

# Edukativni roboti i njihova primjena u obrazovanju

---

**Brlek, Veronika**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Teacher Education / Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:147:058245>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-09**

*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Teacher Education - Digital repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**UČITELJSKI FAKULTET**  
**ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE**

**VERONIKA BRLEK**

**DIPLOMSKI RAD**

**EDUKATIVNI ROBOTI I NJIHOVA PRIMJENA U  
OBRAZOVANJU**

**Čakovec, srpanj 2020.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**UČITELJSKI FAKULTET**  
**ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE**  
**(Čakovec)**

**DIPLOMSKI RAD**

**Ime i prezime pristupnika: Veronika Brlek**

**TEMA DIPLOMSKOG RADA: Edukativni roboti i  
njihova primjena u obrazovanju**

**MENTOR: izv. prof. dr. sc. Predrag Oreški**

**Čakovec, srpanj 2020.**

# SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	1
Sažetak .....	3
Summary .....	4
1. UVOD .....	5
2. KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA INFORMATIKA ZA OSNOVNE I SREDNJE ŠKOLE .....	7
2.1. Odgojno-obrazovni ciljevi učenja i poučavanja nastavnoga predmeta informatika .....	8
2.2. Domene u organizaciji predmetnoga kurikuluma Informatike.....	9
2.3. Učenje i poučavanje nastavnoga predmeta Informatika – organizacija učenja i poučavanja.....	11
2.4. Iskustva učenja predmeta Informatike .....	11
2.5. Uloga učitelja.....	12
2.6. Mjesto i vrijeme učenja .....	12
2.7. Vrednovanje odgojno-obrazovnih ishoda u nastavnome predmetu Informatika.	13
2.8. Formiranje zaključne ocjene.....	15
3. RAČUNALNO RAZMIŠLJANJE I PROGRAMIRANJE .....	15
3.1. Računalno programiranje kao potpora konstrukcijskom učenju .....	17
3.2. Učenje programiranja kao poticaj za razvoj poželjnog načina razmišljanja .....	19
3.3. Programski alati .....	21
3.3.1. Scratch .....	21
3.3.2. Alice .....	23
3.3.3. Greenfoot .....	23
4. ROBOTIKA.....	24
4.1. Robotika i automatika u općem odgoju i obrazovanju.....	25
5. STEM .....	30
5.1. STEM Hrvatska .....	30

6. mBot.....	33
6.1. mBot i Arduino .....	36
6.2. Sastavljanje mBota.....	37
6.3. Programiranje mBota .....	42
6.4. Primjeri primjene robota mBot u nastavi .....	44
6.5. Priprema za izvođenje nastavnog sata uz pomoć mBota .....	47
7. BBC Micro:bit .....	49
7.1. Izgled BBC micro:bit pločice .....	49
7.2. Početak rada s uređajem BBC micro:bit .....	55
7.3. Programiranje BBC micro:bit uređaja.....	56
7.4. Upotreba BBC micro:bit uređaja .....	58
7.5. Priprema za nastavni sat uz upotrebu BBC micro:bit uređaja .....	60
8. ZAKLJUČAK.....	63
LITERATURA .....	65
Životopis .....	68
Izjava o samostalnoj izradi rada .....	69

## Sažetak

Današnji tehnološki napredak te potreba uvođenja inovacija u obrazovni sustav bila je inspiracija za odabir teme ovog diplomskog rada. Tema diplomskog rada su edukativni roboti i njihova primjena u obrazovanju. Kroz uvod naglašena je važnost uvođenja takvih nastavnih pomagala u sam obrazovni sustav. Budući da se svijet mijenja, javlja se potreba i za promjenom i reformom obrazovnog sustava, što se trenutno događa i u Republici Hrvatskoj. Upravo iz tog razloga valjalo bi proučiti što je sve zapisano i definirano kurikulumom nastavnog predmeta Informatika, koje su inovativne ideje ponuđene na ovom području te koje su uloge učitelja, a koje učenika u ovom reformiranom obrazovnom sustavu. Upravo je to opisano u drugom poglavlju ovog rada. Također, vrlo je važno proučiti utjecaj i važnost računalnog razmišljanja i programiranja za razvoj apstraktnog mišljenja kod djece što je tema trećeg poglavlja. U četvrtom poglavlju radi se o robotima općenito, o važnosti razumijevanja načina i ubrzanosti razvijanja umjetne inteligencije, razlozima za korištenje robota i provođenje robotske edukacije u obrazovanju. Projekt STEM vrlo je važan kada je riječ u reformi obrazovanja u tehnološkom smjeru. U STEM projektu naglasak je stavljen na obrazovanje pojedinaca budućnosti, odnosno populacije koja će u budućnosti moći s lakoćom i timskim radom uspješno rješavati sve prepreke i izazove. O tome je riječ u petom poglavlju. Nakon što je razrađena sva teorija potrebna za razumijevanje važnosti uvođenja edukativnih robota u obrazovanju, predstavljeni su i roboti koji su u ovo vrijeme nekako najviše prihvaćeni. U šestom poglavlju opisan je mBot i mogućnost njegove primjene u obrazovanju, a u sedmom poglavlju opisan je BBC micro:bit. Diplomski je rad zaokružen zaključkom i mišljenjem autora o predstavljenoj temi.

**KLJUČNE RIJEČI:** Kurikulum informatike, računalno razmišljanje i programiranje, robotika, mBot, BBC micro:bit

## **Summary**

Today's technological advances and the need to introduce innovations into the education system have been the inspiration for choosing the topic of this thesis. The topic of this graduate thesis is educational robots and their application in education. The introduction emphasizes the importance of introducing such teaching aids into the education system itself. As the world changes, there is also a need for change and reform of the education system, which is currently happening in the Republic of Croatia. For that reason, it is important to ponder everything written and defined in the IT curriculum, what innovative ideas have been offered in this field, what are the roles of teachers and what are the roles of students in this reformed education system. This is exactly what is described in the second chapter of this thesis. It is also very important to study the impact and importance of computational thinking and programming for the development of abstract thinking in children, which is the topic of Chapter Three. Chapter Four deals with robots in general, the importance of understanding the ways and speeds of developing artificial intelligence, the reasons for using robots and conducting robotics education in education. The STEM project is very important when it comes to technology education reform. In the STEM project, the emphasis is placed on educating individuals of the future, that is, populations that will be able to successfully tackle all obstacles and challenges in the future with ease and teamwork. This is discussed in Chapter Five. After elaborating on all the theory needed to understand the importance of introducing educational robots in education, the robots that are somehow most accepted at this time are presented. The sixth chapter describes mBot and its potential for use in education and the seventh chapter describes the BBC micro: bit. The thesis is completed by the conclusion and opinion of the author in the presented topic.

**KEY WORDS:** IT curriculum, computational thinking and programming, robotics, mBot, BBC micro:bit

## 1. UVOD

Današnje je suvremeno društvo svjedok ubrzanog razvoja tehnologije i kompletne promjene društvenog standarda i načina života ljudi.

Mi kao pripadnici tog društva trebali bismo se suočiti s brzim znanstvenim napretkom koji utječe na silne promjene koje se događaju svuda oko nas. Predstavnici svih novih tehnologija zasigurno su roboti koji će, nedvojbeno, obilježiti kako gospodarstvo 21. stoljeća tako i sam život čovjeka u 21. stoljeću. Strojevi koji rade i koji će raditi u ljudskoj okolini morat će posjedovati određene kognitivne sposobnosti i njihov će rad imati utjecaja ne samo na materijalni svijet, već i na socijalne, kulturne i emotivne aspekte naših života. Osim što nove tehnologije sa sobom donose brojne prednosti i nove prilike, donose i razne probleme, pogotovo u društvima koja se presporo prilagođavaju tom ubrzanom razvoju znanosti i tehnike. Ova se problematika prilagodbe može promatrati iz različitih perspektiva, no glavni problem zapravo proizlazi iz zastarjelog ekonomskog modela o kojem ovisi gotovo čitav svijet, a koji se temelji na stalnom rastu potrošnje. Na taj se način zapravo usporava prilagodba društava na nove tehnologije koje svoje djelatnosti temelje na profitnim načelima (Nikolić, 2014).

Ekonomija nije jedina grana koja bi trebala držati korak s tehnološkim razvojem. Tehnološki napredak zahtijeva postojanje ljudi koji će se znati tom tehnologijom koristiti i koji će znati popraviti određene kvarove kada do njih dođe. Ljudi koji će biti voljni i pomoći u procesu razvitka nove tehnologije. Sagledavši sve ove potrebe, možemo doći do zaključka kako je vrlo važno da se reformira i samo školstvo kako bi se u njemu obrazovali ljudi sposobni za spomenute, ali i nespomenute poslove, zadatke i izazove koje nudi suvremeno društvo. Srećom, reforma obrazovnog sustava započela je i u Republici Hrvatskoj. Važnost uključivanja učenika u proces nastave, istraživački orijentirana nastava te zamjena instrukcijskog s konstrukcijskim učenjem odličan su početak kako bi se buduće generacije razvile i obrazovale u smjeru važnom za opstanak budućeg društva. Vrlo je važno da učenici u školama metodom postupaka i pogrešaka aktivno sudjeluju u stjecanju novih znanja te da se u obzir uzmu sva učenikova znanja koje je posjedovao prije učenja nekih nastavnih tema. Kako je reformirano naše školstvo, barem u području informatike koju smatram ključnom u ovom modernom tehnološkom društvu, bit će prikazano kroz kurikulum



nastavnog predmeta Informatike koji je ključ prema obrazovanju generacija budućnosti. Obrazovanje računalnog razmišljanja i programiranja važnoga kako za razvoj dječjih razmišljanja, tako i za pokrivenost budućih traženih zanimanja, vrlo je važno koncipirati na ispravan način na koji će ono uroditi plodom i izroditi generacije bogate znanjem u tehnološki pokrivenim područjima. Potrebno je da prilikom organiziranja obrazovanja imamo u vidu da današnja djeca stupaju u kontakt s nekom vrstom tehnologije gotovo već nakon rođenja, što znači da kada dođu u školu već dosta toga i znaju. Kao što je ranije u uvodu bilo spomenuto, roboti su ti koji su, zapravo, predstavnici tehnologije 21. stoljeća. Imajući to na umu, vrlo je važno upotrebu robota smjestiti i u obrazovni sustav. Upravo je uporaba edukativnih robota u obrazovanju glavna tema ovog diplomskog rada. Što su sve roboti, na koji način ih možemo implementirati u obrazovni sustav, koja je važnost računalnog razmišljanja i programiranja te kako je razrađen kurikulum nastavnog predmeta Informatike istražiti ćemo kroz ovaj diplomski rad.

## 2. KURIKULUM NASTAVNOG PREDMETA INFORMATIKA ZA OSNOVNE I SREDNJE ŠKOLE

Razvoj tehnologije kao i razvoj računalne znanosti u posljednjim je desetljećima vrlo brzo napredovao što je omogućilo stvaranje i primjenu informacijske i komunikacijske tehnologije koja je uvelike promijenila svijet u kojem živimo. Zbog sve veće upotrebe digitalne tehnologije u svakodnevnom životu javlja se sve veća potreba za ranim digitalnim opismenjavanjem. Kako bi se kasnije mogla snalaziti u svijetu te biti u korak s budućim vremenom, vrlo je važno da se djecu od najranije školske dobi nauči osnovama korištenja digitalne tehnologije. To je također vrlo važno kako bi djeca kada odrastu postala produktivnija i konkurentnija na tržištu rada. Prema kurikulumu nastavnog predmeta Informatika za osnovne i srednje škole pod nazivom informatika smatra se „*stjecanje*“ određenih „*vještina za uporabu informacijske i komunikacijske tehnologije*“ – tzv. digitalna pismenost, „*kojom se oblikuju, spremaju, pretražuju i prenose različiti multimedijски sadržaji,*“ zatim „*uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije u obrazovnom procesu, rješavanje problema računalnom uporabom nekog programskog jezika*“ kod čega se koristi određeni slijed koraka, a to su: „*specifikacija i raščlamba problema, analiza problema i odabir postupaka za njegovo rješavanje, priprema i izrada programa, ispitivanje programa i uporaba programa (rješavanje problema i programiranje)*“ (MZO, 2018, str. 2 i 3). Ovaj posljednji od slijeda koraka težište je ka kojem bi trebao težiti cijeli obrazovni proces predmeta Informatika. Kada bi se cijeli obrazovni proces predmeta Informatika osvrnuo na jačanje i razvijanje računalnog načina razmišljanja i programiranje, to bi kod učenika omogućilo razumijevanje samog problema, analizu i rješavanje nekog problema i to pomnim odabirom strategija, algoritama i načina rješavanja nekog problema. Osim što je takvo razmišljanje vrlo važno za informatiku, ono je vrlo važno i za matematičko i prirodoslovno područje, ali i za svakodnevni život. Generičke kompetencije koje se kroz predmet Informatika razvijaju i potiču su: „*kreativnost i inovativnost stvaranjem digitalnih uradaka i algoritama*“ (učenik bi trebao znati koristiti programe i alate na kreativan način te pomoću njih osmišljavati nešto drugo), „*kritičko mišljenje i vrednovanje tehnologije i izvora znanja*“ (učenik bi trebao kritički promišljati prije uporabe tehnologije), „*rješavanje problema i donošenje odluka s pomoću IKT-a, informacijska i digitalna pismenost razumijevanjem i konstruktivnim razgovorom o*

*pojmovima iz područja informatike, osobna i društvena odgovornost razmatranjem etičkih pitanja kao što su pitanja softverskih izuma ili krađe identiteta i vlasništva, odgovorno i učinkovito komuniciranje i suradnja u digitalnom okruženju, aktivno građanstvo kao spremnost i hrabrost za javno i odgovorno iskazivanje mišljenja i djelovanja uz međusobno poštovanje i uvažavanje u digitalnome okruženju te upravljanje obrazovnim i profesionalnim razvojem učenjem s pomoću informacijske i komunikacijske tehnologije, učenjem na daljinu, videokonferencijama, virtualnim šetnjama, pristupom online bazama podataka i sl.“ (MZO, 2018, str. 3 i 4). Prema novo napisanim kurikulumima za svaki pojedini predmet, pa tako i za predmet Informatiku, vrlo je važno u nastavi i pedagoškoj praksi biti orijentiran prema konstruktivističkom pristupu učenju koji u samo središte procesa učenja stavlja subjekt učenika koji na taj način razvija određene kompetencije, samostalnost, samopouzdanje, odgovornost te poduzetnost. Iskustva učenja samih učenika trebala bi se što više temeljiti na uvjerenju kako učenici najbolje uče sudjelujući izravno u aktivnosti učenja te da je najbolja motivacija za učenje unošenje vlastite kreativnosti i veliki doprinos u timskom radu. Vrlo je važno osvijestiti da se kompetencije i sadržaji naučeni iz predmeta Informatika trebaju usvajati tijekom cijelog školovanja te da su oni zapravo velika podrška svim ostalim predmetima i predviđenim međupredmetnim temama (MZO, 2018).*

### **2.1. Odgojno-obrazovni ciljevi učenja i poučavanja nastavnoga predmeta informatika**

*Nastavnim kurikulumom predmeta Informatika definirano je kako će učenici „učenjem i poučavanjem predmeta Informatike: postati informatički pismeni kako bi se mogli samostalno, odgovorno, učinkovito, svrhovito i primjereno koristiti digitalnom tehnologijom te se pripremiti za učenje, život i rad u društvu koje se razvojem digitalnih tehnologija vrlo brzo mijenja; razvijati digitalnu mudrost kao sposobnost odabira i primjene najprikladnije tehnologije ovisno o zadatku, području ili problemu koji se rješava; razvijati kritičko mišljenje, kreativnost i inovativnost uporabom informacijske i komunikacijske tehnologije; razvijati računalno razmišljanje, sposobnost rješavanja problema i vještinu programiranja; učinkovito i odgovorno komunicirati i surađivati u digitalnome okruženju; razumjeti i odgovorno primjenjivati sigurnosne preporuke s ciljem zaštite zdravlja učenika te poštivati*

*pravne odrednice pri korištenju digitalnom tehnologijom u svakodnevnome životu“*  
(MZO, 2018).

## **2.2. Domene u organizaciji predmetnoga kurikuluma Informatike**

U organizaciji predmetnoga kurikuluma Informatike formirane su ukupno četiri domene: e-Društvo, Digitalna pismenost i komunikacija, Računalno razmišljanje i programiranje te Informacije i digitalna tehnologija. Za proučavanje teme ovog diplomskog rada najvažnija je domena Računalno razmišljanje i programiranje, no kako bi shvatili cijeli koncept predmetnoga kurikuluma Informatike nužno je razmotriti i pobliže objasniti sve četiri domene jer su one zapravo međusobno povezane (MZO, 2018).



Slika 1. Povezanost domena predmeta  
(MZO, 2018)

Domena Informacije i digitalna tehnologija (A) svoje težište stavlja na činjenicu kako je najveća snaga računala u njihovoj sposobnosti brze i sigurne pohrane podataka te brze obrade velike količine tih pohranjenih podataka. Samim temeljem upotrebe današnje tehnologije smatra se traženje, dohvaćanje i kritičko vrednovanje informacija pronađenih u različitim izvorima i zbirkama podataka. Vrlo je važno da učenici u ovoj domeni razviju strategiju za uočavanje, opisivanje nekih uzoraka i odnosa među promatranim podacima čime se zapravo omogućuje stvaranje struktura podataka. Pomoću ove domene učenici, također, razvijaju apstraktno mišljenje i to uz pomoć primjene vizualizacije i simulacije kojima pojednostavljeno prikazuju model rada računala i pojedinih uređaja (MZO, 2018).

Domena Računalno razmišljanje i programiranje (B) kao što je već bilo spomenuto, najvažnija je za proučavanje teme ovog diplomskog rada. Vrlo je važno kod učenika

razvijati računalno razmišljanje kako bi oni naučili pristupati određenim problemima na računalu te kroz razmišljanje našli moguća rješenja tih problema. Učenici kroz ovu domenu nisu samo korisnici određenih računalnih alata, već postaju i njihovi kreatori što znači da usvajaju proces stvaranja neke aplikacije ili programskog alata od početne ideje do konačnog proizvoda. Temeljni koncept samog računalnog razmišljanja čini apstrakcija koja kod učenika potiče uporabu metakognitivnih vještina te omogućuje rad na složenim problemima i to na način da ih razdvaja na više jednostavnih problema. Rješavanje problema nikako nije samo rješavanje problema već ono uključuje sam razvoj programa, učenikovu inovativnost i poduzetnost te preuzimanje inicijative pri dizajniranju i razvoju novih modela i proizvoda primjenom računalne tehnologije. Samo programiranje mnogo je više od pisanja kodova i izrade programa. Ono učenicima ulijeva veću dozu samopouzdanja, razvija preciznost, stavlja u svijest kako je važno biti uporan i kako se upornost uvijek isplati te razvija među njima timski rad i spoznaju važnosti suradnje (MZO, 2018).

Kroz domenu Digitalna pismenost i komunikacija (C) učenici stječu temeljne digitalne kompetencije koje je važno posjedovati kako bi bili sposobni kvalitetno primjenjivati tehnologiju kroz svakodnevne životne obveze, ali i kako bi mogli stjecati kompetencije iz ostalih triju domena. Samo poznavanje mogućnosti tehnologije današnjice i računalnih programa važan je preduvjet kako bi mogli kritički i pravilno koristiti tehnologiju i upotrebljavati učinkovitost i inovativnost tehnologije u svim područjima. Na taj način učenici preuzimaju aktivnu ulogu u stvaranju svojih pozitivnih digitalnih tragova. Svojim pozitivnim stavom i otvorenosću prema tehnološkim dostignućima današnjice učenici će sami sebi omogućiti bržu i jednostavniju prilagodbu tehnologiji budućnosti (MZO, 2018).

Posljednja, ali ne i manje važna domena je E-društvo (D). Ova je domena vrlo važna ako shvatimo činjenicu da živimo u informacijskome društvu u kojem se tehnologija koristi u svim područjima i aspektima života. Nakon što učenici savladaju ishode iz područja ove domene razvit će vještine koje će im pomoći da budu odgovorni, kompetentni, kreativni i pouzdani sudionici digitalnog društva. Svaki član digitalnog društva trebao bi poznavati mogućnosti javnih usluga (e-dnevnik, e-građani i sl.) te razumjeti što su osobni podaci, koliko su važni te koliko je važno zaštititi ih te kako

se općenito zaštititi od prijevara, prijetnji, elektroničkog nasilja te na koji način reagirati na neprikladne oblike ponašanja (MZO, 2018).

### **2.3. Učenje i poučavanje nastavnoga predmeta Informatika – organizacija učenja i poučavanja**

Prilikom organizacije učenja i poučavanja novim je kurikulumom učiteljima dana velika autonomija i fleksibilnost. Propisanim je sadržajima i definiranim ishodima realizacija učenja i poučavanja usmjerena na subjekt učenika i razvijanje njegove individue. Sami su ishodi definirani na način da učitelji samostalno mogu odlučivati o redoslijedu ostvarivanja ishoda te o vremenu koje im je potrebno za ostvarivanje pojedinog ishoda, a ponekad je moguće ostvariti i više ishoda odjednom ako za to odaberemo ispravan sadržaj i dobro isplaniranu metodu. Sama organizacija poučavanja i izbor metoda jedni su od ključnih elemenata kvalitete realizacije nastave. U nižim razredima, kada je djeci još uvijek prirodna igra kao način na koji lakše uče, trebao bi se staviti naglasak na učenje kroz igru i zabavu uz što veću primjenu digitalne tehnologije koja je današnjim generacijama prirodna i koriste ju već od malih nogu. Važno je, također, u organizaciji učenja koristiti što različitije metode te što više timskog rada kako bi djeca razvijala partnerski odnos s članovima svojih timova te kako bi se pospješio razvoj istraživačkih, organizacijskih i komunikacijskih vještina te kritičkog vrednovanja (MZO, 2018).

### **2.4. Iskustva učenja predmeta Informatike**

U današnje vrijeme kada su generacije koje dolaze u školske klupe sve više upoznate s tehnologijom, vrlo je važno u nastavi informatike koristiti što više učeničkog iskustva i njihove praktične uporabe tehnologije. Ta je iskustva važno iskoristiti kao temelj budućeg poučavanja kako bi se njihovo znanje i njihovo iskustvo nadogradilo te postalo bogatije i opširnije. Od učitelja Informatike očekuje se osmišljavanje poticajnih zadataka kako bi se učenike poticalo na istraživanje, razmišljanje i suradnju te stvaranje okruženja kako bi učenici mogli eksperimentirati i svoje ideje prenositi na uređaje, programe ili medije. Učenike bi što više trebalo poticati na sudjelovanje u raznim projektima koje im omogućuje njihova škola, županija ili država te omogućiti učenicima sudjelovanje u različitim vrstama interakcije (MZO, 2018).

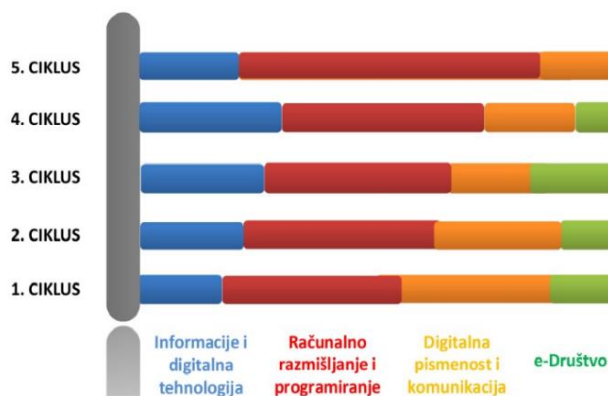
## **2.5. Uloga učitelja**

Unatoč tome što je težište cijelog odgojno-obrazovnog procesa usmjereno na učenika, uloga učitelja veoma je velika i važna. Učitelj potiče učenike na svakodnevni napredak te da svakodnevno daju sve od sebe kako bi u životu nešto ostvarili. Prilikom osmišljanja odgojno-obrazovnih aktivnosti učitelj mora biti oprezan i paziti da tim aktivnostima pobuđuje i drži interes učenika, njihovo zanimanje za uključivanje i sudjelovanje u procesu učenja i poučavanja kako bi učenici postigli zadovoljstvo u učenju. Podržava izricanje njihovih ideja, pomaže im u njihovoj razradi te ih potiče na dijeljenje znanja sa svojim vršnjacima. Učitelj je taj koji u razredu stvara povoljnu društvenu klimu te pruža temelje razrednim odnosima potičući učenike na međusobnu toleranciju, poštovanje, partnerstvo, prihvaćanje i empatiju. Vrlo je važno da učitelj prije uporabe određene digitalne tehnologije ili programa, kritički procijeni koliko su oni sigurni i korisni za učenike odgovorivši si na neka pitanja kao što su: zašto odabire određenu digitalnu tehnologiju ili program, odgovaraju li oni razvojnoj dobi učenika s kojima će raditi, kako će ih upotrijebiti, koje su mu tehničke, prostorne i materijalne pretpostavke potrebne prije korištenja tog programa ili tehnologije. Učitelj je dužan stalno davati učenicima neku povratnu informaciju kako bi učenici znali što trebaju popraviti i poboljšati. Uz stalno stručno usavršavanje i upoznavanje novih metoda rada učitelj povećava kvalitetu svoje nastave te se približava zadovoljavanju potreba učenika današnjeg doba (MZO, 2018).

## **2.6. Mjesto i vrijeme učenja**

Mjesto učenja i poučavanja predmeta Informatika potrebno je organizirati u umreženoj računalnoj učionici spojenoj na internet. Državnim je pedagoškim standardom definirano koliko učenika smije biti u jednoj grupi te kako mora biti opremljena učionica kako bi se u njoj mogla odvijati nastava Informatike. Informatička učionica trebala bi biti opremljena s brojem računala koji odgovara broju učenika u nastavnom odjeljenju tako da svaki učenik koristi svoje računalo. Na računalima bi trebali biti instalirani programi koji imaju odgovarajuće licence. Samo učenje i poučavanje predmeta Informatika trebalo bi biti koncipirano tako da bi učenici kontinuirano razvijali i prakticirali računalno razmišljanje, razvijali vještine upotrebe informacijsko komunikacijske tehnologije te stjecali nove kompetencije.

Vrlo je važno shvatiti kako neće svaki ishod zahtijevati jednako vrijeme učenja te da neće uvijek sve domene biti podjednako zastupljene u pojedinim ciklusima učenja. To je prikazano u grafikonu na slici ispod (MZO, 2018).



Slika 2. Prikaz različite zastupljenosti domena po ciklusima (MZO, 2018)

## 2.7. Vrednovanje odgojno-obrazovnih ishoda u nastavnome predmetu Informatika

Prema novom kurikulumu postupci vrednovanja u svim predmetima, pa tako i u predmetu Informatika, realiziraju se trima pristupima vrednovanju: vrednovanje za učenje, vrednovanje kao učenje i vrednovanje naučenog.

Vrednovanje za učenje

Ovim se vrednovanjem stavlja naglasak na sam proces zajedničkog prikupljanja informacija i dokaza o procesu učenja i poučavanja učenika i učitelja u svrhu unaprjeđenja samih procesa učenja i poučavanja. Učeniku se takvim pristupom pruža mogućnost da tijekom učenja postane svjestan kako uči te kako bi trebao učiti da bi postizao bolje rezultate. Pozitivna strana vrednovanja za učenje jest ta što ono rezultira kvalitativnom povratnom informacijom, a ne ocjenom. Neke od metoda kojima je u nastavi Informatike moguće učenike vrednovati jesu: ljestvice procjene pomoću kojih učenik vrednuje realizaciju i uspješnost neke aktivnosti; e-portfolio u kojem učenik prikuplja digitalne radove kroz cijelu školsku godinu; praćenje tijekom rada kroz uporabu online sustava za opažanje (MZO, 2018).



## Vrednovanje kao učenje

Kroz pristup vrednovanja kao učenja učenici su aktivno uključeni u proces vrednovanja i to uz stalnu podršku učitelja i kroz različite aktivnosti vršnjačkoga i/ili samorefleksivnoga vrednovanja. Kroz suradnički način rada u virtualnom okruženju lako se provode aktivnosti vršnjačkoga vrednovanja te samoregulacija vlastitog procesa učenja. Samovrednovanjem kod učenika razvijamo motivaciju za ulaganje dodatnoga nпора za postizanjem željenoga uspjeha. Neke od metoda kojima je u nastavi Informatike moguće učenike vrednovati jesu: ljestvice procjene; interaktivne lekcije, zadatci ili simulacije; odabir složenosti zadataka prema učenikovoј procjeni; izlazne kartice; vršnjačko vrednovanje (MZO, 2018).

## Vrednovanje naučenog

Ovim se vrednovanjem isključivo provjeravaju odgojno-obrazovni ishodi definirani kurikulumom. Učenici ovim vrednovanjem kao povratnu informaciju dobivaju ocjenu, a kriteriji ocjenjivanja moraju biti jasni i javni. Moguće metode vrednovanja naučenog u Informatici su: usmene provjere znanja, pisane provjere ili provjere znanja na računalu, e-portfolio, učenički projekti te upotreba online provjera koje su dio unutarnjeg ili hibridnog vrednovanja (MZO, 2018).

## Elementi vrednovanja

Kurikulumom je definirano da se postignuća učenika na kraju školske godine u prvome i drugome razredu osnovne škole opisuju pomoću kvalitativnih opisivača postignuća na ljestvici od tri stupnja: potrebna podrška, u skladu s očekivanim, iznimno u odnosu na očekivanja opisana u kurikulumu. Učitelj kroz kratak osvrt opisuje učenikova postignuća u određenoj školskoj godini predstavljajući učenikove jače strane te područja u kojima učenik još može napredovati. U ostalim razredima predloženi su sljedeći elementi vrednovanja naučenog: usvojenost znanja, rješavanje problema, digitalni sadržaji i suradnja. U elementu usvojenosti znanja uključene su ocjene za činjenično znanje, razumijevanje koncepata, analiziranje, opisivanje, objašnjavanje i poznavanje pravila; u elementu rješavanja problema uključene su ocjene za analiziranje i modeliranje problema korake rješavanja, pisanje algoritama i provjeravanje njihovih ispravnosti, strategije pretraživanja, prikupljanja i istraživanja te samostalnost u rješavanju postavljenih problema; u elementu digitalni sadržaji i suradnja uključene su ocjene za odabir primjerenih programa i njihovu upotrebu, za

suradivanje i timski rad učenika na određenim projektima, za odgovornost, samostalnost i promišljenost pri uporabi tehnologije (MZO, 2018).

## **2.8. Formiranje zaključne ocjene**

Kako bi sami sebi olakšali formiranje zaključne ocjene te kako bi uspješnije i lakše mogli odrediti koliko je koji učenik bio uspješan u svladavanju zadanih odgojno-obrazovnih ishoda, vrlo je važno da učitelji tijekom školske godine prikupe što više „dokaznih“ materijala koji će im pomoći pri donošenju odluke. Na taj će način i sama ocjena biti relevantan pokazatelj učenikovih postignuća ili ne postignuća u školskoj godini. Osim vrednovanja učitelja, vrlo je važno kroz razgovor poticati i učenikovo samovrednovanje te vršnjačko vrednovanje s ciljem praćenja i promišljanja o svojem učenju i predlaganju smjernica za poboljšanje budućeg učenja (MZO, 2018).

## **3. RAČUNALNO RAZMIŠLJANJE I PROGRAMIRANJE**

Suvremena bi nastava Informatike u području rješavanja nekog problema programiranjem trebala biti zasnovana na novim spoznajama kognitivne i moderne znanosti o učenju. Tradicionalno se učenje temelji na tzv. instrukcijskom obliku učenja i poučavanja. Sve su napredne zemlje tijekom 19. i 20. stoljeća razvile svoje školske sustave nudeći formalno obrazovanje koje je zasnovano sljedećim općeprihvaćenim pretpostavkama. To je pretpostavka da je znanje definirano kao zbroj činjenica o svijetu oko nas i određenih postupaka za rješavanje problema koji se sastoje od razrađenih koraka koje treba sustavno provoditi. Također, polazi se od pretpostavke da svaki učitelj i nastavnik mora dobro poznavati te činjenice i postupke te da su dužni svoje znanje prenijeti na učenike. Tim je pretpostavkama zadani i cilj samog školovanja, a to je pohranjivanje upravo tih činjenica i postupaka u samo pamćenje učenika. U to vrijeme ljudi su se smatrali obrazovanijima kada su posjedovali veliki broj zapamćenih činjenica i postupaka. Tradicionalni oblik učenja smatra da proces učenja započinje savladavanjem nekih jednostavnijih činjenica i postupaka, a nastavlja se sve složenijim činjenicama i postupcima. Problem tradicionalnog učenja i poučavanja jest taj što činjenice i postupke prema složenosti svrstavaju učitelji, autori udžbenika i znanstvenici bez punog saznanja o tome kako djeca uče. Sama usvojenost naučenog vrednuje se ispitima na kojima se provjerava koliko su činjenica i postupaka učenici usvojili. Tradicionalno učenje nazivamo

instrukcijskim oblikom učenja ili instrukcionizmom jer je ono bilo pripremljeno za razdoblje industrijskog gospodarstva ranog 20. stoljeća, no, nažalost, u većini se školskih sustava zadržalo sve do danas (Budin, Brođanac, Markučić, Perić, Škvorc, Babić, 2017). Današnji je svijet mnogo razvijeniji – tehnologija je uznapredovala, gospodarstva su postala složenija te se njihov razvoj zasniva na stalnim inovacijama. Upravo zbog toga tradicionalno učenje, tj. instrukcionizam više ne bi trebao biti dobrodošao. U inovativnom gospodarstvu više ne može djelovati pojedinac koji je tijekom školovanja zapamtio samo činjenice i naučio provoditi neke određene postupke. Svaki bi pojedinac trebao biti sposoban dublje razumjeti složene koncepte te ih biti u stanju strukturno i uzročno-posljedično analizirati i kreativno rabiti za generiranje novih i boljih ideja. Također, moraju biti osposobljeni za kritičko ocjenjivanje i sagledavanje svega što čuju i čitaju te za smislenu usmeno ili pismeno izražavanje svojih stavova. Moraju savladati koncepte na kojima su sazdana priroda i tehnika te koncepte matematičkog i računalnog načina razmišljanja. U ovome se modernom društvu formalnim obrazovanjem mora steći navika i sposobnost preuzimanja odgovornosti za cjeloživotno učenje koje je preduvjet svakom pojedincu za što uspješnije trajno djelovanje u suvremenom gospodarstvu, za uspješan suživot u demokratskom društvu današnjice te za ispunjenje životnih očekivanja vlastite individue. Moderna edukacijska znanost interdisciplinarno obuhvaća kognitivnu znanost, edukacijsku psihologiju, računarsku znanost, informacijsku znanost, antropologiju, psihologiju, neuroznanost te druga znanstvena područja. Znanstvenim se istraživanjem u području edukologije došlo do spoznaje kako tradicionalno (instrukcijsko) školovanje nije prikladno za novo osposobljavanje učenika te da je vrlo važno da ga se nadogradi ili čak potpuno promjeni u novi konstrukcijski sustav učenja ili konstruktivizam (Budin i sur., 2017). Konstruktivizam se kao teorija može proučavati s više aspekata, no gledajući na njega s psihološkog i didaktičkog aspekta on ističe kako je učenje aktivan, a ne pasivan proces. Pojedinac uči kroz svoje kognitivne i fizičke aktivnosti. Ovakav oblik učenja možemo definirati kao unutarnje stvaranje neke spoznaje, razumijevanja i pamćenja i to uz pomoć aktivne interakcije s okolinom koja nas okružuje (Matijević i Topolovčan, 2017). Vrlo je važno imati na umu da učenici u trenutku učenja novog nastavnog sadržaja već imaju neka svoja prethodna znanja o svijetu koji ih okružuje, stoga je najbolji način učenja kada se nova saznanja izgrađuju na temelju prethodnih znanja i iskustava. Vrlo je važno da učenici uče kroz rasprave s drugim učenicima, kroz pripremanje pisanih izvještaja,

grafičkih prikaza ili nekih drugih artefakata. Na taj način učenici imaju mogućnost novih saznanja te samovrednovanja vlastitog rada i napretka (Budin i sur., 2017). Razmotrivši ove zaključke te uzevši u obzir obilježja konstruktivističkog učenja i nastave, možemo razlikovati nekoliko važnih strategija učenja koja su svojstvena takvom obliku nastave. To su: projektno učenje, iskustveno učenje, učenje kroz istraživanje, učenje rješavanjem problema, učenje usmjereno prema djelovanju, učenje igranjem te suradničko učenje (Matijević i Topolovčan, 2017). Iz razloga što se činjenice i postupci naučeni instrukcijskim učenjem vrlo rijetko, a gotovo nikad ne mogu primijeniti izvan učionice, učenici bi pri savladavanju činjenica i postupaka trebali razviti i dublje razumijevanje njihova konteksta (Budin i sur., 2017).

### **3.1. Računalno programiranje kao potpora konstrukcijskom učenju**

Računala su se u obrazovanju prvi puta počela upotrebljavati šezdesetih godina 20. stoljeća i to odmah nakon što su postala dostupna obrazovnim institucijama. U to vrijeme počinju se razvijati i prvi programski sustavi za poučavanje (eng. Computer Assisted Instruction – CAI) koji su bili preteče današnjih sustava e-učenja koji za predstavljanje nastavnog sadržaja rabe kombinaciju teksta, grafičkih prikaza, zvuka, videozapisa te interaktivno nadziru tijek učenja. Devedesetih se godina 20. stoljeća u većini zemalja smatralo kako škole treba opremiti računalima te omogućiti svim učenicima slobodan pristup računalnim mrežama. Nažalost, pokazalo se da toliko velike investicije u računalnu opremu nisu urodile plodom te raznim istraživanjima nije primijećen mjerljiv napredak u učeničkim postignućima. Kao glavni razlog neuspjeha bila je navedena spoznaja da su učitelji računala koristili samo kao dodatna sredstva u instrukcijskom obliku poučavanja. Tek se posljednjih desetak godina došlo do spoznaje da računala mogu unaprijediti obrazovni proces i to u slučaju ako potpomognu kreacijski pristup obrazovanju. Računala koja su opremljena prikladnom programskom podrškom imaju mogućnost podržati najvažnije komponente učenja: dublje razumijevanje koncepata, aktivno učenje i utvrđivanje stečenih saznanja. Pogotovo je to slučaj danas kada su računalne snage današnjih računala mnogo veće i jače (Budin i sur., 2017). Osim što je za ovakvu vrstu učenja potrebna programska podrška, vrlo je važno i da ta potpora bude dobro osmišljena i prilagođena obrazovnom procesu i to u suradnji s glavnim nositeljima i faktorima obrazovnog procesa, a to su učitelji i nastavnici. To je vrlo opširna tema te nije toliko važna za ovaj diplomski rad, već je za ovaj diplomski rad vrlo važna

usmjerenost na mogućnosti uporabe računala za rješavanje problema programiranjem. Računala se mogu definirati kao elektroničke naprave koje mogu obavljati raznovrsne poslove. Nakon što je računalo izumljeno promijenilo se mnogo toga. Promijenio se način na koji ljudi razmjenjuju informacije, kako rade, kako se družte te načini kako se zabavljaju i igraju. Računala su, također, omogućila veliki napredak u medicini, gospodarstvu, bankarstvu te mnogim drugim djelatnostima. Svog tog napretka zasigurno ne bi bilo da ljudi nisu razvili „jezike“ kojima komuniciraju s računalima – računalne programske jezike ili, jednostavno, samo programske jezike. Razlika programskih jezika i jezika kojima ljudi svakodnevno međusobno komuniciraju jest ta što se oni sastoje od skupa naredbi ili instrukcija kojima ljudi određuju koje operacije računalo mora obaviti. Nakon što čovjek računalu zada određene naredbe za izvršavanje, računalo ih slijedi te izvodi te radnje. Odgovarajućim naredbama programskog jezika određuje se kako će izgledati povratna informacija računala ljudima. Računalni program zapravo je definiran kao niz naredbi kojima određujemo obavljanje nekog složenog posla, a sam postupak pripreme računalnog programa nazivamo programiranjem. Velike razlike instrukcijskog i konstrukcijskog oblika učenja vrlo su jasno vidljive i na području proučavanja programiranja. Instrukcijski pristup poučavanju programiranja polazio je od opisa svojstava računalnog sustava, upoznavanja internog prikaza načina pohranjivanja osnovnih tipova podataka i detaljnog upoznavanja same sintakse programskog jezika. Iako nije moguće u potpunosti izbjeći instrukcijski pristup, moderni programski jezici i njihovo radno okruženje posloženo je tako da omogućuje da svaki učenik postupno izgrađuje vlastiti model računalnog sustava. Pritom se mentalni model računalnog razmišljanja u glavi svakog učenika prilagođava razini složenosti problema. Konstrukcijski model ne bi se trebao shvatiti kao proces u kojem svaki učenik otkriva svoj vlastiti pogled na svijet. Na temelju učenikovih trenutnih znanja, učitelj bi trebao prepoznati kakvu potporu pružiti učeniku te na koji ga način treba usmjeravati kako bi se postigli određeni obrazovni ciljevi. *Djelotvorno radno okruženje i interaktivno sučelje za pripremu programskih rješenja olakšava ulogu učitelja i nastavnika kao podupiratelja konstrukcije znanja svakog učenika* (Budin i sur., 2017). Vrlo je važno da učenik metodom pokušaja i pogrešaka aktivno sudjeluje u stjecanju novih saznanja. Učiteljeva uloga jest samo da ga podupire u tom procesu te da na neki način postavlja „skele“ uz pomoću kojih zatim učenici sami izgrađuju svoje znanje. Taj se postupak stjecanja novih znanja, na neki način,

povezuje s izgradnjom građevine u smislu da kada radnici dosegnu neku određenu razinu gradnje, izgrađuje se i skela koja pomaže pri izgradnji viših katova građevine. Nakon što se građevina završi, cijela se skela može osloboditi. Tako je i s učenjem novih znanja – nakon što učenik usavrši i nadogradi svoje znanje, više mu nije potrebna učiteljeva potpora (Budín i sur., 2017).

### **3.2. Učenje programiranja kao poticaj za razvoj poželjnog načina razmišljanja**

Programiranje ne smijemo opisati samo kao pisanje računalnih programa. Ono se definira kao rješavanje problema, otklanjanje grešaka, razvijanje logičkog i računalnog razmišljanja, a to podrazumijeva razvoj strategija za rješavanje određenih problema koji se mogu odnositi i na neprogramerska područja. Današnja djeca nemaju prevelikog entuzijazma za učenje programiranja pa nam se nameće pitanje čemu onda uopće učiti programirati. Programerom se ne može postati samo formalnim obrazovanjem već je jako važno da svaki programer razvije metakognitivne sposobnosti koje su jako važne u školovanju. Samo se programiranje ne promatra kao vještina koju je danas poželjno svladati, već kao alat pomoću kojega razvijamo učenikove metakognitivne sposobnosti koje su temelj uspješnosti u današnjem školovanju. Smatra se da je danas jako teško poučavati vještine programiranja jer mnogi učenici ne razumiju pojmove vezane uz programiranje te je velika razlika između dobrih i loših učenika u programiranju. Iz toga razloga danas imamo veliki broj programskih jezika koji su prilagođeni djeci već od predškolske dobi. Kako bi razumjeli kako i kada programiranje utječe na razvoj djetetova razmišljanja, vrlo je važno razmotriti općeniti kognitivni razvoj djeteta. Prema Piagetu postoje četiri faze kognitivnog razvoja djeteta: senzomotorna (0-2g.), predoperacijska (2.-7. g.), faza konkretnih operacija (7.-11. g.) i faza formalnih operacija (od 12. g nadalje). Djeca obično u školu odlaze kada se nalaze u fazi konkretnih operacija u kojoj je dijete sposobno logički pristupiti rješavanju problema. Svako je dijete individua pa su ulasci u pojedine faze kognitivnog razvoja također individualni. Faza formalnih operacija upravo je faza ključna za razvijanje apstraktnog razmišljanja koje je ključno za računalno razmišljanje i programiranje. Zanimljivo je to što većina ljudi u svom kognitivnom razvoju uopće ne dolazi do faze formalnih operacija (Bubica, Mladenović, Boljat, 2013). Papert, koji je jedan od tvoraca programskog jezika LOGO, u svojoj je knjizi *Mindstorms* (1980.) predstavio LOGO kao programski jezik kojim bi učenici stekli neke temeljne pristupe u učenju i

poučavanju računalnog razmišljanja i programiranja. U današnje vrijeme kada su računala jeftinija i dostupnija nego u prošlim vremenima, računalo vrlo lako može postati alat koji potiče učenje. On je, također, u svojoj knjizi spomenuo kako računalo može doprinijeti mentalnim procesima i to ne samo instrumentalno već i esencijalno, na konceptualnoj razini i to na način na koji ljudi razmišljaju i kada nisu za računalom. Programiranje je, samo po sebi, vrlo apstraktno te je samim time i vrlo teško za razumjeti, no upravo je zbog toga pogodno za razvijanje apstraktnog razmišljanja kod djece. Zbog spoznaje kako većina djece na početku osnovne škole nema mogućnost apstraktnog razmišljanja, sve se više koriste vizualni programski jezici. Oni omogućuju učenje programiranja u konkretnom okruženju gdje apstraktni pojmovi poput varijabli, petlji i sl. pružaju konkretno iskustvo u vizualnom svijetu (Bubica i sur., 2013). Kod djece bi naglasak u programiranju trebao najprije biti na logici i računalnom razmišljanju. Najveći je problem početnih programa za programiranje složena sintaksa. Zbog nje se kod djece rano javlja frustracija, neuspjeh pa čak i odustajanje od učenja programiranja. Pogotovo kada govorimo o djeci prvih razreda koja još ne znaju kako pisati i čitati. Postavlja nam se pitanje kako onda tu djecu učiti programirati. Programski jezik LOGO idealan je za početno učenje programiranja jer ima jednostavnu sintaksu i primjeren je za djecu. Jedan od tvoraca LOGO-a, već ranije spomenuti Papert, smatrao je kako programski jezici trebaju imati „nizak pod“ (eng. Low floor) što znači da bi ga trebalo biti lako započeti, „visoki strop“ (eng. High ceiling) što znači da ima mogućnost da se s vremenom naprave kompleksniji projekti te „široke zidove“ (eng. Wide walls) što znači da treba imati mogućnost podržavanja različitih tipova projekata za osobe s različitim interesima i stilovima učenja. Zadovoljavanje tih triju kriterija nije nimalo lako, no programski jezik LOGO otvorio je put novim idejama te su po uzoru na njega napravljeni novi alati za vizualno programiranje. Vizualno se programiranje danas koristi za početno učenje programiranja i koncepata računalne znanosti jer potiče učenje putem istraživanja što je izvrsno za učenike prvih razreda koji ne znaju čitati i pisati jer u vizualnom programiranju nije potrebno poznavanje sintakse kako bi se razumjeli koncepti programiranja. Osim programskog jezika LOGO-a, razvili su se i noviji alati za poučavanje vizualnog programiranja – Scratch, Alice i Greenfoot. Tim alatima za programiranje omogućeno je učenicima da programiraju u kontekstu što je vrlo važno kako bi uspješno savladali programiranje (Bubica i sur., 2013).

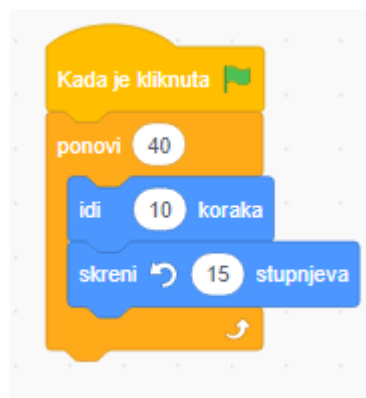
### 3.3. Programski alati

#### 3.3.1. Scratch

Scratch je vizualni programski jezik namijenjen isključivo dobi djece od osam do šesnaest godina, no dob korištenja Scratcha nije nikakvo pravilo (Buklijaš, 2010). Kako bi programiranje djeci učinili zanimljivijim, stručnjaci su smatrali kako bi trebali razviti okruženje koje im pruža mogućnost udaljene komunikacije, poput „galerija“ na kojima bi djeca mogla postavljati i dijeliti svoje radove te bi na taj način dobila dodatan poticaj za nastavak učenja programiranja. Takav se pristup naziva i „vrata hladnjaka“ (eng. Fridge door approach) što je zapravo povezano s time da djeca obično na kraju vrtićkog dana, kada dođu kući, vole donijeti svoje radove iz vrtića te ih izvjesiti na hladnjak kako bi ih vidjela cijela obitelj te bi ih svojim komentarima i pohvalama potaknuli na daljnje crtanje. Upravo je Scratch razvio ovakvo zadovoljavajuće okruženje. Napravljen je 2003. godina na MIT-u od strane grupe „Life long kindergarten“. Ova je grupa surađivala s tvrtkom Lego na izradi robota Lego Mindstorms koji se, također, koristi za učenje programiranja. Surađujući s tvrtkom Lego uočili su kako djecu rad s kockicama potiče na uključivanje mašte, na stvaranje raznih ideja te na razvijanje kreativnosti. Upravo su iz tog razloga odlučili napraviti programski jezik koji podsjeća na slaganje kockica.



Slika 3. Logo Scratch programa,  
Preuzeto dana 15.4.2020.  
<http://www.iroschool.org/discover/kisspng-scratch-logo-computer-programming-computer-software-5ae0b4843926c5-2461964715246757162341/>

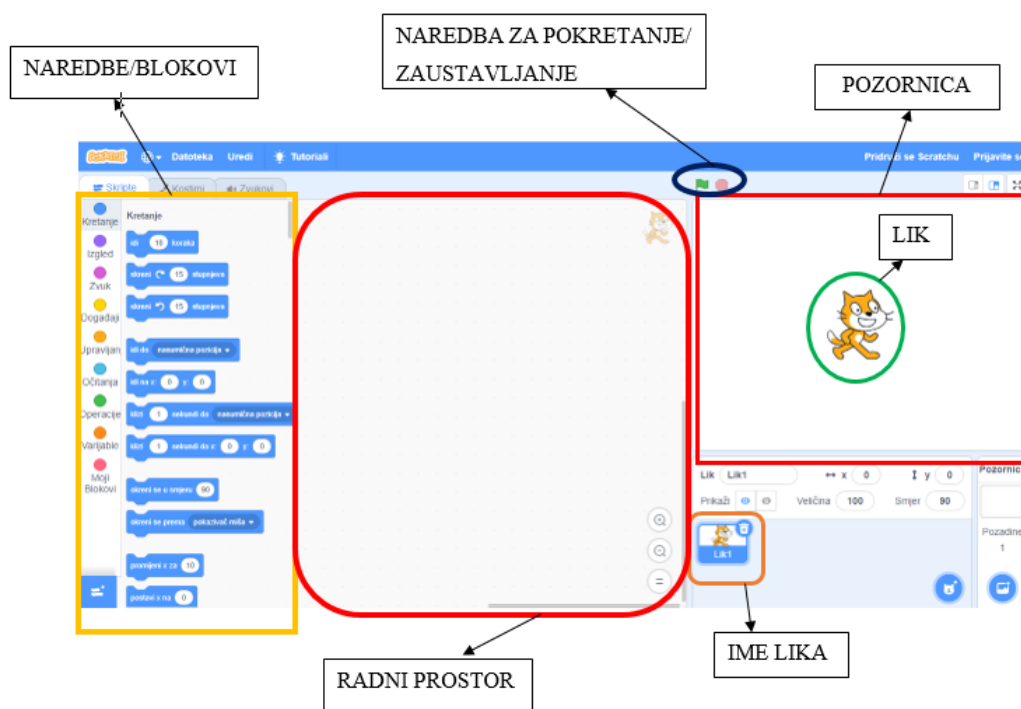


Slika 4. Prikaz jednog Scratch 3.0. programa

Na slici 4. možemo vidjeti kako se programi u programskom jeziku Scratch ne pišu, već se slažu. Korisnik odabire određene komande u ponuđenim izbornicima te ih slaže na radnu površinu. Svaka je komanda drugačije boje i oblika kako bi dijete po



obliku moglo zaključiti gdje se određena komanda može smjestiti i na koji način se koristi. Važno je zapamtiti da se izvršavaju samo one komande koje se nalaze pod komandom „kada je zelena zastavica kliknuta“ (kao što je i prikazano na slici 4.). Program se vrti sve dok se ne izvrši crveni krug (Buklijaš, 2010). Na slici 5. koja slijedi dalje u ovom radu prikazano je sučelje Scratch programa s označenim glavnim dijelovima. Neki od glavnih dijelova su: pozornica, lik, naredba za pokretanje/zaustavljanje programa, radni prostor, ime lika te naredbe i blokovi. U radnom se prostoru program slaže, a na prostoru pozornice, kada kliknemo zelenu zastavicu, pokreće se program koji je napisan u radnom prostoru. Naredbe i blokove koristimo ovisno o tome kakav program želimo izraditi. Sam lik programa, kao i njegovo ime, možemo promijeniti koliko god puta želimo.

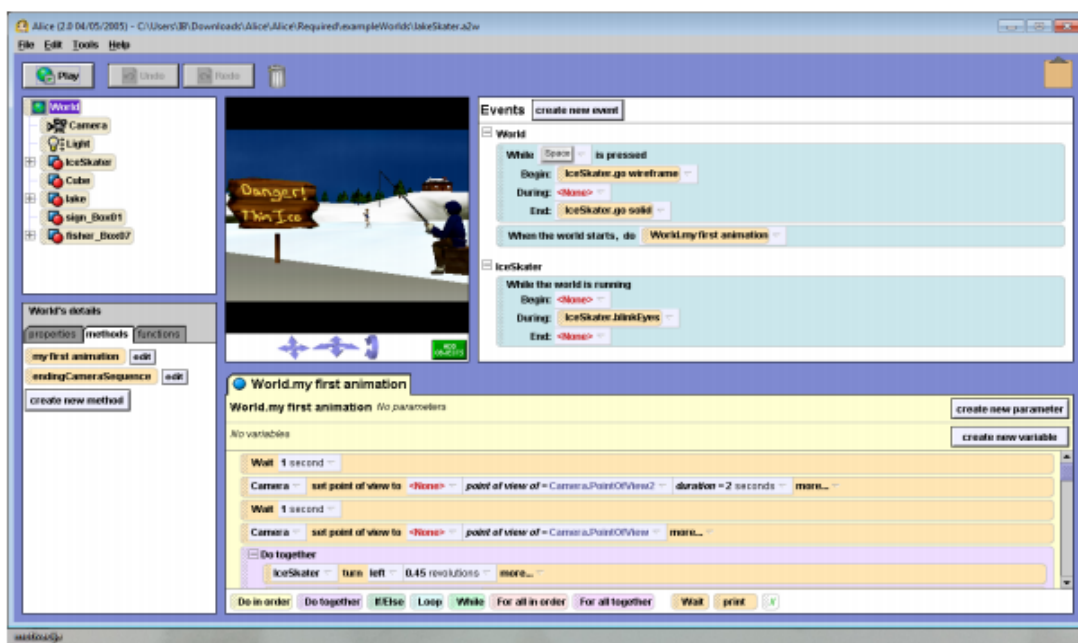


Slika 5. Radno okruženje Scratch 3.0. programa

Vrlo je važno razumjeti koncept Scratch 3.0 programa jer je upravo po njemu bazirana najnovija verzija programa mBlock 5 koji je ključan za programiranje jednog od edukativnih robota – mBota. Budući da su programi vrlo slični, program Scratch 3.0 nećemo razrađivati u detalje.

### 3.3.2. Alice

Alice je poput Scratcha također alat koji je razvijen u svrhu vizualnog programiranja. Za razliku od Scratcha, ovaj je program namijenjen srednjoškolcima i nižim godinama fakulteta. Sam začetnik Alice je Randy Pauch. U početku se ovaj alat koristio za više disciplina (računalna znanost, dizajn i umjetnost) kako bi se postigao određeni timski rad između nabrojanih disciplina. Randy Pauch je smatrao kako upravo kombinirajući te tri discipline kod učenika dolazi zapravo do tzv. prijekave glave (eng. head fake) što znači da dok oni zapravo nešto dizajniraju ili stvaraju neku sebi lijepu umjetnost, oni u tom trenutku nesvjesno programiraju. Učenici nisu ni svjesni da sudjeluju u rješavanju nekih problema, otklanjanju pogrešaka, izradi scenarija i na taj način vježbaju računalno razmišljanje (Bubica i sur., 2013).



Slika 6. Radno okruženje Alice alata (Preuzeto dana 15.4.2020. [https://bib.irb.hr/datoteka/702050.Alice\\_-\\_motivacija\\_i\\_izbor\\_karijere\\_-\\_Zivot\\_i\\_skola.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/702050.Alice_-_motivacija_i_izbor_karijere_-_Zivot_i_skola.pdf))

### 3.3.3. Greenfoot

Poput Scratcha i Alice, i ovaj je program razvijen kako bi učenje programiranja učinio lakšim i jednostavnijim za početnike. Ovaj je alat namijenjen korisnicima starijima od četrnaest godina. Cilj ovog alata je korisnike upoznati s osnovnim konceptima potrebnim za razumijevanje objektno-orientiranog programiranja koji su putem klasičnih predavanja ne razumljivi jer su vrlo apstraktni. Kod se u Greenfoot

alatu čini opipljivim s eksplicitnom vizualizacijom te vođenjem korisnika kroz interakciju koja uključuje neke konkretne događaje (Bubica i sur., 2013).

Sagledavši sve napisano u ovom 3. Poglavlju, možemo zaključiti kako programiranje može imati veliki učinak na izgradnju kognitivnih procesa potrebnih za učinkovito učenje u svim disciplinama. Posebno veliki učinak ima na izgradnju kognitivnih procesa potrebnih za STEM područja (o kojima će biti riječ u kasnijem poglavlju). Uz dobro osmišljeni edukacijski proces, kognitivna aktivnost rješavanja problema programiranjem i aktivnost usvajanja novih spoznaja u određenoj ciljnoj disciplini (pr. matematici, kemiji, fizici i dr.) se međusobno skladno nadopunjuju. Na primjer, kada bi učenik trebao razraditi program koji služi za rješavanje nekog zadatka iz drugih disciplina, on bi prethodno trebao biti svjestan postupka rješavanja tog zadatka, a taj se postupak uči u toj drugoj disciplini (Budin i sur., 2017). Što se tiče samog početka programiranja, možemo zaključiti kako je vrlo važno koristiti vizualne programske jezike (poput Scratcha) koji će u djeci izazvati oduševljenje i želju za nastavkom učenja programiranja.

#### **4. ROBOTIKA**

Neka općenita definicija robotike jest ta da je robotika *znanost o fizičkim, autonomnim agentima<sup>1</sup> koji se ponašaju inteligentno* (Glenn Brookshear i Brylow, 2016). Roboti bi trebali imati sposobnost percipiranja, promišljanja i djelovanja unutar svoje okoline. Zbog svih navedenih sposobnosti sva istraživanja koja se provode u robotici obuhvaćaju sva područja umjetne inteligencije te uvelike povlače i znanja iz područja strojarstva i elektrotehnike. Kako bi uspjeli ostvariti interakciju sa svijetom, kod robota je bilo potrebno razviti mehanizme za upravljanje objektima te mehanizme za kretanje. Na početku, kada se robotika tek počela razvijati, ona je, najčešće, bila usko povezana s razvojem manipulatora (npr. mehaničkih ruku s laktovima, zglobovima, hvataljkama ili nekim alatima). Kroz dulje vrijeme razvoja robotike, robotske su ruke postale toliko spretne da su mogle uspješno raditi s jajima i papirnatim čašama, a da ih pritom ne razbiju i ne zgnječe. Uz razvoj bržih i lakših računala razvijali su se i roboti koji su postali mobilni i s lakoćom su se kretali uokolo. Nakon što su postigli mobilnost kod robota, znanstvenici su došli raznih novih ideja – robota koji plivaju poput riba, lete poput vilin konjica, skaču poput

---

<sup>1</sup> „uređaj“ koji odgovara na poticaje iz okoline (Glenn Brookshear i Brylow, 2016, 480. str)

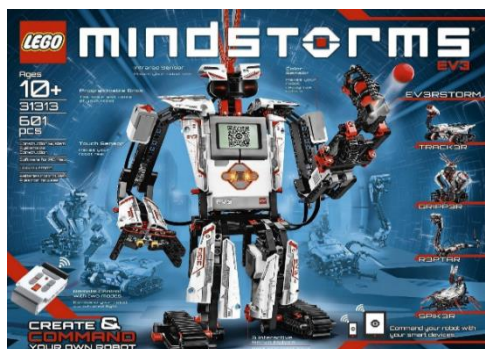
skakavaca, a čak i pužu poput zmije. Zbog svoje jednostavnosti izrade i dizajna najpopularniji su postali roboti na kotačima, no oni su limitirani tipom terena po kojem se mogu kretati. Roboti s nogama značajno su složeniji, no definitivno nude bolju mobilnost. Za dvonožne robote koji mogu hodati poput čovjeka vrlo je važno da održavaju ravnotežu jer će se u suprotnom srušiti. U tvrtki Honda razvili su robota Asima kojem održavanje ravnoteže nije problem, a može trčati i koračati uz i niz stepenice. Napredak koji se ostvaruje na području umjetne inteligencije ima veliki potencijal pružiti čovječanstvu određenu korist. Naravno, kao i sva tehnologija, i robotika pa tako i umjetna inteligencija imaju svoje pozitivne i negativne strane. Razlika je zapravo samo u točki promatranja – što je za neku osobu korisno (pozitivno), za drugu može biti negativno. Neki ljudi napredak tehnologije i razvitak umjetne inteligencije vide kao dar čovječanstvu, kao vrata koja će im omogućiti dodatno uživanje u životu, a neki taj razvoj vide kao nešto negativno što će mnogim ljudima oduzeti poslovne prilike i usmjeriti svo bogatstvo prema onima koji imaju neku moć. Tehnologija se u prošlosti razvijala znatno sporije što je zapravo ljudima davalo određeno vrijeme da si poslože samu definiciju inteligencije. Mnogi tvrde kako će inteligencija koju posjeduju strojevi uvijek biti nasljedno različita od one koju ljudi imaju kao biološka stvorenja. Upravo zbog toga smatraju kako strojevi nikad neće moći reproducirati ljudski proces odlučivanja. Iako strojevi mogu doći do istih zaključaka kao ljudi, te odluke nisu bazirane na istom temelju kao kod ljudi (Glenn Brookshear i Brylow, 2016). Umjetna inteligencija vrlo je važna, ali također je važno da se svaki čovjek suoči s njezinim pozitivnim i negativnim stranama i da se postave određene granice kako razvoj umjetne inteligencije ne bi otišao predaleko.

#### **4.1. Robotika i automatika u općem odgoju i obrazovanju**

Sama se robotika smatra granom inženjerske znanosti i tehnologije robota. U kontekstu robotike tehnologija robota odnosi se na dizajn (oblikovanje, konstrukciju, projektiranje), proizvodnju i primjenu robota. Sama robotika objedinjuje više stavki: mehaniku, elektroniku, računalstvo i informacijske sustave, a razvija se u samom okrilju automatike. Vrlo je važno poznavati činjenicu da se robotika bez automatike jednostavno ne može podučavati. Sama se automatika bavi načelima i teorijom automatskih kontrolnih sustava i uređaja koji izvršavaju zadatke, a da čovjek pritom ne djeluje neposredno na njihovo izvršavanje zadataka. Važno je djecu naučiti ponešto o robotici i automatici jer smo u svakodnevnicu sve više okruženi

automatskim sustavima i robotima. Ideja uvođenja robotike u opće obrazovanje zasnovana je na činjenicama da će se time osigurati lakše i jednostavnije korištenje robota, usvojiti neko opće znanje o načelima robotskih naprava te osposobiti učenike da kritički promatraju i manipuliraju s automatiziranim uređajima i to s ciljem njihove nadogradnje i poboljšanja. Primarni ciljevi ove nastave usmjereni su razvoju spoznajnih vještina, tj. kognitivnih mehanizama učenika za uspješno rješavanje određenih tehničkih problema. Iz određenih teorijskih polazišta vidljivo je kako se nabrojani mehanizmi mogu razvijati samo neizravno i to putem nekih smislenih praktičnih aktivnosti koje bi trebale uvažiti trenutno, postojeće razvojne mogućnosti učenika (Lapov Padovan, Kovačević, Purković, 2018). Kod poučavanja robotike u školama dolazimo do nekih osnovnih problema kao što je npr. razlika u opremljenosti škola za mogućnost poučavanja robotike. Neke su škole primjereno opremljene edukacijskim kompletima i računalima te su u mogućnosti formirati više grupa za natjecanja u robotici, dok s druge strane neke škole nemaju ni minimalne mogućnosti kako bi se robotika i automatika uopće mogle poučavati u njima. Usklađivanje ovih materijalnih uvjeta vrlo je bitan preduvjet uvođenja robotike kao izbornog predmeta u osnovnoškolsko obrazovanje. Postoje dvije „vrste“ robotike – robotika koja je povezana s informatikom i robotika koja je usko povezana sa tehničkim područjem. Tehničari smatraju da je vrlo važno napraviti distinkciju između korištenja edukacijskih robota za pomoć kod učenja programiranja, čime se bave nastavnici Informatike i općenitog učenja robotike čime se bave nastavnici tehničke kulture. Tehničari smatraju kako je s te strane onda neprimjereno koristiti naziv robotika za aktivnosti koje imaju cilj usmjeren isključivo učenju programiranja (Lapov Padovan i sur., 2018), tako da ćemo nadalje koristiti termin robotska edukacija.

U najranijim godinama života najpoželjnije je da se robotska edukacija svodi na upoznavanje s robotima i razvijanje mašte oko njihovog izgleda i mogućnosti. Kako bi se to postiglo postoje različiti, jeftini, setovi materijala poput Lego Mindstorms. Osim Lego Mindstorms setova, djeca prihvaćaju i neke jednostavnije životinje koje se lako mogu programirati – poput pčelice Bee Bot koja se može lako programirati i to pritiskom na određeno mjesto te se uključiti u neke jednostavnije igre u kojima se uče osnovne matematičke operacije (Nikolić, 2016).

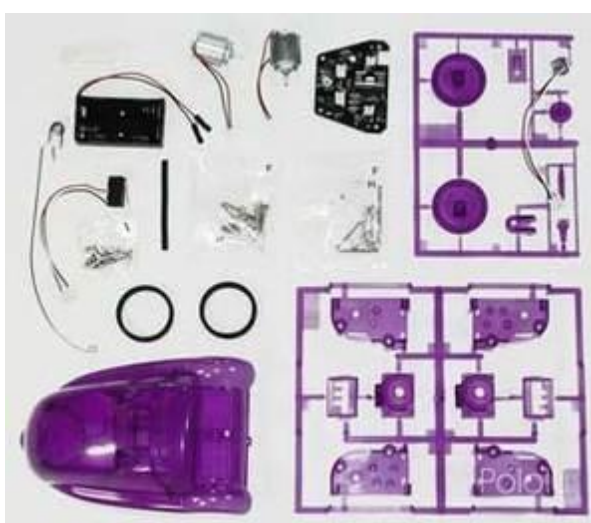


Slika 7. LEGO Mindstorms komplet (Preuzeto dana 24.4.2020. <https://ardubotics.eu/hr/set/772-lego-ev3-home-lego-mindstorms-ev3-home-package.html>)



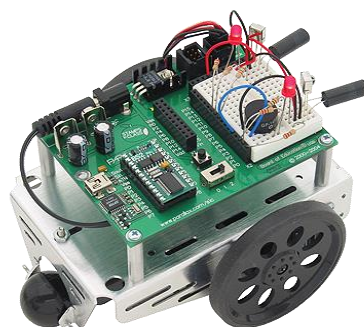
Slika 8. Bee - Bot robot (Preuzeto dana 24.4.2020. <https://ardubotics.eu/hr/tts/1831-bee-bot-punjivi-podni-robot-set-za-pocetnike.html>)

Unutar svih tih postojećih setova postoje mnogi koji pružaju mogućnost edukacije, ne samo u području robotike, već i u područjima elektronike i informatike. Već ranije spomenuti Lego Mindstorms pruža šaroliki izbor takvih setova u koje čak možemo unositi i određene programe pa na taj način omogućuju raznovrsne mogućnosti u obrazovanju i to u područjima informatike (programiranja), fizike, mehanike i robotike. Jedan od prvih i najosnovnijih setova materijala za izradu robota je OWI-9910 Weasel, za čije nam je sastavljanje dovoljan odvijač i žica, a omogućuje dvije najosnovnije robotske aktivnosti, a to su: praćenje ruba zida i praćenje linije (Nikolić, 2016).



Slika 9. OWI 9910 Weasel set za sastavljanje (Preuzeto dana 24.4.2020. <https://www.pololu.com/product/318>)

Drugi set koji je, također, jedan od najosnovnijih setova materijala za izradu robota, ali s nešto više materijala je Boe-Bot robot koji ima mogućnost da se isprogramira da slijedi liniju, riješi izlaz iz nekog labirinta, slijedi svjetlo pa čak i da komunicira s nekim drugim robotom. Ovim se setom mogu učiti i osnove elektronike, senzoričke, ali i programiranje programom PBASIC (Nikolić, 2016).

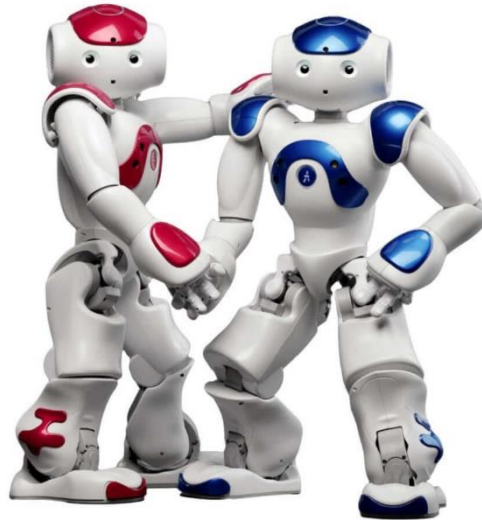


Slika 10. Boe-Bot robot  
(Preuzeto dana 24.4.2020.  
<https://www.parallax.com/product/boe-bot-robot> )

Ovi jednostavni setovi materijala za izradu robota su jeftini i upravo su iz tog razloga dostupni širem krugu korisnika, a projektirani su tako da su prikladni za učenje i razvijanje vlastitih rješenja. Ovakvi jeftini setovi zasigurno su pripremili teren kako bi se među učenicima razvila popularnost robotske edukacije i to među učenicima svih uzrasta. Posljednjih se desetljeća pokazalo kako su se djeca s oduševljenjem uključila u robotsku edukaciju kroz igru i međusobna natjecanja te su na taj način postigla ciljeve učenja i usvajanja novih znanja i vještina. Postoji pet osnovnih i značajnih razloga za poučavanje robotike u školama, a to su:

1. Djeci je to iskustvo zabavno te se pokazalo da su robotika i dizajn video igrice najuspješniji načini uvođenja informatičke tehnologije u školu.
2. Uvođenje robota je učinkovit način usvajanja programiranja jer učenici kroz programiranje robota najlakše nauče kako oblikovati programske naredbe te koliko je važno koristiti precizne naredbe.
3. Robotska edukacija pruža korisne vještine koje će djeci moći poslužiti u budućem zapošljavanju jer u ovom tehnološkom svijetu povećana je potreba za programerima.

4. Robotska edukacija prikladna je za djecu različitih sposobnosti. Dokazano je da su roboti posebno prikladni za djecu s autizmom jer takva djeca posebno dobro odgovaraju na mirne, jasne i konzistentne interakcije kakve pružaju roboti. Za takvu je djecu posebno značajan robot NAO koji je posebno razvijen kako bi učio autističnu djecu.



(Preuzeto dana 24.4.2020.  
<https://wikirobots.com/best-humanoid-robots/>)

5. Rad s robotima razbija strah od nepoznatih, novih tehnologija.

Samo razumijevanje svega onoga što robot može, ali i onoga što ne može, najbolji je način kako bi djeca stekla određenu sigurnost u radu s robotima te se riješila određenog straha. Važno je da učenici svoje robotske projekte provode vlastitim tempom te uz minimalnu intervenciju odrasle osobe. Nužno je konstantno poticati i podržavati učenikovu kreativnost i aktivnost. Sami se roboti biraju ovisno o prikladnosti njihovog korištenja za učenje te ovisno o raznim faktorima: cijeni, namijeni i dobi učenika.

Robotska edukacija vrlo je važna kako bi se današnje mlade generacije pripremile za ovo vrijeme tehnološkog buma jer će to njima biti sastavni dio života. Razvijanje kreativnosti, isticanje vlastitog stvaranja i mašte stvara jednu novu kvalitetu obrazovanja koja je nužna za buduće društvo u kojemu će upravo ta kvaliteta kreativnosti biti najvažnija. Stjecanje širokog tehničkog znanja označava se kraticom STEM o kojem će biti riječ u sljedećem poglavlju. U ovom, ali i dijelom u sljedećem



desetljeću očekuje nas ubrzani razvoj znanosti i tehnologije, nastanak revolucije u genetskom inženjeringu i medicini, informatici i umjetnoj inteligenciji, nanotehnologiji i materijalima. To će sve rezultirati preokretanjem temelja gospodarstva i načina života (Nikolić, 2016), a poučavanjem robotske edukacije djeca će spremno ušetati u budućnost kakva ih očekuje.

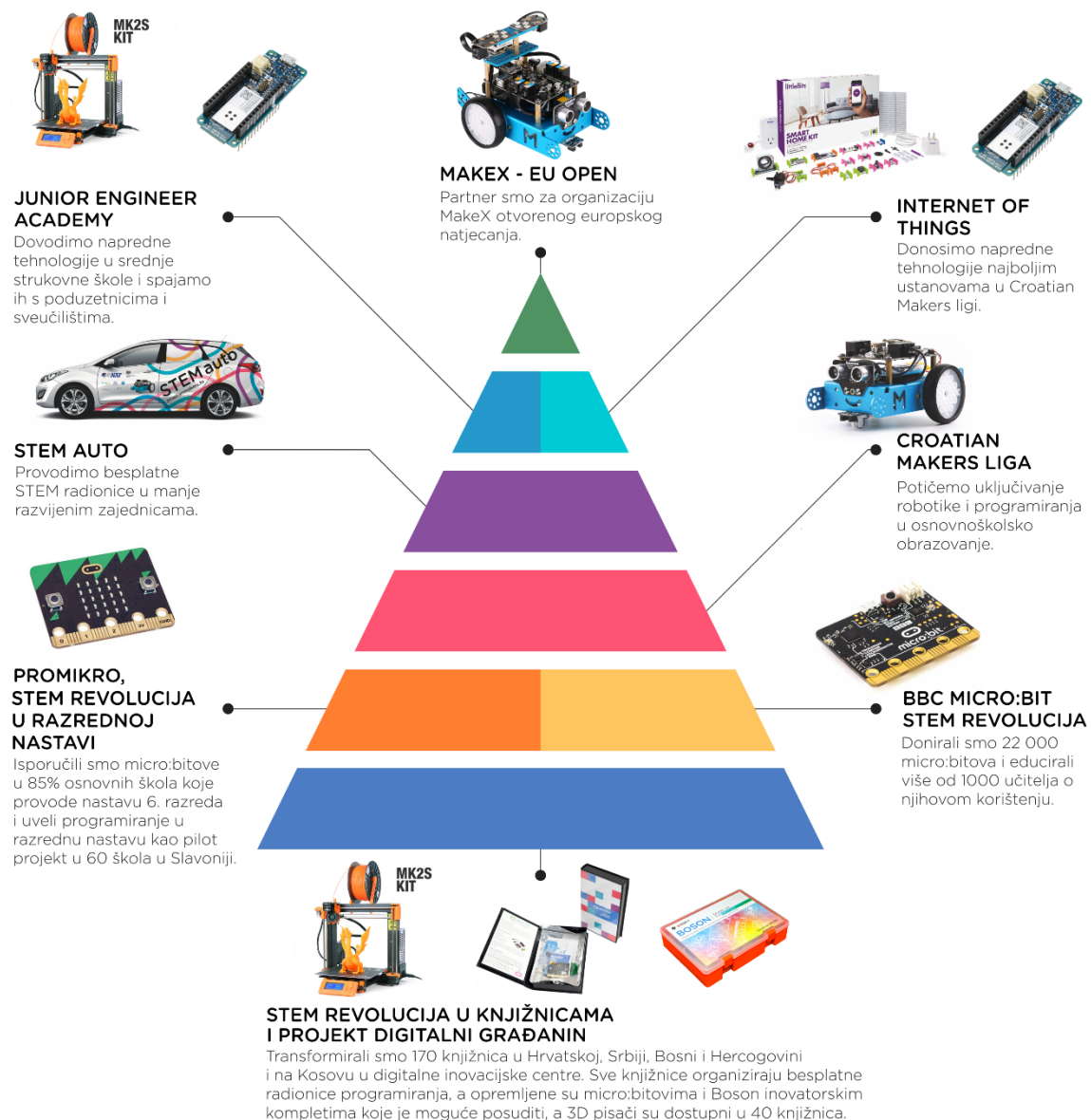
## **5. STEM**

STEM nije školski predmet, već je to određeni način razmišljanja i pravljenja nečega koji uključuje vrlo važan komplet vještina uz viziju razvitka timskog rada učenika i rješavanja izazova i zadataka svjetskih razmjera. STEM je zapravo skraćenica engleskih riječi *Science* (znanost), *Technology* (tehnologija), *Engineering* (inženjerstvo) i *Mathematics* (matematika). U STEM-u nije bit u tome da je netko stručnjak u svim nabrojenim područjima, već je bit u tome da se iskoriste sve bitne prenosive vještine koje se nalaze u pozadini tih nabrojenih područja. Znanstvenici npr. znaju kako pretpostaviti, analizirati i procijeniti neki eksperiment i ono što je njime dobiveno. Tehnologija naše živote može učiniti boljima. Različiti dizajneri svakodnevno surađuju kako bi svakodnevne izazove učinili efektivnijima i zabavnijima. Inženjeri nisu ljudi koji samo nose radne kacige, već su oni rješavatelji različitih, pa i najvećih svjetskih izazova i problema kao što su npr. stvaranje biotičnih udova kod ljudi s raznovrsnim invaliditetima ili pak istraživanje svemira. Matematičari nas uče kako odrediti količinu podataka i na koji način fizika vlada svijetom koji nas okružuje. Uz pomoć matematike mogu se postići neke promjene, a isto tako i smanjiti pogreške. U STEM-u nije važno da pojedinac mora posjedovati sve ove nabrojene vještine, već je važno da se kroz timski rad vještine svakog pojedinca međusobno nadopunjuju. Timski rad je upravo najvažnija vještina STEM područja (STEM - What is it and why is it important, pregledano dana 24.4.2020.).

### **5.1. STEM Hrvatska**

U Republici Hrvatskoj se djelovanje u STEM području u najvećem postotku provodi kroz Institut za razvoj i inovativnost mladih (IRIM). Ova je udruga razvila i provodi najveći izvannastavni STEM program u Europi i to kroz pokret nazvan Croatian Makers. U Hrvatskoj je u ovaj projekt uključeno više od 200 000 djece. Glavni fokus ovog projekta jest razviti digitalnu i znanstvenu pismenost te razviti tehnološke i

ostale kompetencije u okviru STEM područja. STEM se pritom promatra kao alat za postizanje još važnijih kompetencija od prethodno spomenutih, a to su: vještine učenja, rješavanja problema, suradnje, komunikacije, ali i osobina ličnosti kao što su znatiželja, inicijativa, upornost, prilagodljivost te društvena i kulturološka osviještenost. IRIM je jedan od rijetkih koji uspijeva postići prijenos dubokog znanja velikom broju učenika. Nerijetki su projekti koji zastanu na masovnoj podijeli opreme bez nekog dubokog učinka. Kada govorimo o financiranju projekata IRIM-a važno je spomenuto dvije ključne osobe – Nenada i Rujanu Bakić od kojih dolazi početno i trajno ključno financiranje. Osim njihovim sredstvima, IRIM se financira i donacijama građana, trgovačkih društava i dr. Važno je spomenuti da se IRIM uspješno natječe i za financiranje iz nacionalnih i europskih razvojnih fondova. U ovom je trenutku poznato da IRIM zapošljava deset ljudi, no uz njega još stoji čvrst ekosustav edukatora i bogate obrazovne platforme (Croatian Makers, pristupljeno dana 24.4.2020.). Osnovna misija IRIM-a jest potaknuti djecu u Hrvatskoj i regiji da steknu STEM kompetencije potrebne kako bi postali ravnopravni građani 21. stoljeća. Pokret Croatian Makers koji je bio spomenut ranije, svojom veličinom i intenzitetom ima veliki utjecaj na škole i druge obrazovne ustanove pa i na samo društvo u cjelini. Usredotočivši se na jednake mogućnosti svih, IRIM je razvio obitelj platformi – od najdemokratskijih do složenijih projekata poput robotičke lige, naprednog programa kodiranja i drugih naprednih projekata. Raznovrsnost platformi koje je IRIM razvio prikazana je na slici 12.



Slika 12. Obitelj platformi IRIM-a  
(Preuzeto dana 24.4.2020. <https://croatianmakers.hr/hr/o-nama/> )

Za ovaj diplomski rad najznačajniji su projekti Croatian Makers liga te projekt ProMicro (Croatian Makers, pristupljeno dana 24.4.2020.).

### Projekt Croatian Makers liga

Ovaj je projekt nastao kao dio projekta Croatian Makers koji je 2014. godine pokrenuo IRIM. Cilj ove lige je omogućiti široko uključivanje robotike, automatike i programiranja u edukaciju osnovnoškolskog uzrasta. Svi sudionici ove lige dobivaju

potrebne robote na posudbu, a nakon godine dana sudjelovanja, ostaju u njihovom trajnom vlasništvu. Platforma na kojoj se odvija liga jest edukacijski robot mBot (Bluetooth verzija). Ona nudi vrlo jednostavan ulazak u svijet robotike, ali omogućava također i naprednije korištenje. Natjecanje je podijeljeno u dvije kategorije: 1. kategoriju čine učenici od 1. do 5. razreda, 2. kategoriju učenici od 6. do 8. razreda osnovne škole. Natjecanja se održavaju otprilike jednom mjesečno, a prve discipline su obično: praćenje crte, pronalaženje izgubljenog prijatelja i izbjegavanje prepreka (Croatian Makers, pristupljeno dana 24.4.2020.).

### **Projekt ProMicro**

Ovaj je projekt plod zajedničke suradnje IRIM-a te Hrvatske akademske i istraživačke mreže CARNet-a. Cilj ovog projekta jest uvođenje digitalne pismenosti u različite nastavne predmete i izvannastavne aktivnosti uporabom mikroročunala. U svim školama koje su uključene u ovaj projekt, učenici 6. razreda dobivaju po jedan primjerak mikroročunala na korištenje na godinu dana, a učitelji se educiraju za rad s njima (Croatian Makers, pristupljeno dana 24.4.2020.).

## **6. mBot**

Robot mBot posebno je dizajniran edukacijski alat. Njegova osnovna svrha jest da uz pomoć njega učenici steknu znanje i vještine u STEM području. On omogućuje jednostavan ulazak u svijet robotike, elektronike i programiranja (Tolić, A. i Lendvaj, V., 2018). Rad s robotom mBot najprije je bio inspiriran Scratch 2.0. programom kojeg možemo povezati s mBot uređajem koristeći Bluetooth ili 2.4 GHz wireless modul. Danas je rad s mBotom inspiriran novijom verzijom Scratch programa, odnosno Scratch 3.0. verzijom programa. mBot se ne povezuje isključivo Scratch programom, već programom mBlock koji je razvijen na temelju Scratch programa. Služeći se ovim robotom djeci se pruža neograničena mogućnost učenja STEM-a. U izradi ovog robota, njegov proizvođač, tvrtka Makeblock, udružila je svoje snage s Arduinom, vodećom open-source hardverskom platformom u edukaciji i „maker“ zajednici. Ovom edukacijskom robotskom setu Arduino predstavlja srce programa (Uvodno o mBotu, pristupljeno dana 25.4.2020.). Na slici 13. prikazan je robot mBot te kutija u kojoj robot dolazi kada se kupi.

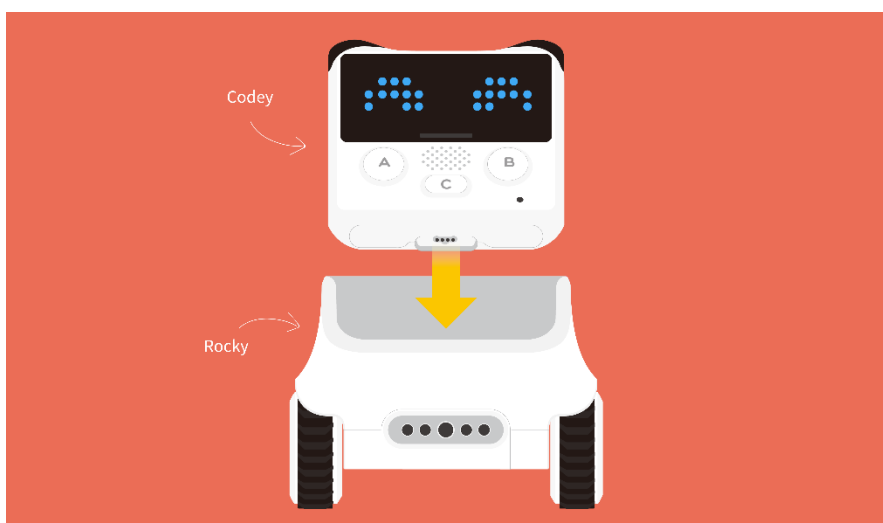


Slika 13. Robot mBot i njegova kutija

Tvrtka Makeblock osnovana je 2013. godine. Osnivač tvrtke je Jasen Wang (Wang Jianjun). On se smatra jednim od entuzijasta robotike te je od strane Forbes China bio svrstan u popis najboljih trideset poduzetnika mlađih od trideset godina. Ovu je tvrtku pokrenuo s ciljem da ljudima pomogne da svoje ideje pretvore u prave, fizičke objekte. Uz snagu tehnologije i inovacije, ova tvrtka omogućuje velikom broju ljudi uživanje u stvaranju i zabavi (About us – Makeblock, pristupljeno dana 25.4.2020.) Osim mBota, tvrtka Makeblock osmislila je i mnoštvo drugih robota i uređaja: Codey Rocky, HaloCode, Neuron, mBot Ranger, Bluetooth Controller, MotionBlock, NovaPi, MegaPi Pro te Ultimate 2.0 (Overview – pristupljeno 25.4.2020.). Svi ovi uređaji su vrlo zanimljivi, no izdvojiti ću tri koji su, po mome mišljenju, najzanimljiviji.

## Codey Rocky

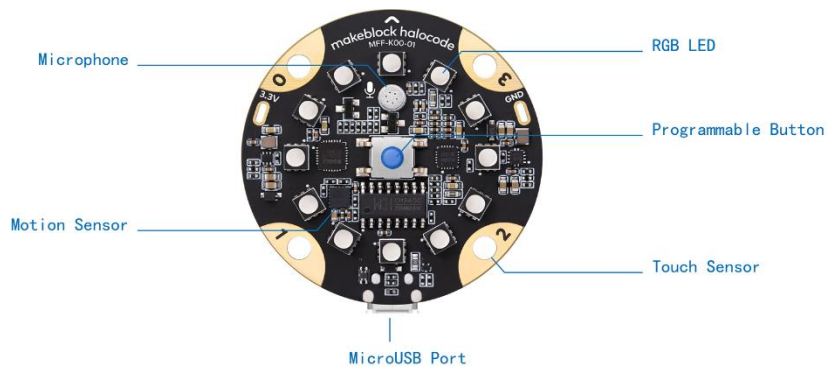
Ovaj uređaj kombinira hardver i softver te djeci omogućuje da se kroz igru i kreaciju upoznaju s osnovama programiranja. Codey Rocky integriran je s više od deset programibilnih elektroničkih modula. S njime je moguće igrati se uz samo nekoliko linija koda, a kao i mBot programiranje ovog robota moguće je putem mBlock 5 programa. Osim mogućnosti programiranja pomoću nizanja blokova, programiranje Codey Rockya moguće je i pomoću Pythona (Introduction – Codey Rocky, pristupljeno 25.4.2020.).



Slika 14. Codey Rocky (Preuzeto dana 25.4.2020.  
<http://docs.makeblock.com/codeyroky/en/tutorials/introduction.html>)

## HaloCode

Ovaj je uređaj zapravo snažno, jednostavno, pločasto računalo s ugrađenim Wi-Fi-om te svestranim elektroničkim modulima. On je posebno dizajniran kako bi se koristio u poučavanju programiranja te je prilagođen početnicima. HaloCode se, također, programira mBlock programom i to, također, na dva načina – slaganjem blokova naredbi ili preusmjeravanjem u tekstualno programiranje u Pythonu. Mogućnost bežičnog povezivanja omogućuje ovom uređaju jednostavno i brzo spajanje na internet (Introduction – Halo Code, pristupljeno 25.4.2020.).



Slika 15. Prednja strana HaloCode uređaja (Preuzeto dana 25.4.2020.  
<http://docs.makeblock.com/halocode/en/tutorials/introduction.html>)

## MotionBlock

MotionBlock je vrlo zanimljiv robot. Osim što ga je moguće isprogramirati, moguće ga je i transformirati. Dizajniran je tako da se učenicima pojednostavi njegovo sastavljanje, ali je i vrlo inteligentan. On se može koristiti za imitiranje pokreta životinja ili za obavljanje vrlo preciznih radnji (MotionBlock, pristupljeno 25.4.2020.).



Slika 16. MotionBlock roboti (Preuzeto dana 25.4.2020.  
<https://www.mblock.cc/doc/en/hardware-guide/motion-block/motion-block.html>)

### 6.1. mBot i Arduino

Kao što je već i ranije bilo spomenuto, u izradi robota mBot, tvrtka Makeblock udružila je svoje snage s Arduinoom. Arduino je kao platforma za učenje i programiranje nastao prije nekih desetak godina. On je definiran kao vodeća open-source platforma za kreiranje elektroničkih prototipova, a baziran je na sklopovlju i programskom paketu. Njihov je programski paket vrlo fleksibilan i jednostavan za

korištenje. Arduino je namijenjen svima koji su zainteresirani za stvaranje interaktivnih objekata ili okruženja (Zenzerović, 2016).

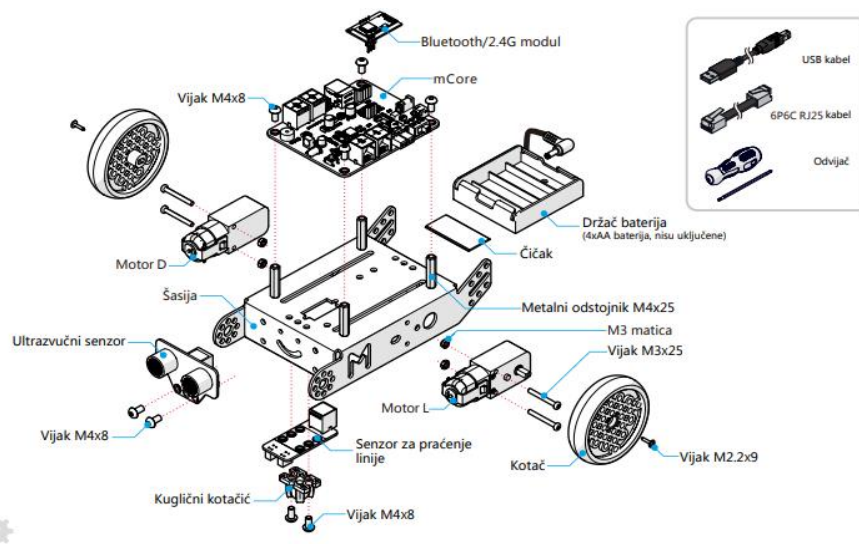
Arduino ploča ima mogućnosti čitati ulazne jedinice na senzoru za svjetlo, pritiskom na gumb ili Twitter poruke i sve nabrojeno pretvoriti u izlaz, kao što je aktiviranje motora, uključivanje LED žaruljice ili objavljivanje nečega online. Našoj Arduino ploči možemo „reći“ koju radnju treba izvršiti i to samo slanjem nekih uputa mikrokontroleru na ploči. Kako bi poslali te upute, trebamo samo koristiti programski jezik Arduina i Arduino softver koji je baziran na obradi primljenih uputa. Kroz više godina Arduino je bio mozak mnogih projekata, od svakodnevnih, jednostavnijih projekata do složenih znanstvenih projekata i to zahvaljujući njegovom jednostavnom i mnogobrojnom uspješnom korištenju. Zbog jednostavnosti softvera, idealan je za početnike, ali je, također, i fleksibilan kako bi ga mogli koristiti i napredniji korisnici. Još neki od razloga zašto se koristi Arduino, a ne neka druga platforma su:

- niska cijena – usporedivši cijenu Arduino platformi i nekih drugi platformi, možemo doći do zaključka kako su Arduino platforme u tom kontekstu isplativije.
- mogućnost korištenja na svim operacijskim sustavima – Windows, Macintosh OSX, Linux
- jednostavnost korištenja početnim, ali i naprednim korisnicima
- open source and extensible software i open source and extensible hardware (Arduino Introduction, pristupljeno 25.4.2020.).

## **6.2. Sastavljanje mBota**

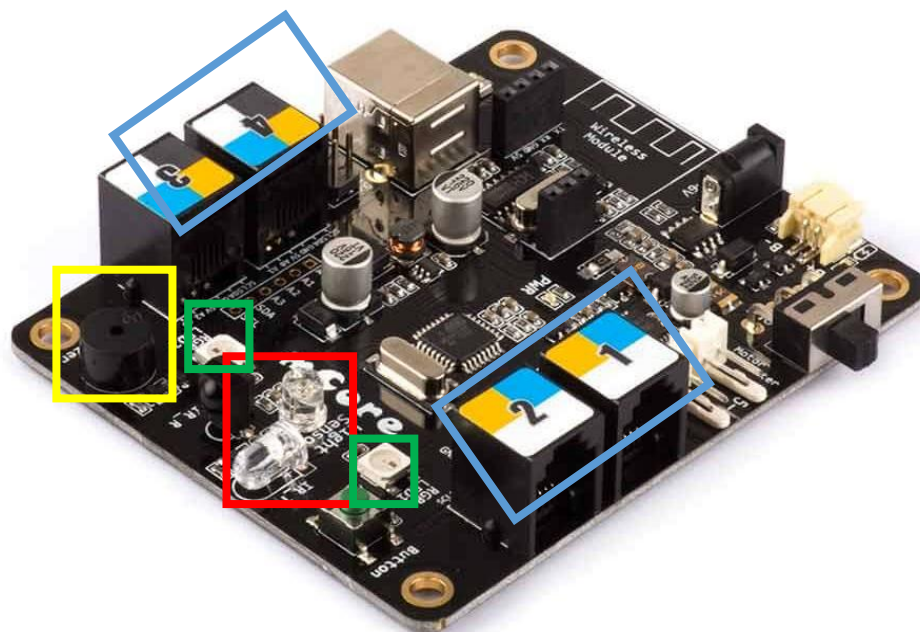
Kako bi se moglo početi s učenjem i zabavom koristeći robot mBot, potrebno ga je najprije sastaviti (Kako sastaviti mBota, pristupljeno 25.4.2020.). Set sadrži 38 sastavnih dijelova koji se moraju složiti pažljivo prema uputama kako bi robot bio spreman za korištenje. Na taj način se stječe iskustvo rada s hardverom – proučavajući upute, pričvršćivanjem dijelova, spajanjem žica i senzora (Tolić, A. i Lendvaj, V., 2018).





Slika 17. Dijelovi mBota (Preuzeto dana 25.4.2020. <https://izradi.croatianmakers.hr/wp-content/uploads/2016/09/UputemBotv2-compressed.pdf>)

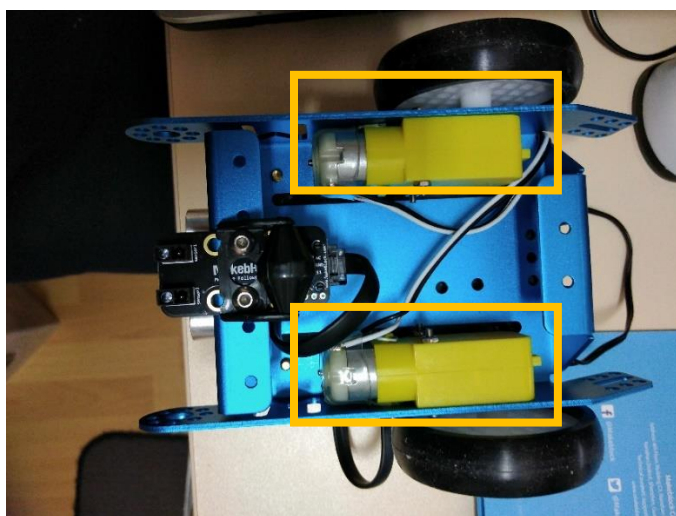
Od označenih dijelova mBota najvažnije je spomenut mCore. mCore je glavna upravljačka ploča dizajnira posebno za robot mBot. Na slici 18. prikazan je izgled mCora.



Slika 18. mCor (Preuzeto dana 25.4.2020. <https://www.makeblock.com/project/mcore>)

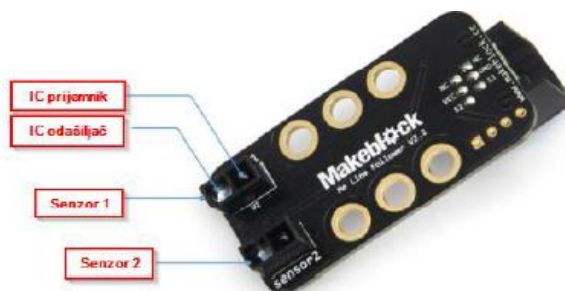
mCore ploča koncipirana je na osnovu Arduino Uno ploče te služi za integriranje raznih ugrađenih senzora, poput zujalice (označeno žutim okvirom), svjetlosnog senzora (označeni crvenim okvirom) i RGB LED-a (označeni zelenim okvirima) (Mcore – pristupljeno 25.4.2020.) Na slici su također vidljivi RJ25 priključci (označeni plavim okvirima) koje s lakoćom možemo spojiti na različite senzore.

Kada je mBot sastavljen, ispod mCore ploče nalaze se dva elektromotora koji služe za pokretanje kotača kako bi se mBot mogao kretati. Ta su dva elektromotora prikazana na slici 19. Vrlo je važno da prilikom spajanja žica koje vode iz lijevog i desnog motora te žice spojimo na ispravna mjesta na mCore ploči. U M1 konektor koji se nalazi na mCore ploči spaja se lijevi motor, a u M2 konektor spaja se desni motor. Sve je detaljno prikazano u uputama koje dobijemo uz mBot te prilikom sastavljanja moramo biti izrazito oprezni. Za pokretanje elektromotora mogu nam poslužiti 4 1.5 V AA baterije (najbolje punjive) ili baterija od litija 3.7VDC koja se može puniti.



Slika 19. Elektromotori mBota

Osim elektromotora, na donjoj strani mBota nalazi se i senzor za praćenje linije.



Slika 20. Senzori za praćenje linije ( Tolić, A. i Lendvaj, V., 2018).

Senzor za praćenje linije sastoji se od dva senzora – senzora 1 i senzora 2. Svaki od njih ima infracrveni odašiljač i infracrveni prijemnik što je i prikazano na slici 20. Infracrveni odašiljači neprekidno emitiraju infracrvenu svjetlost tijekom kretanja mBota. Infracrveno se svjetlo reflektira kada se mBot prilikom kretanja susretne s bijelom ili nekom drugom svijetlom površinom. U tom trenutku prijemnik prima infracrveni signal i upravljačkoj pločici šalje vrijednost 1. U slučaju da se infracrveno svjetlo apsorbira ili se ne može odraziti (što se događa na tamnim površinama), prijemnik neće primiti signal, ali će upravljačkoj pločici poslati vrijednost 0. Raspon detekcije je 1 do 2 cm. Obzirom da postoje dva senzora te da svaki od njih ima mogućnost detektirati nalazi li se uređaj na tamnoj ili svijetloj podlozi, postoje četiri moguće vrijednosti koje senzor može poslati upravljačkoj pločici:

- u slučaju kada su oba senzora na tamnoj podlozi (senzor1=0, senzor2 = 0), senzor šalje vrijednost 0

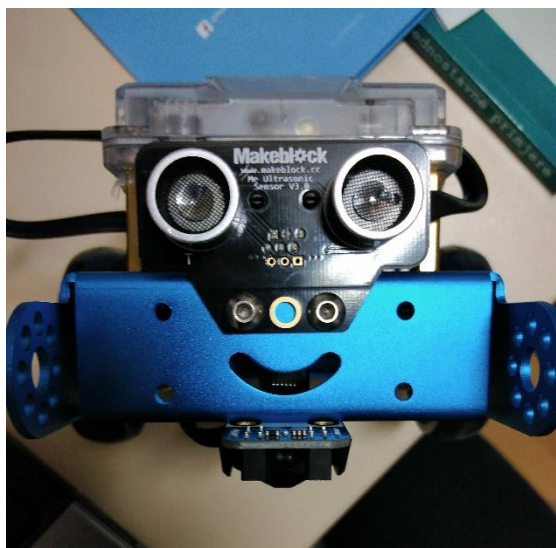
- u slučaju da je prvi senzor na tamnoj podlozi, a drugi senzor na svijetloj podlozi (senzor1 = 0, senzor2 = 1), senzor šalje vrijednost 1

- u slučaju da je prvi senzor na svijetloj, a drugi senzor na tamnoj podlozi (senzor1 =1, senzor2 = 0), senzor šalje vrijednost 2

- u slučaju da su oba senzora na svijetloj podlozi (senzor1 = 1, senzor2 = 1), senzor šalje vrijednost 3

Važno je napomenuti da u slučaju ako se robot nalazi predaleko od površine, infracrveno se svjetlo ne može reflektirati te u tom slučaju senzor šalje vrijednost 0, kao i u slučaju kada se oba senzora nalaze na tamnoj površini ( Tolić, A. i Lendvaj, V., 2018).

S prednje strane mBota nalazi se ultrazvučni senzor. Ultrazvučni senzor je elektronički modul koji služi za mjerenje udaljenost robota od nekog drugog objekta. Može detektirati objekte na udaljenosti od 3 do 400 cm (pod kutom od 30°). Ultrazvučni senzor na mBotu izgleda poput njegovih oči, što je simpatično s obzirom na njegovu ulogu.



Slika 21. Prednja strana mBota

Nakon što prvi put sastavimo mBota, možemo ga odmah pokretati pomoću daljinskog upravljača koji se također dobije uz mBot.

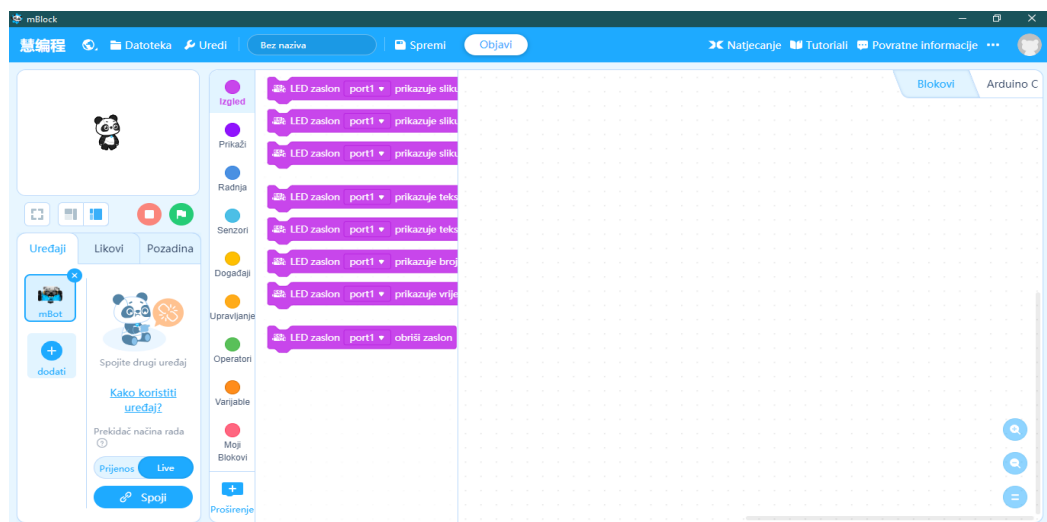


Slika 22. Daljinski upravljač mBota

### 6.3. Programiranje mBota

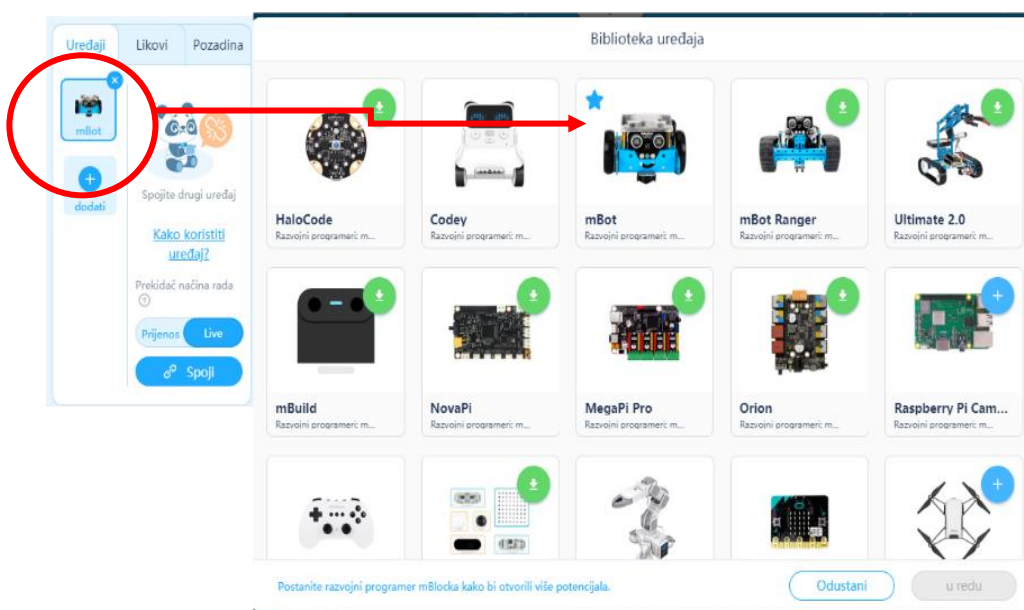
Nakon što smo upoznali sve dijelove mBota i nakon što smo ga prema uputama za sastavljanje uspješno sastavili, na redu je i programiranje radnji koje će naš mBot izvršavati. Prije nego što krenemo na pisanje programa, vrlo je važno upoznati program u kojem ćemo programirati mBota. Taj se program zove mBlock. Najnovija verzija ovog programa je mBlock 5 te je bazirana na Scratch programu i to 3.0. verziji. Ovaj se program besplatno može preuzeti na poveznici <https://www.mblock.cc/en-us/download/>.

mBlock 5 program specijalno je dizajniran kako bi podržao STEM obrazovanje. Nudeći dva načina programiranja - slaganje blokova naredbi i preusmjeravanje u tekstualno programiranje u Pythonu, svojim korisnicima omogućuje slobodno kreiranje raznih igara i animacija te programiranje Makeblock robota i micro: bit uređaja. Također, softver programa sadrži vrhunske tehnologije poput AI (*Artificial Intelligence*) i IoT (*Internet of Things*) što ga čini savršenim pomoćnikom nastavnika i učenika u području kodiranja (mBlock, pristupljeno dana 25.4.2020.). Za učenike u Republici Hrvatskoj, prednost ovog programa jest što je i hrvatski jezik jedan od jezika za koji možemo postaviti da nam na njemu funkcioniра program.



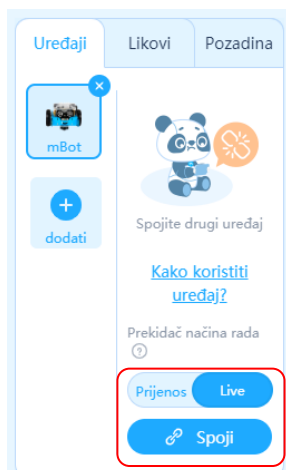
Slika 23. Radno okruženje mBlock 5 programa

Kod ove verzije programa vrlo je važno da uređaj bude povezan u program već od samog početka programiranja. To se radi na način da uređaj putem dobivenog USB kabla povežemo s računalom. Nakon što smo povezali uređaj, u izborniku uređaja u programu odaberemo (ako već nije odabran) mBot, kako je prikazano na slici 24. te ga označivši zvjezdicu kraj njegove slike odaberemo kao početni uređaj pri svakom pokretanju programa.



Slika 24. Prikaz odabira uređaja u mBlocku 5

Nakon što postavimo mBot uređaj kao naš uređaj u kojemu ćemo programirati, pronađemo tipku spoji te na nju kliknemo (slika 25.). Nakon što je uređaj spojen, isključujemo opciju live, što znači da nećemo uživo gledati kako uređaj funkcionira nakon programiranja nekog programa, već će se naš program svaki puta prenositi na uređaj.



Slika 25. Prikaz funkcija spoji i live

Nakon što smo sve ove korake napravili, sada napokon možemo krenuti s programiranjem. Ova verzija programa automatski je povezana na Arduino Mod pa nije potrebno dodatno povezivanje. Isprogramirat ćemo jedan probni program koji će služiti tome da se mBot kada se uključi, kreće ravno nekih 10 sekundi pa da se nakon toga zaustavi te se uključi najprije crveno, zatim bijelo i na kraju plavo svjetlo te se odsvira ton G7 u trajanju od 1 otkucaja. Ovaj probni program služi samo tome da se na primjeru prikaže programiranje pomoću slaganja blokova naredbi.



Slika 26. Probni program

#### 6.4. Primjeri primjene robota mBot u nastavi

Robot mBot se kao nastavno pomagalo može koristiti od 1. do 8. razreda u svim nastavnim predmetima. Njegove su mogućnosti širokog opusa te ga je uz dobre ideje moguće koristiti kako bi učenicima određene nastavne teme učinili zanimljivijima i zabavnijima, pogotovo one nastavne teme koje su učenicima inače problematičnije i monotone. Samo će neke od ideja biti nabrojene, no mogućnosti korištenja mBota mnogo su veće od par nabrojanih ideja. Najvažnije je samo imati dobre ideje, znanje u programiranju mBota te pronaći način na koji mBota iskoristiti u nastavi. Robot mBot se može koristiti na satu glazbene kulture jer ima mogućnost da se na njega isprogramira pjesma koju djeca uče na satu. Kao primjer navodim pjesmicu „Blistaj, blistaj, zvijezdo mala“.



Slika 27. Program pjesme "Blistaj, blistaj, zvijezdo mala"

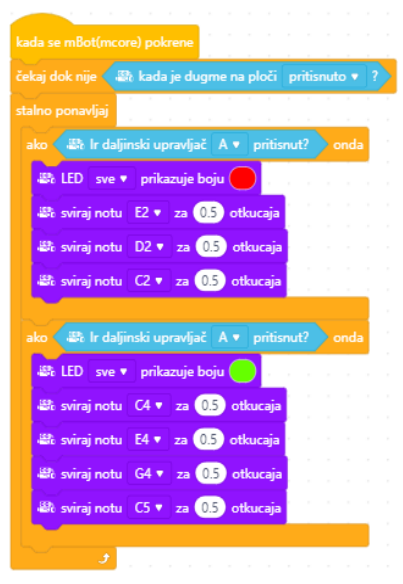
Na prethodnoj je slici mBlock program spomenute pjesme. mBot jednom odsvira pjesmu te nakon što pjesma završi, on zasvijetli žuto. Na ovakav se način mogu isprogramirati i druge dječje pjesmice. Sat glazbene kulture pomoću mBota zasigurno će djeci biti još veće veselje. Također, mBot se može koristiti i u nastavi prirode i društva. Na primjer, u temi promet, kada bi djeca ponavljala kako se trebamo ponašati u prometu ovisno o boji svjetla na semaforu, na mBotu se pojavljuju tri boje semafora (jedna po jedna) i zatim djeca govore kako se trebamo ponašati kada se koje svjetlo semafora upali. Nakon što se na mBotu upali zeleno on kreće naprijed budući da zelena boja označava mogućnost početka kretanja. Na slici 28. prikazani je program napravljen u mBlock 5 pomoću kojeg mBot izvodi upravo te spomenute radnje.



Slika 28. Program semafora



Osim spomenute glazbene kulture i prirode i društva, robot mBot možemo koristiti i prilikom igranja nekih kvizova na bilo kojem nastavnom predmetu. U tom slučaju možemo koristiti i daljinski upravljač koji dobijemo uz mBota. Kada učenik, prilikom igranja kviza, netočno odgovori na pitanje, možemo isprogramirati da pritiskom na tipku A na daljinskom upravljaču, mBot zasvijetli crveno i daje zvuk netočnog odgovora. Isto tako, kada učenik prilikom odgovaranja na pitanje odgovori točno, možemo isprogramirati da pritiskom na tipku B na daljinskom upravljaču, mBot zasvijetli zeleno i daje zvuk točnog odgovora. Takav je program prikazan na slici 29.



Slika 29. Program za kviz

## 6.5. Priprema za izvođenje nastavnog sata uz pomoć mBota

PRIPREMA ZA NASTAVNI SAT PRIRODE I DRUŠTVA (2. RAZRED)

**Vrsta nastavnog sata:** sat ponavljanja nastavnog sadržaja

**Nastavna tema:** Prometni znakovi

**Nastavna jedinica:** Ponavljanje prometnih znakova

**Ključni pojmovi:** prometni znakovi

**Obrazovna postignuća:** upoznati prometne znakove u blizini škole; odrediti značenje prometnih znakova važnih za pješake, sigurno se kretati prometnicom.

**Metode rada:** metoda razgovora, metoda demonstracije

**Oblici rada:** frontalni, grupni

**Nastavni mediji i didaktički materijali:** izrađena cesta, izrađeni prometni znakovi, mBot, listići s pitanjima, ploča, kreda

### TIJEK SATA:

**Uvodni dio sata:** U uvodnom dijelu sata kroz različite zagonetke dolazimo do teme sata – ponavljanje prometnih znakova. Nakon kratkog razgovora o današnjoj temi sata, predstavljam učenicima pomoćnika na današnjem satu prirode i društva. Govorim im kako je riječ o robotiću koji se naziva mBot, no da sam mu ja danas odlučila nadjenuti ime Pažljivko jer je on uvijek jako pažljiv, a osobito kada se radi o prometu i ponašanju u prometu. Govorim učenicima kako ćemo ga, ako će biti vrijedni u glavnom dijelu sata, koristiti u završnom dijelu sata.

**Glavni dio sata:** Učenike dijelim u 4 grupe. Svaka grupa dobiva svoje radne listiće u kojima moraju rješavati zadatke vezane uz promet i prometne znakove. Dajem im 10 minuta vremena da riješe zadatke. Nakon što završe slijedi provjeravanje točnosti riješenih zadataka. Druga aktivnost glavnog dijela sata jest ta da učenici pantomimom moraju opisati neki prometni znak, a drugi učenici moraju pogoditi o kojem se znaku radi. Nakon završetka ove aktivnosti, učenike pohvaljujem za

izvršno sudjelovanje u aktivnostima glavnog dijela sata. Na taj način su zaslužili igru s Pažljivkom.

**Završni dio sata:** Ispred učenika se nalazi drvena cesta s postavljenim prometnim znakovima. Govorim učenicima kako će sada Pažljivko voziti po cesti (slika 30.) te će u jednom trenutku stati. Učenicima ću pokazati neki prometni znak te će oni morati odgovoriti kako se naziva taj prometni znak. U slučaju da učenici odgovore točno, robotić će nastaviti dalje, a u slučaju da odgovore pogrešno, Pažljivko će zasvijetliti crveno i neće krenuti dalje sve dok učenici ne odgovore točno i dok se ne pritisne tipka A.



Slika 30. Cesta i Pažljivko



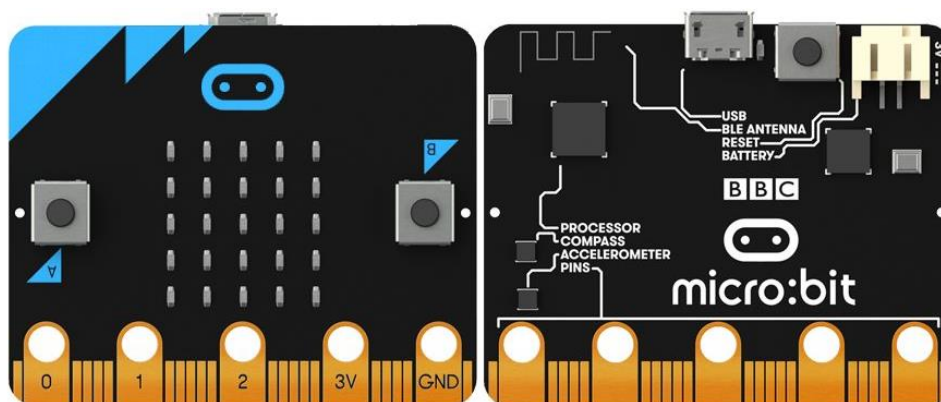
Slika 31. Program za završni dio sata

## 7. BBC Micro:bit

BBC Micro:bit nevjerojatan je uređaj koji nam u isto vrijeme može poslužiti za zabavu i za poučavanje. Može biti dio nekog složenijeg sustava ili može prikazivati neke jednostavnije funkcije. Uz njega učenici mogu naučiti prve programerske korake, naučiti kako funkcioniraju elektronički uređaji pa čak i bežično komunicirati s više micro:bit uređaja. Programe za BBC micro:bit možemo pisati u više programskih jezika, a isto tako možemo koristiti programe koje je napisala druga osoba. BBC micro:bit je maleni pa je tako lako prenosiv i s obzirom na to ga možemo koristiti na bilo kojem mjestu i u bilo koje vrijeme – na igralištu, kod kuće, u školi i sl. Prije nego što ga počnemo koristiti moramo ga najprije upoznati (Halfacree, 2018).

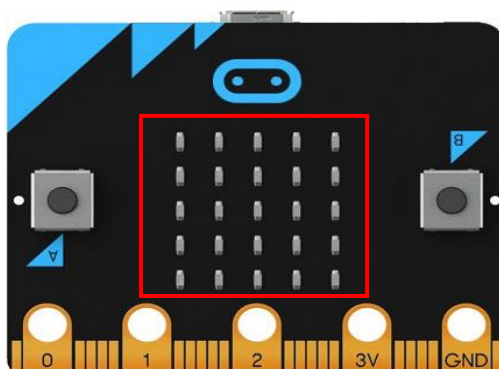
### 7.1. Izgled BBC micro:bit pločice

S tehničkog gledišta BBC micro:bit uređaj je definiran kao razvojna pločica s mikrokontrolerom. Prve razvojne pločice bile su jako skupe i teške za korištenje, no tokom desetljeća nakon pojavljivanja postajale su jeftinije i pristupačnije. Kao i svi složeni uređaji BBC micro:bit je sastavljen od brojnih jednostavnih komponenti. Najočitija značajka uređaja jest njegov zaslon koji je smješten na sredini prednje strane uređaja. To je primarni medij putem kojeg program koji je pokrenut na uređaju može komunicirati sa samim korisnikom – bilo očitanjem pozicije jednog od senzora ili prikazom nasmiještenog emotikona (Halfacree, 2018).



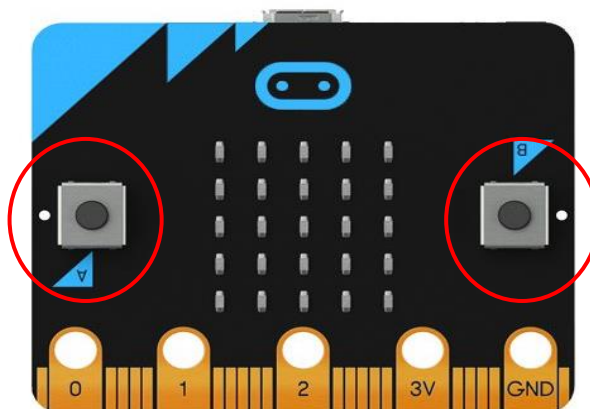
Slika 32. Izgled prednje i stražnje strane BBC micro:bit-a (Preuzeto: 17.3.2020 na: <https://www.vidi.hr/Racunala/Novosti/Bakic-oprema-500-skola-BBC-Micro-Bit-racunanima>)

Zaslon uređaja ima svrhu kao i monitor stolnog računala, no ima mnogo manju rezoluciju. Tehnički gledano, zaslon uređaja zapravo je matrica koja se sastoji od 5 x 5 svjetlećih dioda (LED dioda). Svaka dioda čini jedan piksel te može prikazati jednu boju različite svjetline. Mijenjanjem svjetline i brzine promjena prikazane slike na zaslonu se mogu prikazivati animacije, ali i statične slike.



Slika 33. Prikaz zaslona uređaja

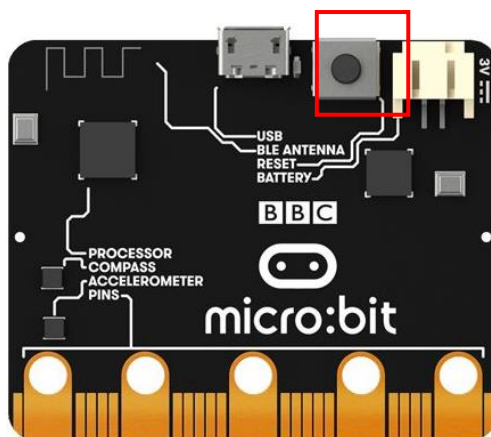
Na prednjoj strani BBC micro:bit uređaja nalaze se glavne tipke – A tipka i B tipka.



Slika 34. Prikaz tipke A i tipke B

One su glavni ulazni uređaji pločice te omogućuju slanje jednostavnih ulaznih informacija programu kako bi promijenili prikazanu sliku ili upravljali nečim drugim što se prikazuje na BBC micro:bitu. Ove se tipke tehničkim rječnikom nazivaju *tipkala* ili *prolazni prekidači*. Mogu se usporediti s prekidačima koje koristimo kada uključujemo ili gasimo svjetlo. Jedina je razlika u tome što se prekidači za svjetla nazivaju trajnim prekidačima jer se njihovo stanje ne mijenja (ne uključuje se ili ne

isključuje), osim u slučaju kada im promijenimo stanje, a prolazni prekidači na BBC micro:bitu uključeni su samo u slučaju kada ih držimo pritisnuto. Iako su tipke trajno povezane s uređajem, nemaju nikakvu funkciju osim u slučaju ako u programu koji prebacujemo odredimo funkcije tipki. Na stražnjoj strani BBC micro:bit uređaja nalazi se *tipka za resetiranje*. Ona ima istu funkciju kao isključivanje napajanja, tj. sve funkcije koje se u tom trenutku odvijaju pritiskom na tipku za resetiranje se automatski prekidaju (Halfacree, 2018).



Slika 35. Prikaz tipke za resetiranje

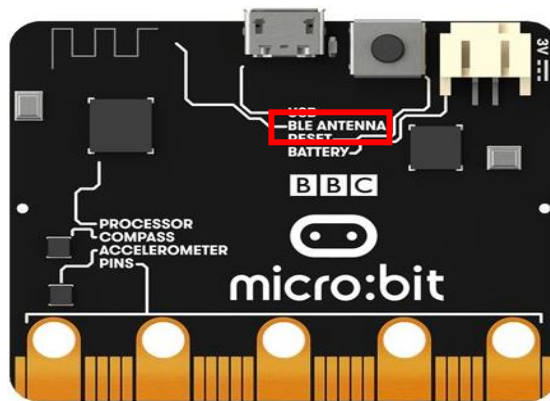
U gornjem lijevom kutu stražnje strane uređaja nalazi se *procesor*. Kao i kod svakog računala procesor je „mozak“ uređaja, a ovdje ga tehnički još nazivamo mikrokontrolerom. Iako je malenih dimenzija u njemu se čuvaju i izvršavaju svi programi pokrenuti na uređaju. Razlika između stolnog računala BBC micro:bit uređaja može se još uvidjeti i u integraciji memorije, prostora za pohranu i procesora. Dok stolna računala imaju sve tri komponente zasebno, BBC micro:bit uređaj ove je tri komponente integrirao u jednu pa se tako taj integrirani sustav naziva *sustavom na čipu*. Procesor uređaja koristi ARM set instrukcija poznatijih pod nazivom arhitektura skupa instrukcija. Takvi su procesori projektirani da nude visoke performanse uz minimalnu potrošnju energije (Halfacree, 2018).

Tablica 1. Specifikacije procesora

Naziv procesora	Broj jezgri	RAM memorija	Postojana memorija
Nordic Nrf51822 koji sadrži ARM Cortex-M0	1 jezgra na 16 MHz	16 KB	256 KB

## Radio

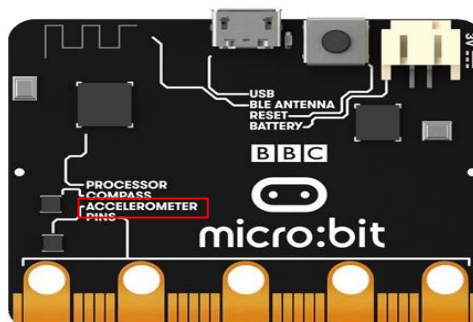
Radio omogućava komunikaciju s drugim BBC micro:bit uređajima, pametnim telefonima i tabletima. Radio nije zasebna komponenta već je dio mikroprocesora. On ima dvije osnovne namjene, a to su bežična komunikacija s drugim BBC micro:bit uređajima i komunikacija s drugim uređajima korištenjem Bluetooth Low Energy (BLE). Radio BBC micro:bit-a nema vanjsku antenu, no umjesto antene ima posebno oblikovanu bakrenu vrpцу ugrađenu u samu pločicu, a ona je na pločici označena nazivom „BLE ANTENNA“ (Halfacree, 2018).



Slika 36. Radio (BLE ANTENNA)

## Akcelerometar

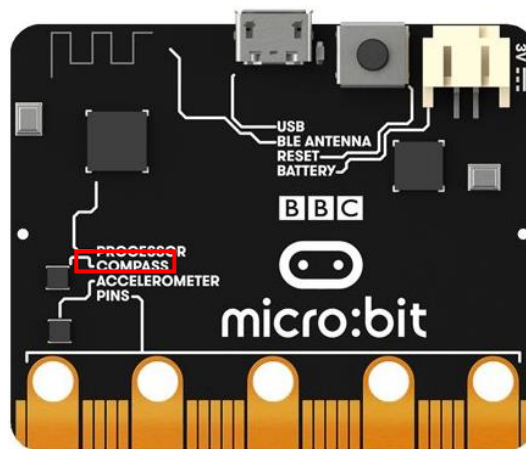
Akcelerometar BBC micro:bit uređaja integrirani je sklop manji od procesora. Kada on na pločici ne bi bio označen vrlo teško bismo ga zamijetili. On je vrlo pametan te u svakom trenutku zna kako je uređaj orijentiran u prostoru. Kada okrenemo pametni telefon iz položenog u uspravni položaj (ili obrnuto), akcelerometar uređaja govori samom uređaju što smo učinili i omogućava uređaju da okrene prikaz sadržaja na zaslону. Na isti način funkcionira i akcelerometar BBC micro:bit uređaja. On može pratiti kut uređaja u odnosu na sve tri osi – bočno, natrag i naprijed (X, Y, Z) i to praćenjem onoga što se naziva pravo ubrzanje (Halfacree, 2018).



Slika 37. Akcelerometar

## Kompas

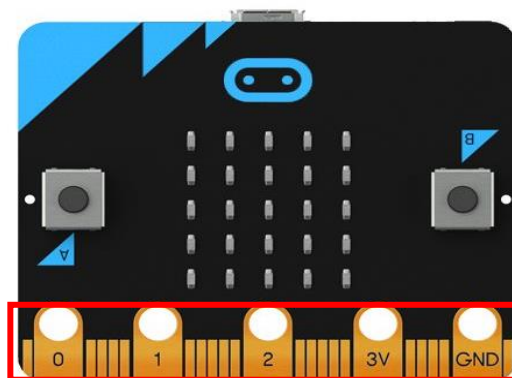
Kompas je još jedan od senzora ugrađenih u BBC micro:bit uređaj, a radi na principu svakog navigacijskog uređaja. Smješten je na stražnjoj strani uređaja. Poput klasičnih kompasa s iglom i on radi tako da detektira magnetska polja. Zbog ovog principa rada on ima mogućnost detektirati i druga magnetska polja, a ne samo Zemljino pa zbog toga može znati gdje je sjever, može očitati i magnetsku silu lokalnog polja, te može detektirati metal. Budući da radi na principu detekcije magnetskog polja, obližnji magneti (pr. u zvučniku) mogu narušiti točnost senzora (Halfacree, 2018).



Slika 38. Kompas

## Ulazno-izlazni kontakti izvodi

Ovaj nam uređaj nudi prostor za širenje preko ulazno-izlaznih kontaktnih izvoda smještenih na samom donjem rubu uređaja.



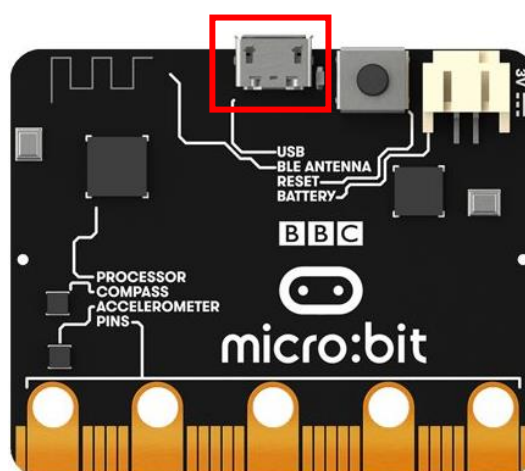
Slika 39. Ulazno-izlazni kontakti izvodi



To zapravo nisu u punom smislu kontakti izvodi već su to trakice bakra raspoređene na obje strane tiskane pločice. „Kontaktne izvode“ jest tehnički termin koji se ne odnosi na same veze već na „izvode“ procesora s kojima su te veze povezane. Pet najvećih izvoda ovog uređaja, koji se ponekad zbog oblika nazivaju „kontakti“ ili „prsteni“, označeni su sa 0, 1, 2, 3V i GND što je i prikazano na prethodnoj slici. Prva tri izvoda imaju ulogu primarnih ulazno-izlaznih izvoda uređaja dok zadnja dva pružaju veze za napajanje i uzemljenje napravljenih sklopova. Svi izvodi na vrhu imaju mali otvor koji omogućava da brže povežemo neki drugi uređaj korištenjem krokodil stezaljki ili jedнопolnih utikača. Ulazno-izlazne izvode koristimo ili za slanje ulaznih podataka na uređaju ili za preuzimanje izlaznih podataka iz njega. Osim ovih pet većih izvoda ovaj uređaj još ima dvadeset manjih izvoda (Halfacree, 2018).

### Mikro USB priključak

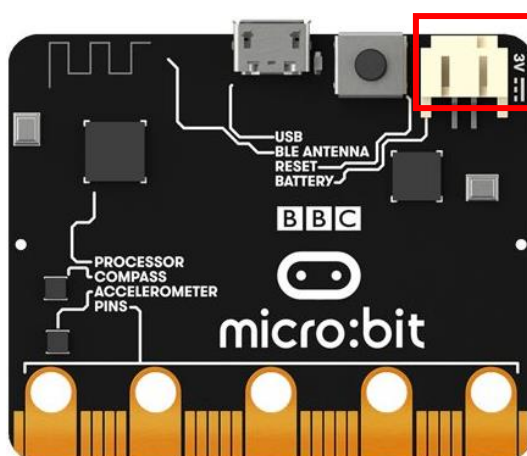
Ovaj se priključak nalazi na sredini gornjeg ruba uređaja i koristi se u dvije svrhe – omogućuje napajanje uređaja kada ne koristimo bateriju i njegovo povezivanje s računalom kako bi promijenili program i prenosili podatke. Kada s njime rukujemo poželjno je da budemo pažljivi jer je njegov unutarnji konektor veoma osjetljiv te u slučaju oštećenja više nećemo moći spojiti uređaj s računalom. Osim naopakim pokušajem spajanja, konektor se također može oštetiti i spajanjem s brzim USB priključkom ili snažnim baterijama koje se spajaju preko USB priključka (Halfacree, 2018).



Slika 40. Mikro USB priključak

## Priključak baterije

Priključak baterije, ili kako se tehnički naziva JST priključak, smješten je u desnom gornjem rubu stražnje strane uređaja. On je idealno rješenje kada uređaj koristimo za neke pokretne projekte. Umjesto napajanja računalom i USB kablom korištenje 3V baterije mnogo je praktičnije i jednostavnije. Važno je znati da nisu sva kućišta za baterije s JST priključkom prikladna za korištenje s uređajem. Uglavnom se kućište dobije u paketu s BBC micro:bit uređajem, no ako se odlučimo za kupnju kućišta vrlo je važno provjeriti je li kućište na popisu kompatibilnih i je li testirano s uređajem. Također, ta bi kućišta trebalo koristiti samo s jednokratnim alkalnim baterijama jer punjive baterije daju niži napon (1,2 V) pa bi se uređaj uz korištenje punjivih baterija mogao oštetiti (Halfacree, 2018).



Slika 41. Priključak baterije

## 7.2. Početak rada s uređajem BBC micro:bit

Nakon što smo upoznali uređaj i njegove dijelove, vrijeme da upoznamo i način rada s ovim uređajem. Ovaj uređaj je dizajniran na način da se njime može rukovati bez ikakvog kućišta. Kao i svim drugim elektroničkim uređajima i ovome je uređaju potrebna električna energija kako bi mogao raditi. On se najčešće napaja preko mikro USB priključka i to na način da se kabel spaja s računalom. Umjesto USB kabla mogu se umetnuti dvije AAA ili AA baterije od 1,5 V u držač kojega je moguće spojiti u sekundarni priključak za napajanje uređaja. Nakon odabira načina napajanja, pokreće se naš BBC micro:bit uređaj. Ako još nismo radili s našim uređajem, pokreće se tvornički program koji je prenesen na BBC micro:bit uređaj. Prvo što se pojavljuje kada uključimo uređaj jest animacija koja demonstrira rad LED dioda. Nakon početne animacije, na uređaju se pokazuje riječ „HELLO“ koja se pomiče

preko zaslona. Nakon pozdrava i animacije, program prelazi na prvi interaktivni odjeljak. Na LED ekranu pojavljuje se strelica koja pokazuje na strelicu A te nam sugerira da pritisnemo tipku A. Nakon pritiska na tipku A pojavljuje se ista animacija samo što je ovoga puta strelica usmjerena prema tipki B te nam sugerira da ju pritisnemo. Nakon pritiska na tipku B, dolazimo do faze provjere pokreta. Na zaslonu se pojavljuje riječ „SHAKE!“ koja nam sugerira da protresemo uređaj. Nakon što završimo sa tresenjem na zaslonu se pojavljuje poruka „CHASE THE DOT“ kao uvod u igru u kojoj trebamo uloviti točku. Točka je LED dioda u gornjem desnom kutu zaslona, a mi smo druga LED dioda u sredini zaslona. Naginjanjem uređaja pokušavamo uhvatiti tu točku. Nakon što završimo s igricom na zaslonu se pojavljuje „GREAT“, a iza nje poruka „NOW GET CODING“. Nakon što prođemo kroz cijeli tvornički program napokon dolazi vrijeme da i sami nešto isprogramiramo. U slučaju da ovo nije prvi put da radimo s uređajem, pokreće se zadnji program koji smo prenijeli na njega. Kako bi ponovo pokrenuli program ili prekinuli izvršavanje trenutnog programa, moramo pritisnuti tipku za resetiranje (RESET) na stražnjoj strani uređaja (Halfacree, 2018).



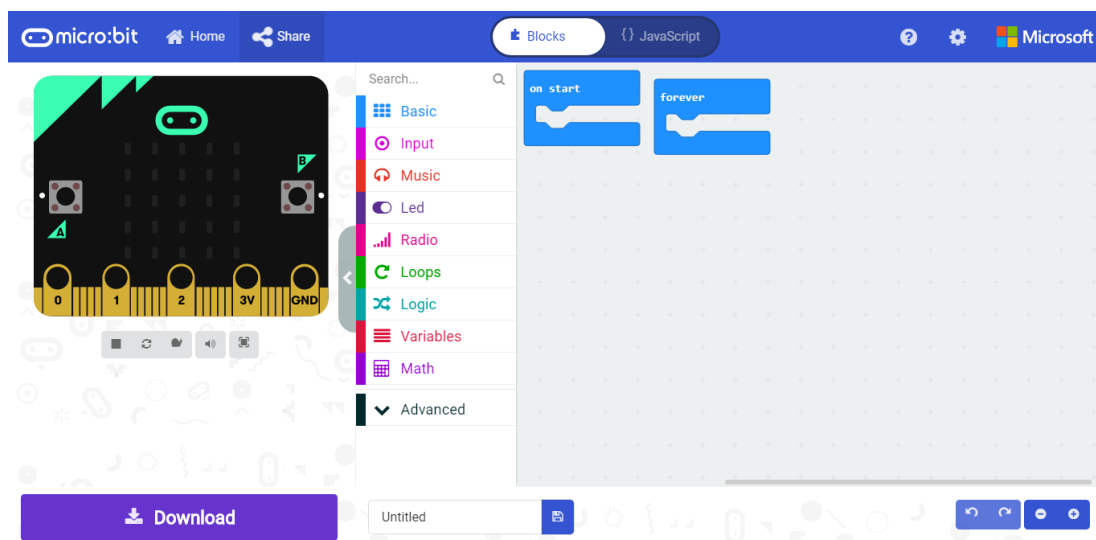
Slika 42. Povezivanje BBC micro:bit uređaja USB kablom (Preuzeto dana 26.4.2020. [https://www.profil-klett.hr/datoteke/razno/Python\\_na\\_microbit\\_u\\_2017\\_100%20dpi%20.pdf](https://www.profil-klett.hr/datoteke/razno/Python_na_microbit_u_2017_100%20dpi%20.pdf))

### 7.3. Programiranje BBC micro:bit uređaja

Za razliku od nekih drugih razvojnih pločica, za BBC micro:bit nije potrebno na računalo instalirati neki dodatni softver ili upravljačke programe kako bismo mogli učitavati nove programe. On se u operativnom sustavu pojavljuje kao USB uređaj za pohranu podataka, poput drugih vanjskih hard diskova ili USB flash diskova. Kada prvi puta spojimo uređaj s računalom, pokrenut će se polazni program. Kada

uključimo uređaj, nastavit će se izvršavati polazni program koji se nalazi u njegovoj memoriji i to bez obzira na spajanje s računalom u želji da prenesemo novi program. Taj se proces naziva fleširanje, a naziva se tako prema tipu memorije koju uređaj koristi za spremanje, tj. flash memoriji. Kako bismo napisani program prenijeli na BBC micro:bit uređaj, nakon što ga skinemo na računalo, jednostavno ga povučemo iz mape u kojoj se nalazi na računalo na uređaj. Program će se automatski učitati u memoriju uređaja. Svaka datoteka koja se prebacuje na BBC micro:bit uređaj mora imati ekstenziju .hex i naziva se heks (hex) datoteka. Ovi programi (datoteke) nisu izvršni programi, već su heksadekadski kodovi koji uređaju govore što bi svaki blok njegove flash memorije morao čuvati (Halfacree, 2018).

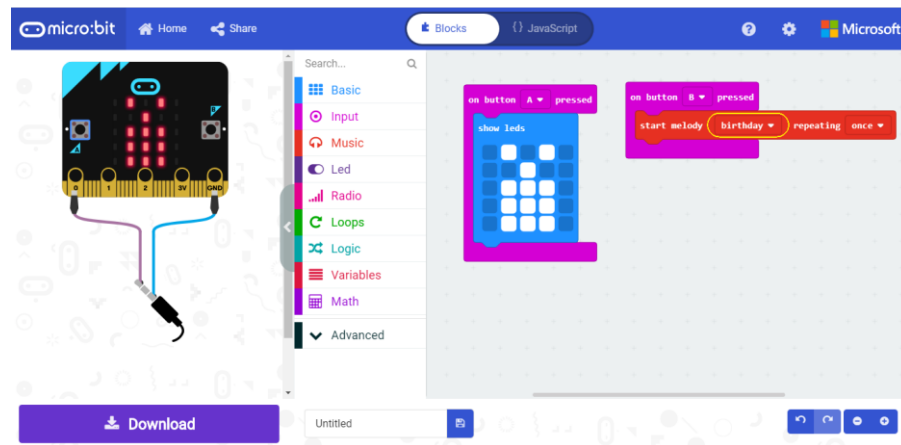
Velika prednost ovog uređaja jest ta što za pisanje programa za BBC micro:bit nije potrebno instalirati nikakvo integrirano razvojno okruženje, već se pisanje programa u potpunosti izvršava u Web pregledniku. Iako BBC micro:bit podržava više programskih jezika, najčešće se koristi JavaScript Blocks editor temeljen na sustavu Microsoft MakeCode u kojem se kao i u Scratchu naredbe slažu poput puzzli (Halfacree, 2018).



Slika 43. Radno okruženje JavaScript Blocks editora

Program je vrlo jednostavan za korištenje. Ako je, na primjer, nekom djetetu rođendan, vrlo je jednostavno zadati zadatak djeci da naprave program koji će funkcionirati tako da se pritiskom na tipku A na uređaju pojavi poklončić napravljen

od pomno odabranih led dioda, a da pritiskom na tipku B na uređaju počne svirati pjesma sretan rođendan.



Slika 44. Primjer rođendanskog programa

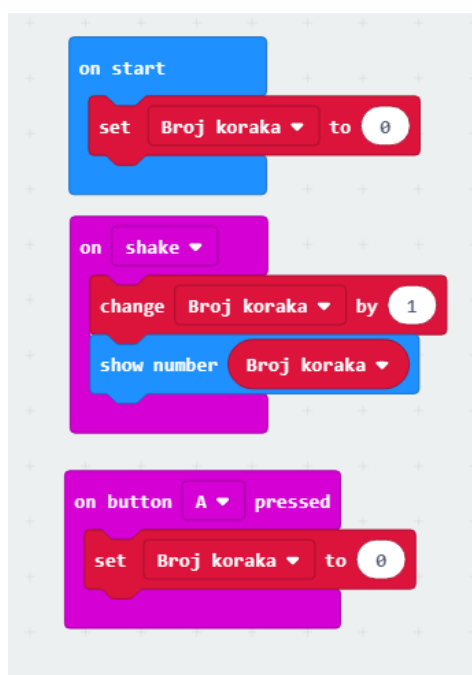
#### 7.4. Upotreba BBC micro:bit uređaja

U uvodnome dijelu o BBC micro:bit-u nabrojili smo razne mogućnosti koje nam pruža ovaj uređaj. Neke od njih su kompas, akcelerometar, radio i dr. Sve te mogućnosti iskoristive su prilikom izrade programa za ovaj uređaj. Najprije ćemo krenuti s primjerom programa za kompas. To što ovaj uređaj u sebe ima već ugrađeni kompas vrlo je praktično i primjenjivo, a pogotovo u nastavi prirode i društva kada se uče strane svijeta i orijentacija u prostoru.



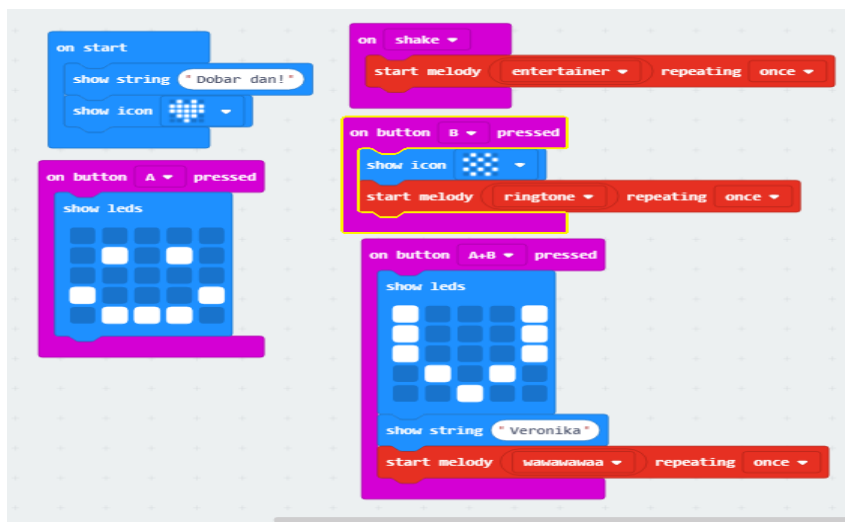
Slika 45. Program za kompas u Microsoft MakeCode programu

Osim za kompas, ovaj se uređaj može koristiti i kao brojač koraka. To je obično program koji je djeci veoma zanimljiv. Ovaj se program osim u školi može koristiti i u osobne svrhe kao alternativa za postojeće brojače koraka. U slučaju da želimo kroz dan pratiti koliko smo koraka napravili ili u slučaju da želimo izračunati koliko koraka smo udaljeni od nekog mjesta, BBC micro:bit uređaj može nam biti od velike koristi. Na slici 46. prikazan je program koji naš uređaj pretvara u brojač koraka.



Slika 46. Brojač korak napravljen u programu Microsoft MakeCode

Ovaj uređaj također ima mogućnost da se isprogramiraju funkcije za sve tipke i mogućnosti koje se nalaze na uređaju te da na svakoj funkciji ima drugačiju ulogu. Ovakav se primjer programa nalazi na slici 47.



Slika 47. Probni program sa različitim ulogama  
različitim funkcija

Na ovome programu definirano je da kada se uređaj uključi na zaslonu se pojavljuje poruka „Dobar dan“, a zatim simbol srca. U slučaju da uređaj protresemo počinje svirati odabrana melodija. Pritiskom na tipku A pojavljuje nam se smješko, a pritiskom na tipku B pojavljuje se odabrana ikona te zaszvira odabrana melodija. Istovremenim pritiskom na tipke A i B na zaslonu se pojavljuje ispisano slovo V, riječ Veronika i na kraju zaszvira odabrana melodija.

## 7.5. Priprema za nastavni sat uz upotrebu BBC micro:bit uređaja

### PRIPREMA ZA NASTAVNI SAT MATEMATIKE

**Vrsta nastavnog sata:** sat ponavljanja nastavnog sadržaja

**Nastavna tema:** Uspoređivanje brojeva do 100

**Nastavna jedinica:** Ponavljanje uspoređivanja brojeva do 100

**Ključni pojmovi:** brojevi do 100, uspoređivanje brojeva, odnosi: veći, manji, jednaki.

**Obrazovna postignuća:** usporediti i matematičkim zapisom izraziti odnos među brojevima do 100.

**Metode rada:** metoda razgovora, metoda demonstracije

**Oblici rada:** frontalni, grupni

## Nastavni mediji i didaktički materijali:

### TIJEK SATA

**Uvodni dio sata:** Uvodim učenike u današnji sat igrom memory. Na memory karticama nalaze se neki brojevi i znakovi za uspoređivanje brojeva. Parove čine simboli i riječi koje opisuju što je prikazano simbolom. Nakon odigrane igre, razgovorom dolazimo do zaključka koja će biti tema današnjega sata matematike.

**Glavni dio sata:** Govorim učenicima kako ćemo danas u glavnom dijelu sata koristiti jedno posebno nastavno pomagalo koje se naziva micro:bit. Učenici će raditi u grupama (5), a svaka grupa imat će svoje mikroročunalo. Na svakom se mikroročunalu nalazi isti program koji će kasnije biti prikazan na slikama 48., 49., 50. i 51. Govorim učenicima kako će kada pritisnu na tipku A, uređaj nasumično odabrati dva broja u skupu brojeva do 100. Kada pritisnu tipku B, uređaj će ponovno prikazati te brojeve. Učenici trebaju te zadatke zapisati na papir te odgovoriti je li prvi broj veći ili manji od drugog broja. Nakon što sami riješe zadatak, na uređaju istovremeno pritišću tipke A i B te će se zatim na uređaju prikazati točan rezultat uspoređivanja.

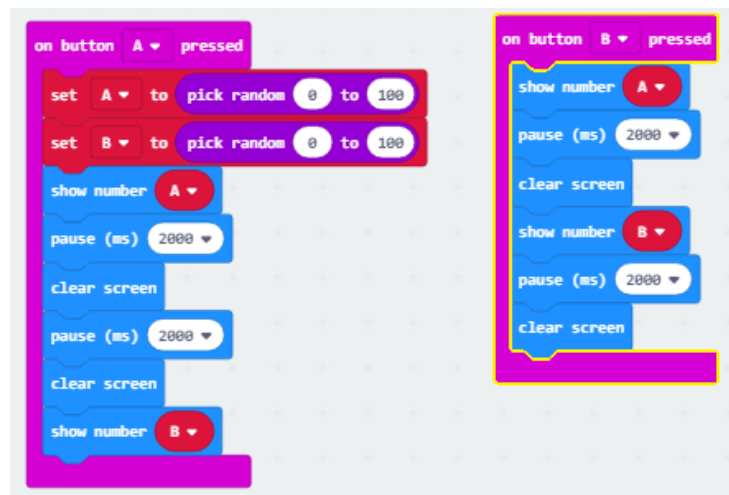
Učenike cijelo vrijeme obilazim i napominjem im da ne pritišću istovremeno tipke A i B prije nego što samostalno riješe zadatke. Također, napominjem im da ako žele da im se ti brojevi ponovno prikažu, u slučaju da ih nisu stigli zapisati, samo trebaju pritisnuti tipku B.

**Završni dio sata:** S učenicima razgovaram o tome kako im se svidjelo družiti s mikroročunalom. Zaključujem kako su svi bili vrijedni i marljivi i slušali upute koje sam im dala pa ih nagrađujem jednim kratkim animiranim filmom.

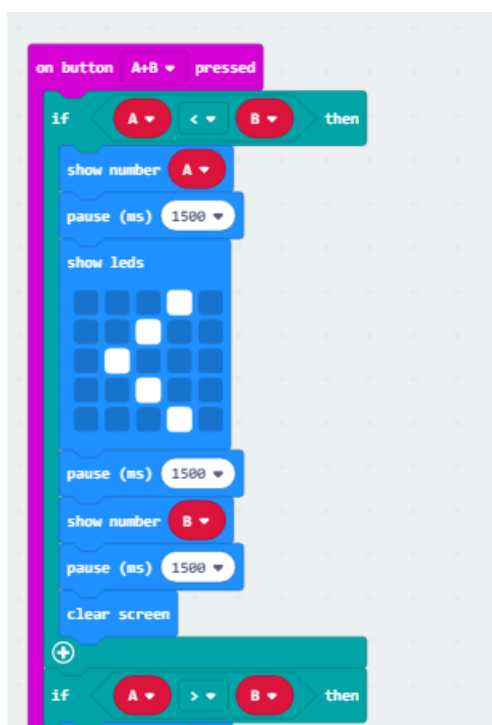


Slika 48. Početak našeg programa

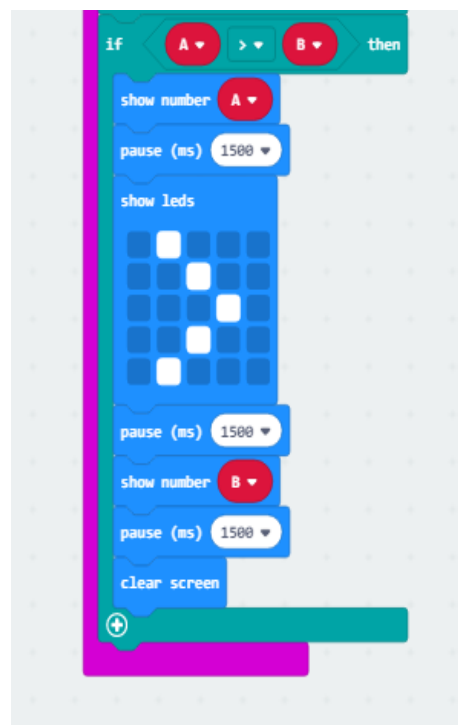




Slika 49. Drugi korak našeg programa



Slika 50. Dio programa u kojem definiramo što se događa u slučaju kada je  $A < B$ .



Slika 51. Dio programa u kojem definiramo što se događa kada je  $A > B$

## 8. ZAKLJUČAK

Polazna točka ovog diplomskog rada bila je činjenicom kako se današnje društvo nalazi u turbulentnom razvoju tehnologije, ali i razvoju i okretanju svih zastarjelih segmenata društva. Zbog spomenutog, vrlo je važno na ispravan način obrazovati sadašnje, ali i buduće generacije koje će u budućnosti predstavljati temelj društva. Iščitavajući kurikulum nastavnog predmeta Informatike može se zaključiti kako poučavanje predmeta Informatike teži ka postavljanju dobrih i čvrstih temelja kako bi obrazovanje budućih generacija bilo zadovoljeno. Prilikom organizacije samog učenja i poučavanja novim je kurikulumom dana velika sloboda nastavnicima kako bi oni, na temelju svog iskustva i znanja, dobro isplanirali svaki nastavni sat Informatike te kako bi učenicima napravili dobru podlogu znanja za buduće lagodno funkcioniranje u ovom informatičkom dobu. Naglašavanje timskog rada i međuučeničke suradnje smatram vrlo važnim korakom koji vodi k izgradnji pojedinaca koji će poštovati svačije ideje, ali se neće stidjeti iznositi i svoje vlastite. Također, time ćemo postići razvoj pojedinaca koji će svaku ideju najprije kritički sagledati, proučiti, a tek onda prihvatiti ili ne prihvatiti. Smatram kako je važno u svim predmetima uvesti dašak tehnologije te da je važno i u obrazovanju budućih učitelja staviti naglasak na obrazovanju tehnološki obrazovanih učitelja. Vrlo je važno kod obrazovanja djece naglasak staviti na pozitivne strane tehnologije te im pokazati koliko nam tehnologija zapravo može biti od pomoći. U današnje vrijeme, kada su računala jeftinija, ona vrlo lako mogu postati alatom za učenje. Kada se radi o učenju programiranja, vrlo je važno znati da se njime razvija apstraktno razmišljanje kod djece, a budući da nemaju sva djeca razvijeno apstraktno mišljenje kada dođu u školu, najbolje je koristiti vizualne programske jezike. Jedan od najboljih načina na koji će djeca naučiti programirati jest korištenje nekih pomagala poput mBot robota i BBC micro:bit računala. Na taj će način dobiti povratnu informaciju je li njihov program točno napisan ili nije – ovisno o tome hoće li se ova pomagala ponašati u skladu s time što su učenici isprogramirali. Korištenje edukativnih robota u obrazovanju ima mnogo dobrih strana. Također, budući da su roboti zapravo tehnologija budućnosti, djeca će uvidjeti kako se takve tehnologije ne trebaju bojati te će se otkloniti taj njihov početni strah prema novim tehnologijama koji postoji u svakom djetetu. Kada dijete istraži novu tehnologiju i shvati da nova tehnologija nije strašna, tek će onda prijeći barijeru prema želji i mogućnosti uporabe

tehnologije. Vrlo je važno djecu naučiti kako uvijek postoje granice u odnosu čovjeka i nove tehnologije te da te granice nije poželjno prelaziti. Zaključila bih ovaj diplomski rad nadom da će svi ljudi realno sagledati mogućnosti nove tehnologije i mogućnosti korištenja te tehnologije u općem obrazovanju. Smatram da bi se svi učitelji trebali osvrnuti oko sebe i shvatiti kako je današnja realnost upravo tehnologija te početi (ako već nisu) u svoje satove unositi dašak tehnologije kako bi današnjoj „modernoj“ djeci nastava postala zabavna i zanimljiva te, naravno, i poučna. Na taj način učenicima više neće biti teško i zamorno pohađati školu, već će škola postati mjesto u kojem se poštuje njihova sadašnjost, uvažava njihovo mišljenje i njihova različitost, a tehnologija im se prikazuje kao jedan vrlo dobro iskoristiv alat za učenje.

## LITERATURA

### Knjige i stručni članci

1. Bubica, N., Mladenović, M., Boljat, I. (2013). *Programiranje kao alat za razvoj apstraktnog mišljenja*, URL: [https://bib.irb.hr/datoteka/702093.Programiranje kao alat za razvoj apstraktnog mišljenja-CUC-zbornik.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/702093.Programiranje_kao_alat_za_razvoj_apstraktnog_mišljenja-CUC-zbornik.pdf) (Preuzeto: 10.2.2020.)
2. Budin, L., Brođanac, P., Markučić, Z., Perić, S., Škvorc, D., Babić, M. (2017). *Računalno razmišljanje i programiranje u Pythonu*. Zagreb: Element
3. Buklijaš, S. (2010). *Scratch- Vizualni programski jezik za djecu*, URL: [https://cuc.carnet.hr/2010/images/b1\\_52a14.pdf?dm\\_document\\_id=182&dm\\_dnl=1](https://cuc.carnet.hr/2010/images/b1_52a14.pdf?dm_document_id=182&dm_dnl=1) (Pristupljeno: 15.4.2020.)
4. Glenn Brookshear, J., Brylow, D. (2016). *Računalna znanost – pregled*. Zagreb: Sveučilišna knjižara
5. Halfacree, G. (2018). *BBC micro:bit službeni priručnik*. Zagreb: VID I
6. Lapov Padovan, Zvonimir; Kovačević, Stjepan; Purković, Damir. (2018). *Razvoj kurikuluma osnovnoškolske nastave robotike*, URL: <https://hrcak.srce.hr/208136> (Pristupljeno: 21.4.2020.)
7. Matijević, M., Topolovčan, T. (2017). *Multimedijska didaktika*. Zagreb: Školska knjiga
8. Ministarstvo znanosti i obrazovanja (2019). *Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet informatike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj*. URL: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_03\\_22\\_436.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_03_22_436.html) (Preuzeto 28.12.2020.)
9. Nikolić, G. (2014). *Nove tehnologije donose promjene*, URL: <https://hrcak.srce.hr/148329> (Preuzeto: 30.4.2020.)
10. Nikolić, G. (2016). *Robotska edukacija: „Robotska pismenost“ ante portas?*, URL: [https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=256293](https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=256293) (Preuzeto: 23.4.2020.)

11. Tolić, A., Lendvaj, V. (2018). *Uvod u programiranje mBot robota, priručnik za mentore u Croatian Makers ligi*. Zagreb: IRIM

12. Zenzerović, P. (2016). *ARDUINO kroz jednostavne primjere*. Zagreb: Hrvatska zajednica tehničke kulture

### **Internetski izvori**

1. About us – Makeblock, <https://www.makeblock.com/about>

(pristupljeno dana 25.4.2020.)

2. Arduino Introduction, <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

(pristupljeno dana 25.4.2020.)

3. Croatian makers, <https://croatianmakers.hr/hr/naslovnica/> ( pristupljeno dana 24.4.2020.)

4. Introduction Codey Rocky ,

<http://docs.makeblock.com/codeyroky/en/tutorials/introduction.html>, (pristupljeno dana 25.4.2020.)

5. Introduction Halocode,

<http://docs.makeblock.com/halocode/en/tutorials/introduction.html>, (pristupljeno dana 25.4.2020.)

6. Kako sastaviti mBota, <https://izradi.croatianmakers.hr/project/sastavljanje-mbota/> (pristupljeno dana 25.4.2020.)

7. mBlock, <https://www.makeblock.com/software/mblock5> (pristupljeno dana 25.4.2020.)

8. mBlock5, <https://www.makeblock.com/software/mblock5> (pristupljeno 25.4.2020.)

9. mCore, <https://www.makeblock.com/project/mcore> (pristupljeno dana 25.4.2020.)

10. MotionBlock, <https://www.mblock.cc/doc/en/hardware-guide/motion-block/motion-block.html> (pristupljeno dana 25.4.2020.)

11. Overview, <https://www.mblock.cc/doc/en/hardware-guide/hardware-guide.html?home> (pristupljeno dana 25.4.2020.)

12. STEM – What is it and why is important,

[https://www.youtube.com/watch?v=fH5iLx\\_jCUk](https://www.youtube.com/watch?v=fH5iLx_jCUk) (pregledano dana 24.4.2020.)

13. Uvodno o mBotu , <https://izradi.croatianmakers.hr/project/uvodno-o-mbotu/>

(pristupljeno 25.4.2020.)

## **Životopis**

Moje ime je Veronika Brlek, rođena sam 16. rujna 1996. godine u Varaždinu. Živim u Novom Marofu. Pohađala sam Osnovnu školu Novi Marof, a srednjoškolsko obrazovanje nastavila sam u Prvoj gimnaziji Varaždin (smjer: opća gimnazija). Završetkom srednje škole, 2015. godine, upisala sam Učiteljski fakultet u Zagrebu, odsjek u Čakovcu, modul informatika kao redovan student.

## **Izjava o samostalnoj izradi rada**

Ja, Veronika Brlek, izjavljujem da sam ovaj diplomski rad, na temu Edukativni roboti i njihova primjena u obrazovanju, izradila samostalno uz vlastito znanje, uz pomoć stručne literature i mentora, izv. prof. dr. sc. Predraga Oreškog.

POTPIS:

---