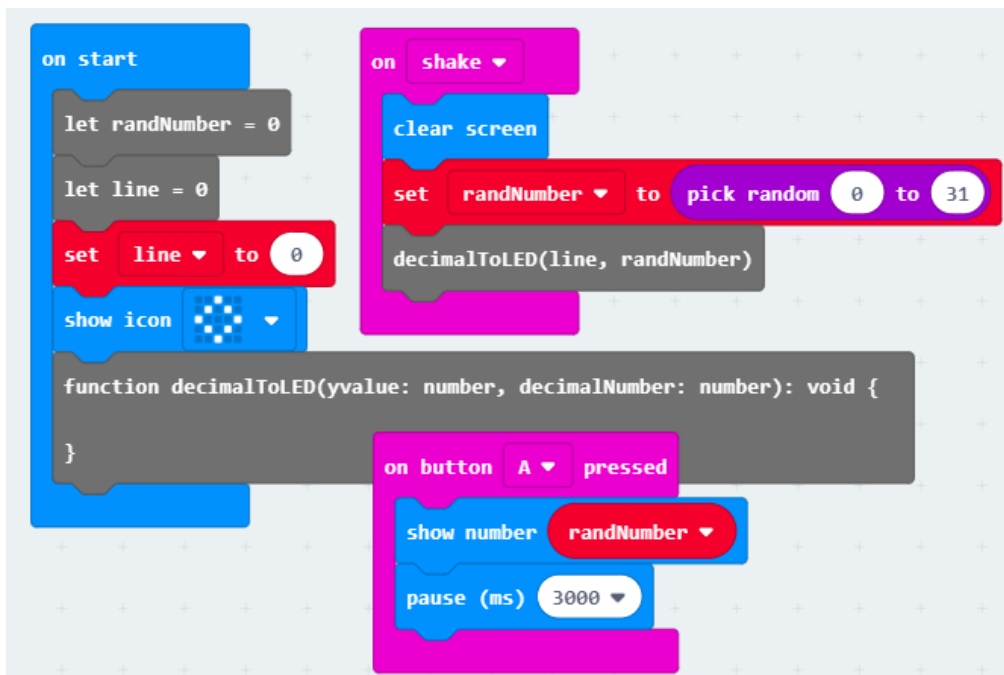
#### **Zadatak:**

Napiši program koji će ti omogućiti da igraš igru pretvaranja brojeva iz binarnog u dekadski zapis na sljedeći način - kada protreseš svoj micro:bit, na njemu će se prikazati jedan od brojeva od 0 do 31 (svaka od LED dioda će svijetliti ili ne i na taj način označavati 0 - ne svijetli ili 1 - svijetli). Pretvori taj broj u dekadski te provjeri svoj rezultat pritiskom na tipku A. Pritiskom na tipku A micro:bit ti mora prikazati dekadski zapis broja dobivenog nakon što si protresao svoj micro:bit.

#### **Rješenje:**

Učenici su zadatak rješavali koristeći blokovski jezik, a niže je naveden i kod u JavaScript-u. Funkcija **decimalniBrojULED** napisana je u JavaScript-u i samo je gotova proslijeđena učenicima kako ne bi trošili vrijeme na to jer je ideja bila s učenicima ponoviti postupak pretvaranja brojeva iz binarnog zapisa u dekadski te povezati programiranje micro:bit-a s nekim drugim nastavnim sadržajem.

- Blokovsko rješenje:



- Rješenje u JavaScript-u:

```

let SlucajnoOdabranBroj = 0
let linija = 0
input.onGesture(Gesture.Shake, function () {
  basic.clearScreen()
  SlucajnoOdabranBroj = Math.randomRange(0, 31)
  decimalniBrojULED(linija, SlucajnoOdabranBroj)
})
input.onButtonPressed(Button.A, function () {
  basic.showNumber(SlucajnoOdabranBroj)
  basic.pause(3000)
})
linija = 0
basic.showIcon(IconNames.Diamond)
function decimalniBrojULED(yvalue: number, DecimalniBroj:
number): void {
  //provjeri svaki od 5 bitova i prekidač
  for (let index = 0; index <= 4; index++) {
  }
}

```

```

/* prvi bit je led 4 (desno)
   peti bit je led 0 */
if ((DecimalniBroj & 1) == 1) {
    led.toggle(4, yvalue);
}
if (((DecimaniBroj & 2) >> 1) == 1) {
    led.toggle(3, yvalue);
}
if (((DecimalniBroj & 4) >> 2) == 1) {
    led.toggle(2, yvalue)
}
if (((DecimalniBroj & 8) >> 3) == 1) {
    led.toggle(1, yvalue)
}
if (((DecimalniBroj & 16) >> 4) == 1) {
    led.toggle(0, yvalue)
}
}

```

#### **Komentar:**

Učenci su dobro reagirali na zadatak, ali su tražili pomoć oko dijelova koda. Najviše problema zadavala im je funkcija **decimalniBrojULED**, ali su ostale dijelove brzo složili i savladali.

Kao što se iz rješenja može uočiti, za varijable i funkcije smo koristili hrvatske nazive kako bi učenicima olakšali snalaženje te povezali naučeno s nastavnim sadržajima iz matematike s kojima se susreću u svakodnevnoj nastavi. Dio programa koji je pisan na engleskom jeziku dolazi iz sintakse programskog jezika te sam prilikom rješavanja učenike navodila da prokomentiraju značenja prevođenjem na hrvatski jezik kako bi svi razumijeli sve dijelove koda koji su samostalno programirali.

Nekolicina učenika zaboravila je na koji način se brojevi pretvaraju iz binarnog u dekadski zapis pa je aktivnost dobro poslužila kao ponavljanje. Aktivnost je preporučljiva svim učiteljima učenika petih i šestih razreda baš iz navedenog razloga.

## 2.4 Prednosti i nedostaci micro:bit-a

Nakon odrađenih nekoliko aktivnosti u nastavi informatike, došla sam do nekih zaključaka u vezi upotrebe micro:bit-a u nastavi.

Smatram kako je pozitivna stvar učenike uvoditi u svijet logičkog razmišljanja kao i programiranja fizičkih objekata kroz jednostavne zadatke u kojima će se koristiti micro:bit-ovima. Također, jedna stvar mi se posebno sviđala u radu s učenicima, a to je dostupnost velikog broja zadataka i rješenja na internetu. Na taj način učenici koji su zainteresirani za samostalni rad i napredak u tom smjeru, mogu jednostavnim pretraživanjem interneta pronaći puno zanimljivih i prigodnih zadataka.

Jako dobra stvar su mrežne stranice na kojima se mogu slagati blokovi te se gotov program jednostavno prebaci na micro:bit. Neki učenici koristili su hrvatsku ([4]) stranicu, a neki englesku ([3]), što mi se posebno sviđelo jer smo na taj način istovremeno koristili hrvatske i engleske nazive pojedinih blokova.

Što se tiče konkretno provedenih aktivnosti, prednosti i nedostaci navedeni su u vidu komentara ispod rješenja pojedine aktivnosti. Ukupan zaključak koji mogu izvesti je da učenici uglavnom pozitivno reagiraju na programiranje fizičkog objekta jer im se sviđa kada mogu samostalno izraditi nešto, napisati jednostavan program te nacrtati na micro:bit-u jednostavnu sličicu.

Ono što bih voljela istaknuti kao manu micro:bit-a su slabe baterije koje su nam zadavale poteškoće prilikom rada. Učenicima je bilo nezgodno objasniti da micro:bit mora biti spojen s računalom kako bi radio. Također, USB kabel za spajanje te ovisnost rada o duljini kabela također nije baš pozitivna stvar u radu s većom skupinom učenika u učionici.

Za kraj, iako micro:bit pločica ima nedostataka, moram priznati kako mi se sviđa ideja o uvođenju mikroročunala kao dijela opreme svakog osnovnoškolca u 6. razredu osnovne škole. Samo je još potrebna pravilna edukacija učitelja te njihova volja za radom s učenicima kojima onda ne bi bilo kraja u istraživanju svojih mogućnosti.



## 3 mBot

### 3.1 Što je to mBot?

mBot je edukacijski robotski set koji najčešće dolazi u plavoj boji, a dostupan je i u ružičastoj, što se može vidjeti na slici ispod (Slika 2).



**Slika 2. mBot-i u ružičastoj i plavoj boji**

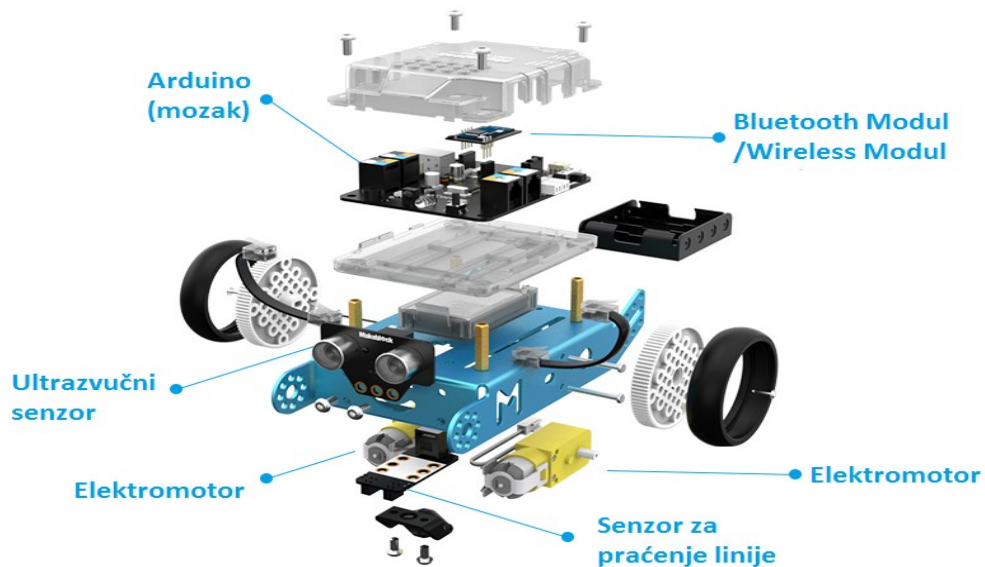
Nastao je udruživanjem tvrtke Makeblock i razvojne platforme Arduino prije nekoliko godina, a otada se neprestano razvija.

Makeblock je privatna kineska tehnološka tvrtka sa sjedištem u Kini koja razvija hardver baziran na Arduino i softver koji se temelji na Scratchu, pružajući obrazovne alate za učenje programiranja, inženjerstva i matematike kroz korištenje robotike.

Arduino je vodeća otvorena hardversko-softverska platforma u edukacijskoj zajednici i stvaralačkoj zajednici (engl. *maker*). Središnji dio edukacijskog robotskog kompleta mBot) je upravo Arduino. Ovom suradnjom se želi STEM (znanost, inženjering, elektronika, matematika) obrazovanje podići na višu razinu. mBot – edukacijski robotski komplet je cjelokupno rješenje za početnike pomoću kojega mogu steći osnovna iskustva u programiranju, elektronici i robotici.

Hardverski dio mBot-a sastoji se od 38 sastavnih dijelova, a na slici ispod (Slika 3) istaknuti su bitniji dijelovi:

- kostur mBot-a na koji se spajaju ostali dijelovi,
- pločica mCore, temeljena na Arduinu koja predstavlja "mozak" mBot-a,
- komunikacijski bluetooth ili wireless modul,
- ultrazvučni senzor - "oči" mBot-a,
- 2 elektromotora,
- senzor za praćenje linije,
- 2 velika i jedan manji kotač.



**Slika 3. Sastavni dijelovi mBot-a**

Za sastavljanje robota potreban je samo odvijač i petnaestak minuta vremena.

Osim dijelova koji dođu u kutiji trebat će i baterije kako bi se pokrenuo robot. Za napajanje samog robota koriste se četiri AA baterije, a za daljinski upravljač se koriste CR2025 baterije.

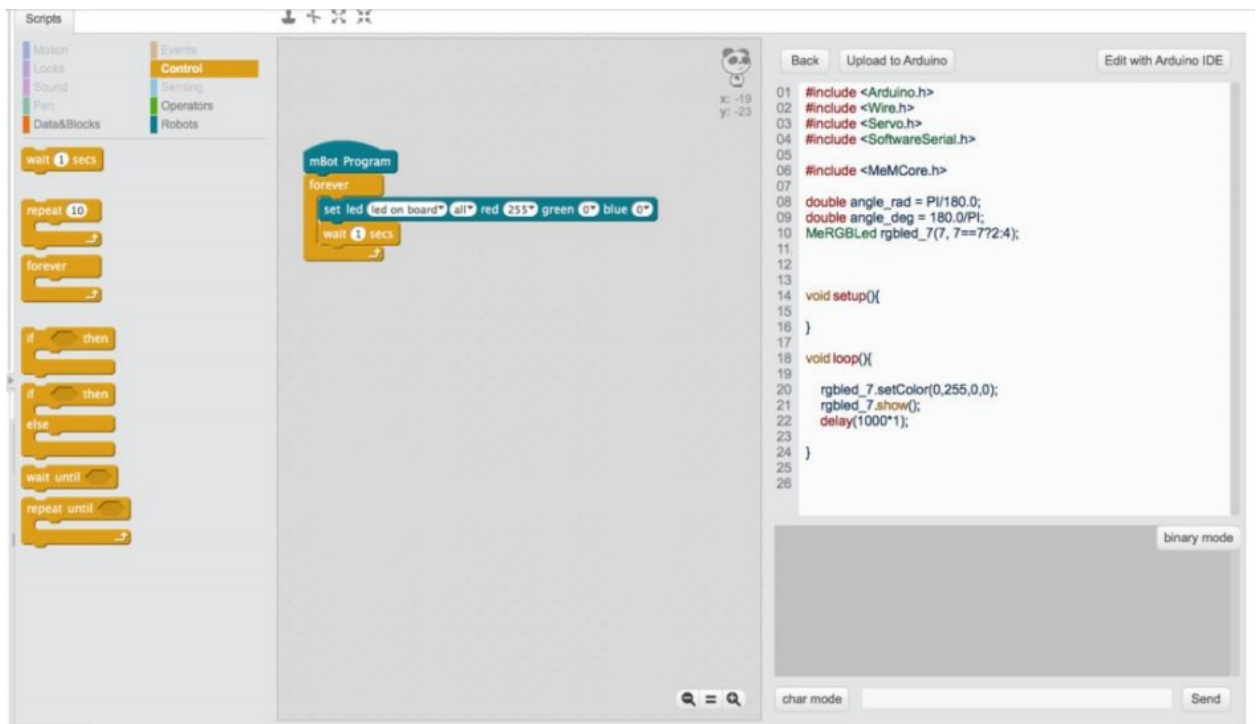
### 3.2 mBot u nastavi

mBot je STEM obrazovni robot za početnike, koji čini programiranje i učenje robota jednostavnim i zabavnim. Samo s odvijanjem, korak po korak prema uputama djeca mogu izgraditi robota od nule i iskusiti radosti stvaranja. Postepeno učeći i napredujući, djeca će učiti o različitim robotskim strojevima i elektroničkim dijelovima, uhvatiti se u koštac s osnovama programiranja na temelju blokova i razviti svoje logičko razmišljanje i vještine dizajna.

Osim upravljanja pomoću daljinskog upravljača, mBot-om se može upravljati i koristeći mobilnu aplikaciju Makeblock. Aplikacija ima nekoliko mogućnosti, kao što su sviranje, kretanje u krug te crtanje.

Ukoliko se želi samostalno kreirati program za mBot-a, najčešće se koristi grafički softver za programiranje mBlock razvijen na temelju Scratch-a 2.0. Učenici vrlo brzo nauče osnove programiranja, kontroliraju robota, a s vremenom počinju koristiti sve više funkcija koje mBot ima. mBot se može programirati kao robot koji slijedi linije, baca loptice i gura predmete, izbjegava zidove i još puno toga korištenjem tehnike "povuci i ispusti" (engl. *drag and drop*).

Učenici starijeg uzrasta pokazuju zanimanje za "pravim" programiranjem pa se njihovo znanje proširuje prebacivanjem s grafičkog na jezično kodiranje u Arduino modu.



**Slika 4. Sučelje grafičkog softvera mBlock**

Sučelje mBlock programa prikazano je na gornjoj slici (Slika 4) iz koje je vidljivo da se ono sastoji od tri dijela:

- lijevo se nalazi popis kategorija naredbi te naredbe iz odabrane kategorije,
- središnji dio služi za slaganje grafičkog programa za mBot,
- desno se prikazuje Arduino kod koji se prebacuje na mBot.

### 3.3 Provedene aktivnosti

Za sve aktivnosti s mBot-ima provedene u školama, učenici su koristili:

- mBot



- USB kabel za spajanje s računalom



- 4 x AA baterije



- računalo

Grupe učenika bile su mješovite te je ispočetka bilo teško organizirati rad. Stoga su početne aktivnosti bile prilagođene svima te su učenici koji su se već susretali s mBot-ima pomagali učenicima kojima je to bio prvi susret s istima.

Učenici su upoznati s mogućnošću korištenja dodatnih senzora u radu s mBot-ima, no radi jednostavnosti rada u većim grupama, ovom prilikom ih nismo koristili.

## Aktivnost 1: Kretanje u krug

Aktivnost je provedena u mješovitoj grupi učenika od 4. do 6. razreda osnovne škole.

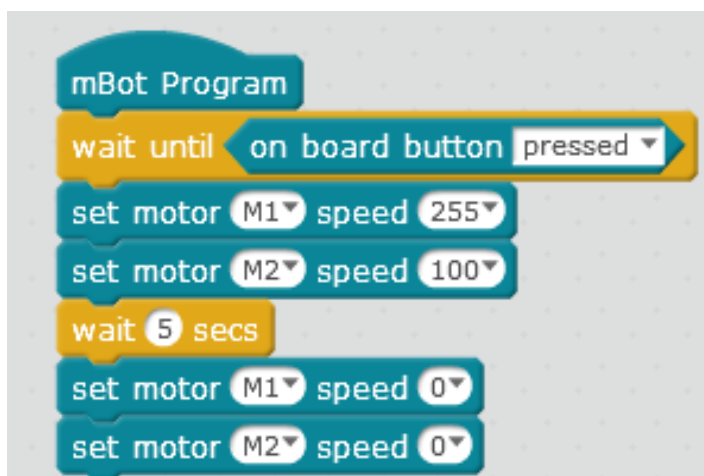
### Zadatak:

Izradi program koji će tvog mBot-a pokretati u krug. Samostalno odredi veličinu kruga i brzinu kretanja. Nakon što uspješno riješiš zadatak, pokušaj napraviti izmjene tako da veličina kružnice bude veća, odnosno manja.

### Rješenje:

Učenici su rješenje pisali u blokovskom programu, a u nastavku se nalazi i rješenje u Arduino modu.

- Blokovsko rješenje:



- Rješenje u Arduino modu:

```
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <MeMCore.h>
```

```

MeDCMotor motor_9(9);
MeDCMotor motor_10(10);

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;

void setup(){
  pinMode(A7,INPUT);
  while(!((0^(analogRead(A7)>10?0:1))))
  {
    _loop();
  }
  motor_9.run((9)==M1?(255):(255));
  motor_10.run((10)==M1?(100):(100));
  _delay(5);
  motor_9.run((9)==M1?(0):(0));
  motor_10.run((10)==M1?(0):(0));
}
void loop(){
  _loop();
}
void _delay(float seconds){
  long endTime = millis() + seconds * 1000;
  while(millis() < endTime)_loop();
}
void _loop(){
}

```

### **Komentar:**

Učenici koji su imali iskustva u radu s edukacijskim robotima zadatak su riješili bez problema te su priskočili u pomoć ostalima. Objasnili su im kako se mBot kreće u krug ako se brzina motora podesi na ispravan način, te ako se pokreće samo jedan motor, mBot će se okretati u određenom smjeru, lijevo ili desno s time da će jedan kotač stajati u mjestu, tj. rotirat će se oko jedne točke.

Nekim učenicima nije bilo jasno o čemu se tu radi te je pokrenuta kraća diskusija o problemu. Pojedinci su istraživali što se događa s veličinom kružnice po kojoj se mBot kreće te su zaključili kako razlika između brzina motora mora biti manja za kružnicu većeg opsega. Jedan učenik čak je postavio brzine obaju motora na jednake vrijednosti te je objasnio drugima kako se u tom slučaju mBot kreće po pravcu.

## Aktivnost 2: Beba koja vrišti

Aktivnost je provedena u mješovitoj grupi učenika od 4. do 6. razreda osnovne škole.

### Zadatak:

Izradi program koji će od tvog mBot-a napraviti dijete. Dijete mora vrištati kad se nađe u kutiji jer se boji ostati samo u zatvorenom mračnom prostoru.

### Rješenje:

Učenici su rješenje pisali u blokovskom programu, a u nastavku se nalazi i rješenje u Arduino modu.

- Blokovsko rješenje:

```
mBot Program
set led on board all red 0 green 0 blue 0
forever
  wait until light sensor light sensor on board < 60
  repeat until light sensor light sensor on board > 60
  play tone on note D8 beat Half
  wait 0.5 secs
```

Kad dijete stavimo u kutiju, ono počne vrištati jer ne voli biti samo. Kad ga izvadimo opet je sretno!



- Rješenje u Arduino modu:

```

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#include <MeMCore.h>

MeDCMotor motor_9(9);
MeDCMotor motor_10(10);

double angle_rad = PI/180.0;
double angle_deg = 180.0/PI;

MeRGBLed rgbled_7(7, 7==7?2:4);
MeLightSensor lightsensor_6(6);
MeBuzzer buzzer;

void setup(){
  rgbled_7.setColor(0,0,0,0);
  rgbled_7.show();
}
void loop(){
  while(!((lightsensor_6.read()) < (60)))
  {
    _loop();
  }
  while(!((lightsensor_6.read()) > (60)))
  {
    _loop();
    buzzer.tone(4699, 500);
    delay(20);
    _delay(0.5);
  }
  _loop();
}
void _delay(float seconds){
  long endTime = millis() + seconds * 1000;
  while(millis() < endTime)_loop();
}

```

```
}  
void _loop(){  
}
```

**Komentar:**

Učenici su samostalno otkrivali mogućnosti mBot-a te su ubrzo shvatili kako će za rješavanje ovog zadatka morati koristiti senzor svjetlosti jer je problem zadatka ostavljanje mBot-a "djeteta" u mračnoj kutiji.

Bilo je raznih rješenja, a navedeno je najprikladnije. Istaknuto je rješenje učenika koji je pisao komentare te je za iste dobio pohvalu jer je ostalim učenicima objasnio njihovu ulogu - razumljivost programa svima koji isti prvi put vide. Učenik je nakon rješavanja zadatka istraživao brojne mogućnosti blokovskog jezika.

Reakcija učenika na zadatak koji opisuje situaciju iz stvarnog života posebno mi se svidjela jer su učenici bili jako motivirani za njezino rješavanje, odnosno prepoznali su u ovom primjeru osnovni mehanizam nekih uređaja s kojima se susreću u svakodnevnom životu.

### 3.4 Prednosti i nedostaci mBot-a

Edukacijski roboti u nastavi su jako dobro prihvaćeni od strane učenika te podržavam njihovu što češću upotrebu. Ali, tijekom proteklih nekoliko mjeseci stekla sam iskustvo u radu s mBot-ima te moram navesti nekoliko prednosti, ali i nedostataka.

Kao najveću prednost programiranja mBot-a istaknula bih mogućnost učenika da fizički osjeti i shvati što je isprogramirao na računalu. Smatram da je jako bitno za djecu svih uzrasta da imaju uvid u svoj rad te da steknu naviku ispravljanja svojih pogrešaka koristeći se praktičnim radom.

Ono što posebno privlači djecu je i izgled mBota kojeg moram pohvaliti. Edukacijski robot koji izgleda kao mala nasmiješena igračka pozitivno djeluje na djecu te ih poziva na rad.

Velika prednost rada s mBot-om je korištenje mBlock softvera za programiranje. Kao što je već navedeno u radu, mBlock je razvijen na temelju Scratch-a 2.0. te je iz tog razloga poznat učenicima i motivira ih na rad i istraživanje dodatnih mogućnosti mBlocka u odnosu na Scratch. Također, učenici mogu jednostavno složen program u blokovskom jeziku povezati s kodom u Arduino modu te na taj način naučiti neke osnove o tom programskom jeziku.

Dodatna prednost je korištenje senzora u radu mBot-a pa učenici shvaćaju kako su "oči" njihovog robota zapravo ultrazvučni senzori pomoću kojih on zaista "gleda" oko sebe te tako izbjegava prepreke.

Nedostatak rada s mBot-ima su definitivno baterije i motori. Iako je programiranjem u mBlock-u moguće podesiti brzinu kretanja robota, ona uvelike ovisi o napunjenosti baterija. Jako često smo morali mijenjati i puniti baterije kako bi se roboti ispravno kretali, što je zbog velikog broja učenika i mBot-a uzrokovalo usporen rad. Moguće rješenje ovog problema su litij-ionske baterije 3.7 V, 900 mAh koje se pune putem USB priključka i uz koje, prema specifikaciji, mBot može raditi i do 5 sati. Nažalost, ove baterije nisam imala prilike isprobati u praksi.

Detaljni komentari vezani za provedene aktivnosti navedeni su ispod rješenja pojedine aktivnosti.

Konačan zaključak je da podržavam korištenje mBot-a u nastavi, ali uz prijedlog da se nabave kvalitetnije baterije te da se radi u manjim grupama. Na taj način učenici bi mogli bolje iskoristiti vlastite potencijale, što je prvenstveno i cilj cijele STEM revolucije koja se provodi.

## 4 Croatian Makers Liga

Croatian Makers Liga je dio projekta Croatian Makers ([6]) koji je 2014. godine pokrenuo Institut za razvoj i inovativnost mladih (IRIM).

Cilj lige prvenstveno je bio u edukaciju osnovnoškolaca uvrstiti robotiku, programiranje i automatiku, i to sve u sklopu STEM revolucije koja vlada posljednjih nekoliko godina.

Škole koje su se priključile projektu, na korištenje su dobile edukacijske robote - mBot-e.

Broj sudionika u Ligi svake godine raste, pa je ove godine u Croatian Makers Ligu uključeno više od 550 škola, knjižnica, udruga i drugih edukativnih ustanova u Hrvatskoj te preko 11000 učenika i učenica.

Natjecanje je podijeljeno u dvije kategorije pa se učenici natječu u skupinama od prvog do četvrtog te od petog do osmog razreda osnovne škole. Zadaci koje pritom rješavaju su često kombinacija jednostavnih programa praćenja linija i izbjegavanja prepreka.

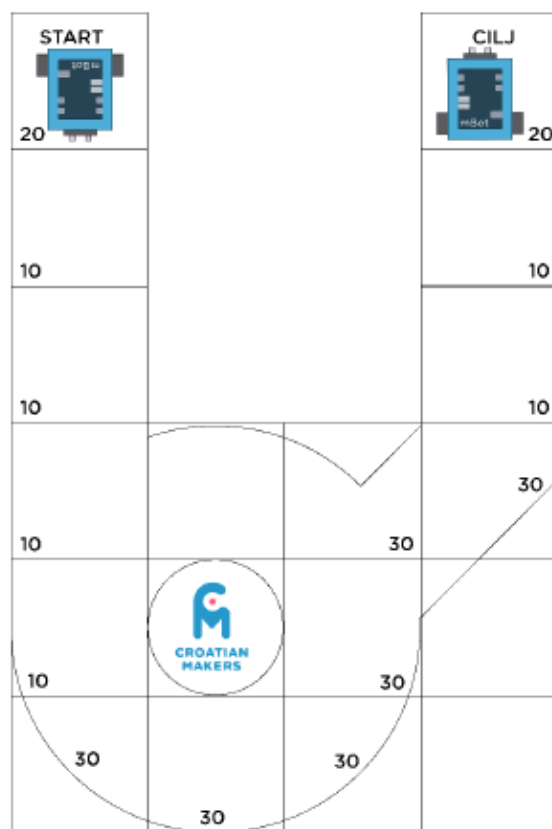
Ponekad se doda i zvuk te svjetlost, tj. učenici moraju mijenjati svjetlost na svojim mBot-ima. Škole koje sudjeluju moraju za svakog učenika rješenje poslati na adresu Lige, a roditelji moraju potpisati suglasnost za sudjelovanje.

Rezultati se objavljuju pojedinačno te grupno, po školama. Liga se sastoji od 4 kola, od kojih su 3 online kola, a jedno kolo je fizičko.

U ovoj školskoj godini (2018/19., podatak iz siječnja 2019.) do sada su održana 2 kola te su oba bila online. Zadaci koje sam s učenicima rješavala u sklopu dodatne nastave te robotike navedeni su u nastavku, kao i nekoliko rješenja istih. Rješenja koja sam odabrala su najuspješnija te međusobno različita kako bi se istakla različitost učeničkih razmišljanja.

## 4.1 Zadatak prvog kola

Tvoj robot prevozi školske knjige od knjižare do škole. Kako bi knjige uspješno dostavio, mora se kretati po stazi kakva je prikazana na slici.



Kretanje robota na dostavnom putu obuhvaća vožnju ravno, vožnju u kružnom toku, izlazak iz njega te zaustavljanje ispred škole.

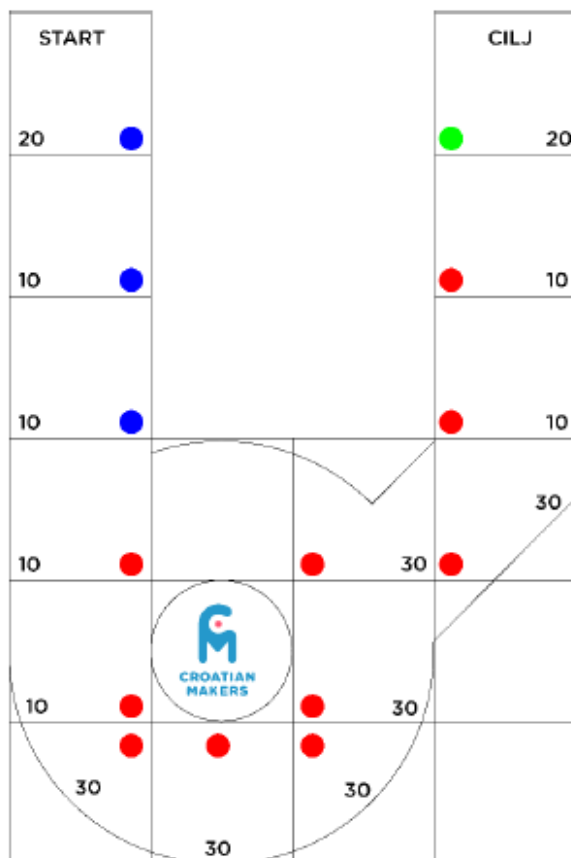
Robota na početku postavi tako da cijeli bude u startnom polju kako je prikazano na slici. Robot mora prijeći stazu u što kraćem vremenu te se na cilju zaustaviti tako da sa svim kotačima bude u posljednjem polju. Putem, dok se robot kreće skupljaš bodove. Dopušteno je da robot za vrijeme vožnje izađe sa staze samo s jednim kotačem (robot ima 3 kotača). Ako robot tijekom vožnje izađe s dva ili tri kotača van staze, vožnja se prekida i osvajaš one bodove koje si do

tada skupio. Cilj je skupiti što više bodova u što kraćem vremenu. Ako napraviš program kojim se robot cijelo vrijeme sa svim kotačima kreće unutar staze, osvajaš dodatne bodove. To je opisano u dijelu Dodatni bodovi.

Tvoj robot mora krenuti sa startne pozicije tek onda kada pritisneš tipkalo na njemu. Pritiskom na tipkalo robot kreće s vožnjom. Za uspješno pokretanje robota osvajaš 20 bodova. Pravilnim prolaskom preko svakog polja osvajaš onoliko bodova koliko piše na svakom pojedinom polju. Pravilan prolazak polja znači da ga je robot prešao sa sva tri kotača bez izlaženja sa staze. Za vožnju prije zaustavljanja ukupno možeš osvojiti 260 bodova. Ako se robot uspješno zaustavi na cilju kako je prikazano na slici, osvajaš još 20 bodova, što je ukupno 280 bodova za cijelu vožnju.

U ovom kolu možeš ostvariti i dodatne bodove ako u vožnji za dostavu knjiga uključiš svjetlosnu i zvučnu signalizaciju.

Na sljedećoj slici je prikazano kako robot mora svijetliti za vrijeme vožnje za osvajanje dodatnih bodova.



Kad robot krene s vožnjom do ulaska u kružni tok, robot svijetli plavom bojom. Za tu radnju osvajaš dodatnih 20 bodova.

Ulaskom u kružni tok robot mijenja boju u crvenu i svijetli tako sve do posljednjeg polja. Za tu radnju osvajaš dodatnih 20 bodova.

U posljednjem polju, kad se robot zaustavi, mora potrubiti i pritom zasvijetliti zelenom bojom. Za uspješno obavljanje ove radnje možeš osvojiti 30 dodatnih bodova.

Ako tvoj robot cijelu stazu prijeđe tako da niti jednom ne izađe bilo kojim kotačem van staze, osvajaš dodatnih 50 bodova.

Svaka pojedina radnja za dodatne bodove mora biti u potpunosti izvršena kako bi ih osvojio. Time možeš dobiti ukupno 120 dodatnih bodova.

Samostalno odlučuješ koje dodatne radnje želiš programirati kako bi ostvario dodatne bodove. Dodatni bodovi za svjetlosnu i zvučnu signalizaciju se zbrajaju bodovima vožnje, čime možeš maksimalno osvojiti 400 bodova u prvom kolu lige ove školske godine.

Tijekom natjecanja možeš imati koliko želiš probnih vožnji, a kad si spreman za pravu vožnju mentor će snimati tvog robota i mjeriti mu vrijeme.

## Rješenje 1:

```
mBot Program
set led on board all red 0 green 0 blue 0
wait until on board button pressed
set led on board all red 0 green 0 blue 255
run forward at speed 100
wait 4.76 secs
set led on board all red 255 green 0 blue 0
set motor M2 speed 200
set motor M1 speed 90
wait 2.5 secs
turn right at speed 100
wait 0.65 secs
run forward at speed 100
wait 1.5 secs
turn left at speed 100
wait 0.42 secs
run forward at speed 100
wait 2.85 secs
run forward at speed 0
set led on board all red 0 green 255 blue 0
play tone on note C4 beat Double
```

## Rješenje 2:

```
mBot Program
set led Port1 all red 0 green 0 blue 0
wait until on board button pressed
set led on board all red 0 green 0 blue 150
run forward at speed 200 ▶ naprijed
wait 2.4 secs
set led on board all red 150 green 0 blue 0
set motor M1 speed 70 ▶ kruzni tok
set motor M2 speed 200
wait 2.1 secs
turn right at speed 100 ▶ okretanje de...
wait 0.5 secs
run forward at speed 200 ▶ kratko naprij...
wait 0.9 secs
turn left at speed 100 ▶ okretanje lije...
wait 0.45 secs
run forward at speed 200 ▶ naprijed
wait 1.55 secs
set led on board all red 0 green 150 blue 0
run forward at speed 0 ▶ stani i trubi
play tone on note A6 beat Half
wait 0.5 secs
play tone on note F6 beat Half
```



### **Usporedba rješenja:**

Iako ovo nisu jedina dva rješenja jer je u Ligi sudjelovalo desetak učenika, istaknuta su samo dva jer među ostalima nije bilo razlike u odnosu na njih.

Iz priloženih rješenja vidljivo je kako su i ova dva rješenja jako slična. Učenici su metodom pokušaja i pogrešaka određivali brzinu motora i vrijeme čekanja pa možemo uočiti kako se prvi učenik odlučio za manju brzinu i dulje vrijeme čekanja, dok je drugi učenik koristio veću brzinu motora. Bitne razlike u rješenju nema iz čega se da zaključiti kako je zadatak zadan na način da ima praktički jedinstveno rješenje. Ono na što su učenici mogli utjecati, tj. razlike u rješenjima su samo parametri koje su oni odredili eksperimentalno, na temelju prethodnih iskustava.

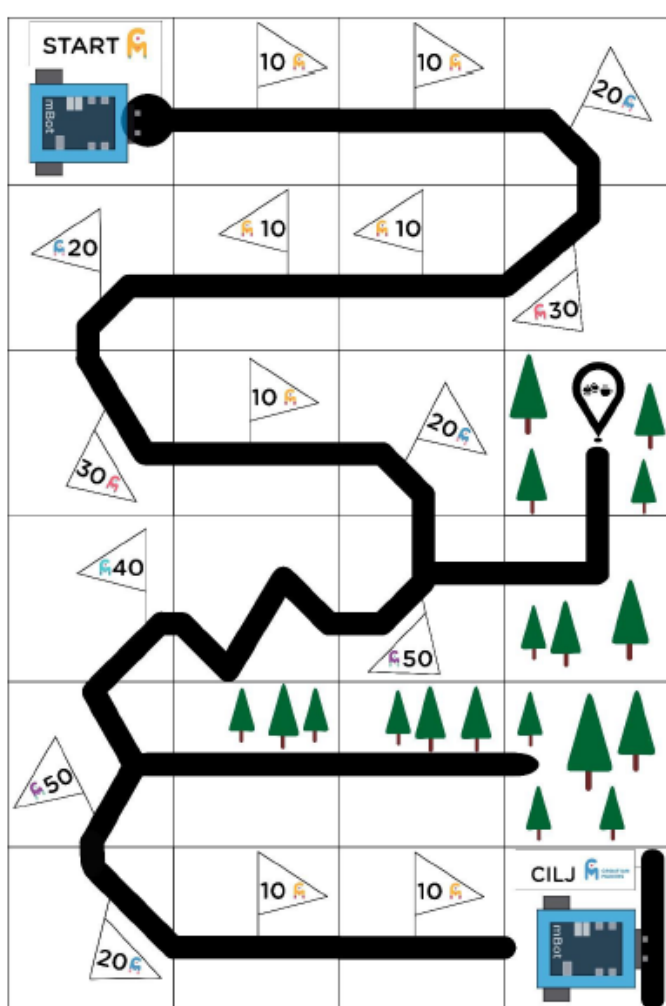
Kod drugog rješenja možemo uočiti komentare koje je učenik pisao kako bi mu prilikom analize rješenja i njegovog poboljšanja bilo jednostavnije pratiti i ispravljati zadane vrijednosti. Na taj način olakšao si je rad, a i za svaki dio programa znao je objasniti na koji dio staze se odnosi te kako će se mBot kretati.

S obzirom na to da su učenička rješenja bila slična, isto vrijedi i za njihove rezultate postignute u prvom kolu Lige. Prvi učenik je pazio na preciznost kod mBot-ovog kretanja stazom te je izabrao manju brzinu i dulje vrijeme čekanja. Zbog toga je njegov mBot bio sporiji prilikom prolaska zadanom stazom. Drugi učenik više se posvetio bržem izvršavanju zadatka te je postavio vrijednosti brzine i vremena čekanja na taj način da mBot u što kraćem vremenu prijeđe stazu.

Što se tiče ostvarenih bodova u natjecanju, prvi učenik je od ukupnih 400 bodova uspio prikupiti 360, a drugi učenik 350. Iako se na prvi pogled drugo rješenje čini boljim, u izvedbi se pokazalo lošijim. Naime, kako je navedeno u pravilima Lige, brzina kretanja mBot-a također sudjeluje u bodovanju i to na sljedeći način: ukoliko više učenika ostvari jednak broj bodova, više rangiran će biti onaj učenik čiji je mBot stazu prešao u kraćem vremenu. Neki učenici su se prilikom rješavanja bazirali na taj dio te su zbog toga gubili bodove koji se ostvaruju ispravnim kretanjem mBot-a

## 4.2 Zadatak drugog kola

Tvoj robot je na zimskim praznicima i uživa u skijanju. U blizini mjesta gdje se tvoj robot odmara, održava se skijaško natjecanje na koje se robot prijavio. Skijaška staza koju mora prijeći prikazana je na slici. Kako bi robot uspješno prešao stazu, potrebna mu je tvoja pomoć! Programiranjem senzora za praćenje linije, omogući robotu da čim prije stigne do cilja. Zajedničkim snagama možete na skijaškom natjecanju osvojiti 400 bodova.



Robota na početku postavi tako da cijeli bude u startnom polju kako je prikazano na slici. Senzor za praćenje linije mora biti iznad crnog kruga. Prije nego robot krene sa skijanjem, svijetli crvenom bojom kao znak da je spreman. Za to osvajate 10 bodova.

Kad mentor da znak za početak, pritiskom na tipkalo pokreni robota. Za uspješno pokretanje robota osvajate 10 bodova. Za vrijeme skijanja robot mora svijetliti zelenom bojom te za to osvajate 10 bodova.

Putem, dok robot skija, skuplja bodove koji su istaknuti na

zastavicama. Robot tijekom skijanja mora koristiti senzor za praćenje linije.

Robot osvaja bodove kada prvim kotačem (onim ispod senzora za praćenje linije) prođe zastavicu na skijaškoj stazi. Prolaskom staze, prije nego se zaustavi na cilju, robot može

osvojiti 350 bodova. Ako se robot uspješno zaustavi na cilju s oba senzora za praćenje linije na crnoj crti kako je prikazano na slici, osvaja još 10 bodova, što je ukupno 360 bodova za skijanje. Kad se zaustavi na cilju, robot pali plava svjetla u znak slavlja te za to osvajate 10 bodova.

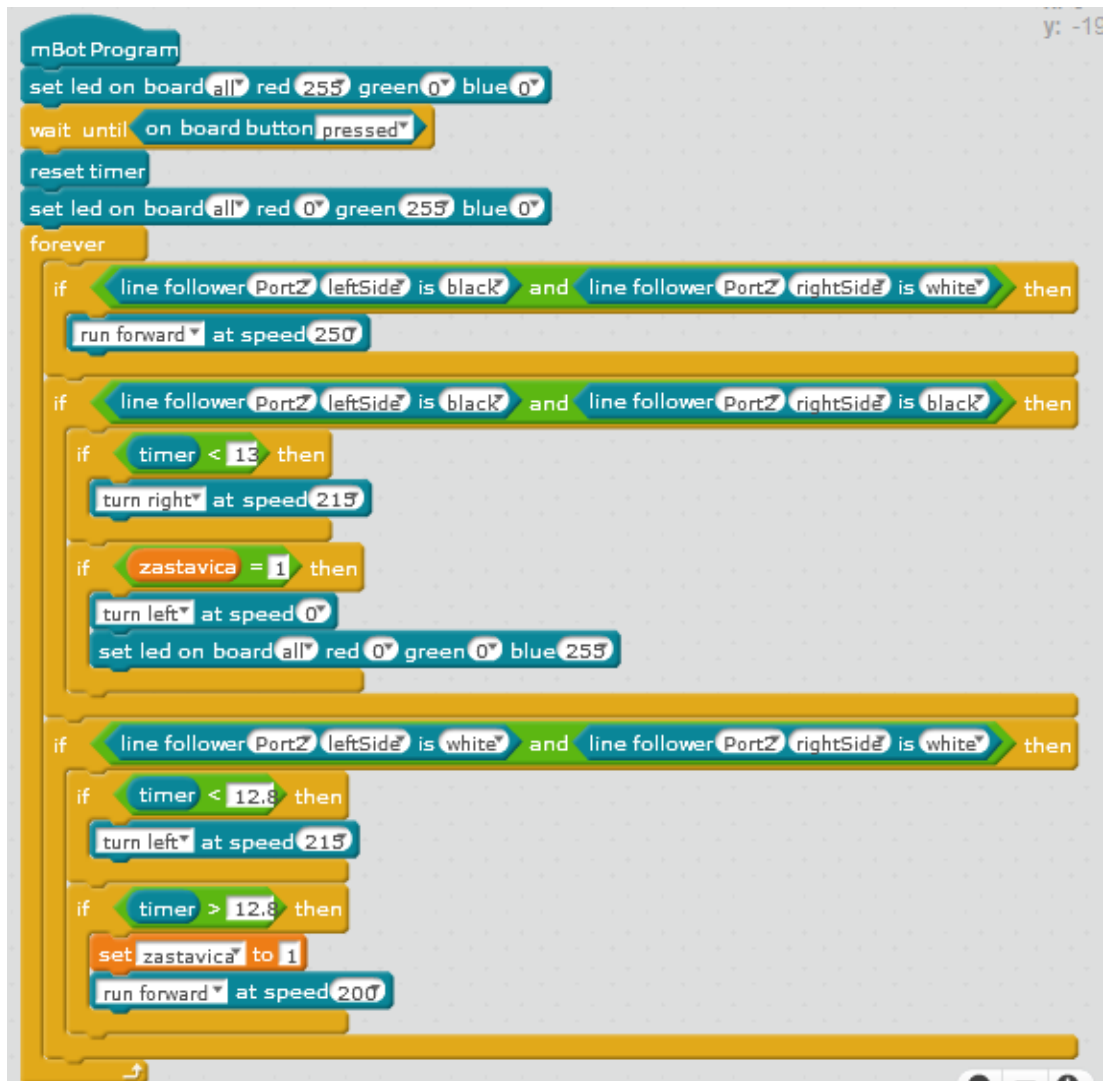
Na skijaškoj stazi robot smije skrenuti do odmorišta na čaj i kolače da se osvježi i nakon toga nastaviti sa skijanjem, ali pri tom troši dragocjeno vrijeme. Bolje je da tamo ne skrene nego se drži samo skijaške rute.

Pazi, na stazi se nalazi još jedna mogućnost skretanja sa skijaške rute! To skretanje vodi u šumu i ako robot skrene u tom smjeru, ne može nastaviti sa skijanjem. Tada se zaustavlja vrijeme i mentor bilježi bodove koje ste robot i ti do tada osvojili. Ako tvoj robot tijekom skijanja stane prije kraja staze ili u potpunosti odluta s nje, skijanje se prekida i osvajate one bodove koje ste do tada skupili.

Cilj je skupiti što više bodova u što kraćem vremenu.

Tijekom natjecanja možeš imati koliko želiš probnih vožnji, a kad si spreman za pravu vožnju mentor će snimati tvog robota i mjeriti mu vrijeme.

## Rješenje 1:



```
mBot Program
set led on board all red 255 green 0 blue 0
wait until on board button pressed
reset timer
set led on board all red 0 green 255 blue 0
forever
if line follower Port2 leftSide is black and line follower Port2 rightSide is white then
run forward at speed 250
if line follower Port2 leftSide is black and line follower Port2 rightSide is black then
if timer < 15 then
turn right at speed 215
if zastavica = 1 then
turn left at speed 0
set led on board all red 0 green 0 blue 255
if line follower Port2 leftSide is white and line follower Port2 rightSide is white then
if timer < 12.8 then
turn left at speed 215
if timer > 12.8 then
set zastavica to 1
run forward at speed 200
```

The image shows a Scratch script for an mBot program. The script starts with setting the LED board to red (255), green (0), and blue (0). It then waits for the on-board button to be pressed, resets the timer, and sets the LED board to red (0), green (255), and blue (0). A 'forever' loop follows, containing three conditional blocks. The first block checks if the left sensor is black and the right sensor is white; if true, it runs forward at speed 250. The second block checks if both sensors are black; if true, it checks if the timer is less than 15. If so, it turns right at speed 215. It then checks if a variable named 'zastavica' is equal to 1; if true, it turns left at speed 0 and sets the LED board to red (0), green (0), and blue (255). The third block checks if both sensors are white; if true, it checks if the timer is less than 12.8. If so, it turns left at speed 215. If the timer is greater than 12.8, it sets 'zastavica' to 1 and runs forward at speed 200.

## Rješenje 2:

```
mBotProgram
wait until on board button pressed
reset timer
set led on board all red 60 green 0 blue 0
set led on board all red 0 green 0 blue 0
wait 0.5 secs
set led on board all red 0 green 60 blue 0
forever
  if timer > 31 then
    if line follower Port2 = 0 then
      run forward at speed 0
    if line follower Port2 = 3 then
      set led on board all red 0 green 0 blue 60
      run forward at speed 150
  else
    if timer > 23 then
      turn right at speed 150
      line follower
    else
      if timer > 13 then
        turn right at speed 150
        line follower
      else
        line follower
```

```
define line follower
  if line follower Port2 = 0 then
    run forward at speed 150
  if line follower Port2 = 1 then
    turn left at speed 150
  if line follower Port2 = 2 then
    turn right at speed 150
  if line follower Port2 = 3 then
    run backward at speed 150
```

### **Usporedba rješenja:**

S obzirom na to da su neki učenici prošle godine sudjelovali u Croatian makers Ligi, ovaj zadatak im nije predstavljao velik izazov. Naime, zadaci su bili slični i bazirali su se na praćenju linije te učenici nisu imali veliku mogućnost istraživanja.

Što se tiče navedenih rješenja, na prvi pogled je vidljivo kako je drugo rješenje jednostavnije i ljepše napisano od prvog. Naime, učenik u svom rješenju koristi korisničku funkciju čime pokazuje da je ovladao osnovnim principima nužnim za pisanje kompliciranijih programa. Takvo rješenje lakše je razumjeti, lakše je raditi izmjene, a i kompaktnije je. Učenik koji je na ovaj način riješio zadatak i prošle je godine ostvario zavidne rezultate u Ligi, a u slobodno vrijeme istražuje mogućnosti mBot-a te piše programe kod kuće na svom vlastitom mBot-u.

Prvo rješenje je također ispravno te je učenik prikupio velik broj bodova, ali jako se teško snaći u kodu. Možda bi rješenje bilo urednije, razumljivije i kvalitetnije da se učenik odlučio na korištenje funkcija. No, nažalost to nismo uspjeli isprobati jer su učenici samostalno rješavali zadatke te je bilo nemoguće posvetiti pojedinom učeniku dovoljno vremena kako bi mu se ukazalo na mogućnosti poboljšanja rješenja.

Učenici su u ovom kolu Lige ostvarili puno bolje rezultate u odnosu na prethodno kolo. Oba učenika prikupila su maksimalnih 400 bodova. Što se tiče brzine kretanja, mBot prvog učenika je stazu prešao za nekoliko sekundi više od mBot-a drugog učenika.

Na temelju toga, možemo još jednom zaključiti kako bolje rješenje ne znači nužno kako će učenik na natjecanju ostvariti bolji rezultat. To se ističe kao najveća mana Croatian Makers Lige, a više o prednostima i nedostacima bit će navedeno u nastavku.

### 4.3 Osvrt na održana kola Croatian Makers Lige

Učenička rješenja prikazana u ovom radu pripadaju učenicima šestih i sedmih razreda te su se oni natjecali u starijoj dobnoj skupini koja obuhvaća učenike od 5. do 8. razreda osnovne škole.

Iako učenici nisu svojim rješenjima prikupili maksimalan broj bodova za rješenja zadataka prvog kola Lige, voljela bih istaknuti njihov trud i volju za radom. Zadatke su rješavali pojedinačno, no bili su spremni pomoći drugim učenicima u svakom trenutku.

Postignuti su izvrsni rezultati te su svi učenici dobili prigodne pohvalnice od organizatora natjecanja, bez obzira na ostvaren rezultat i rang na ljestvici.

Što se tiče organizacije natjecanja, moram pohvaliti organizatore koji su bili dostupni za savjete i pomoć kad god bi to nekome od sudionika zatrebalo.

No, što se tiče samih zadataka i izvedbe istih istaknula bih nekoliko primjedbi: iako se od učenika za rješavanje traži motiviranost i snalažljivost, smatram kako su zadaci mogli biti i malo maštovitiji. Naime, i prošlogodišnja Liga temeljila se na programu za praćenje linije pa učenici nisu naučili gotovo ništa novo. Zbog toga su se nekim učenicima zadaci činili dosadnima.

Druga primjedba je izvedba te snimanje i objavljivanje rezultata. Iako učitelji snimaju svoje učenike prilikom izvedbe konačne verzije rješenja, nemoguće je dokazati kako su učenici samostalno rješavali zadatke te da im učitelji nisu pomogli pri rješavanju zadataka, ako ne i riješili ih.

Također, ne podržavam slanje materijala poštom jer smatram da živimo u digitalnom dobu kada je sve dostupno on-line pa su i rješenja trebala biti postavljena na neko mjesto u on-line okruženju kako bi mentori sudionika imali uvid u njih.

Kao najveću manu istaknula bih mjerenje vremena kretanja mBot-a te rangiranje učenika s obzirom na brzinu. Kako je navedeno u rješenjima i komentarima, učenici su imali dobra rješenja i ostvarili su velik broj bodova. No, pokazalo se kako maštovitost i

snalažljivost prilikom rješavanja zadataka ne igraju važnu ulogu. Učenici čija su rješenja bila na izgled preglednija i jednostavnija za razumijevanje nisu ostvarili veći broj bodova u odnosu na one čija su rješenja bila nerazumljiva. Dapače, u nekim slučajevima su učenici s kompliciranim rješenjima bili bolje rangirani jer su se njihovi mBot-i brže kretali stazom te je prešli u kraćem vremenu.

Rezultate Croatian Makers Lige, kao i ostale novosti vezane za istu, moguće je pronaći na stranicama Lige ([6]) pod rubrikom Novosti. Tamo se nalaze i rezultati prvih dvaju kola održanih ove školske godine. No, ono što nije moguće pronaći na stranicama su zadaci i njihova rješenja. Zadaci za svako kolo Lige šalju se učiteljima mentorima na službene e-mail adrese prije početka održavanja kola. Na taj način želi se osigurati povjerljivost zadataka, ali to nas nažalost sprječava da dođemo do zadataka iz prethodnih godina natjecanja kako bismo ih usporedili s ovogodišnjima.

Ipak, kroz razgovor s ostalim učiteljima mentorima te po učeničkim reakcijama uspjela sam saznati o kakvim zadacima se radilo u proteklim godinama pa sam stoga uspjela izvesti navedene zaključke.



## 5 Radionice

Uz pomoć profesorice Goranke Nogo i profesora Gorana Igalyja, studenti završne godine nastavničkog smjera diplomskog sveučilišnog studija Matematika i informatika sudjelovali su u nekoliko radionica s edukacijskim robotima u prethodnoj i ovoj akademskoj godini.

Prva od radionica održana je u sklopu Otvorenog dana matematike, 13. travnja 2018. godine. Radeći na tom velikom projektu, javila se ideja o održavanju još radionica za djecu svih uzrasta kako bih im predstavila naše robote, ali ih i upoznala s ovim diplomskim studijem.

Glavni likovi na radionicama su bili roboti koje smo prigodno nazivali roMbotima, a to su bila dva mBot-a Matko (plavi) i Matilda (ružičasti) te malo napredniji edukacijski robot također razvijen u suradnji Makeblocka i Arduina - Ultimate 2.0, kod nas poznatiji kao Mate (od UltiMATE).

Matko se pridružio našoj fakultetskoj obitelji 2017. godine te je bio jedini robotski član do ožujka 2018. godine, kada su studenti dobili te samostalno sastavili Matildu i Matu.

Naša tri romBota izazivala su oduševljenje prisutnih gdje god bi se pojavili. No, nisu samo djeca pokazivala zanimanje za njih, već su se i roditelji raspitivali o njihovim mogućnostima, kao i o našim budućim djelovanjima.

Voljela bih istaknuti dvije radionice koje su imale najviše uspjeha te su me motivirale da se i dalje nastavim baviti onim što najviše volim - radom s djecom. Obje radionice bazirale su se na upoznavanju prisutnih s mogućnostima naših triju robota.

To su bile radionice održane u svibnju i prosincu 2018. godine, a nešto više o njima bit će opisano u nastavku ovog rada.

## 5.1 Ljubavna robotika

Nakon uspješnih radionica na održanih na Otvorenom danu matematike u sklopu Dana i noći na PMF-u 13. travnja 2018. godine, kolega Lovre Grzunov i ja dobili smo ponudu od organizatora prvih STEM Games-a da održimo svoje radionice s roMbotima u Osnovnoj školi Poreč. Uz podršku profesorice Goranke Nogo i profesora Gorana Igalija, prisustvovali smo projektu STEM Games te smo održali osam radionica na temu "Ljubavna robotika" učenicima svih uzrasta osnovne škole u Poreču.

Za učenike smo pripremili kratko izlaganje o roMbotima kako bismo ih upoznali s osnovama njihovog rada. Učenici su vrlo dobro reagirali na temu radionica te smo zaključili kako se sam naziv pokazao kao jako dobar za učeničku motivaciju.

Priča koju smo predstavili učenicima glasila je ovako:

"Odrastajući zajedno, naši roMboti Mate i Matilda su se zaljubili pa je Matko postao ljubomorani i odlučio je osvojiti Matildu. Iz tog razloga studenti su mu morali pomoći izradivši mu držač za flomastera kojim bi Matko svojoj voljenoj Matildi nacrtao srce. Iako se na prvi pogled to čini kao jednostavan zadatak, istina nije baš takva. Kako bismo vas usmjerili ka rješenju Matkovog problema, sad ćemo vam pokazati osnove rada s mBot-om."

Učenicima smo potom prikazali kratku prezentaciju na kojoj su bili prikazani osnovni dijelovi mBot-a, a nakon toga učenici su imali priliku okušati se u raznim igrama u kojima su u morali upravljati roMbotima kako bi izvršili zadatak. Tako je Matilda trebala pratiti Matka, Matko je trebao nacrtati srce i izbjegavati prepreke te odsvirati kraću pjesmicu svojoj voljenoj Matildi. Mate je odvezivao vezice i hvatao papire i balone. Za najuspješnije učenike Prirodoslovno-matematički fakultet je pripremio prigodne pernice koje smo im dijelili po izvršetku zadatka.

Ne možemo sa sigurnošću reći tko je više uživao u radionicama, učenici ili učitelji, ali jedno je sigurno - kolega Lovre i ja smo sigurno bili najzadovoljniji i najsretniji po odlasku iz Poreča.

## 5.2 Obiteljski dan

S obzirom na to da se dobar glas daleko čuje, u Plivi su čuli za naše roMbote te su u sklopu njihovog obiteljskog dana odlučili prisutnima ponuditi nekoliko informatičkih radionica, među kojima i našu. Kontaktirali su me u nadi da ću prihvatiti njihovu ideju te se pridružiti timu koji obiteljima svih Plivinih zaposlenika nudi zanimljive priče i radionice. Ideja mi se svidjela te sam, naravno, prihvatila.

Uz podršku profesora Gorana Igalyja, pripremila sam radionice namijenjene svim uzrastima te sam naše roMbote ponijela u Plivu 7. prosinca 2018. godine. Održane su četiri radionice u trajanju od 30 minuta, a u njima su sudjelovala djeca od 2 do 25 godina, kao i nekolicina odraslih ljudi. Kako bih prisutnima približila rad Plive kao najveće hrvatske farmaceutske tvrtke, ali i objasnila ulogu roMbota i Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, radionicu sam prilagodila na sljedeći način - prisutnima sam postavljala niz pitanja na koje sam tražila njihove odgovore. Pitanja i odgovori:

- Gdje se mi danas nalazimo? U Plivi.
- Što je to Pliva zapravo, čime se bavi? Farmaceutska tvrtka koja se bavi proizvodnjom lijekova.
- Tko u Plivi radi? Ljudi, roditelji, supružnici i djeca prisutnih.
- Kako oni rade, rade li sve samostalno i ručno? Ne, postoji dio koji odrađuju strojevi.
- Čemu sva ova pitanja, zašto smo mi sada tu u informatičkoj učionici? Tu smo da se upoznamo s radom Plive.

Nakon što sam motivirala sudionike radionice, objasnila sam im da se ja tu nalazim kako bih im predstavila članove naše male roMbotske obitelji, a to su Matko, Matilda i Mate. Djeca su bila oduševljena izborom imena. Nakon upoznavanja s osnovama mBot-a, prešli smo na praktični dio radionice.



**Slika 5. Matko, Matilda i Mate u Plivi**

Na podu učionice (Slika 5) nalazila se crna linija po kojoj se kretala Matilda. Djeca su netom prije radionice posjetila pogon te su se uživo susreli s velikim strojevima koji se tamo kreću na sličan način. Također, vidjeli su robotske ruke te su ih odmah povezali s Matom koji je u sklopu praktičnog dijela moje radionice slagao prazne kutijice Plivinih lijekova na željenu poziciju. Matko je izbjegavao prepreke koje su također bile sastavljene od kutijica Plivinih lijekova.

Svi su bili oduševljeni idejom radionice jer su mali edukacijski roboti koji su u zadnje vrijeme prisutni u većini škola uspjeli simulirati rad pogona jedne velike farmaceutske kompanije. Po završetku su sudionici bili puni pitanja o roMbotima, kao i o samom nastavničkom studiju matematike i informatike te načinu rada s nama studentima. Organizatori radionica su također bili zadovoljni te su odmah poželjeli osigurati nastavak suradnje s Prirodoslovno-matematičkim fakultetom.

Kako je sve izgledalo na radionicama, moguće je vidjeti na stranicama Primatch-a ([7]).

## 6 Učenički ishodi i očekivanja u praktičnoj nastavi

U Nacionalnom kurikulumu nastavnog predmeta Informatika ([9]) za osnovnu školu, u sklopu domene Računalno razmišljanje i programiranje navedeni su ishodi i učenička očekivanja u nastavi povezana s temom ovog rada.

- Nakon **treće** godine učenja predmeta Informatika u domeni Računalno razmišljanje i programiranje učenik:

**B.3.1.** stvara program korištenjem vizualnoga okruženja u kojem se koristi slijedom koraka, ponavljanjem i odlukom te uz pomoć učitelja vrednuje svoje rješenje.

- Nakon **četvrte** godine učenja predmeta Informatika u domeni Računalno razmišljanje i programiranje učenik:

**B.4.1.** stvara program korištenjem vizualnoga okruženja u kojem se koristi slijed, ponavljanje, odluku i ulazne vrijednosti.

- Nakon **pete** godine učenja predmeta Informatika u domeni Računalno razmišljanje i programiranje učenik:

**B.5.1.** koristi se programskim alatom za stvaranje programa u kojemu se koristi ulaznim i izlaznim vrijednostima te ponavljanjem,

**B.5.2.** stvara algoritam za rješavanje jednostavnog zadatka, provjerava ispravnost algoritma, otkriva i popravlja pogreške.

- Nakon **šeste** godine učenja predmeta Informatika u domeni Računalno razmišljanje i programiranje učenik:

**B.6.1.** stvara, prati i preuređuje programe koji sadrže strukture grananja i uvjetnog ponavljanja te predviđa ponašanje jednostavnih algoritama koji mogu biti prikazani dijagramom, riječima govornoga jezika ili programskim jezikom,

**B.6.2.** razmatra i rješava složeniji problem rastavljajući ga na niz problema.

- Nakon **sedme** godine učenja predmeta Informatika u domeni Računalno razmišljanje i programiranje učenik:

**B.7.1.** razvija algoritme za rješavanje različitih problema koristeći se nekim programskim jezikom pri čemu se koristi prikladnim strukturama i tipovima podataka,

**B.7.4.** koristi se simulacijom pri rješavanju nekoga, ne nužno računalnoga, problema.

- Nakon **osme** godine učenja predmeta Informatika u domeni Računalno razmišljanje i programiranje učenik:

**B.8.1.** identificira neki problem iz stvarnoga svijeta, stvara program za njegovo rješavanje, dokumentira rad programa i predstavlja djelovanje programa drugima.

## 7 ZAKLJUČAK

Radeći ovaj diplomski rad upoznala sam se s nekoliko situacija u kojima se učenici susreću s programiranjem robota i drugih fizičkih objekata.

Prva je situacija u redovnoj nastavi prema novom nastavnom kurikulumu koji potiče računalno razmišljanje i programiranje, pri čemu se gotovo svaku temu pokušava povezati sa situacijama iz stvarnog života. Tako se u protekle dvije godine učenicima šestih razreda u većini hrvatskih osnovnih škola na početku školske godine dodjeljuju micro:bit-ovi na posudbu. Učitelje se potiče na korištenje mikroročunala u svakodnevnoj nastavi informatike, ali i ostalih predmeta. Na službenim stranicama micro:bit-a ([3] i [4]) nalaze se brojne aktivnosti primjenjive u nastavi, a iz kojih je vidljiva korelacija informatike i ostalih nastavnih predmeta.

Druga mogućnost korištenja robota je rad s učenicima koji su posebno motivirani za proučavanje mogućnosti robota i njihovo programiranje. Takvi učenici često samostalno istražuju mogućnosti robota, nerijetko služeći se izvorima s interneta, te samostalno prelaze s blokovskog na tekstualno programiranje. Zanimanje tih učenika potrebno je održavati uvođenjem raznih tipova zadataka te aktivnosti kojima se potiče njihova kreativnost i logičko razmišljanje. Potrebno ih je pratiti i povremeno ih usmjeravati objašnjavajući im neke principe programiranja (korištenje varijabli, korisničkih funkcija, različitih tipova podataka i slično). Iz iskustva mogu potvrditi kako učenici pozitivno reaguju na aktivnosti te se uključuju u rad ukoliko ih se motivira na ispravan način. U ovom slučaju, navođenjem brojnih mogućnosti mBot-a kod učenika se razvila želja za učenjem i programiranjem malo ozbiljnijih programa.

Treća situacija u kojoj je moguće koristiti edukacijske robote je aktivno sudjelovanje učenika u različitim natjecanjima. Pri tome treba pažljivo odabrati natjecanja u skladu s učeničkim mogućnostima. S obzirom na to da su ova natjecanja kod nas još uvijek u početnoj fazi i da ih nerijetko organiziraju entuzijasti bez potrebnog pedagoškog znanja, trebalo bi organizirati i birati natjecanja koja u učenicima potiču osjećaj zadovoljstva nakon rješavanja postavljenog problema, natjecanja koja potiču zajedništvo i međusobnu

suradnju pri čemu je učenicima, iako se međusobno natječu, cilj ostvariti što bolje rezultate, učeći jedni od drugih razmjenom iskustava. Croatian Makers Liga ([6]) samo je jedan primjer takvog natjecanja koji iz godine u godinu okuplja sve više učenika osnovnih škola diljem Republike Hrvatske. Uspješnom i dobro isplaniranom suradnjom organizatora natjecanja s učiteljima mentorima i metodičarima nastave informatike moglo bi se postići mnogo te se veselim nekim budućim projektima s tim ciljem u kojima se nadam da ću biti u mogućnosti sudjelovati.

Također, roboti i upravljanje fizičkim objektima može, uz odgovarajuću priču, učiniti mnoge teme zanimljivijima. Posebno je zanimljivo pomoću senzora pokretati automatski određene akcije. Mnoge aktivnosti uključuju "oživljavanje" svakodnevnih predmeta (torba koja svijetli, robot koji se oglasi ako netko uđe u prostoriju i slično). Kada se tome dodaju aktivnosti u kojima roboti nešto aktivno rade (crtaju ili premještaju predmete), rađaju se nove ideje o tome što bi robot mogao raditi. Kao što je u radu već navedeno, učenici najbolje rezultate postižu ukoliko ih se motivira nekom pričom i aktivnošću povezanom sa stvarnim životom. Smatram kako se učitelji i organizatori radionica s edukacijskim robotima za djecu svih uzrasta trebaju usredotočiti na to da zadatke prilagode učeničkom uzrastu te da se moraju malo više potruditi oko smišljanja zadataka sa zanimljivom pričom koja će učenike poticati na razvijanje logičkog razmišljanja. Zadaci bez pozadinske priče bi trebali ostati u prošlosti ukoliko se želi ostvariti cilj zamišljen u sklopu vladajuće STEM revolucije.

Još jedna stvar koja kod učenika pobuđuje interes za programiranjem je korištenje alata koji omogućuju jednostavno intuitivno blokovsko programiranje bez poznavanja puno sintakse i principa programskih jezika. Puno je lakše učenike motivirati da napišu program u čiji će se rad zorno uvjeriti (npr. robot prođe zadanom stazom) nego program koji rješava neki matematički problem nakon kojega nema nikakvog vidljivog rezultata osim što ćemo, znajući koji smo rezultat trebali dobiti, potvrditi ispravni rad programa.

Rješavanje matematičkog problema dolazi na prirodni način u trenutku kada treba preciznije odrediti ponašanje robota. Primjer toga naveden je u radu kod rješavanja zadatka iz Croatian Makers Lige gdje je opisano kako učenik otkriva odnos između



polumjera kružnice po kojoj se robot giba i brzina okretanja kotača ili ovisnost kuta zakretanja o vremenu tijekom kojega se jedan kotač okreće, dok drugi miruje.

Posebno bih se voljela osvrnuti na radionice održane na raznim lokacijama i u sklopu različitih događaja, a kojima su prisustvovali učenici svih uzrasta, od osnovnoškolaca koji se još nisu susreli s informatikom i programiranjem do onih koji su već iskusili rad s edukacijskim robotima i programiranjem fizičkih objekata. Otvoreni dan matematike, "Ljubavna robotika" u Poreču i "Obiteljski dan" u Plivi radionice su koje su se bazirale na "igri" s robotima te nije bilo puno programiranja, ali reakcije sudionika koji su pokazali zanimanje za ozbiljniji rad te proučavanje pozadine cijele priče su pozitivna stvar koja me potaknula na pisanje samog rada. Oduševljenje okupljenih na radionicama jako me razveselilo te se radujem svakom budućem projektu na kojem ću imati priliku raditi.

Novi kurikulum otvara prostor uvođenju robota u redovni nastavni program i vjerujem da će u godinama koje slijede, razvojem odgovarajućih nastavnih materijala te uz odgovarajuće obrazovanje učitelja, programiranje fizičkih objekata i rad s edukacijskim robotima dosegnuti jednu novu, višu razinu. Iskreno se nadam kako ću imati priliku biti dio cijele priče i da ću nastaviti raditi s učenicima u cilju vlastitog razvoja i napretka te da je ovaj rad bio samo početak moje priče vezane za rad s robotima.

## 8 LITERATURA

- [1] A. Carle, R. Schertle, mBot for Makers: *Conceive, Construct, and Code Your Own Robots at Home or in the Classroom*, Maker Media, Inc., San Francisco, 2017.
- [2] C. McKnight ert Van Dam, *A Gentle Introduction to Robotics: Volume 1 : mBlock and the mBot*, Senestone, Inc., 2016.
- [3] Micro:bit, dostupno na <https://microbit.org/> (siječanj 2019.)
- [4] Micro:bit, hrvatska verzija, dostupno na <https://microbit.org/hr/> (siječanj 2019.)
- [5] Makeblock, dostupno na <https://www.makeblock.com/steam-kits/mbot> (siječanj 2019.)
- [6] Croatian Makers, dostupno na <https://croatianmakers.hr/> (siječanj 2019.)
- [7] Primateh, dostupno na <http://www.pmf.unizg.hr/primateh/informatika> (siječanj 2019.)
- [8] SPARKreators LIGA, dostupno na <https://spark.ba/wp-content/uploads/2017/03/Skripta-mBot.pdf> (siječanj 2019.)
- [9] Nacionalni kurikulum nastavnog predmeta Informatika, dostupno na [http://mzos.hr/datoteke/15-Predmetni\\_kurikulum-Informatika.pdf](http://mzos.hr/datoteke/15-Predmetni_kurikulum-Informatika.pdf) (siječanj 2019.)

## 9 SAŽETAK

Ideja za izradom ovog rada pojavila se nakon provedenih nekoliko aktivnosti i radionica među učenicima svih uzrasta. Kao glavna tema nametnuli su se edukacijski roboti, u ovom slučaju mBot-i.

Prvi dio rada odnosi se na rad s micro:bit-ovima. Kako bi se učenike uvelo u rad s robotima, najprije su im predstavljena mikroračunala micro:bit-ovi kojima pristup ima većina učenika osnovnih škola u Republici Hrvatskoj. Učenici su se s micro:bit-ovima ranije susretali te su pokazali interes za rad s istima. Zbog toga su jako dobro reagirali na aktivnosti te samostalno istraživali njihove dodatne mogućnosti.

Kada su se upoznali s blokovskim jezicima i načinom slaganja koda, u rad su uključeni mBot-i koje su učenici s oduševljenjem prihvatili. Učeničke reakcije i rad s mBot-ima opisan je u drugom dijelu rada. Učenici su uglavnom samostalno rješavali zadatke koji su im bili predstavljeni kroz razne aktivnosti. Nekolicina je pokazala uistinu zavidno znanje i želju za učenjem ne samo osnova, nego i za proučavanjem dodatnih mogućnosti koje nude edukacijski roboti. Iako prvotno nije bilo zamišljeno, organizirani su dodatni termini u kojima su učenici dolazili te se raspitivali o mBot-ima i rješavali zadatke na koje su samostalno nailazili na internetu.

Treći dio odnosi se na rješenja i učenička postignuća u Croatian Makers Ligi. Ugodno sam iznenađena učeničkom motivacijom te načinima na koje su pristupali rješavanju zadataka iz Lige. Rezultati su bili jako dobri, iako su pojedinci imali poteškoća s preciznim kretanjem robota te su, nažalost, gubili bodove.

Na kraju su navedeni ishodi učenja koji se tiču rada, a povezani su s robotikom te programiranjem i nalaze se u Nacionalnom kurikulumu nastavnog predmeta Informatika.

## 10 SUMMARY

The idea for the creation of this work appeared after several educational activities held among students of all ages. Educational robots, in this case mBots, were imposed as the main topic.

The first part of the paper refers to working with micro:bits. In order to introduce the students to work with robots, the microcomputers named micro:bits were presented to them because a lot of elementary school students in the Republic of Croatia have access to them. Students had previously met with micro:bits and showed interest in working with them. That's why they reacted very well to activities and independently investigated their additional possibilities.

When they got acquainted with block language and programming, mBots were included in the work and students accepted that fact with enthusiasm. Student reactions and work with mBots are described in the second part of the paper. The students mostly solved the tasks that were presented to them through various activities. A few of them have shown a truly enlightening knowledge and a desire to learn not only the basics, but also to study the additional possibilities offered by educational robots. Although initially it was not imagined, additional classes were organized in which students came in and inquired about mBots and solved the tasks they themselves encountered on the Internet.

The third part relates to solutions and student achievements in the Croatian Makers League. I am pleasantly surprised by the students' motivation and the ways in which they approached to solving the League's tasks. The results were very good, although individuals had difficulty with precise robot movement and, unfortunately, they have lost points.

Finally, the learning outcomes related to work that are related to robotics and programming and are found in the National Curriculum of the Informatics, are presented in this work.

## ŽIVOTOPIS

Rođena sam 7. studenog 1990. godine u Splitu, kao prvo dijete Branka i Natalije Babić. Na diplomski sveučilišni studij Matematika i informatika, smjer nastavnički Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu upisana sam u rujnu 2017. godine. Prethodno sam završila preddiplomski sveučilišni studij Matematika, smjer nastavnički na već navedenom fakultetu. Srednju školu - Treću prirodoslovno-matematičku gimnaziju završila sam u Splitu.

Uz studij na PMF-u bavila sam se mnogim izvannastavnim aktivnostima, među kojima se posebno ističu dvogodišnje članstvo u Studentskom zboru sveučilišta u Zagrebu te predsjedništvo Udruge studenata grada Splita, također u trajanju od dvije godine. U sklopu tih članstava, organizirala sam brojne projekte (Veliko studentsko darivanje krvi, Festival studentskih klapa, Humanitarne večeri, Radićevi dani i dr.).

Sudjelovala sam na brojnim radionicama i smotrama u sklopu fakulteta te izvan njega.

Od rujna do studenog 2018. godine radila sam u Osnovnoj školi Vrbani kao učiteljica informatike, a od listopada iste godine radim u Plivi na informatičkom odjelu kao dio tima za globalnu podršku korisnicima aplikacija unutar Teve.