

Učenje programiranja uz pomoć edukativnih robota

Marijanović, Lana

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:147:838945>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-09**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE

Lana Marijanović

UČENJE PROGRAMIRANJA UZ POMOĆ EDUKATIVNIH
ROBOTA

Diplomski rad

Zagreb, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE

Lana Marijanović

UČENJE PROGRAMIRANJA UZ POMOĆ EDUKATIVNIH
ROBOTA

Diplomski rad

Mentor rada:

Izv. prof. dr. sc. Predrag Oreški

Zagreb, rujan 2024.

SAŽETAK

Ovaj diplomski rad temelji se na prikazu primjene edukativnih robota u procesu učenja programiranja u osnovnom obrazovanju. Poučavanje programiranja omogućuje učenicima razmišljanje na drugačiji način. Samo programiranje, za učenike koji su tek započeli s učenjem programiranja, jest najčešće veliki izazov. Međutim, korištenjem robota pri učenju istog, učenici imaju mogućnost vizualizirati te fizički osvijestiti, odnosno doživjeti elemente programiranja koji inače djeluju apstraktno i zahtjevno. Programski alat poput Scratch-a, vizualnog programskog jezika koji je namijenjen djeci od 8 do 16 godina, uvelike potiče na razvijanje mašte, raznih ideja te kreativnosti. Nadalje, fokus će biti i na uređajima poput Codey Rockyja i mBot-a, edukacijskim robotima. Rad će pružiti pregled karakteristika, prednosti i nedostataka, njihove tehničke specifikacije te mogućnosti programiranja ovih robota kao alata za poticanje razvoja računalnog razmišljanja kod učenika. U radu će biti analizirane prednosti korištenja edukativnih robota u procesu učenja programiranja, uključujući praktično iskustvo, interaktivnost, poticanje kreativnosti i timskog rada. Također, istaknut će se i nedostaci, kao što su troškovi, ograničene mogućnosti programiranja ili tehnički problemi koji se mogu javiti. Cilj ovog rada je pružiti cjelovit pregled primjene edukativnih robota u obrazovnom kontekstu. Prikazat će se i primjena edukativnih robota u nekim drugim predmetima u osnovnoj školi poput glazbene kulture, likovne kulture, matematike, prirode i društva. Kroz primjere primjene u predmetima, biti će predstavljeno na koji način edukativni roboti mogu poticati kreativno i računalno razmišljanje, umjetničke izražaje te suradnju među učenicima. Osim toga, rad će raspravljati o tome kako integracija edukativnih robota u nastavu može unaprijediti razumijevanje tehnologije te potaknuti interes učenika za STEM područja. Na kraju, ovaj rad ima za cilj pružiti pregled mogućnosti i izazova u korištenju edukativnih robota za učenje programiranja kako bismo zapravo unaprijedili načine na koje ćemo potaknuti učenje i razvijanje vještine kod budućih generacija učenika.

Ključne riječi: edukativni roboti, učenje programiranja, osnovno obrazovanje, Codey Rocky, mBot, prednosti, nedostaci, Scratch

SUMMARY

This thesis is based on the presentation of the application of educational robots in the process of learning programming in primary education. Teaching programming allows students to think in a different way. Programming itself, for students who have just started learning programming, is usually a big challenge. However, by using a robot while learning it, students have the opportunity to visualize and physically become aware, that is, to experience elements of programming that otherwise seem abstract and demanding. A programming tool like Scratch- a visual programming language intended for children aged 8 to 16, greatly encourages the development of imagination, various ideas and creativity. Furthermore, the focus will be on devices like Codey Rocky and mBot, educational robots. The paper will provide an overview of the characteristics, advantages, and disadvantages, as well as their technical specifications, the possibility of programming these robots as a tool to encourage the development of computational thinking in students. The paper will analyze the advantages of using educational robots in the process of learning programming, including practical experience, interactivity, encouraging creativity and teamwork. Disadvantages, such as costs, limited programming possibilities or technical problems that may occur, will also be highlighted. The aim of this work is to provide a comprehensive overview of the application of educational robots in an educational context. The application of educational robots in some other subjects in elementary school, such as music culture, art, mathematics, science, will also be presented. Through examples of application in subjects, it will be presented how educational robots can encourage creative and computational thinking, artistic expression and cooperation among students. In addition, the paper will discuss how the integration of educational robots into the classroom can improve the understanding of technology and stimulate students' interest in STEM fields. Finally, this paper aims to provide an overview of the opportunities and challenges in using educational robots to teach programming in order to actually advance the ways in which we will encourage learning and skill development in future generations of students.

Keywords: educational robots, learning programming, primary education, Codey Rocky, mBot, advantages, disadvantages, Scratch

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. KURIKULUM ZA NASTAVU INFORMATIKE U OSNOVNIM ŠKOLAMA.....	3
2.1. <i>KURIKULUM ZA IZVANNASTAVNE AKTIVNOSTI U OSNOVNIM ŠKOLAMA.....</i>	<i>7</i>
3. PROGRAMIRANJE	9
3.1. <i>SCRATCH.....</i>	<i>10</i>
4. EDUKATIVNI ROBOTI	15
4.1. <i>PRIMJERI EDUKATIVNIH ROBOTA.....</i>	<i>15</i>
4.1.1. <i>Codey Rocky</i>	<i>15</i>
4.1.2. <i>mBot.....</i>	<i>18</i>
4.2. <i>POVEZIVANJE EDUKATIVNIH ROBOTA S UREĐAJIMA.....</i>	<i>19</i>
5. KORIŠTENJE EDUKATIVNIH ROBOTA U UČENJU PROGRAMIRANJA	21
5.1. <i>PRIMJERI PROGRAMA ZA KORIŠTENJE EDUKATIVNIH ROBOTA U UČENJU PROGRAMIRANJA.....</i>	<i>21</i>
5.2. <i>PREDNOSTI.....</i>	<i>26</i>
5.3. <i>NEDOSTACI.....</i>	<i>27</i>
6. MEĐUPREDMETNA KORELACIJA.....	28
6.1. <i>PRAKTIČNI PRIMJERI PROGRAMA ZA UPRAVLJANJE EDUKATIVNIM ROBOTIMA U NASTAVI</i>	<i>28</i>
7. ZAKLJUČAK	35
8. LITERATURA.....	36
9. IZJAVA O IZVORSNOSTI DIPLOMSKOG RADA.....	39

1. UVOD

U današnjem obrazovanju, razvoj digitalnih kompetencija postaje ključna komponenta školskog kurikulumu. Digitalna pismenost, koja uključuje osnovno razumijevanje i sposobnost korištenja digitalnih tehnologija, sada se smatra jednako važnom kao tradicionalne vještine poput čitanja, pisanja i matematike. Upravo je programiranje jedna od tih vještina, a edukativni roboti pružaju interaktivan i zabavan način za njeno savladavanje. Također, omogućuju učenicima da kroz igru i praksu lakše razumiju programiranje koje često učenicima djeluje apstraktno i teško.

Vrlo je važno istaknuti kako digitalna tehnologija može pomoći pri rješavanju problema u obrazovanju, kao i učenicima pri samom učenju. Ovi roboti zapravo nisu samo alati; oni su poput prijatelja koji učenicima pomažu da se snađu u svijetu tehnologije. Svaki uspješan korak u programiranju, svaki pokret robota kojeg su sami isprogramirali, budi u njima osjećaj postignuća i ponosa. Tako se stvara ljubav prema učenju i tehnologiji koja može trajati cijeli život.

Dosadašnja istraživanja pokazuju da rano učenje programiranja poboljšava vještine rješavanja problema, logičkog razmišljanja i kreativnosti. Papert (1980) ističe da djeca koja rano nauče programirati razvijaju bolju sposobnost kritičkog razmišljanja i analize problema. Korištenje edukativnih robota kao što su Codey Rocky i mBot može značajno unaprijediti proces učenja, čineći ga zabavnim i pristupačnim. Uvođenje ovih robota u osnovne škole pruža učenicima praktično iskustvo s tehnologijom, što dodatno motivira i angažira učenike.

Edukativni roboti, kao alati za učenje programiranja, omogućuju učenicima razmišljanje na drugačiji način. Programiranje postaje pristupačnije i razumljivije kroz konkretne primjere i aktivnosti za učenike. Uvođenje ovih tehnologija u obrazovni sustav zahtijeva prilagodbu nastavnog kurikulumu kako bi se osigurala kvalitetna primjena. Osim što pružaju priliku za praktično iskustvo i interaktivno učenje, edukativni roboti potiču kreativnost i timski rad. Kroz rad s edukativnim robotima, učenici razvijaju vještine rješavanja problema, kritičkog razmišljanja i suradnje. Ovi alati omogućuju učenicima da se bave složenijim zadacima kroz zabavne i edukativne aktivnosti, a mogu se integrirati i u različite nastavne predmete. Međutim, kao i sve, korištenje edukativnih robota ima svoje izazove. Nabava i održavanje robota može biti skupo, a tehnički problemi mogu ometati proces učenja. Također, ograničene mogućnosti

programiranja kod nekih robota mogu biti prepreka za naprednije učenike. Ipak, prednosti nadmašuju ove izazove, a edukativni roboti su vrijedan dodatak, odnosno proširenje u obrazovnom procesu. Kada bi u opće obrazovanje uvrstili robotiku, došlo bi do olakšanja i jednostavnijeg korištenja robota, kao i do usvajanja općenitog znanja o načelima robotskih naprava. Važno je postići primaran cilj kako bi učenici razvili spoznajne vještine za uspješno rješavanje tehničkih problema (Brlek i Oreški, 2020). Stoga se ovaj rad temelji na prikazu primjene edukativnih robota u procesu učenja programiranja u osnovnom obrazovanju. Cilj rada je pružiti sveobuhvatan pregled kako su edukativni roboti uvršteni u naš obrazovni sustav, odnosno kako se koriste u školama, uključujući praktične primjere. Rad će obuhvatiti pregled trenutnog kurikulumu za informatiku, detaljnu analizu različitih edukativnih robota, te načine na koje se ovi roboti mogu koristiti ne samo za programiranje, već i u drugim predmetima.

2. KURIKULUM ZA NASTAVU INFORMATIKE U OSNOVNIM ŠKOLAMA

Kurikulum za nastavu informatike u osnovnim školama u Republici Hrvatskoj osmišljen je kako bi učenicima omogućio stjecanje ključnih digitalnih vještina potrebnih za život u modernom svijetu. Informatika kao predmet nastoji učenicima približiti osnovne principe računalnih znanosti, razvoj logičkog razmišljanja te praktične vještine koje će im koristiti ne samo u daljnjem obrazovanju, već i u svakodnevnom životu. Edukativni roboti, kao što su Codey Rocky i mBot, integrirani su u nastavu kako bi učenici kroz praktične aktivnosti mogli bolje razumjeti apstraktne pojmove programiranja. Učenici se upoznaju s osnovnim dijelovima računala, operativnim sustavima i osnovnim softverskim alatima. Programiranje se poučava kroz uporabu vizualnih programskih jezika poput Scratcha, gdje učenici stvaraju svoje prve programe, razvijajući kreativnost i logičko razmišljanje. Također, učenici uče o važnosti sigurnog ponašanja na internetu, zaštiti osobnih podataka i etičkom korištenju tehnologije.

U Kurikulumu nastavnoga predmeta Informatika za osnovne i srednje škole ishodi i ciljevi predmeta temelje se na četiri ključne domene: e-Društvo, Digitalna pismenost i komunikacija, Računalno razmišljanje i programiranje te Informacije i digitalna tehnologija (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2018). Kroz informatiku učenici stječu osnovna znanja o računalnoj znanosti i razumijevanju digitalnog prikaza, pohrane i prijenosa podataka, a ovi sadržaji se proučavaju kroz domenu *Informacije i digitalna tehnologija*. Vrlo važno je razvijati logičko i algoritamsko razmišljanje, koje je ujedno i ključno za rješavanje problemskih zadataka iz svakodnevnog života pomoću programskih jezika. Domena *Računalno razmišljanje i programiranje* odnosi se na proces stvaranja aplikacija, od ideje do konačnog proizvoda te potiče inovativnost, stvaralaštvo i poduzetnost kod učenika. Zatim, domena *Digitalne pismenosti i komunikacije* čini uporaba različitih programa za komunikaciju i suradnju gdje se razvijaju komunikacijske i društvene vještine. Nadalje, domena *e-Društvo*, koja je ujedno i posljednja, temelji se na sigurnosti mreža, zaštiti podataka, elektroničkom nasilju i brizi o osobnom digitalnom ugledu. Ove teme razvijaju vještine i stavove potrebne za odgovorno sudjelovanje u digitalnom društvu. Također, dijeljenje podataka te poštivanje etičkih načela omogućuje stvaranje novih znanja i vrijednosti. Domene se međusobno isprepliću i nadopunjuju (Slika 1).



Slika 1. Prikaz povezanosti domena (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2018)

U nastavku slijedi tablica u kojoj su prikazani odgojno-obrazovni ishodi s obzirom na domene i razrade koje je Ministarstvo znanosti i obrazovanja propisalo temeljem Odluke o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Informatike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2018).

Tablica 1. Prikaz odgojno-obrazovnih ishoda prema razredima i domenama

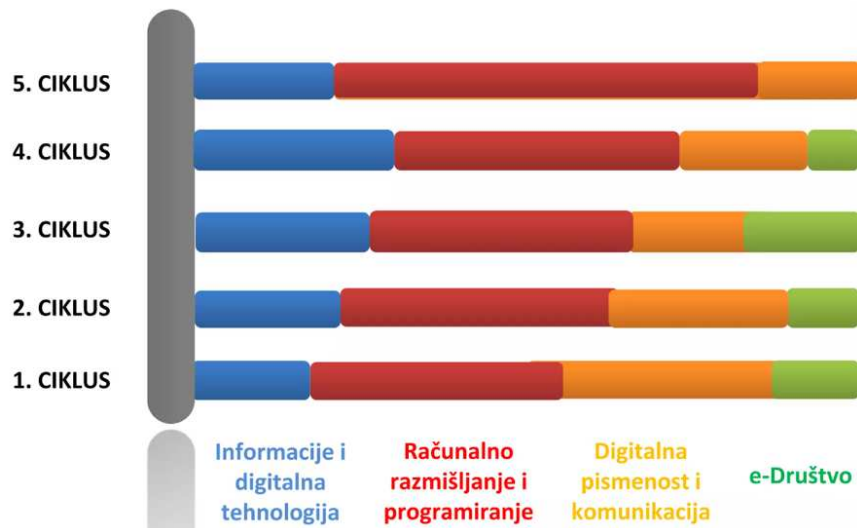
I. razred	
Domena	Ishod
Informacije i digitalna tehnologija	Nakon prve godine učenja Informatike učenik će moći: - prepoznati digitalnu tehnologiju i komunicira s poznatim osobama uz pomoć učitelja u sigurnome digitalnom okruženju - razlikuje oblike digitalnih sadržaja, uređaje i postupke za njihovo stvaranje.
Računalno razmišljanje i programiranje	- učenik rješava jednostavan logički zadatak - učenik prati i prikazuje slijed koraka potrebnih za rješavanje nekoga jednostavnog zadatka
Digitalna pismenost i komunikacija	- uz podršku učitelja koristi se predloženim programima i digitalnim obrazovnim sadržajima - uz podršku učitelja vrlo jednostavnim radnjama izrađuje jednostavne digitalne sadržaje
e-Društvo	- pažljivo i odgovorno koristi se informacijskom i komunikacijskom opremom i štiti svoje osobne podatke - primjenjuje zdrave navike ponašanja tijekom rada na računalu i prihvaća preporuke o količini vremena provedenoga za računalom

II. razred	
Domena	Ishod
Informacije i digitalna tehnologija	<ul style="list-style-type: none"> - objašnjava ulogu programa u uporabi računala - uz pomoć učitelja prepoznaje internet kao izvor nekih usluga i podataka te pretražuje preporučene sadržaje
Računalno razmišljanje i programiranje	<ul style="list-style-type: none"> - analizira niz uputa koje izvode jednostavan zadatak, ako je potrebno ispravlja pogrešan redoslijed - stvara niz uputa u kojemu upotrebljava ponavljanje
Digitalna pismenost i komunikacija	<ul style="list-style-type: none"> - prema savjetima učitelja odabire uređaj i program za jednostavne školske zadatke - izrađuje digitalne radove kombiniranjem različitih oblika sadržaja uz podršku učitelja - uz pomoć učitelja surađuje i komunicira s poznatim osobama u sigurnome digitalnom okruženju
e-Društvo	<ul style="list-style-type: none"> - koristi se e-uslugama u području odgoja i obrazovanja - analizira neke opasnosti koje mogu nastupiti pri uporabi računala i interneta te pravilno na njih reagira - odgovorno se ponaša pri korištenju sadržajima i uslugama na internetu radi zaštite osobnih podataka i digitalnoga ugleda

III. razred	
Domena	Ishod
Informacije i digitalna tehnologija	<ul style="list-style-type: none"> - koristi se simbolima za prikazivanje podataka - objašnjava i analizira jednostavne hardverske/softverske probleme i poteškoće koji se mogu dogoditi tijekom njihove uporabe
Računalno razmišljanje i programiranje	<ul style="list-style-type: none"> - stvara program korištenjem vizualnoga okruženja u kojem se koristi slijedom koraka, ponavljanjem i odlukom te uz pomoć učitelja vrednuje svoje rješenje - slaže podatke na koristan način
Digitalna pismenost i komunikacija	<ul style="list-style-type: none"> - samostalno odabire uređaj i program iz skupa predloženih te procjenjuje načine njihove uporabe - prema uputama izrađuje jednostavne digitalne radove - koristi se sigurnim digitalnim okruženjem za komunikaciju u suradničkim aktivnostima - razlikuje uloge i aktivnosti koje zahtijeva suradničko online okruženje
e-Društvo	<ul style="list-style-type: none"> - primjenjuje preporuke o preraspodjeli vremena u kojemu se koristi digitalnom tehnologijom za učenje, komunikaciju i zabavu te primjenjuje zdrave navike - primjereno reagira na svaku opasnost/neugodnost u digitalnome okruženju, štiti svoje i tuđe osobne podatke.

IV. razred	
Domena	Ishod
Informacije i digitalna tehnologija	<ul style="list-style-type: none"> - objašnjava koncept računalne mreže, razlikuje mogućnosti koje one nude za komunikaciju i suradnju, opisuje ih kao izvor podataka - analizira čimbenike koji razlikuju ljude od strojeva te proučava načine interakcije čovjek – stroj - koristi se simbolima za prikazivanje podataka, analizira postupak prikazivanja te vrednuje njegovu učinkovitost
Računalno razmišljanje i programiranje	<ul style="list-style-type: none"> - stvara program korištenjem vizualnog okruženja u kojem koristi slijed, ponavljanje, odluku i ulazne vrijednosti - rješava složenije logičke zadatke s uporabom računala ili bez uporabe računala
Digitalna pismenost i komunikacija	<ul style="list-style-type: none"> - odabire prikladan program za zadani zadatak, preporučuje ga drugima te istražuje mogućnosti sličnih programa - osmišljava plan izrade digitalnoga rada, izrađuje i vrednuje rad - u suradničkom online okruženju zajednički planira i ostvaruje jednostavne ideje.
e-Društvo	<ul style="list-style-type: none"> - istražuje ograničenja uporabe računalne tehnologije te primjenjuje upute za očuvanje zdravlja i sigurnost pri radu s računalom - analizira široki spektar poslova koji zahtijevaju znanje ili uporabu informacijske i komunikacijske tehnologije.

Sve su domene međusobno povezane, pojedini se sadržaji mogu razmatrati u više domena, ali nisu jednako zastupljene u svim razredima, što je vidljivo iz grafičkog prikaza domena prema ciklusima na priloženoj Slici 2 (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2018). Neki ishodi ne zahtijevaju jednako vrijeme učenja, što je vidljivo iz prikaza, već u završnim ciklusima obrazovanja domena *Računalno razmišljanje i programiranje* postaje najzastupljenija.



Slika 2. Prikaz domena prema ciklusima (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2018).

2.1. KURIKULUM ZA IZVANNASTAVNE AKTIVNOSTI U OSNOVNIM ŠKOLAMA

Izvannastavne aktivnosti u osnovnoj školi vrlo su bitne za dodatno proširenje znanja i vještina učenika izvan standardnog kurikuluma. Naime, kurikulum za ove aktivnosti osmišljen je tako da učenicima omogućuje istraživanje vlastitih interesa i razvijanje praktičnih vještina kroz projektne zadatke. Sastavljanje kurikuluma za izvannastavne aktivnosti provode članovi iz radne skupine, odnosno autorski i savjetodavni tim. Oni imaju specifična znanja, vještine i iskustvo potrebno za razvoj kurikuluma za neko određeno područje. Primjerice za razvoj kurikuluma o novim digitalnim tehnologijama i umjetnoj inteligenciji, radna skupina se sastoji od učitelja i nastavnika iz tehničkog i informatičkog, matematičkog i jezično-komunikacijskog područja, razredne nastave i strukovnih predmeta te pedagoga i drugih stručnjaka (Blažić i sur., 2024).

Izborna nastava, robotika, je jedna od najzanimljivijih izvannastavnih aktivnosti, koja uključuje rad s edukativnim robotima. Ovi roboti imaju velike mogućnosti, učenici primjerice programiraju robote da se kreću, izbjegavaju prepreke, reproduciraju zvukove, izvršavaju složenije zadatke. Kroz ove aktivnosti, učenici razvijaju svoju maštu, kritičko razmišljanje i suradnju te se pripremaju za buduće izazove u tehnološkom svijetu. Nadalje, natjecanja u robotici mogu dodatno motivirati učenike tako što im se pruži prilika da pokažu svoje vještine i natječu se s vršnjacima iz drugih škola. Ova natjecanja potiču učenike na rad pod pritiskom, ujedno im pružaju i vrijedna iskustva u rješavanju problema u stvarnom životu.

Prethodno istaknuto je zapravo vrlo korisno za daljnji život jer su često situacije u životu upravo takve – pod pritiskom, pune problema, prepreka, iznenadnih situacija i rokova. Dakle, izvannastavne aktivnosti mogu pružiti učenicima dublje razumijevanje kako se tehnologija može koristiti za rješavanje stvarnih problema. Učenici koji sudjeluju u ovakvim izvannastavnim aktivnostima često pokazuju veći interes za STEM područja, odnosno za znanost, tehnologiju, inženjerstvo i matematiku, a samim time razvijaju vještine koje su ključne za njihov budući profesionalni put i napredak. Kombinacija redovnog kurikuluma i izvannastavnih aktivnosti pruža cjelovit pristup učenju. Učenicima se omogućuje da na praktičan i zabavan način usvoje važne digitalne vještine koje će im biti korisne u daljnjem obrazovanju i svakodnevnom životu (Blažić i sur., 2024).

3. PROGRAMIRANJE

Programiranje je tehnička vještina kojom se rješavaju problemi, otklanjaju greške, a ujedno i vrlo moćan alat za razvoj logičkog, apstraktnog, računalnog razmišljanja i kreativnosti kod učenika. Kada govorimo o programiranju u kontekstu obrazovanja, ono može značajno poboljšati kognitivne sposobnosti djece. Dakle, utječe i na njihovu sposobnost za rješavanje problema, analitičko razmišljanje i kreativno izražavanje (Papert, 1980). Sve navedeno zapravo podrazumijeva razvoj strategija za rješavanje problema koji nisu nužno povezani s programiranjem. Upravo se zbog toga može reći da programiranje mijenja način razmišljanja. S obzirom da živimo u digitalnom dobu i da je djeci tehnologija „prirodno“ okruženje, jasno je da bi takve promjene trebali uzeti u obzir u školovanju (Bubica i sur., 2013).

Prema poznatom švicarskom psihologu Jeanu Piagetu postoje četiri stadija kognitivnog razvoja čovjeka. Prvi stadij je senzomotorički (0.-2. godine), drugi stadij je predoperacijski (2.-7. godine), treći je stadij konkretnih operacija (7.-11. godine) i tada djeca kreću u školu. Stadij formalnih operacija je četvrti i posljednji stadij u teoriji kognitivnog razvoja, ovaj stadij počinje oko 11. godine života i traje do odrasle dobi. Školska djeca shvaćaju da određena količina vode ili pijeska ostaje nepromijenjena iako se njihov vanjski izgled promijenio. Tada je dijete u stanju logički pristupiti rješavanju problema. Također, organiziraju predmete u hijerarhijske sustave klasa i potklasa, ali u usporedbi s odraslima, mišljenje školske djece slabije je razvijeno i nije apstraktno (Berk, 2008). Mnogi ljudi zapravo nikad ne dosegnu stadij formalnih operacija, što je također sposobnost apstraktnog mišljenja. Jasno je da je ljudima urođeno, odnosno prirodno razmišljati od konkretnog prema apstraktnom (Bubica i sur., 2013). Većina učenika na početku njihova školovanja nema mogućnost apstraktnog razmišljanja, programiranje je samo po sebi zaista apstraktno i teško za učenje. Vizualni programski jezici, koji omogućuju učenje programiranja u konkretnom okruženju, rješenje su upravo tog problema. Kada učenici slažu blokove na vizualni način, ovakvim načinom programiranja izbjegavaju se poruke o greškama prevoditelja koje se inače pojavljuju kod tradicionalnih programskih jezika. Osim uklanjanja navedenog problema, programski jezici omogućuju učenje, već navedenog, programiranja u konkretnom okruženju, gdje apstraktni pojmovi poput varijabli, petlji i sl. u vizualnom okruženju pružaju konkretno iskustvo (Bubica i sur., 2013). Neki od edukativnih robota koji koriste ovu vrstu vizualnog programiranja su:

Dash and Dot, robotski par koji uče manju djecu osnovama programiranja na uređajima kao što su iPhone ili iPad te na Android uređajima (Wonder Workshop, 2024). Ovdje se koristi

programski jezik Blockly. Sphero SPRK+ je odličan robot za različite vrste programiranja te se isto tako može programirati i upotrebljavati s aplikacijama poput Tickle (Sáez-López i sur., 2019). Uz navede robote bit će predstavljeni edukativni roboti *Codey Rocky* te *mBot*.



Slika 3. Prikaz robota Dash and Dot, preuzeto s: <https://robotixeducation.ca/collections/dash-dot-robot>



Slika 4. Prikaz robota Sphero SPRK+ , preuzeto s: <https://sphero.com/>

3.1. SCRATCH

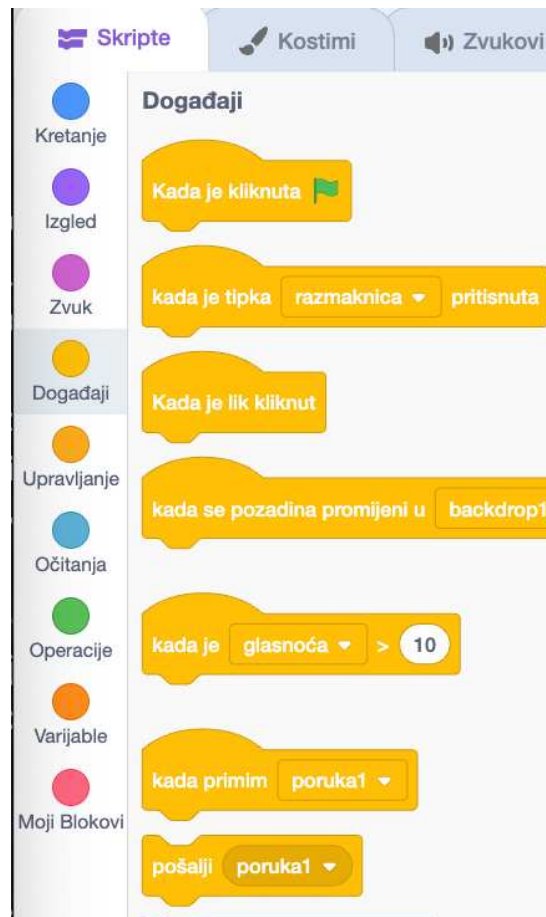
Programiranje u vizualnim okruženjima može ublažiti stresan početak učenja programiranja jer u takvim okruženjima ne postoje sintaktičke pogreške. Danas se vizualno programiranje koristi za početno učenje koncepata računalne znanosti i programiranja jer podupire učenje putem istraživanja (Bubica i sur., 2014).

Scratch kao vizualni programski jezik pripada u skupinu vizualno-blokovskih jezika te je samim time primjeren za rad s učenicima u stadiju konkretnih operacija. S obzirom na kognitivni razvoj učenika, *Scratch* odgovara učenicima do 6. razreda, iako se već u petom razredu može zamijeniti nekim malo složenijim programskim jezikom. Razvijen je u MIT Media Lab-u, s ciljem da djeci omogući pristup u svijet programiranja na zabavan i interaktivan način (Resnick i sur., 2009). Ovaj programski jezik u pozadini ima vrlo zanimljivu priču. Naime, *Scratch* je nastao zahvaljujući suradnji tima sa tvrtkom Lego na projektu robota Lego Mindstorms. Djeca koja su bila uključena u ovaj projekt pokazala su iznimne sposobnosti u korištenju Lego kocaka, stvarajući maštovite strukture, odnosno sljedove. Uočeno je da Lego kocke ne potiču samo dječju maštu, već im pružaju i slobodu u stvaranju. Upravo taj pristup primijenjen je i kod razvoja *Scratcha*. Blokovi koji čine naredbe u *Scratchu* dizajnirani su tako da se slažu poput Lego kockica, čineći programiranje jednostavnim i intuitivnim za djecu (Bubica i sur., 2013) Bitno je istaknuti da je ovaj programski jezik uvijek besplatan i dostupan na više od 70 jezika (MIT Scratch Team, n.d.). Dostupan je putem web preglednika stoga nije potrebna instalacija na računalo, a trenutno je dostupna posljednja verzija *Scratch 3.29.1*.



Slika 5. Prikaz loga *Scratch*, preuzeto s: https://en.scratch-wiki.info/wiki/Scratch_Logo

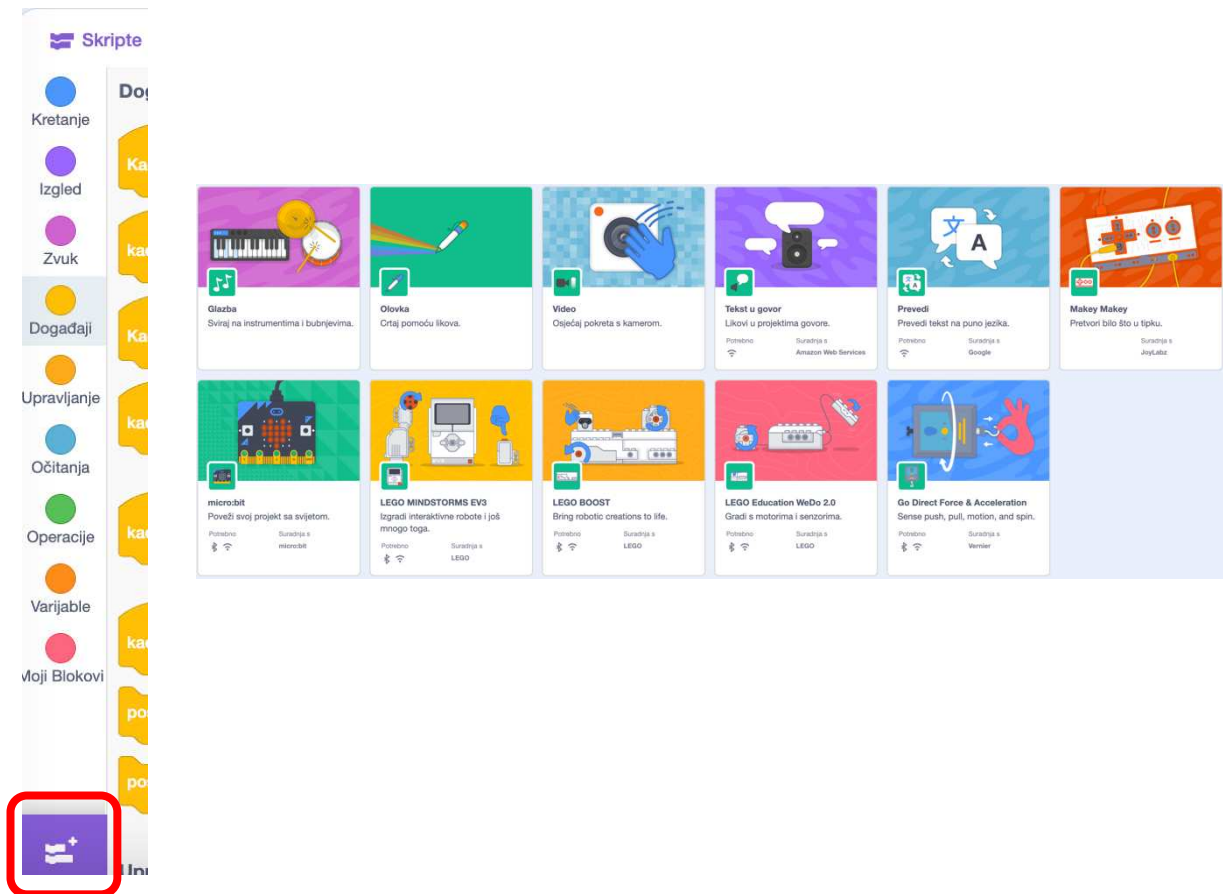
Osmišljen je za izradu interaktivnih priča, animacija i igara te omogućuje dijeljenje radova, projekata s drugim korisnicima mrežne zajednice što je velika prednost. *Scratch* je baziran na blokovima koji su, ovisno o njihovoj funkciji, raspoređeni u kategorije različitih boja.



Slika 6. Prikaz raspoređenih blokova u Scratch-u

Blokovi se slažu poput slagalice, što osigurava veći fokus na samu logiku i rješavanje problema. Slaganjem blokova u cjeline dobivaju se naredbe za određenu pozadinu ili lik. Likovi se nalaze na pozadinama (pozornicama) gdje se pokretanjem programa izvršava napisani, odnosno sastavljeni kod. Rezultati su različite radnje u kojima sudjeluju likovi, različiti oblici.

Blokovi u *Scratch-u* su raspoređeni u grupama skripti različitih boja. Naime, blokovi iz određene grupe mogu se vidjeti tek kada se klikne na skriptu. Postoji devet osnovnih grupa skripti, odnosno kategorija, uz proširenja koje možemo učitati kao što je prikazano na slici 7 (Budojević i Kanić, 2019).



Slika 7. Prikaz osnovnih grupa skripti i proširenja u Scratch-u

Osnovne grupe skripti su:

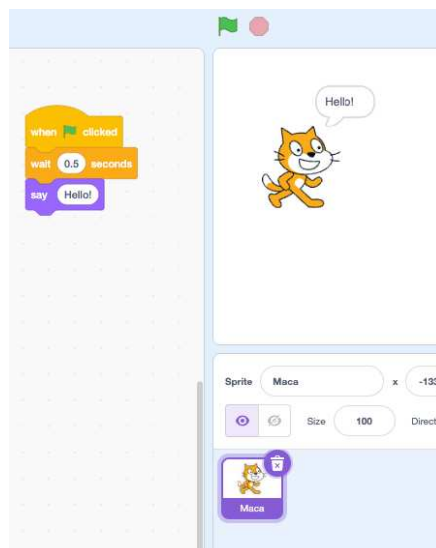
- *Kretanje* koje se odnosi na pomicanje likova.
- *Izgled* predstavljaju blokove povezane s vanjskim izgledom likova i pozornice. *Zvuk* su blokovi koji služe za reprodukciju različitih zvukova.
- *Događaji* su zapravo blokovi koji služe za aktiviranje drugih blokova ili slanje poruke drugom dijelu bloka skripti da se počne izvoditi.
- Blokovi grupe *upravljanje* upravljaju tijekom programa te sadrže „petlje“ i blokove koji donose odluke u programu.
- Blokovi koji su povezani s likovima i pozornicom se nazivaju *očitanja*. Otkrivaju primjerice kada jedan lik dodiruje drugi ili kad lik očitava senzorom određenu boju. *Operacije* koje sadržavaju blokove za različite matematičke funkcionalnosti.
- *Varijable* se dijele na još dvije potkategorije, varijable i liste koje su povezane s pohranjivanjem i pristupom podacima (Budojević i Kanić, 2019).

Dakle, svaki blok ima svoju boju i oblik ovisno o grupi skripti koji odaberemo, a sklapanjem blokova mogu se raditi različite stvari u programu. Vrlo je bitno paziti na redoslijed blokova jer se program izvodi od prvog do zadnjeg bloka, točno tim redoslijedom te je prvi blok uvijek neki događaj, primjer možemo vidjeti na slici 8 (Budojević i Kanić, 2019).



Slika 8: Prikaz primjera redoslijeda blokova

Grafički blokovi ovog programa omogućuju učenicima brzo razumijevanje osnovnih elemenata programiranja. Jedna od ključnih karakteristika *Scratch-a* je mogućnost učenja kroz igru i praksu. Učenici korištenjem ovog programskog jezika, mogu odmah vidjeti rezultate svog rada, što je jako motivirajuće (Resnick i sur., 2009).



Slika 9. Prikaz blokova i lika u Scratch-u

4. EDUKATIVNI ROBOTI

Jedan od najboljih obrazovnih i tehnoloških alata u obrazovanju, za integriranje računalnog razmišljanja, samoučinkovitosti, kreativnosti, inženjerstva i razvoja vještina programiranja, su roboti (Eguchi, 2014). Korištenje robota u obrazovanju, odnosno nastavi omogućava učenicima da se bolje upoznaju s inovativnim tehnološkim postignućima. Samim time, potiče ih na aktivno sudjelovanje u procesu stvaranja. Učenici su tada prvenstveno oni koji stvaraju, a zatim korisnici tehnologija s kojima će se kasnije susresti. Aktivnosti koje uključuju edukativne robote potiču razvoj kritičkog razmišljanja, suradnje među učenicima te rješavanja problema. Također, uz pomoć konstruiranja i programiranja robota, takve aktivnosti usmjerene su na razvoj tehničkog znanja i vještina kod učenika (Frangou i sur., 2008). Učenje robotike ili s robotima temelji se na konstruktivističkoj teoriji učenja koja ističe vlastito iskustvo kao najbitnije. Učenici razvijaju znanja kroz vlastita iskustva, uz vodstvo učitelja te se to odvija u kooperativnom okruženju koje naglašava aktivno sudjelovanje učenika. Korištenje edukativnih robota u nastavi obogaćuje obrazovni, omogućujući ostvarivanje ishoda učenja na inovativan način (Frangou i sur., 2008). Najčešće se to ostvaruje korištenjem edukativnih robota kao alata za projektno učenje, gdje su STEM vještine, vještine programiranja, računalnog razmišljanja i inženjerstva integrirane u jedan projekt. Edukativni roboti omogućuju da učenici propitaju i razmišljaju o tehnologiji, a robotika omogućuje da istražuju kako se tehnologija primjenjuje u svakodnevni život. Bitno je napomenuti da je pri integriranju edukativnih robota vrlo važno koristiti određene metode učenja i poučavanja koje su u skladu s kurikulumom kako bi se iskoristio njihov maksimalan potencijal (Arlegui i sur., 2008). Edukativni roboti poput *Codey Rockya* i *mBot-a*, zbog svog dizajna i pristupačnosti djeci i početnicima, pružaju mogućnost da djeca vizualiziraju i dožive elemente programiranja na praktičan način.

4.1. PRIMJERI EDUKATIVNIH ROBOTA

4.1.1. *Codey Rocky*

Codey Rocky je edukativni robot kojeg je razvila tvrtka *Makeblock*. Dizajniran je za učenice i učenike s ciljem da im pomogne u učenju osnova programiranja i robotike. Kombinira hardver sa softverom što pruža djeci da uče programirati stvaranjem i igranjem. Za njegovo pokretanje potrebno je koristiti *mBlock 5*, softver koji podržava vizualno programiranje koristeći *Scratch* blokove. Također, *mBlock 5* podržava pisanje programa kao u *Pythonu*. S računalom se povezuje putem *Bluetooth-a* ili *Micro USB-a*. (Makeblock, 2023).



Slika 10. mBlock 5 logo, preuzeto s: <https://support.makeblock.com/hc/en-us/sections/360001829013-mBlock-5>

Izgled programskog okruženja mBlock 5 prikazan je na slici 11.



Slika 11. Prikaz mBlock 5 uređivača



Slika 12. Prikaz dijelova Codey Rockyja (Makeblock, 2023)

Codey Rocky se sastoji od dva dijela:

Codey služi kao „mozak“ robota i opremljen je s nekoliko senzora i tipki. Može raditi zasebno, ali i u kombinaciji s Rockyjem.



Slika 13. Prikaz Codeyja (Makeblock, 2023)

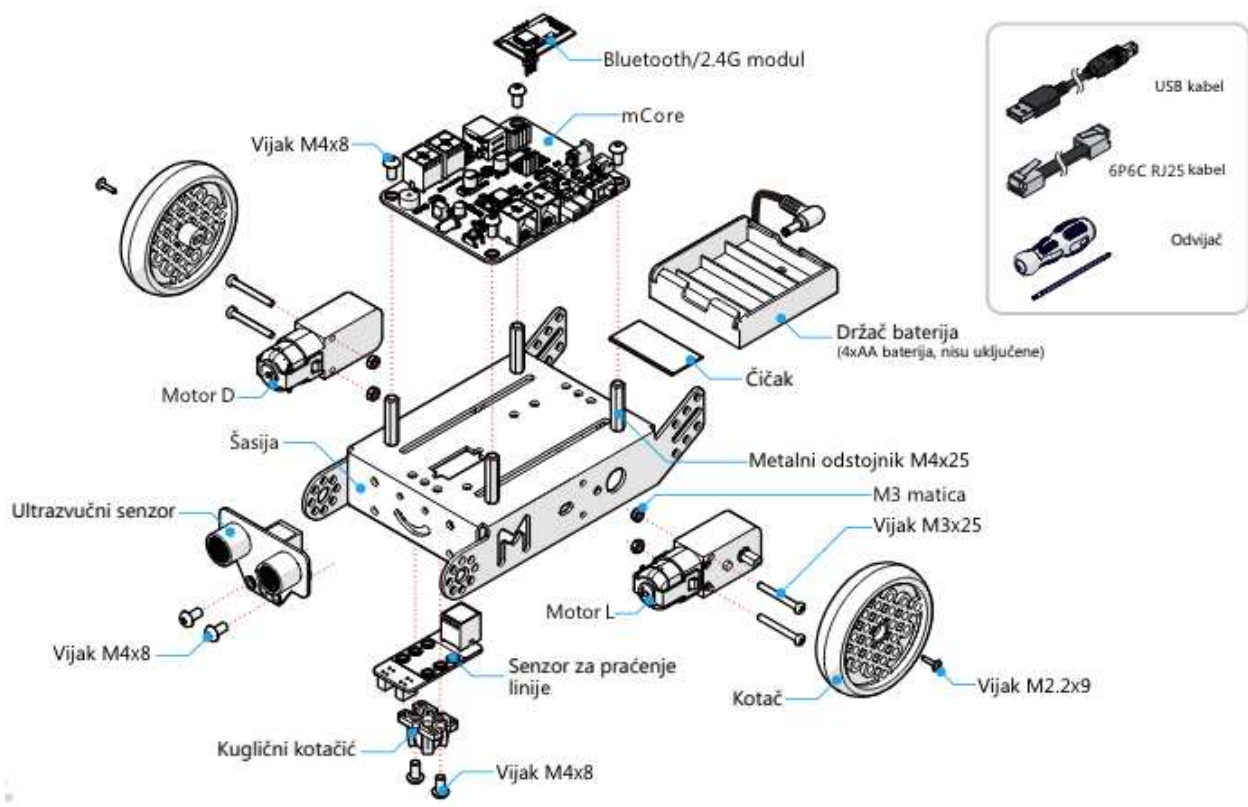
Rocky služi kao baza, odnosno kao vozilo Codeyja. Pomoću ovog dijela robot može izvršiti puno više zadataka, primjerice izbjegavati prepreke, prepoznavati boje, pratiti određene linije i drugo (Makeblock, 2023).



Slika 14. Prikaz Rockyja (Makeblock, 2023)

4.1.2. mBot

mBot je edukativni robotski komplet koji je razvila tvrtka *Makeblock*. Osmišljen je kako bi djeci pružio praktična iskustva iz grafičkog programiranja, elektronike i robotike (IRIM 2016). Ovaj robot je iznimno fleksibilan i prilagodljiv i upravo ga to čini pogodnim za različite razine znanja te uzraste učenika. *mBot* je modularni robot, što znači da ga učenici mogu sami sastavljati i prilagođavati prema vlastitim potrebama i željama. Razne se komponente robota lako sastavljaju i prilagođavaju što učenicima omogućuje eksperimentiranje s različitim konfiguracijama te se zbog toga potiče kreativnost i razumijevanje osnovnih elemenata mehanike i elektronike (Makeblock, 2023). Podržava različite programske jezike, uključujući vizualni programski jezik *Scratch* i tekstualne jezike poput *Arduina*. *mBot* može biti programiran putem računala, tableta i pametnih telefona, što u potpunosti omogućuje fleksibilnost učenicima da započnu s jednostavnijim programiranjem u blokovima i postupno napreduju prema složenijim programskim konceptima. Važno je napomenuti da se *mBot* povezuje na uređaje pomoću Bluetooth-a i USB kabela (Makeblock, 2023). Najvažniji dio ovog robota je *mCore*, odnosno *Arduino* pločica koja predstavlja srce robota.

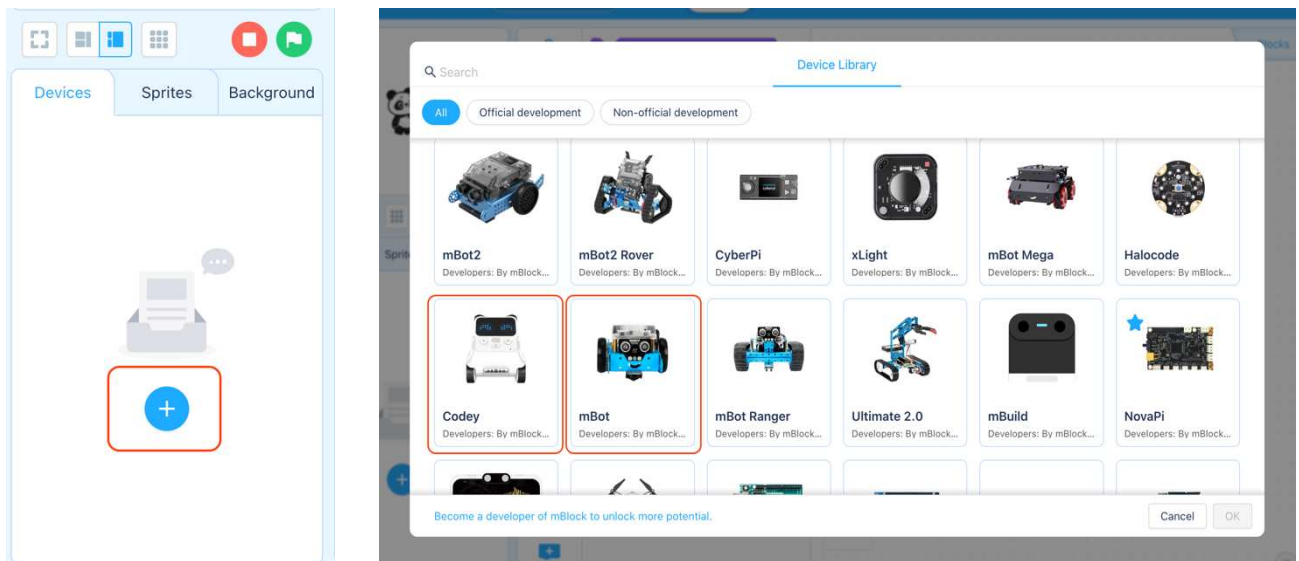


Slika 15. Prikaz dijelova mBot robota (IRIM, 2016)

4.2. POVEZIVANJE EDUKATIVNIH ROBOTA S UREĐAJIMA

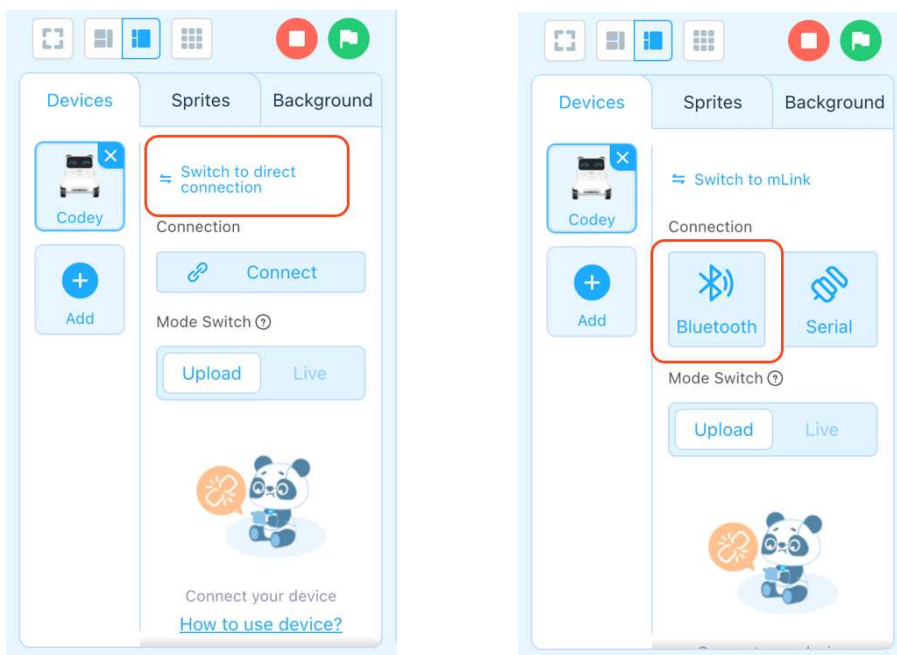
Predstavljeni roboti, *Codey Rocky* i *mBot*, imaju identičan postupak pri povezivanju robota s uređajima (računala, tableti, mobilni uređaji). Edukativni roboti *Codey Rocky* i *mBot* mogu se povezati pomoću dobivenog USB kabela ili Bluetooth-a (Makeblock, 2023).

Navedeni se roboti mogu povezati s računalom u nekoliko jednostavnih koraka. U prvom koraku u otvorenom mBlock programu odabiremo željeni uređaj (slika 16 i 17).

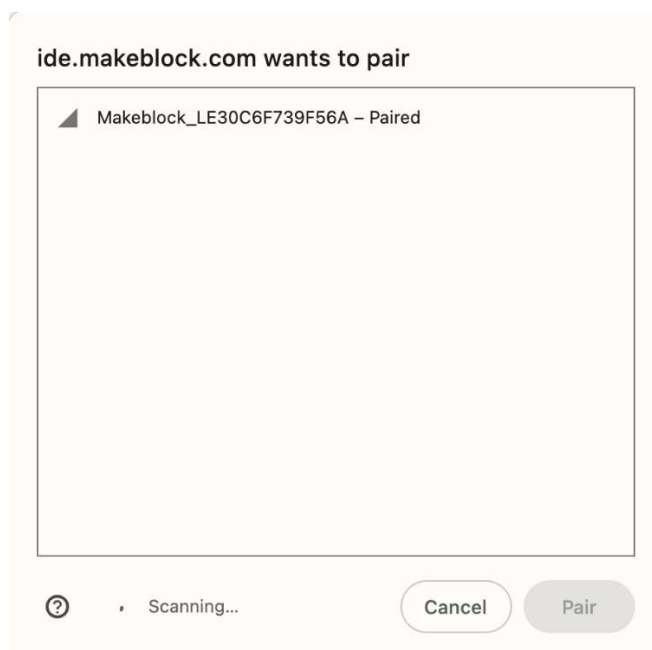


Slike 16. i 17. Prikaz spajanja uređaja s robotom

Tada u odjeljku 'pozornica' (eng. *stage*) treba promijeniti na direktno povezivanje (eng. *switch to direct connection*). U idućem koraku povezujemo odabrani robot na željeni način (Bluetooth ili USB kabel), kao što je prikazano na slikama broj 18 i 19 te u skočnom prozoru odabiremo robota kojeg želimo povezati (slika 20).



Slike 18. i 19. Prikaz spajanja uređaja s robotom



Slika 20. Prikaz skočnog prozora

Nakon povezivanja, bitno je provjeriti je li robot povezan sa željenim uređajem. Dakle, pojavit će se poruka koja potvrđuje povezivanje, stoga kada robot i uređaj budu povezani, može se poslati neka jednostavna naredba, poput paljenja LED svjetala, kako bi se provjerilo je li veza funkcionalna.

5. KORIŠTENJE EDUKATIVNIH ROBOTA U UČENJU PROGRAMIRANJA

Roboti *Codey Rocky* i *mBot* predviđeni su za korištenje tijekom cijelog osnovnoškolskog obrazovanja, dakle od prvog do osmog razreda. Korištenje edukativnih robota u učenju programiranja jest inovativan pristup koji potiče učenike da aktivno sudjeluju u učenju programiranja te samim time motivira učenike za više razine programiranja. Edukativni roboti poput *Codey Rockyja* i *mBot-a* omogućuju učenicima da praktičnim načinom primijene teorijska znanja i razvijaju vještine koje su važne za buduće obrazovanje u STEM područjima. U odnosu na suvremeni pristup poučavanja programiranja, tradicionalnim se pristupom zapravo uči izvan konteksta, bez iskustvenog učenja, odnosno praktičnog načina (Greenberg i sur., 2012).

5.1. PRIMJERI PROGRAMA ZA KORIŠTENJE EDUKATIVNIH ROBOTA U UČENJU PROGRAMIRANJA

Sljedeći primjeri programa i objašnjenja pokazuju kako se edukativni roboti poput *mBot-a* i *Codey Rockyja* mogu koristiti u svrhu učenja programiranja kroz praktične zadatke u razrednoj nastavi.

Za početak vrlo je bitno da učenici odmah na početku usvoje pojam niza (eng. *Sequence*). Niz čini nekoliko koraka koji su napisani određenim redoslijedom kako bi se izvršio zadatak. Dakle, bitno je kojim redoslijedom slažemo blokove jer će se upravo tim redoslijedom izvršavati. Vrlo je korisno da se uči kroz stvarne situacije stoga se prethodno može objasniti na način da ispričamo određenu priču, a zatim prikažemo kako to izgleda u mBlock-u, npr. *Ako dječak želi staviti hranu u hladnjak, mora slijediti korake: korak 1: Otvoriti hladnjak. Korak 2: Staviti hranu u hladnjak. Korak 3: Zatvoriti hladnjak.* Napominjemo učenicama ako dječak ne pripazi na redoslijed izvršavanja koraka, neće uspjeti staviti hranu u hladnjak. Slijedi kodiranje, što treba učiniti da bi Codey Rocky namignuo? Prvo je potrebno dodati događaj (eng. *event*) „Kada se dugme A pritisne“. Zatim, treba dodati blok iz grupe skripti *Izgled* (eng. *Looks*), treba odabrati blok „Prikaži sliku za 1 sek“ na kojem se nalaze oči te kako bi Codey otvorio oči. Potom, ponovno dodati blok „Prikaži sliku za 1 sek“, ali ovaj put jedno oko otvoreno, a drugo zatvoreno kako bi Codey namignuo. Za kraj treba dodati opet isti blok na kojem Codey ima otvorene oči, učitati program. Kada pritisnemo tipku A, Codey Rocky će namignuti kao na slici 21. Pomoću ovog programa učenici će razumjeti nizove i pomoću njih kreirati animacije.



Slika 21. Program za usvajanje pojma „niz“ (eng. *Sequence*)

Za program sa slike 22, također se može koristiti *Codey Rocky*. Učenici trebaju razumjeti pojam petlje, odnosno shvatiti kako funkcionira naredbe (blok) petlje s određenim brojem ponavljanja, a za shvaćanje toga pomoći će i animacija. Naime, u programskim jezicima, petlja se odnosi na skup uputa koje je potrebno izvršiti ponovno. Pri pisanju programa, možemo koristiti blok *Ponovi* (eng. *repeat*) te kako bismo odredili upute koje se moraju izvršiti ponovno. Učenicima treba napomenuti da upravo to čini kod „čistim“ i sažetim. Učiteljica može učenicima ispričati da priču kako je potrebno pomoći malenom oblaku koji želi visoko skakati po nebu, ali mu ide teško. Učenici mu trebaju pomoći.

Svaki program započinje događajem, a u ovom programu koristit će se događaj „Kada se dugme A pritisne“, zatim treba dodati blok iz grupe skripti *Ponavljanje*, blok „stalno ponavljaj“. Dakle, oblak će stalno skakati. Unutar tog bloka, dodajemo blok „Prikaži sliku za 1 sek“, blok iz grupe *Zvučnik*, „Sviraj zvuk skočiti“ i opet blok „Prikaži sliku za 1 sek“. Učenici trebaju sami nacrtati oblak za potrebe programa. Prethodnim će se stvoriti animacija u kojoj oblak skače i samim time naučiti što je petlja i kako se koristi. Također, za ovaj program može se koristiti blok „ponovi određeni broj puta, npr. 10“ pa će u tom slučaju oblak skočiti 10 puta.



Slika 22. Program za usvajanje pojma petlja

Također, učenici trebaju razumjeti i pojam uvjetne naredbe, odnosno koristiti uvjetne naredbe za izvršavanje zadataka. U programu kao što je prikazano na slici 23, robot će koristiti senzor za blizinu. Uz senzor boja na *Codey Rockyju* može se koristiti i senzor zvuka, svjetlosni senzor, senzor za boje i dodira te IR prijemnik i predajnik koji omogućuje komunikaciju s drugim uređajima te detektira infracrvene signale. *mBot je* također bogat sensorima te sadrži senzor i za mjerenje brzine motora koji mjeri brzinu rotacije motora te senzor pokreta.

Dakle, učenici će uz pomoć ovog programa naučiti što je uvjetna naredba (eng. *Conditional*). Uvjetna naredba se odnosi na upute koje ovise o tome je li nešto istina ili nije. Naredbe se izvršavaju samo ako je izjava koju smo postavili istinita, u suprotnom, program će samo preskočiti uputu. U ovoj naredbi „ako...onda“ (eng. *If...then*) u rupu u prostor u obliku šesterokuta postavlja se uvjet. Kao i svi programi tako i ovaj program započinje događajem, u ovom slučaju „Kada se dugme A pritisne“ zatim treba dodati blok iz grupe skripti *Upravljanje*, uvjetnu naredbu „ako...onda“. Ako prepozna zapreku a putu onda će se okrenuti udesno za 90 stupnjeva, kretati se naprijed jednu sekundu, okrenuti se ulijevo za 90 stupnjeva i kretati se naprijed. Unos podataka kod ovih robota odvija se pomoću gumba npr. gumb A, B, C ili kada robot detektira nešto putem senzora, a prikaz rezultata može biti zapravo reakcija robota poput zvuka, boje ili kretanje.



Slika 23. Program u kojem se koristi uvjetna naredba (eng. *Conditional*)

Isto tako proširivanjem prethodnog programa sa slike 23, možemo koristiti blok koji sadrži i „inače“ što predstavlja grananje. Dakle, ako je zapreka na putu onda će robot izvršiti napisano, inače će prikazati crvenu boju i pustiti zvuk kao na slici 24.



Slika 24. Prošireni program u kojem se koristi uvjetna naredba s „inače“, grananje

Posljednji primjer programa jest program u kojem se koriste varijable. Učenici trebaju usvojiti pojam varijable i naučiti kako je koristiti u kodu. Učiteljica treba učenicima objasniti da zamisle varijablu kao kutiju u koju spremamo informacije koje se mogu promijeniti. Varijabla mora imati jednostavno i prikladno ime kako bi je lako mogli razumjeti. U računalnom programiranju, varijabla je lokacija za pohranu povezana s određenim imenom. Kada se stvori, računalo će rezervirati mjesto za njezinu pohranu i dodijeliti mu ime. Pozivajući ime varijable, programi mogu čitati i mijenjati vrijednost u mjestu pohrane. U programu prikazanom na slici 25 koristeći varijable robot će računati, dodavat će i oduzimati broj jedan od nekog zadanog, početnog broja. Robot počinje brojem 0, stoga učenici trebaju varijablu „broj“ namjestiti da bude jednaka nuli kada se robot upali. Zatim, potrebno je dodati blok „Kada se dugme A pritisne“. Kada se pritisne gumb A, tada će se broj povećati za jedan. Isto i za gumb B, ali tada će se broj smanjiti za jedan te za prikaz rezultata potrebno je dodati blok „Prikaži...do kraja klizača“ ispod svakog događaja.



Slika 25. Program u kojem se koriste varijable

5.2. PREDNOSTI

Učenje programiranja uz pomoć edukativnih robota pruža posebne prednosti koje nisu prisutne kod učenja programiranja bez interaktivnih sredstava poput robota. Edukativni roboti pružaju učenje na dinamičan i praktičan način što može značajno poboljšati razumijevanje i zainteresiranost učenika.

Prema L. Rouhiainenu (2018) roboti bi mogli pomoći nastavnicima motivirati učenike te personalizirati proces učenja prema potrebama i sklonostima učenika. Korištenje robota u učenju programiranja omogućuje interaktivnost u nastavi. Učenici mogu uočiti kako kodovi koje ispisuju utječu na robota, što doprinosi boljem razumijevanju apstraktnih programskih koncepata. Na primjer, kada učenici isprogramiraju robota da se kreće, mogu odmah vidjeti rezultate, što pozitivno utječe na njihovu motivaciju i trud (Resnick i sur., 2009). Rad s robotima učenicima omogućuje da teorijske koncepte pretvore u praktične primjene. Umjesto da samo ispisuju kod na računalu, imaju priliku testirati i vidjeti kako taj kod funkcionira kada se program učita na robota. Ovakvo je iskustvo vrlo korisno za razumijevanje složenih pojmova poput petlji, naredbi, uvjeta i funkcija, stoga učenici mogu neposredno vidjeti kako to upravljaju ponašanjem robota (Resnick i sur., 2009). Još jedna prednost korištenja robota je individualizirano učenje. Roboti omogućuju učenicima da uče tempom koji odrede sami i prema vlastitim interesima, prilagođavajući se različitim razinama znanja i iskustva (Papert, 1980). Ovakav tip nastave, u kojem se koriste edukativni roboti, koristan je i kod učenika s autizmom, nedostatkom pažnje ili nekim drugim razvojnim poremećajima. Takva djeca posebno reaguju na mirne, jasne interakcije kakve pružaju roboti. Također, rad s robotima razbija strah od nepoznatog, odnosno od novih tehnologija (Brlek i Oreški, 2020). Edukativni roboti se mogu prilagođavati učenicima za razliku od pasivnih udžbenika (Khanlari, 2015). Nadalje, učenje programiranja uz pomoć robota može uvelike poboljšati prostorno i logičko razmišljanje učenika te strateško rješavanje problema (Chevalier i sur., 2016). Dok učenici programiraju robote za kretanje kroz prostor ili za obavljanje zadataka koji zahtijevaju precizno kretanje i interakciju s objektima (npr. zaobilazanje prepreka), razvijaju bolje razumijevanje geometrije, prostornog položaja i logičkih sljedova (Brlek i Oreški, 2020). Korištenje edukativnih robota pri učenju programiranja potiče razvoj komunikacijskih vještina i pomaže u razvoju kreativnosti kod učenika (Fridin i Belokopytov, 2014). Osim navedenih prednosti, edukativni roboti pridonose razvoju timskog rada i suradnje među učenicima. Upravo takav pristup unapređuje tehničke vještine učenika, njihove socijalne i komunikacijske sposobnosti (López-Belmonte i sur., 2021).

5.3. *NEDOSTACI*

Iako korištenje edukativnih robota u učenju programiranja ima mnoge prednosti, postoje i neki nedostaci koji se trebaju uzeti u obzir. Prvi nedostatak korištenja edukativnih robota u učenju programiranja jest trošak. Održavanje i nabava robota edukativnih robota mogu biti skupi, što je vrlo često prepreka za škole s ograničenim budžetom. Navedeni troškovi nisu samo početna investicija u robote, već i kontinuirano održavanje i zamjena dijelova koji se mogu oštetiti ili istrošiti (Ministarstvo znanosti obrazovanja RH, 2018). Mnoge škole zapravo nemaju dovoljno novca kako bi mogle nabaviti svu potrebnu opremu. Sljedeći bitan nedostatak je potreba za adekvatnom tehničkom podrškom i edukacijom učitelja. Učitelji trebaju biti dobro educirani kako bi u svojoj nastavi mogli koristiti robote. Postoji mogućnost da se umanju učinkovitost nastave zbog nesigurnosti učitelja (Bašić, 2019). S obzirom da su roboti većini djece vrlo zanimljivi, korištenje edukativnih robota u nastavi može također odvratiti pažnju od glavnih obrazovnih ciljeva. Obzirom da se djeca previše fokusiraju na tehničke elemente robota, često se zbog toga ne posvete dovoljno osnovnim programerskim konceptima. Također, važno je osigurati da korištenje robota bude sukladno nastavnom kurikulumu (Mikropoulos i Bellou, 2013). Ponekad, upravljanje robotima može biti vrlo zahtjevno za neke učenike. U slučaju da učenici naiđu na tehničke probleme koje ne mogu riješiti, učenje programiranja uz pomoć robota može postati frustracija te može dovesti do kontraefekta, odnosno gubitka motivacije. Stoga, bitno je prilagoditi zadatke učenicima ovisno o njihovoj dobi i sposobnostima te osigurati podršku tijekom učenja (Alimisis, 2013). Upotreba edukativnih robota u učenju programiranja zahtijeva dodatno vrijeme za pripremu i organizaciju nastave. Učitelji moraju isplanirati, postaviti i isprobati zadatke koji su prikladni za korištenje robota, što može biti zahtjevno i vremenski intenzivno. Ovo sve može biti vrlo izazovno za učitelje koji već imaju veliki opseg obaveza u školi, odnosno popunjen raspored (Highfield, 2010). Dakle, edukativni roboti mogu obogatiti iskustvo učenja, ali važno je uravnotežiti njihovu upotrebu s drugim metodama poučavanja kako bi se osiguralo obrazovanje koje razvija sve potrebne vještine i znanja učenika (Benitti, 2012).

6. MEĐUPREDMETNA KORELACIJA

Međupredmetna korelacija odnosi se na povezivanje sadržaja različitih predmetnih područja kako bi se omogućilo sveobuhvatno učenje i povezivanje znanja (Šimunović, 2006). Takvo povezivanje pridonosi dinamičnosti i ekonomičnosti nastave te povezuje sadržaje iz različitih predmeta na funkcionalan način (Vrkić Dimić i Vidić, 2015). U kontekstu korištenja edukativnih robota u učenju programiranja, međupredmetna korelacija može značajno obogatiti obrazovno iskustvo učenika, potičući ih da primjenjuju svoja znanja i vještine.

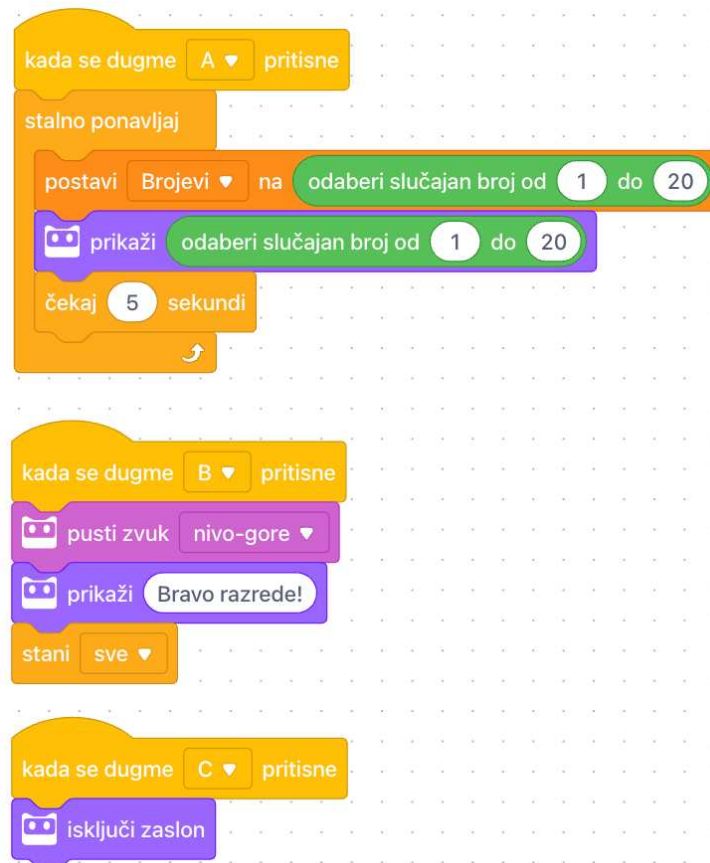
Integracija edukativnih robota u nastavu omogućava povezivanje programiranja s drugim predmetima kao što su matematika, hrvatski jezik, priroda i društvo, likovna kultura, glazbena kultura i drugi. (Bašić, 2019). Na primjer, učenici mogu koristiti robote za rješavanje matematičkih problema, biranje riječi koje trebaju razvrstati prema vrsti riječi ili mogu služiti za odabir boja i motiva potrebnih za likovni rad. U međupredmetnoj korelaciji, učitelji mogu razvijati projekte koji uključuju više predmeta, čime se učenicima pruža prilika za primjenu stečenih znanja na kreativan i praktičan način.

6.1. PRAKTIČNI PRIMJERI PROGRAMA ZA UPRAVLJANJE EDUKATIVNIM ROBOTIMA U NASTAVI

Edukativni roboti poput *Codey Rockyja* i *mBot-a* mogu izvoditi različite zadatke, a integracija robota u nastavu različitih predmeta obogaćuje obrazovni proces i čini učenje zanimljivijim (Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH, 2018). Ovi roboti mogu se primijeniti na mnoge načine, što omogućuje da se nastavni sadržaji učine zanimljivijima i privlačnijima, posebno one teme koje učenicima često izgledaju teško i dosadno. Iako će biti spomenuto samo nekoliko ideja, mogućnosti za upotrebu robota su brojne. Osim maštovitih zamisli, ključno je imati dobro razumijevanje programiranja robota i pronaći učinkovite načine za integraciju robota u nastavu (Brlak i Oreški, 2020). U ovom poglavlju bit će prikazani praktični primjeri programa za upravljanje edukativnim robotima, prilagođeni učenicima od prvog do četvrtog razreda osnovne škole. Ovi primjeri pokazuju kako se osnovni koncepti programiranja mogu integrirati u različite nastavne jedinice (Blažić i sur., 2024).

Robot *Codey Rocky* može se koristiti u nastavi matematike jer ima zaslon s LED svjetlima na kojem učenici mogu jako dobro vidjeti što robot prikazuje. Učenici mogu kroz igru i interakciju s robotom uvježbavati prethodnike i sljedbenike brojeva. Osmišljeni program, kao na slici 26., učenicima prikazuje nasumične brojeve od 1 do 20, odnosno na zaslonu robota se

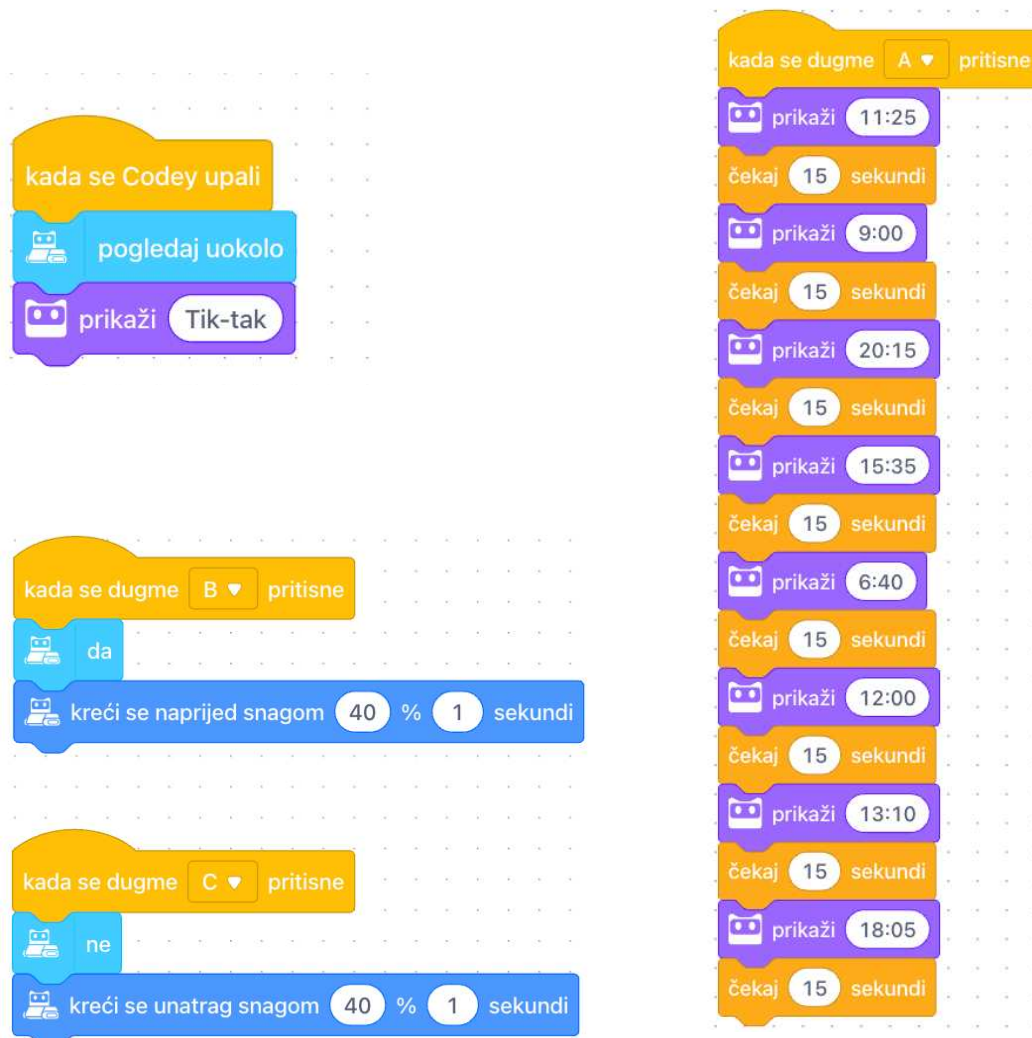
prikazuju brojevi. Učiteljica učenicima postavlja pitanje *Koji broj je prethodnik broju koji se prikazuje na robotu, a koji sljedbenik?* Pritiskom na gumb A započinje prikazivanje nasumičnih brojeva, pritiskom na gumb B robot će ispisati na zaslon pohvalu razredu, a pritiskom na gumb C ugasiće se zaslon. Na ovaj način učenicima će klasična vježba biti vrlo zabavna.



Slika 26. Program za matematiku – Sljedbenik i prethodnik

Također, robot *Codey Rocky* može se koristiti i u nastavi prirode i društva. Na primjer tema vezana uz snalaženje u vremenu u drugom razredu. Učenici se upoznaju s osnovnim pojmovima vezanim uz vrijeme, uključujući čitanje sati na analognim i digitalnim satovima u drugom razredu. Na robotu se može prikazivati vrijeme digitalno (program na slici 27), a učenici prikazano vrijeme na robotu trebaju pokazati na analognom satu. Učenici u školi rade najčešće na analognim satovima izrađenim od kartona, koji su vrlo praktični i jednostavni za korištenje. Naime, program funkcionira tako da kada se pritisne gumb A, nasumično se prikazuju primjeri sati u digitalnom u obliku, pritiskom na gumb B robot zasvijetli zeleno, reproducira se zvuk, robot potvrdi da je odgovor točan i krene unaprijed, a pritiskom na gumb C reproducira se zvuk, robot reagira da je odgovor netočan i krene unazad. Pritiskanje gumba

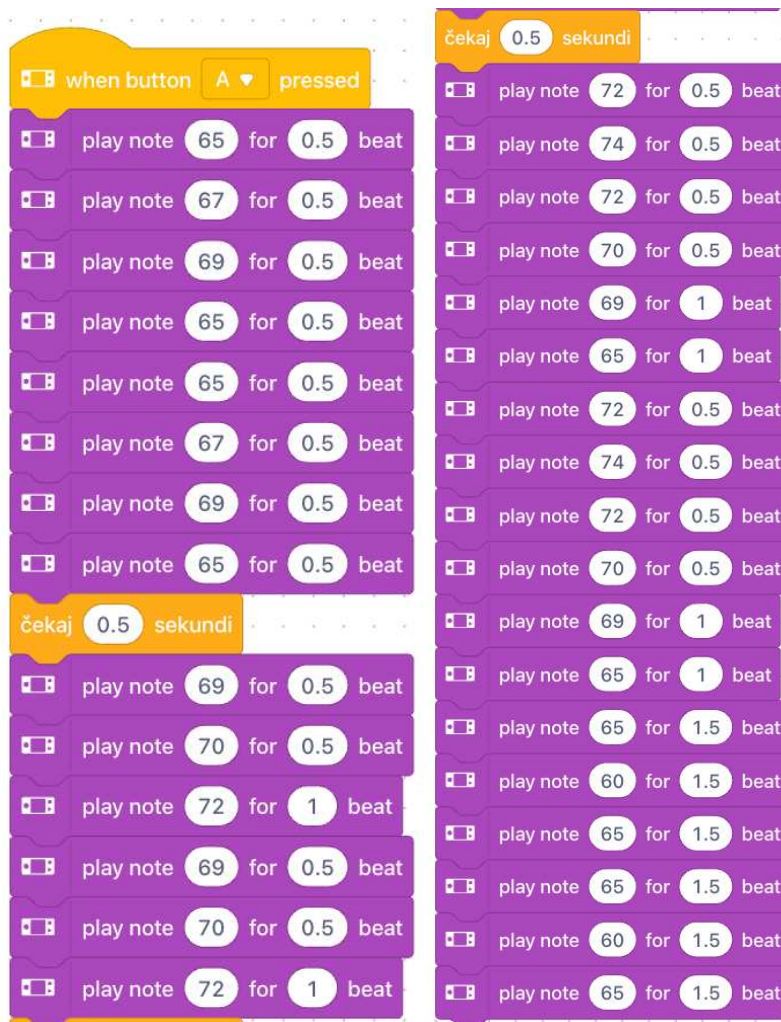
B i C ovisi o odgovoru učenika, odnosno je li učenik točno pokazao vrijeme na svom satu ili nije. Također, između svakog primjera stanka je 15 sekundi, kako bi učenik imao vremena odgovoriti i dobiti povratnu informaciju od robota, odnosno učiteljice je li točno riješio primjer.



Slika 27. Program za prirodu i društvo – digitalni sat

Osim matematike i prirode i društva, edukativni roboti poput *mBot-a* i *Codey Rockyja* se mogu koristiti i za nastavni predmet glazbena kultura. Na početku skoro svakog sata glazbene kulture, u prvoj nastavnoj etapi, učenici uz pomoć učitelja igraju igru *Pogodi koja je pjesma*. Učiteljica inače odsvira dio pjesme koju su učenici učili na prethodnom satu, a učenici pogađaju o kojoj se pjesmi radi. Učiteljica svira, bez pjevanja, najčešće dvije pjesme. Zatim, učenici podižu ruku i govore naziv pjesme te zajedno pjevaju cijelu pjesmu. Za robota *mBot-a* može se

napisati program koji će odsvirati te pjesme umjesto učiteljice i igru *Pogodi koja je pjesma* napraviti još zanimljivijom. Primjer programa prikazan je na slici 28.



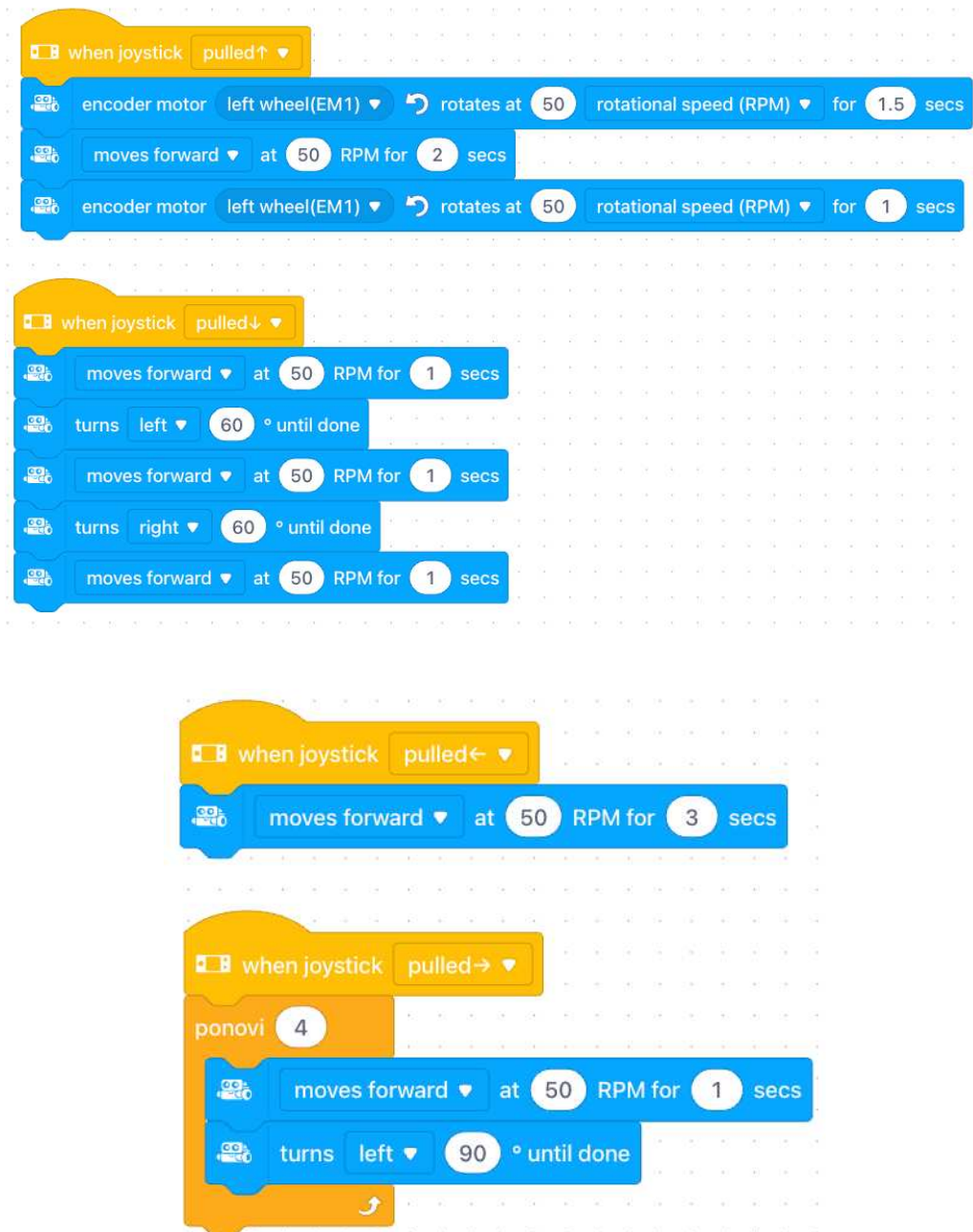
Slika 28. Program za glazbenu kulturu – pjesma Bratec Martin



Slika 29. Program za glazbenu kulturu – pjesma Molba gljive muhare

Nadalje, u nastavi likovne kulture se robot *mBot* zbog svoje pokretnosti, odnosno okretnosti može iskoristiti na vrlo zanimljiv način. Kako se može vidjeti na slici 30. može se napisati program koji se može koristiti kada učenici u drugom razredu uče crte prema toku i karakteru, točnije učenici pomoću ovog programa mogu vježbati različite crte po toku. Program radi na sljedeći način; kada se *joystick* na robotu povuče prema gore robot se kreće zakrivljeno, odnosno učenici trebaju zamisliti i odgonetnuti da se radi o zakrivljenoj crti prema gibanju

robota. Kada se *joystick* povuće prema dolje robot se kreće izlomljenom putanjom koja predstavlja otvorenu crtu po toku. Zatim, robot se kreće ravno i predstavlja ravnu crtu po toku pri povlačenju *joystick-a* ulijevo, a kada se *joystick* povuće udesno tada se robot kreće kvadratno što predstavlja zatvorene crte.



Slika 30. Program za likovnu kulturu – crte po toku

U pruduženom boravku, učitelji s učenicima provode razne aktivnosti koje obuhvaćaju odgojno-obrazovni rad, odnosno vježbanje, ponavljanje i proširivanje znanja iz redovne

nastave. Također, provode se radionice, kulturne aktivnosti, ali se izdvoji vrijeme i za rekreaciju i odmor. *mBot*, odnosno dio *mBot*-a, *CyberPi* može izvrsno poslužiti za društvene igre, kao igrača kocka u raznolikim društvenim igrama (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2019). Kada se *CyberPi* protrese začuje se zvuk i na zaslonu se prikaže nasumični broj od jedan do šest, kao što je prikazano na slici 31.



Slika 31. Program – igrača kocka za društvene igre

7. ZAKLJUČAK

Tehnološki napredak današnjeg doba je sveobuhvatan te zahvaća i školstvo, odnosno obrazovni sustav. Tehnologija modernog doba koja svakodnevno ostavlja golemi utjecaj na nastavu, također ima ulogu i u svakodnevnom životu. Integracija edukativnih robota u nastavu je važna kao sredstvo za poticanje interesa i razumijevanja programiranja među učenicima jer primjena robota poput *Codey Rocky* i *mBota* omogućuje učenicima da na praktičan i interaktivan način usvoje složene koncepte programiranja, čime se smanjuje apstraktnost i povećava angažiranost u učenju.

Edukativni roboti nisu samo alat za učenje programiranja; oni potiču kritičko razmišljanje, kreativnost i rješavanje problema – vještine koje su ključne za budućnost. Analizirani su izazovi povezani s njihovom implementacijom, kao što su troškovi i potreba za kontinuiranom edukacijom učitelja. Iako postoje prepreke, koristi koje donosi integracija ovih tehnologija u nastavu znatno nadmašuju izazove te učenicima pružaju dragocjeno iskustvo koje ih priprema za buduće akademske i profesionalne uspjehe.

Različiti primjeri pokazuju da se edukativni roboti mogu učinkovito koristiti ne samo u nastavi programiranja, već i u drugim predmetima poput glazbene kulture, likovne kulture, matematike, prirode i društva pa čak i u nastavi produženog boravka koju pohađa veliki broj učenika. U ovom su diplomskom radu korišteni jednostavni programi koje učenici sami mogu isprogramirati i koristiti u nastavi što učenicima daje dodatnu motivaciju za razvijanje računalnog razmišljanja i programiranja. Korištenjem robota, učenici mogu istraživati nove načine izražavanja, suradnje i primjene tehnologije u nastavi, što dodatno naglašava njihovu multifunkcionalnost i korisnost u obrazovnom procesu.

Promjene u obrazovanju nužne su kako bi se pratio brzi napredak tehnologije i prilagodilo novim zahtjevima tržišta rada, posebno u STEM područjima. Učitelji igraju ključnu ulogu u ovim promjenama; oni su nositelji novih ideja i inovacija. Potrebno je kontinuirano ulagati u njihovu edukaciju i osigurati im podršku kako bi se nove tehnologije uspješno integrirale u nastavu. Međutim, promjene se ne mogu dogoditi preko noći, ali uz predanost i zajednički trud učitelja, roditelja i države, moguće je stvoriti obrazovni sustav koji će pripremiti učenike za izazove budućnosti. Kako je rekla Maya Angelou: „Svi smo mi učitelji, svi smo mi učenici, i obrazovanje je čudo koje nas povezuje.“

8. LITERATURA

1. Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
2. Arlegui, J., Menegatti, E., & Moro, M. (2008). Robotics, Computer Science curricula and Interdisciplinary activities. In *Proceedings of the SIMPAR 2008 conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots* (str. 10-21). Venecija, Italija.
3. Bašić, M. (2019). *Osnove programiranja za osnovnoškolce*. Zagreb: Školska knjiga.
4. Berk, L. (2008). *Psihologija cjeloživotnog razvoja*. Zagreb: Naklada Slap.
5. Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
6. Brlek, V., & Oreški, P. (2020). Hrvatski sjever, vol. XV, br. 54 (2020.) 115.
7. Bubica, N., Mladenović, M., & Boljat, I. (2013). Programiranje kao alat za razvoj apstraktnog mišljenja. Preuzeto s: https://bib.irb.hr/datoteka/702093.Programiranje_kao_alat_za_razvoj_apstraktnog_misljenja-CUC-zbornik.pdf
8. Bubica, N. (2014). Strategije poučavanja i faktori koji utječu na unapređenje znanja programera početnika. Preuzeto s: https://scholar.google.hr/citations?view_op=view_citation&hl=hr&user=PLZRV70AAAAJ&citation_for_view=PLZRV70AAAAJ:Y0pCki6q_DkC
9. Budojević, A., & Kanić, A. (2019) Istražite SCRATCH 3.0, radni priručnik za rano učenje programiranja. Zagreb: Školska knjiga.
10. Chevalier, M., Mondada, F., & Riedo, F. (2016). Pedagogical Uses of Thymio II: How Do Teachers Perceive Educational Robots in Formal Education? Preuzeto s: https://www.researchgate.net/profile/Morgane-Chevalier/publication/303027305_Pedagogical_Uses_of_Thymio_II_How_Do_Teachers_Perceive_Educational_Robots_in_Formal_Education/links/5aaf8a45458515ecebe9bb53/Pedagogical-Uses-of-Thymio-II-How-Do-Teachers-Perceive-Educational-Robots-in-Formal-Education.pdf
11. Eguchi, A. (2014). Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation. In *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics and 5th International Conference Robotics in Education* (str. 27-34). Padova, Italija.

12. Frangou, S., Papanikolaou, K., Aravecchia, L., Montel, L., Ionita, S., Arlegui, J., ... & Pagello, I. (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. In *Workshop Proceedings of SIMPAR* (str. 54-65).
13. Fridin, M., & Belokopytov, M. (2014). Acceptance of socially assistive humanoid robot by preschool and elementary school teacher. *Computers in Human Behavior*, 23-31. Preuzeto s: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563213004652>
14. Greenberg, I., Kumar, D., & Xu, D. (2012). Creative Coding and Visual Portfolios for CS1. In *SIGCSE 2012* (str. 10-21). Raleigh, NS, USA.
15. Highfield, K. (2010). Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(2), 22-27.
16. IRIM. (2016). *Upute za rad s mBot robotom*. URL <https://izradi.croatianmakers.hr/wp-content/uploads/2016/09/UputemBotv2-compressed.pdf>
17. Khanlari, A. (2015). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, 320-330.
18. Makeblock. (2023). *A Beginner's Guide to Codey Rocky*. URL <https://support.makeblock.com/hc/en-us/articles/12990942477847-A-Beginner-s-Guide-to-Codey-Rocky#Meet%20the%20components>
19. Makeblock. (2023). *A Beginner's Guide to mBot*. URL <https://support.makeblock.com/hc/en-us/articles/12822859943959-A-Beginner-s-Guide-to-mBot>
20. Mikropoulos, T. A., & Bellou, J. (2013). Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 5-14.
21. Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH. (2018). Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet informatike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj. Preuzeto s: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_03_22_436.html
22. Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH. (2019). Pravilnik o organizaciji i provedbi produženog boravka u osnovnoj školi. Preuzeto s: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_06_62_1222.html
23. MIT Scratch Team. (n.d.) About Scratch. Preuzeto s: <https://scratch.mit.edu/about>
24. Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.

25. Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
26. Rouhiainen, L. (2018). *Artificial Intelligence: 101 Things you must know today about our future*.
27. Sáez-López, J. M., Sevillano-García, M. L., & Vázquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Educational Technology Research and Development*, 67(6), 1405–1425. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5>
28. Šimunović, J. (2006). Načelo korelacije u nastavi katoličkog vjeronauka u osnovnoj školi s posebnim naglaskom na međupredmetnu korelaciju. *Obnovljeni život*, 61(3), 329-352.
29. Blažić, A., Biliškov, I., Capan, A., Fabijan Gašparević, M., Fofonjka, M., Milić, M., Rakić, D., Runje, D., Tomić, V. (2024) Kurikulum izvannastavne aktivnosti za osnovne škole Umjetna inteligencija: od koncepta do primjene. Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET. Preuzeto s <https://www.carnet.hr/> , (30.06.2024).
30. Vrkić Dimić, J., & Vidić, S. (2015). Korelacija i timski rad u nastavi – holistički pristup učenju i poučavanju. *Acta Iadertina*, 12(2), 93-114.
31. Wonder Workshop (2024). URL: <https://www.makewonder.com/en/dash/>

9. IZJAVA O IZVORSNOSTI DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

(vlastoručni potpis studenta)