

Arduino robotika i učenici mlađe školske dobi

Kudeljnjak, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

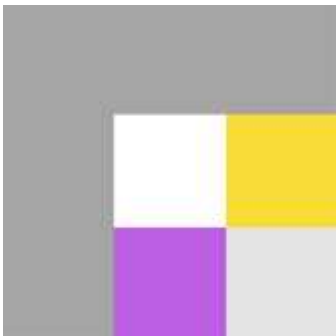
2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:141:929997>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**



Repository / Repozitorij:

[FOOZOS Repository - Repository of the Faculty of Education](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ZA ODGOJNE I OBRAZOVNE ZNANOSTI

Tomislav Kudeljnjak

ARDUINO ROBOTIKA I UČENICI MLAĐE ŠKOLSKE DOBI

DIPLOMSKI RAD

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ZA ODGOJNE I OBRAZOVNE ZNANOSTI

Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni Učiteljski studij

ARDUINO ROBOTIKA I UČENICI MLAĐE ŠKOLSKE DOBI

DIPLOMSKI RAD

Predmet: Programski jezik Logo

Mentorica: izv. prof. dr. sc. Ivana Đurđević Babić

Student: Tomislav Kudeljnjak

Matični broj: 2117

Modul: Modul B (smjer informatika)

Osijek

rujan, 2018.

Veliku zahvalnost za preuzimanje mentorstva nad ovim radom izražavam izv. prof. dr. sc. Ivani Đurđević Babić koja je svojim strpljenjem i savjetima neizmjereno pomogla u njegovom ostvarivanju.

Također hvala mojoj obitelji na podršci, strpljenju i osloncu koje su mi pružili tijekom školovanja.

SAŽETAK

Velik utjecaj tehnologije primjetan je u svakodnevnom životu, a njezin razvoj trebala bi popratiti i modernizacija obrazovanja. Nužno je barem jedan dio nastave i obrazovanja prilagođavati trenutnom stanju i razvoju novih tehnika i tehnologija, a na tom putu postoji velik broj problema od ograničenja izmjena sadržaja nastavnog predmeta do potrebe sustavnog i stalnog obrazovanja nastavnika (Nikolić, 2014).

U ovom radu pojašnjava se pojam *robot* i karakteristike robota, nadalje se opisuje Arduino platforma i njen nastanak te mogućnosti programiranja Arduina putem grafičkog programskog sučelja MiniBloq. Rad se također osvrće na inicijative vezane uz STEM edukaciju u Hrvatskoj te donosi pregled prethodnih istraživanja vezanih uz STEM edukaciju i edukacijsku robotiku. U radu se donose i rezultati istraživanja u kojem su sudjelovali učenici trećih i četvrtih razreda osnovne škole.

Ključne riječi: *obrazovanje, djeca mlađe školske dobi, robotika, STEM, robot*

SUMMARY

The great impact of technology is clearly discernible in everyday life and its development should be accompanied by a modernisation of education. It is therefore essential to adjust teaching and lessons, at least to some extent, to the current situation and the development of new techniques and technologies – a path paved with numerous problems, from restrictions imposed by a school subject to the necessity of a systematic and continuous education of teachers (Nikolić, 2014).

This paper defines the term *robot* and the characteristics of a robot and describes the Arduino platform and its origins, as well as the possibilities of programming Arduino using the MiniBloq graphical interface. Furthermore, the paper assesses the initiatives related to STEM education in Croatia and provides an outline of previous research on STEM education and educational robotics. The results of a research among third- and fourth-grade primary school pupils are presented.

Keywords: *education, early school-age children, robotics, robot, STEM*

SADRŽAJ

1. UVOD	2
2. OSNOVNA TERMINOLOGIJA I KARAKTERISTIKE ROBOTA.....	3
3. ŠTO JE ARDUINO I KAKO SE NJIME SLUŽITI	6
4. STEM EDUKACIJA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	10
5. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA	14
6. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	16
7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA	19
8. ZAKLJUČAK	27
9. LITERATURA	28

1. UVOD

Područje prirodoslovlja, tehnologije, inženjerstva i matematike često se označava akronimom STEM (engl. *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), a istraživači, nastavnici i institucije poput Europske komisije, suočeni su s jasnim podacima o nedostatku studenata u STEM programima te manjku stručnjaka u pojedinim STEM područjima kao što su elektrotehnika, strojarstvo, brodogradnja, računarstvo, kemijsko inženjerstvo i sl. (Burušić, Blažev i Dević, 2017).

Nikolić (2014) naglašava da gospodarski napredak osiguravaju samo nove tehnologije i inovativni proizvodi te da je za svaku zemlju jedna od najvažnijih strategija vezana za istraživanja i razvoj pa mnoge zemlje u recesiji i financijskoj krizi nalaze rezerve i dodatno ulažu u istraživanja i razvoj jer se pokazalo da on osigurava izlazak iz te krize.

Alimisis (2013) navodi da je tijekom prethodnog desetljeća robotika izazvala velik interes nastavnika i znanstvenika kao alat za razvoj kognitivnih i socijalnih vještina za učenike, ali da problem predstavlja to što je tehnologija posvuda oko nas osim u školama u kojima nije dovoljno zastupljena.

Ovaj rad donosi uvid u pomagala koja se najčešće koriste prilikom poučavanja početnika robotici. Između ostalog, u radu će se pobliže objasniti značenje robotike za društvo, osvrnut će se na začetke robotike u Hrvatskoj te na promjene koje se uvode u sustav obrazovanja kako bi se ostvario napredak u STEM edukaciji. Također će se u radu prikazati rezultati istraživanja o korištenju računala provedenoga među učenicima nižih razreda osnovne škole te rezultati upitnika o zadovoljstvu održanim radionicama robotike.

2. OSNOVNA TERMINOLOGIJA I KARAKTERISTIKE ROBOTA

Kovačić i suradnici (2002) robotiku definiraju kao višedisciplinarnu znanstvenu granu koja se, osim istraživanja robota, bavi i njihovim dizajnom, izradom i primjenom u industriji objedinjujući znanja iz područja mehanike, elektronike, računarstva i automatike. Isti autori navode da se pod pojmom *robot* najčešće podrazumijeva industrijski robot, poznat i pod nazivima *industrijski manipulator* ili *robotska ruka* (vidi Sliku 1.), a sačinjen je od krutih članaka koji su međusobno povezani pokretnim zglobovima (Kovačić i suradnici, 2002).

Robotika kao grana znanosti podrazumijeva korištenje znanja iz elektronike, mehaničkoga dizajna te programiranja, a često i matematike, fizike i ostalih znanosti koje su potrebne za rješavanje problema u fizičkome svijetu. Kao posljedica proučavanja robotike događa se i ubrzano usvajanje znanja iz ostalih područja (Bellás i suradnici, 2017). Prema Ratković (2000) riječ *robot* prvi puta je korištena da bi opisala nestvarnog humanoida u predstavi češkog pisca Karela Čapeka čiji je brat Josef Čapek službeno priznat kao izumitelj riječi robot, koja u češkom jeziku (*rob, rabota, rabota*) ima značenje roba, ali se njom označavao i teški prisilni rad. Isti autor zasluge za popularizaciju robota pripisuje piscu Isaacu Asimovu koji je veći dio svoga znanstvenofantastičnog opusa posvetio upravo robotima, a u svojoj kratkoj priči *Runaround* iz 1950. godine prvi puta spominje riječ robotika kojom se označava studija izrade i uporabe robota.



Slika 1. Industrijski robot. Prilagođeno s <https://pixabay.com/en/robot-robot-arm-earth-globe-3009602/> (23.9.2018.). Dostupno pod licencom CC0.

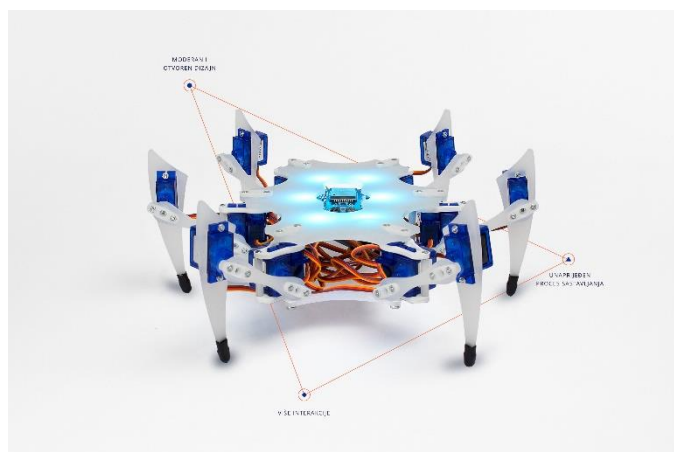
Doleček i Karabegović (2002) navode da industrijski roboti nalaze primjenu na radnim mjestima kao što su dodavanje materijala i alata čovjeku, držanje materijala u radnom položaju u raznim fazama izrade i transporta, automatska montaža, predprocesna, procesna i poslijepocesna kontrola te tehnološke operacije kao što su bojenje, brušenje, lemljenje, lijepljenje, čišćenje i poliranje.

Isti autori također navode da su industrijski roboti idealni za poslove koji se smatraju teškim i nepogodnim za ljude te da se koriste u poslovima koji se ponavljaju više puta i kao takvi se smatraju monotonim.

Asimov (1942, prema Doleček i Karabegović, 2002) po prvi puta definira tri zakona robotike prema kojima robot ne smije ozlijediti ljudsko biće ili dozvoliti da bude ozlijeđeno, treba slušati naredbe ljudskih bića, osim kada bi te naredbe kršile prvo spomenuti zakon te treba štiti svoju egzistenciju osim ako bi se time kršio prvi ili drugi zakon.

Kovačić i suradnici (2002) dijele robote prema *vrsti pogona* (električnim motorima, hidrauličkim pogonom i pneumatskim pogonom), *geometriji radnog prostora* (pravokutna, cilindrična, sferna, rotacijska i ostale) te *načinu upravljanja kretanjem* (gibanje od točke do točke i kontinuirano gibanje po putanji). No, postoje i druge karakteristike robota kao što su broj osi, nosivost i brzina te dohvat i hod (Kovačić i suradnici, 2002). Autori navode da industrijski robot najčešće ima šest osi, ali ih može imati i više pri čemu se sve dodatne osi mogu koristiti za izbjegavanje prepreka unutar radnog prostora čime se može povećati vještina i spretnost gibanja industrijskog robota. Nosivost robota može biti od nekoliko kilograma do nekoliko tona, a vrh alata na kraju robotske ruke kojim se obavlja neki posao može se kretati brzinama od 10 cm/s do 10 m/s. Autori također ističu da postoji potreba zaštititi industrijskog robota od nanošenja štete samome sebi jer ga je u protivnom moguće programirati tako da udari sam sebe ili predmete u svojoj radnoj okolini (Kovačić i suradnici, 2002).

Prvi autonomni čovjekoliki robot na području današnje Republike Hrvatske izgrađen je 1961. godine, a njegovim tvorcem smatra se Branimir Makanec (Obitelj Makanec, n. d.). Jedan od modernih i popularnih robota koji se izrađuju u Hrvatskoj je STEMI, robot pauk (vidi Sliku 2.) koji je zamišljen kao platforma za učenje vještina iz STEM područja, a namijenjen je prvenstveno djeci i početnicima u svijetu robotike (Hafner, 2015).



Slika 2. Izgled hrvatskog robota STEMI. Preuzeto sa STEMI (n. d.) Pribavljeno 4.7.2018. s <https://www.stemi.education/>. Koristi se uz dopuštenje.

3. ŠTO JE ARDUINO I KAKO SE NJIME SLUŽITI

Arduino platformu čini skup elektroničkih dijelova, kao što su pločica s mikrokontrolerom, senzori ili ekrani, te programskih dijelova, kao što su razvojno sučelje i skripte, koji se mogu jednostavno povezivati u složenije cjeline kako bi se pomoću njih izradili poučni, korisni i zabavni elektronički sklopovi (Zenzerović, 2015). Kushner (2011) navodi kako je Arduino nastao u Italiji 2005. iz želje sveučilišnog profesora da svojim studentima olakša izradu elektroničkih projekata. Arduino platforma je otvorena koda (engl. *open source*), a nakon njezina nastanka nastaju i razne izvedenice elektroničkog dijela platforme.

Na mrežnim stranicama TAVU, tvrtke koja je tvorac Croduina (hrvatske verzije Arduina), ističe se da je Croduino (vidi Sliku 3.) u potpunosti kompatibilan s Arduino platformom pa se svi projekti, primjeri, kodovi i sheme za Arduino platformu mogu koristiti i s Croduinom (Što je Arduino, a što Croduino, n. d.).



Slika 3. Croduino pločica.

Postoji velik broj pločica kompatibilnih s Arduino platformom kao što su *Arduino Uno*, *Arduino Leonardo*, *Arduino Mega* i *Arduino Nano*. Prema Haugen i Moore (2014) najpoznatija i najčešće korištena verzija Arduino pločice, *Arduino UNO* (vidi Sliku 4.) sastoji se od ATmega328 mikrokontrolera koji sadrži 8-bitni procesor brzine 16 MHz, 2 KB radne memorije i 32 KB memorije za pohranu programa. Ova pločica ima 20 digitalnih ulazno-izlaznih spojnih točki od kojih je dio moguće koristiti kao analogne ulaze i tako pomoću posebnih senzora mjeriti temperaturu, vlažnost zraka, tlak zraka ili npr. udaljenost (Haugen i Moore, 2014).



Slika 4. Arduino UNO pločica. Pribavljeno 23.9.2018. s <https://pixabay.com/en/arduino-electronics-board-computer-631977/>. Dostupno pod CC0 licencom.

Kako bi se željeni program učitao na mikrokontroler, najčešće se koristi službena Arduino IDE aplikacija prikazana na Slici 5. koja je otvorena koda i dostupna za besplatno preuzimanje sa službene Arduino internetske stranice¹. Louis (2016) pojašnjava da se osnovno Arduino IDE sučelje sastoji od *uređivača teksta* u kojega se upisuje programski kod zasnovan na pojednostavljenoj verziji C++ programskog jezika, *prostora za poruke* u kojemu se prikazuju programske pogreške ili obavijesti i *alatne trake* koja sadrži gumbе za provjeru koda, prijenos koda na mikrokontroler, spremanje koda na računalo i slične svrhe. Isti autor izdvaja nekoliko naprednih primjena Arduino platforme pa napominje da se koristi kod rada satelita namijenjenog za prikupljanje podataka sa senzora u svemiru *ArduSat* te sustava namijenjenog kontroli bespilotnih letjelica *ArduPilot*.

```
Semafor | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help

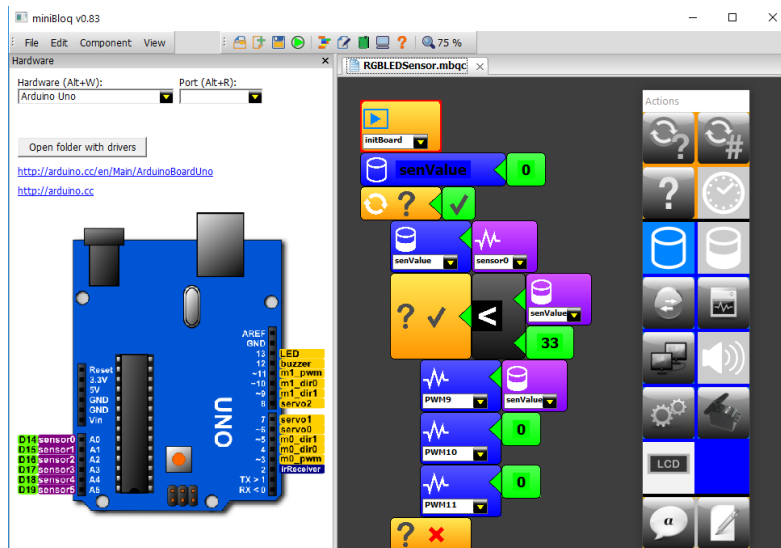
Semafor $
1 int autocrveno=2;
2 int autoczuto=3;
3 int autoczeleno=4;
4 int pjesakcrveno=5;
5 int pjesakzeleno=6;
6 void setup() {
7
8
9 // Postavljamo vrstu pinova.
10 pinMode(autocrveno, OUTPUT);
11 pinMode(autoczuto, OUTPUT);
12 pinMode(autoczeleno, OUTPUT);
13 pinMode(pjesakcrveno, OUTPUT);
14 pinMode(pjesakzeleno, OUTPUT);
15 }
16
17 // Funkcija loop će se ponavljati "zauvijek"
18 void loop() {
19 digitalWrite(autocrveno, HIGH); // Crveno svjetlo na semaforu za automobile je uključeno.
20 delay(2000);
21 digitalWrite(pjesakzeleno, HIGH); // Zeleno svjetlo za pješake uključuje se 2 sekunde nakon
22 digitalWrite(pjesakcrveno, LOW); //Crveno svjetlo za pjesake se isključuje u istom tom tren
23 delay(2000);
24 digitalWrite(autoczeleno, HIGH); // Zeleno svjetlo za automobile uključuje se 2 sekunde nakon
25 digitalWrite(autoczuto, LOW); //Crveno svjetlo za automobile se isključuje u istom tom tren
26 delay(2000);
27 digitalWrite(autoczuto, HIGH); // Crveno svjetlo za automobile uključuje se 2 sekunde nakon
28 digitalWrite(autoczeleno, LOW); // Zeleno svjetlo za pješake uključuje se 2 sekunde nakon
29 digitalWrite(autocrveno, HIGH); // Crveno svjetlo na semaforu za automobile je uključeno.
30 }
```

Slika 5. Program za semafor. Autorska snimka ekrana službene Arduino IDE aplikacije. Korištenje je dopušteno.

¹Arduino IDE aplikacija može se preuzeti sa stranice Arduino software koja se nalazi na URL adresi: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

Zbog popularnosti platforme postoji i velik broj foruma za pomoć novim, ali i naprednim korisnicima, a najpopularniji forumi su službeni Arduino forum² i Adafruit forum³ tvrtke koja je specijalizirana za izradu dodatnih pločica, senzora i modula za Arduino pločicu. Tvrtka TAVU također izrađuje i vodiče⁴ za programiranje i spajanje Arduina na hrvatskom jeziku s naglaskom na spajanje dodatnih modula i komponenata na njihovu Croduino pločicu.

Osim Arduino IDE aplikacije moguće je programirati Arduino pločice i koristeći *MiniBloq*⁵. To je grafičko programsko sučelje otvorenog koda namijenjeno programiranju Arduino pločica i nekoliko drugih platformi (vidi Sliku 6.). Cilj MiniBloqa jest pojednostaviti način programiranja Arduino pločice zamjenom programskog jezika korištenog u Arduino IDE programskom sučelju jednostavnijim grafičkim sučeljem koje se temelji na „povuci i ispusti“ metodi razvijenoj po uzoru na grafički programski jezik Scratch (da Silva Gillig, 2016). Grafički način programiranja omogućava lakši početak programiranja i lakše svladavanje sintakse programskog jezika, a Scratch se navodi kao jako dobar prvi programski jezik za učenje osnova rada na računalu djece koja pohađaju prva četiri razreda osnovne škole (Buklijaš, 2010). Buklijaš (2010) napominje da se uz programiranje prilikom rada u Scratchu djeca uče osnovama rada na računalu i računalnoj grafici.



Slika 6. Izgled sučelja MiniBloq programa. Autorska snimka ekrana MiniBloq glavnog prozora. Korištenje je dopušteno.

² Službenom Arduino forumu može se pristupiti putem URL adrese: <https://forum.arduino.cc/>.

³ Adafruit forumu može se pristupiti putem URL adrese: <https://forums.adafruit.com/>.

⁴ Vodičima za programiranje i spajanje Arduina na hrvatskom jeziku može se pristupiti putem URL adrese: <https://e-radionica.com/hr/blog/>

⁵ MiniBloq aplikaciju moguće je preuzeti s URL adrese: <http://blog.minibloq.org/>

Arduino se koristi u obrazovanju učenika i poticanju interesa za robotikom u svijetu, a Agatolio i Moro (2016) navode da je u Italiji 2016. godine održano 50 radionica baziranih na Arduinu, a koje su bile namijenjene učenicima osnovnih i srednjih škola. Radionice su održane zbog velikog potencijala edukacijske robotike kao alata za učenje, ali isto tako i zbog niske cijene edukacijskih robota na tržištu. Arduino je kao alat izabran zbog lake izrade, niske cijene komponenata i velikoga broja programskih alata kojima se može programirati (Agatolio i Moro, 2016).

Hertzog i Sward (2016) navode da se uvođenje Arduina u projekte koje su dizajnirali studenti pokazalo jako dobrim rješenjem jer su se tako riješili prethodni problemi nedostupnosti dijelova i visoke cijene. Više od 90,00 % studenata uspješno je dovršilo svoje projekte zasnovane na Arduinu, dok ih je 70,00 % smatralo kako im je to iskustvo pomoglo pri razumijevanju teoretskih znanja. Studenti su izrađivali razne projekte kao što su *robotska kolica* koja su izbjegavala prepreke, a zbog velike uspješnosti navedenih projekata autori su preporučili korištenje Arduina za edukacijske svrhe (Hertzog i Sward, 2016).

4. STEM EDUKACIJA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Pojam *STEM edukacija* odnosi se na poučavanje i učenje u područjima znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike, a obuhvaća sve stupnjeve formalnog obrazovanja, ali i neformalno obrazovanje (Gonzalez i Kuenzi, 2012). Sam akronim STEM formirala je Američka nacionalna zaklada za znanost čime je željela ukazati na opći trend smanjenja interesa učenika za obrazovna područja i zanimanja vezana za STEM područja (Burušić, 2016). U hrvatskoj znanstvenoj nomenklaturi i istraživačkoj tradiciji akronim STEM obuhvaća područja prirodnih i tehničkih znanosti, matematike te nekih interdisciplinarnih područja (Burušić, 2016).

S obzirom na to da je u Hrvatskoj predviđen velik rast potražnje za stručnjacima iz STEM područja u narednim godinama, pojavljuju se inicijative za promicanje tih područja kao što su STEM revolucija, STEM auto, Croatian Makers liga i ProMikro projekt (Croatian Makers, n. d.). Također se predviđa uvođenje državnih stipendija za studente upisane na studijske programe u STEM područjima znanosti (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2017). U nastavku teksta pojasnit će se neki od projekata Instituta za razvoj i inovativnost mladih kojima se pokušava potaknuti interes mladih za robotikom.

Na mrežnim stranicama Croatian Makers (n. d.) navodi se da je *STEM revolucija* naziv javne kampanje započete u veljači 2017. s ciljem prikupljanja sredstava za uvođenje BBC micro:bit računala u hrvatske škole, edukacije mentora koji će stečena znanja prenositi dalje, ali isto tako i izrađivati originalne edukacijske materijale na hrvatskom jeziku ili prevoditi postojeće edukacijske materijale s engleskog jezika. Prema Sentance i suradnici (2017) BBC micro:bit platforma dizajnirana je kako bi bila vizualno privlačna, taktilna, povoljna, laka za korištenje i interaktivna. Sastoji se od tiskane pločice s ARM mikrokontrolerom i sučelja za programiranje koje je potrebno instalirati na računalo, a nastala je kao rezultat suradnje nekoliko tvrtki s ciljem da ljudima olakša programiranje i potiče kreativnost u korištenju naprednih tehnologija (Sentance i suradnici, 2017).

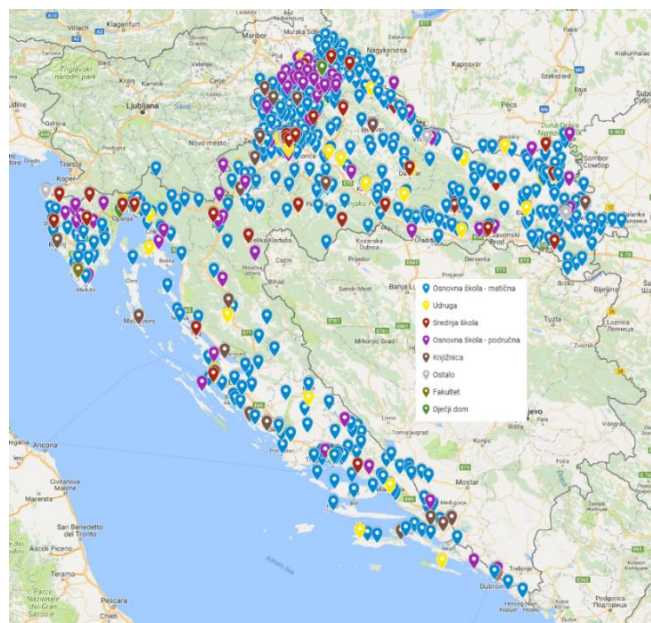
Kao što je vidljivo na Slici 7., tiskana pločica na sebi, osim mikrokontrolera, sadrži akcelerometar, magnetometar, svjetleće diode, prekidače, USB konektor i bluetooth antenu za bežično povezivanje. BBC micro:bit može samostalno pomoću ugrađenih svjetlećih dioda prikazivati trenutno vrijeme, strane svijeta ili podatke sa svojih ostalih senzora ili sa senzora spojenih na neki od konektora na dnu pločice. Micro:bit računala mogu bežično komunicirati s

mobitelom, računalom ili međusobno pa se podaci sa senzora nekoliko micro:bit-ova mogu prikupljati i obrađivati u stvarnom vremenu (*Hardware: Hardware Description*, n. d.).



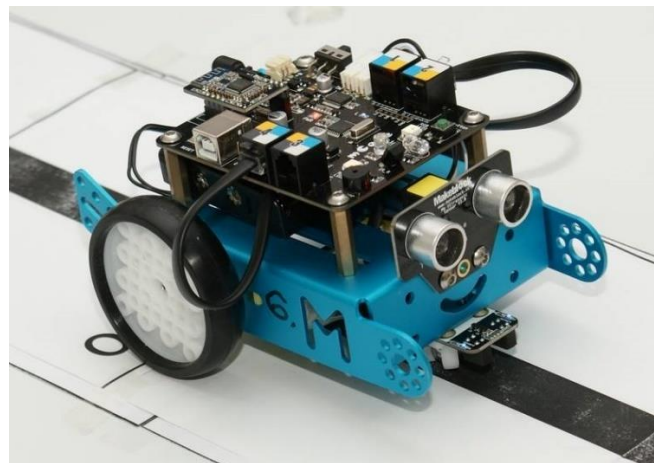
Slika 7. BBC micro:bit pločica.

Croatian Makers liga osnovana je 2014. godine i uključuje više od 8000 učenika iz 360 škola i ustanova (vidi Sliku 8.), a cilj je lige edukacija učenika osnovnoškolskog uzrasta u područjima robotike, automatike i programiranja pomoću edukacijskih mBot robota (Croatian Makers liga, n. d.).



Slika 8. Ustanove prijavljene za sudjelovanje u Croatian Makers projektu. Preuzeto s Croatian Makers (2017). <http://croatianmakers.hr/hr/ukljucene-ustanove-liga/>. Koristi se uz dopuštenje.

Ustanove koje se prijave za sudjelovanje edukacijske robote dobivaju besplatno uz uvjet sudjelovanja u natjecanjima lige u tekućoj godini, a robote potom mogu zadržati. Natjecanje je podijeljeno u dvije kategorije i odvija se u 5 kola od kojih se neka kola održavaju u regionalnim centrima zaduženima za provođenje natjecanja, a neka putem interneta slanjem video zapisa robota koji obavlja određeni zadatak iz toga kola. U natjecanjima se koriste edukacijski mBot roboti (vidi Sliku 9.) koji se mogu kretati, a na sebi imaju ultrazvučni senzor udaljenosti pomoću kojega je moguće izbjegavati prepreke; senzor svjetlosti pomoću kojega robot može pratiti stazu nacrtanu na papiru; nekoliko svjetlećih dioda i prekidača; infracrveni senzor za daljinski upravljač i bluetooth antenu koja omogućava spajanje robota na mobilne uređaje i računala. Roboti se mogu programirati putem nekoliko različitih sučelja, a najčešće se koristi mBlock⁶ program koji je baziran na grafičkom programskom jeziku Scratch koji omogućuje programiranje robota bez pisanja i jedne linije koda (Croatian Makers liga, n. d.).



Slika 9. mBot edukacijski robot.

STEM auto prikazan na Slici 10. također je projekt Instituta za razvoj i inovativnost mladih čiji je cilj obilaziti prvenstveno manja mjesta i sela unutar Hrvatske čije ustanove i škole do sada nisu sudjelovale u Croatian Makers ligi i održavati radionice robotike za početnike koje se temelje na mBot robotima, a namijenjene su osnovnoškolskom uzrastu dok sva potrebna računala, robote i ostalu opremu predavači donose sa sobom u automobilu (STEM auto, n. d.).

⁶mBlock program moguće je preuzeti putem URL adrese: <http://www.mblock.cc/>

Isti izvor navodi da su u sklopu projekta STEM radionice održane dvosatne radionice robotike za više od 1000 djece u pretežito malim školama i ruralnim sredinama uključujući i Slavoniju te da se ciklusi radionica odvijaju najčešće tijekom školskih praznika u školama, gradskim knjižnicama i ostalim ustanovama.



Slika 10. Izgled STEM auta. Preuzeto sa STEM auto (2016). <http://croatianmakers.hr/hr/ljetni-stem-auto-2016/>. Koristi se uz dopuštenje.

5. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

U ovome dijelu rada daje se pregled nekih istraživanja koja se bave različitim problemima u STEM edukaciji, a zajednički ukazuju na to da se kvalitetnim alatima, poticajnom okolinom i uvođenjem praktične nastave može utjecati na motivaciju učenika prema STEM predmetima i robotici.

Na temu dostupnih resursa za STEM edukaciju, García-Peñalvo i suradnici (2016) su proveli istraživanje u 6 država kojim su nastojali izraditi katalog alata namijenjenih učenicima. Sve alate vrednovali su u kategorijama: algoritmi, korištenje logike, kontroliranje stvari, izrada i otklanjanje pogrešaka. U istraživanju se vrednovalo 37 alata od kojih je najveći broj (19) bio dostupan na engleskom jeziku. U zaključku istraživanja autori navode da postoji velik broj kvalitetnih alata koji se mogu koristiti u školstvu, ali da je uvođenje programiranja u niže obrazovanje velik izazov jer je potrebno otkloniti izolaciju i stvoriti zajednicu predavača koji će početi dijeliti resurse potrebne za uvođenje daljnjih aktivnosti vezanih za programiranje. Istraživanje ukazuje na problem pronalaska kvalitetnih edukativnih alata, ali i dijeljenja informacija među predavačima.

Istraživanja su pokazala da je interes djevojčica manji za STEM područje. Istraživanje koje je proveo Microsoft (2017) bavilo se problemom gubitka interesa djevojaka za STEM predmete, a provodilo se u 12 europskih zemalja na uzorku od 11 500 djevojaka i mladih žena. Istraživanje je pokazalo da se većina mladih djevojaka interesira za STEM u dobi od 11 godina, no da njihov interes naglo pada u dobi od 15 godina. Među najznačajnijim čimbenicima koji utječu na interes djevojaka za STEM predmete su pronalaženje ženskih uzora u STEM područjima, stjecanje praktičnih iskustava i vježbi, rad s nastavnicima koji potiču interes djevojaka za STEM te učenje na stvarnim životnim primjerima. Iz rezultata istraživanja vidljivo je da su u edukaciji djevojaka i mladih žena u STEM području potrebne promjene kao što je uvođenje više praktičnih zadataka i vježbi.

Mubin i suradnici (2013) bazirali su se na primjenjivost robota u obrazovanju. Primijetili su da roboti postaju sastavni dio društva te da imaju veliki potencijal u obrazovanju pa smatraju da bi se trebalo posvetiti boljoj integraciji edukacijskih robota u obrazovni sustav. Analizom tri različita edukacijska robota zaključili su da roboti s mogućnošću prepoznavanja i oponašanja govora učenicima mogu olakšati učenje jezika potičući učenike pohvalama, animacijama ili zvukovima nakon što učenici točno izgovore riječ ili frazu koju pokušavaju naučiti. Autori

također navode da se s pojedinim robotima s posebnim sensorima učenike može podučavati gravitaciji, ali i da mogu bolje razumjeti ostale učenike nakon što shvate principe po kojima robot razaznaje ljudski govor.

Chalmers (2018) je u svome istraživanju imala cilj istražiti utjecaj uvođenja robotike i programiranja na učitelje u osnovnim školama u Australiji. U istraživanju su sudjelovali učitelji iz četiri osnovne škole (od 1. do 6. razreda) u čiju se nastavu uveo *LEGO WeDo 2.0* robot. Rezultati istraživanja pokazali su da je korištenje robota u nastavi pomoglo učiteljima da usvoje znanje i vještine potrebne za poučavanje djece mlađe školske dobi robotici.

U svome istraživanju Kandlhofer i Steinbauer (2014) bavili su se dugoročnim utjecajima natjecanja u robotskoj ligi na učenike koji su u njoj sudjelovali te su istraživali vezu između sudjelovanja u natjecanjima i interesa za znanost i tehnologiju. Podaci su prikupljeni provođenjem upitnika prije i nakon sudjelovanja učenika u natjecanjima tijekom 8 mjeseci u različitim školama u Austriji i Švedskoj. Analiza podataka prikupljenih upitnicima vršila se u kategorijama matematike i znanstvenih istraživanja, timskog rada i društvenih vještina, a pronađena je pozitivna korelacija između sudjelovanja na natjecanjima robotske lige i tehničkih vještina, socijalnih vještina, ali i ostalih područja koja su se ispitivala.

Sullivan i Umaschi Bers (2015) provele su istraživanje na 60 djece u vrtićkoj i školskoj dobi (do drugoga razreda osnovne škole) koja su pohađala nastavu robotike u trajanju od osam tjedana. Nastava se održavala uz pomoć *KIWI robotskog seta* i *CHERP* programskog jezika koji omogućavaju taktilni doživljaj prilikom programiranja koristeći opipljive drvene blokove umjesto pisanih naredbi. Istraživanje je provedeno po završetku nastave, a autori navode da su svi sudionici uspjeli savladati vještine potrebne za korištenje *KIWI robotskog seta* bez obzira na dob te su se pravilno koristili sintaksom *CHERP* programskog jezika. Rezultati istraživanja upućivala su i na to da su predškolska djeca uspješno savladala samo osnovne koncepte programiranja, ali isto tako i da postoji mogućnost da bi predškolska djeca savladala i naprednije koncepte programiranja ako bi se produžilo trajanje nastave.

6. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Cilj ovoga istraživanja bio je upoznati učenike s programiranjem i jednostavnom robotikom te potaknuti njihov interes za buduća zanimanja u STEM području. Istraživanjem se nastoji utvrditi postoji li kod učenika mlađe školske dobi povezanost između poznavanja osnova rada na računalu i njihove uspješnosti u robotici, kao i postoji li povezanost između dosadašnjeg uspjeha iz matematike i uspješnosti učenika u robotici te vidjeti jesu li ispitanici do sada sudjelovali u nekim aktivnostima u vezi s robotikom.

Istraživanje je provedeno u Osnovnoj školi Ladimirevci, a u njemu je sudjelovalo 39 učenika. Od ispitanika njih 64,10 % pohađalo je treći, a 35,90 % četvrti razred, kao što je vidljivo u Tablici 1. Distribucija ispitanika prema spolu prikazana je u Tablici 2. U istraživanju je sudjelovalo 53,85 % djevojčica i 46,15 % dječaka. Dob ispitanika varirala je od 8 do 12 godina, a ispitanici su prosječno bili stari 9,62 godine.

Tablica 1. Distribucija ispitanika prema razredu.

Razred	Frekvencija (N)	Relativna frekvencija (%)
3	25	64,10
4	14	35,90

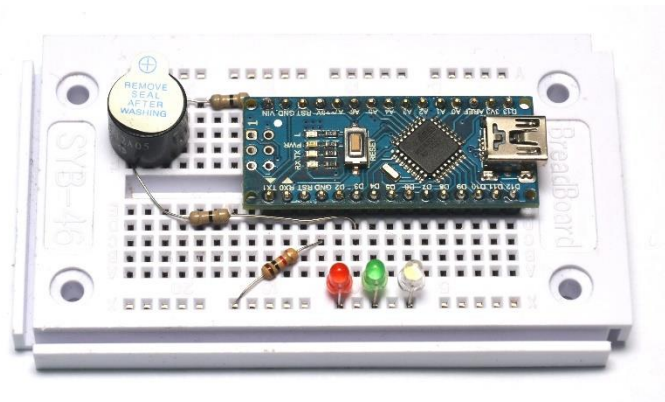
Tablica 2. Distribucija ispitanika prema spolu.

Spol	Frekvencija (N)	Relativna frekvencija (%)
Ženski	21	53,85
Muški	18	46,15

Prilikom prikupljanja podataka za istraživanje korišten je anonimni upitnik koji se sastojao od 30 pitanja. Pitanja u upitniku bila su podijeljena u četiri bloka. Prvi blok činila su osnovna demografska pitanja (tri pitanja). Drugi blok pitanja služio je za utvrđivanje navika prilikom korištenja računala (četiri pitanja) i samoprocjena učenika o poznavanju rada na računalu (trinaest izjava). Treći blok pitanja odnosio se na školski predmet Matematika i služio je za uvid

u stavove učenika i njihovu dosadašnju uspješnost u matematici (šest pitanja). Zadnji blok pitanja sastojao se od četiri pitanja koja su ispitivala upoznatost učenika s pojmovima *robotika* i *programiranje*, njihovo dosadašnje sudjelovanje u radionicama robotike te njihov stav prema predmetu na kojemu bi u školi učili o robotici i programiranju. Nakon održane radionice učenicima je podijeljen upitnik kojim je ispitano zadovoljstvo sadržajem radionice, lakoća njenog praćenja i usvajanja novih materijala te stavovi o robotici i programiranju.

U sklopu ovog istraživanja održana je radionica robotike u informatičkoj učionici koja se sastojala od teorijskog i praktičnog dijela. U teorijskom dijelu radionice korištena je multimedijalna prezentacija pomoću koje su obrađeni osnovni pojmovi kao što su programiranje, programer, robotika i android te su prikazane moguće uporabe robota u automobilske industriji, poljoprivredi, medicini i turizmu. Učenicima je demonstrirano nekoliko načina primjene Arduino platforme pri čemu je Arduino programiran tako da očitava temperaturu sobe i prikazuje ju na ekranu, a nakon toga pomoću zvučnika svira polifonu melodiju dječje pjesmice (vidi Sliku 11.).



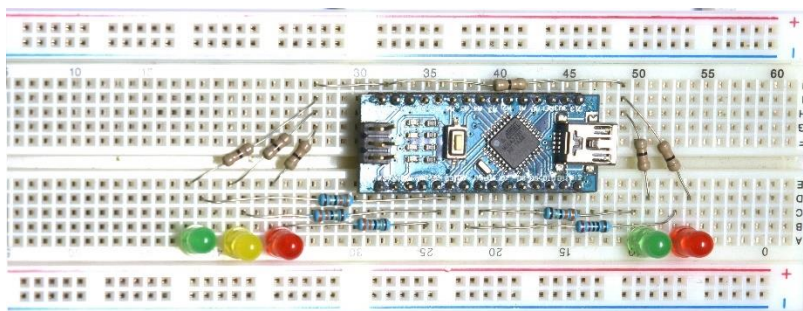
Slika 11. Arduino pločica spojena na zvučnik.

U teorijskom dijelu također su prikazane i osnovne naredbe unutar programa MiniBloq koji je korišten kasnije u praktičnom dijelu, a učenicima je nakon toga demonstriran i rad modela semafora (vidi Sliku 12.) koji je izrađen pomoću Arduino pločice. Zadatak učenika bio je upamtiti kako se ponaša pojedino svjetlo na semaforima za automobile i pješake i pokušati na papiru napisati algoritam rada semafora.



Slika 12. Model semafora baziran na Arduino platformi.

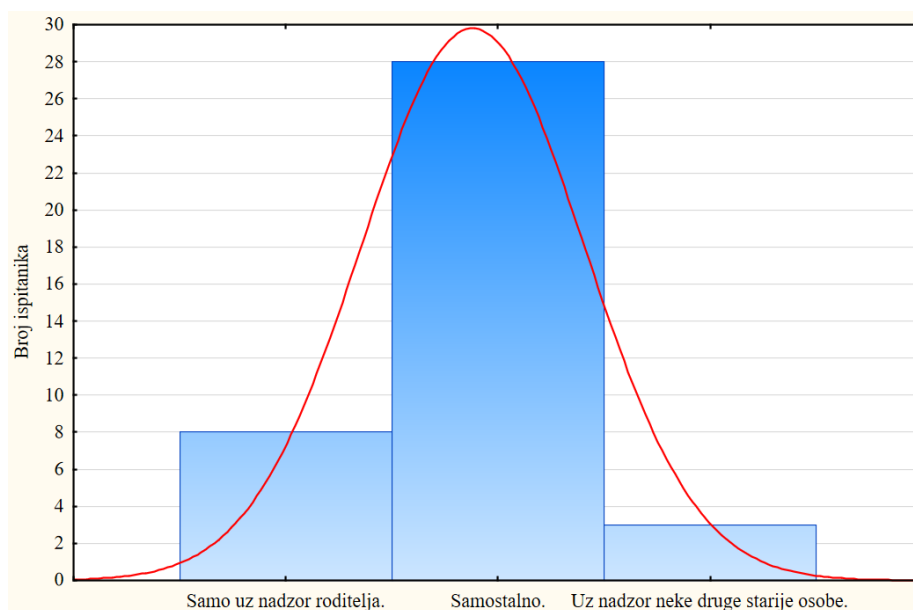
U praktičnome dijelu radionice učenici su pisali svoj program koristeći MiniBloq koji je trebao upravljati radom semafora. Učenici su mogli isprobavati program na modelu semafora prikazanome na Slici 13. Model semafora nije bio ugrađen u zatvoreno kućište semafora kako bi se učenicima olakšao pristup i njegovo programiranje.



Slika 13. Model semafora za pješake i vozače.

7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Odgovori učenika su otkrili da većina učenika kod kuće ima računalo (92,33 %), ali samo nekoliko njih (5,13 %) ima vlastito računalo koje samo oni koriste. Njih 87,18 % koristi zajedničko računalo, a manji broj učenika kod kuće uopće nema računalo (7,69 %). Učenici se u većini slučajeva računalom smiju služiti samostalno (71,79 %). Svega 28,20 % učenika koristi računalo uz nadzor roditelja ili neke druge odrasle osobe (vidi Sliku 14.).



Slika 14. Učeničko korištenje računala.

Kada se gleda učestalost korištenja računala, 41,00 % učenika izjavilo je da računalo koristi svakodnevno, a 43,59 % učenika koristi računalo nekoliko puta tjedno. Ostali učenici koriste računalo svega nekoliko puta mjesečno ili ga uopće ne koriste (15,38 %). Ustanovljeno je da malo više od polovice učenika bez pravljenja pauze koristi računalo u vremenskom trajanju do sat vremena. Jednak broj učenika izjasnio se da računalo bez prekida koristi manje od 30 minuta (25,64 %) te između 30 minuta i jednoga sata (25,64 %)

Tablica 3. Učestalost korištenja računala i vremenski period kojeg učenici provedu za računalom.

PITANJE	ODGOVOR	FREKVENCIJA (N)	RELATIVNA FREKVENCIJA (%)
Računalo koristim	Svaki dan	16	41,00 %
	Nekoliko puta tjedno	17	43,59 %
	Nekoliko puta mjesečno	5	12,82 %

	Uopće ne koristim računalo	1	2,56 %
Računalo bez prekida najčešće koristim	Manje od 30 minuta	10	25,64 %
	Između 30 minuta i jednoga sata	10	25,64 %
	Od 1 do 2 sata	8	20,51 %
	Od 2 do 3 sata	5	12,82 %
	Više od 3 sata	6	15,38 %

Učenicima su bile ponuđene aktivnosti i od učenika se tražilo da iskažu za koje aktivnosti koriste računalo (vidi Tablicu 4.). Vidljivo je da učenici najviše koriste računalo za igranje (97,44 %), većina ih koristi računalo i za slušanje glazbe (84,62 %), a malo više od polovine učenika iskazalo je da koristi računalo za dopisivanje s prijateljima (51,28 %). Više od polovine učenika izjavilo je da koristi računalo za pregledavanje video sadržaja (69,23 %), crtanje (66,67 %), učenje (61,54 %) i pisanje zadaće (61,54 %).

Tablica 4. Frekvencije i relativne frekvencije aktivnosti za koje ispitanici koriste računalo.

AKTIVNOST	FREKVENCIJA (N)	RELATIVNA FREKVENCIJA (%)
Igranje	38	97,44 %
Slušanje glazbe	33	84,62 %
Pregledavanje video sadržaja	27	69,23 %
Crtanje	26	66,67 %
Učenje	24	61,54 %
Pisanje zadaća	24	61,54 %
Dopisivanje s prijateljima	20	51,28 %

Ispitanici su procijenili svoje znanje iz općenitog poznavanja rada na računalu tako da su iskazivali slaganje s danim izjavama. Koristili su skalu slaganja od 1 (u potpunosti se ne slažem) do 5 (u potpunosti se slažem). Kao što je vidljivo iz Tablice 5., 46,15 % ispitanika izjasnilo se da se uglavnom slaže s izjavom da znaju imenovati sve dijelove računala. Njih 30,77 % se u potpunosti slaže s izjavom da znaju objasniti za što služi svaki dio računala. Nitko od ispitanika nije se izjasnio da se u potpunosti ne slaže s izjavom da znaju imenovati sve dijelove računala. Skoro trećina ispitanika u potpunosti se ne slaže s izjavom da znaju samostalno snimiti podatke na CD, DVD ili prijenosni USB ključić (30,77 %). Zatim se 43,59 % ispitanika uglavnom slaže

s izjavom da mogu brzo i bez pogrešaka koristiti tipkovnicu. Nadalje njih 38,48 % se u potpunosti slaže s izjavom da znaju koristiti pisac i skener za skeniranje, odnosno ispisivanje dokumenata i fotografija, dok se gotovo trećina ispitanika (30,77 %) u potpunosti ne slaže s navedenom izjavom.

Tablica 5. Stupanj slaganja s izjavama o korištenju računalne opreme.

Izjave	U potpunosti se ne slažem.		Uglavnom se ne slažem.		Niti se slažem niti se ne slažem.		Uglavnom se slažem.		U potpunosti se slažem.	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Znam imenovati sve dijelove računala.	0	0,00 %	5	12,82 %	6	15,38 %	18	46,15 %	10	25,64 %
Znam objasniti za čega služi svaki dio računala.	2	5,13 %	8	20,51 %	9	23,08 %	8	20,51 %	12	30,77 %
Samostalno znam snimiti podatke na CD, DVD ili prijenosni USB ključić.	12	30,77 %	2	5,13 %	7	17,95 %	8	20,51 %	10	25,64 %
Mogu vrlo brzo i bez pogrešaka koristiti tipkovnicu računala.	2	5,13 %	3	7,69 %	3	7,69 %	17	43,59 %	14	35,90 %
Znam koristiti pisac i skener za skeniranje ili ispisivanje dokumenata i fotografija s računala.	12	30,77 %	2	5,13 %	5	12,82 %	5	12,82 %	15	38,46 %

U vezi s poznavanjem rada u računalnim programima i alatima te poznavanjem sigurnosti na internetu, 48,72 % ispitanika u potpunosti se složilo s izjavom da znaju obrađivati tekst u programima za obradu teksta, a čak njih 87,18 % u potpunosti se složilo s izjavom da se samostalno služe internetskim preglednicima kada traže informacije koje ih zanimaju. Ispitivanjem poznavanja sigurnosti na internetu otkriveno je da se najveći broj ispitanika (89,74 %) u potpunosti slaže s izjavom da posebno paze kako na internetu ne bi otkrili svoje privatne podatke. Više od polovine ispitanih učenika (69,23 %) se također u potpunosti slaže s izjavom da se prilikom komunikacije putem interneta znaju služiti mikrofonom i web-kamerom. Njih 23,08 % uglavnom se slaže s izjavom da znaju izrađivati prezentacije u programu za njihovu izradu. S istom izjavom se jednak broj ispitanika niti slaže niti ne slaže (23,08 %), a tek 15,38 % ispitanika u potpunosti se slaže s tom izjavom (vidi Tablicu 6.).

Tablica 6. Slaganje s izjavama vezanima za uporabu računalnih programa i sigurnost na internetu.

Izjave	U potpunosti se ne slažem.		Uglavnom se ne slažem.		Niti se slažem niti se ne slažem.		Uglavnom se slažem.		U potpunosti se slažem.	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Znam obrađivati tekst u programima za obradu teksta kao što su Microsoft Word, Notepad, WordPad...	7	17,95 %	5	12,82 %	3	7,69 %	5	12,82 %	19	48,72 %
Samostalno se služim internetskim preglednicima kada tražim informacije koje me zanimaju.	0	0,00 %	0	0,00 %	2	5,13 %	3	7,69 %	34	87,18 %
Posebno pazim kako na internetu ne bih otkrio/otkrila svoje privatne podatke.	1	2,65 %	0	0,00 %	0	0,00 %	3	7,69 %	35	89,74 %
Znam izrađivati prezentacije u programu za izradu prezentacija.	8	20,51 %	9	23,08 %	9	23,08 %	7	17,95 %	6	15,38 %
Prilikom komunikacije putem interneta znam se služiti mikrofonom i web-kamerom.	7	17,95 %	0	0,00 %	0	0,00 %	5	12,82 %	27	69,23 %

Rezultati su pokazali da su učenici do sada bili vrlo uspješni iz predmeta Matematika. Njihova prosječna ocjena u 1. i 2. razredu iznosila je 4,54, a u 3. razredu 4,29, što je prikazano u Tablici 7.

Tablica 7. Prosječne ocjene iz matematike ispitanika po razredima.

Razred	N	Prosječna ocjena
1	39	4,54
2	39	4,54
3	14	4,29

Kako bi se vidjelo postoji li povezanost između poznavanja osnova rada na računalu i uspješnosti učenika u robotici, korišten je Spearmanov koeficijent korelacije. Između ovih varijabli, na nivou značajnosti od 0,05, utvrđena je relativno slaba pozitivna korelacija ($r_s = 0,39$, $p = 0,02$).

Matematikom se izvan škole bavi 53,85 % ispitanika. Njih 61,54 % sudjelovalo je na natjecanjima iz matematike dok ostali nisu, a dodatnu nastavu iz matematike pohađa 51,28 % ispitanika. Najveći broj ispitanika (97,44 %) smatra da je matematika korisna u svakodnevnom životu, a za 64,10 % njih Matematika je jedan od najdražih predmeta. Koristeći Spearmanov koeficijent korelacije ispitana je i povezanost između dosadašnjeg uspjeha iz matematike i uspješnosti učenika u robotici, a na nivou značajnosti od 0,05 nije otkrivena statistički značajna korelacija ($r_s = -0,01$, $p = 0,95$).

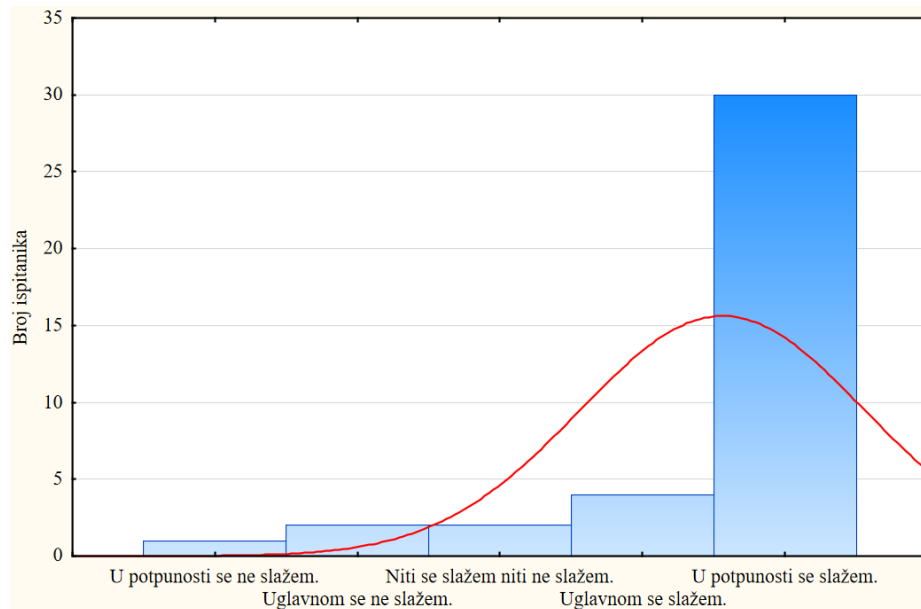
Pojam *robotika* poznat je od prije čak 46,15 % učenika, ali ga ne znaju objasniti, dok njih 38,46 % nije bilo upoznato s tim pojmom, a samo je 15,39 % učenika bilo upoznato i pokušalo ga je objasniti svojim riječima. Neki odgovori bili su: „*Tamo se rade roboti i robotičke stvari.*“ i „*Robotika je nešto što radimo s robotima i pravimo robote.*“

Tek 10,26 % učenika se izjasnilo da su u prošlosti sudjelovali na radionicama robotike dok većina nije nikada sudjelovala na takvim radionicama (89,75 %). Sličan rezultat pojavio se i prilikom ispitivanja o pojmu *programiranje* kada se 48,72 % učenika izjasnilo da im je pojam programiranja poznat, a samo malom broju učenika (10,25 %) pojam je poznat i pokušali su ga objasniti svojim riječima. Ostali učenici (41,03 %) nikada nisu čuli za taj pojam. Ipak, većina učenika (94,87 %) izjavila je da bi u školi željeli imati predmete na kojima se uči o robotici i programiranju.

Nakon održane radionice robotike učenici su iskazali zadovoljstvo sa sudjelovanjem u radionici. Stoga se može reći kako je održana radionica ispunila svoj cilj jer su svi ispitanici iskazali da su u potpunosti zadovoljni s njom, a većina se u potpunosti slaže s izjavom da bi preporučili radionicu svojim prijateljima (94,87 %). Učenicima sadržaj radionice nije bio dosadan, 82,05 % ispitanika se u potpunosti ne slaže s izjavom da je sadržaj radionice bio dosadan, a 82,05 % s izjavom da je radionicu bilo teško pratiti. Njih 87,18 % se u potpunosti slaže s izjavom da je gradivo obrađeno tako da su svi učenici mogli pratiti radionicu.

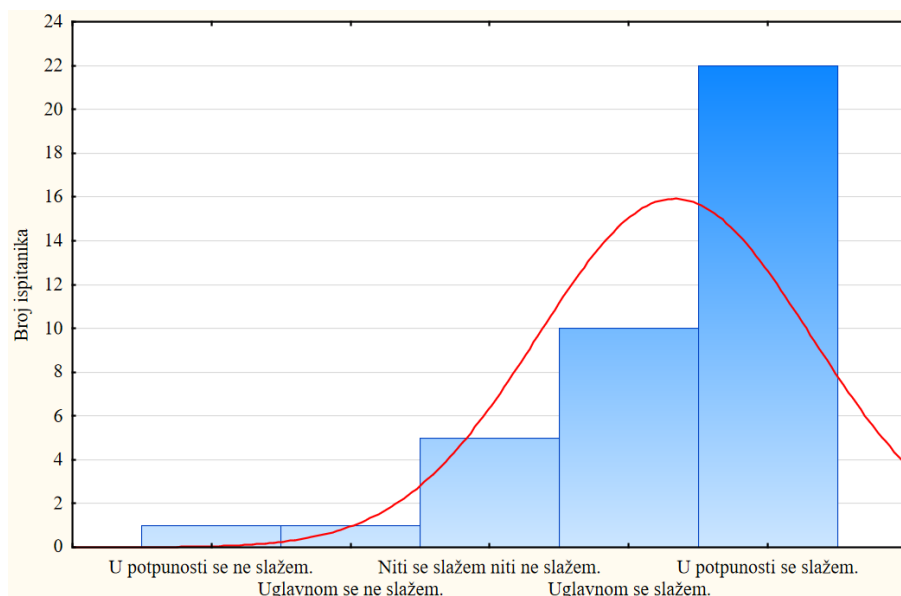
Više od polovine ispitanika je shvatilo sve što se na radionici radilo (56,41 %), a većina ispitanika (94,87 %) je u potpunosti zadovoljna svojim rješenjima zadataka na radionici. 38,46% ispitanika u potpunosti se ne slaže s izjavom da im je tijekom radionice često trebala pomoć u rješavanju zadataka, a 89,74 % ispitanika se u potpunosti složilo s izjavom da im je prethodno poznavanje rada na računalu pomoglo na ovoj radionici. Većina ispitanika se u potpunosti složila s izjavom da je za programiranje robota potrebno jako dobro poznavanje rada na računalu (92,31 %) i da je za programiranje robota potrebno odlično znanje iz matematike

(89,74 %). 76,92 % ispitanika se u potpunosti složilo s time da nakon održane radionice želi nastaviti učiti o robotici (vidi Sliku 16.) Također većina ispitanika (89,74 %) se u potpunosti složila da ih je praktična radionica robotike dodatno zainteresirala za praćenje nastave.



Slika 16. Slaganje s izjavom da nakon održane radionice žele nastaviti učiti o robotici.

Više od polovine ispitanika se u potpunosti slaže s izjavom da sada znaju svojim riječima objasniti što su to programiranje i robotika (56,41 %), a mali broj ispitanika se u potpunosti nije složio (2,56 %) ili se uglavnom nije složio (2,65 %) s tom izjavom (vidi Sliku 17.).



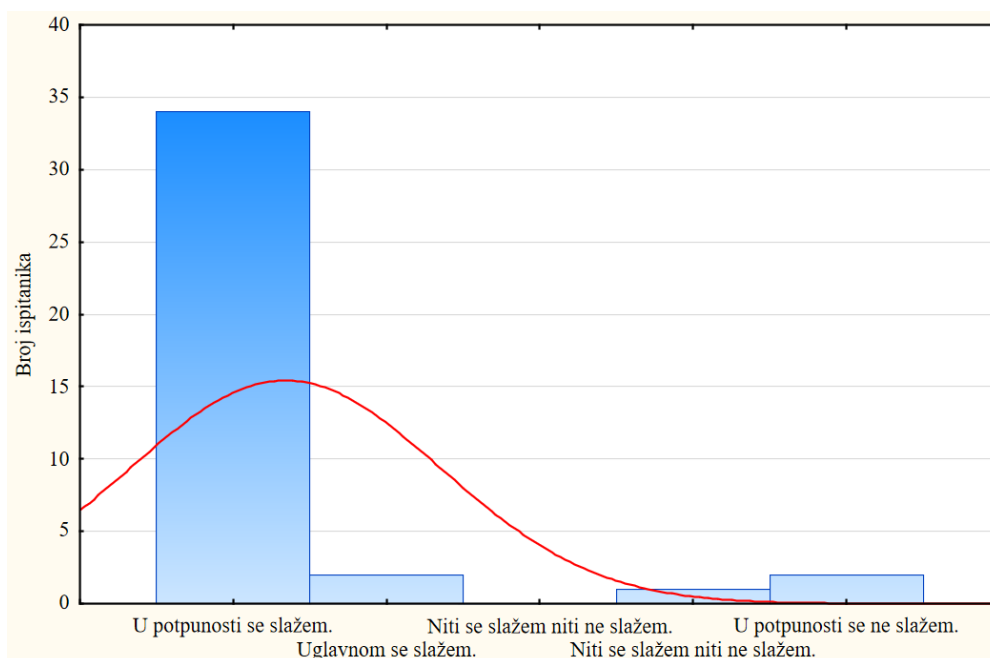
Slika 17. Slaganje s izjavom da nakon održane radionice znaju svojim riječima objasniti što su pojmovi programiranje i robotika.

Više od polovine ispitanika, njih 66,67 %, u potpunosti se slaže s izjavom da se u budućnosti želi baviti programiranjem ili robotikom, a mali broj (5,13 %) se uopće ne slaže s navedenom izjavom što je vidljivo u Tablici 8.

Tablica 8. Slaganje ispitanika s izjavom da se u budućnosti žele baviti programiranjem ili robotikom.

Slaganje	FREKVENCIJA (N)	RELATIVNA FREKVENCIJA (%)
U potpunosti se ne slažem.	2	5,13 %
Uglavnom se ne slažem.	5	12,82 %
Niti se slažem niti se ne slažem.	2	5,13 %
Uglavnom se slažem.	4	10,26 %
U potpunosti se slažem.	26	66,67 %

Većina ispitanika (87,18 %) se u potpunosti slaže s izjavom da bi se prijavili na radionice robotike kada bi se one redovito održavale u školi (vidi Sliku 18.), a isti broj ispitanika (87,18 %) se u potpunosti slaže s izjavom da bi opet sudjelovali na sličnoj radionici. Većina ispitanika (89,74 %) se također u potpunosti slaže s izjavom da će im znanje s ove radionice biti korisno u budućnosti.



Slika 18. Slaganja s izjavom da bi se prijavili na radionice robotike kada bi se one redovito održavale u školi.

Posljednji dio upitnika sastojao se od tri pitanja otvorenoga tipa, a ispitivao je što je učenicima bilo najzanimljivije i najteže na radionicama te je služio za prikupljanje njihovih preporuka u svrhu poboljšanja radionica. Odgovori učenika vidljivi su na Slici 19.

Najzanimljivije mi je na radionici bilo: Kada smo programirali semafor.

Najteže mi je na radionici bilo: Nista mi nije bilo teško.

Radionica bi bila bolja kada bi: Više učili o robotici.

Najzanimljivije mi je na radionici bilo: Sve

Najteže mi je na radionici bilo: Nista

Radionica bi bila bolja kada bi: više trajala

Najzanimljivije mi je na radionici bilo: Radot semafor

Najteže mi je na radionici bilo: nista

Radionica bi bila bolja kada bi: da je duže trajalo

Najzanimljivije mi je na radionici bilo: kada smo programirali semafor

Najteže mi je na radionici bilo: sve je bilo lagano

Radionica bi bila bolja kada bi: kada bi svi imali male sprave za programiranje semafora.

Slika 19. Neki od odgovora učenika.

8. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja su pokazali da između poznavanja osnova rada na računalu i uspješnosti u robotici kod učenika mlađe školske dobi postoji samo neznatna pozitivna korelacija ($r_s = 0,39$, $p=0,02$) na razini značajnosti 0,05 te da se 89,75 % ispitanika nije prethodno susretalo s robotikom. Rezultati ne otkrivaju statistički značajnu korelaciju na razini značajnosti 0,05 između dosadašnjeg uspjeha iz matematike i uspješnosti učenika u robotici ($r_s = -0,01$, $p = 0,95$).

Istraživanje je također pokazalo da računalo u kućanstvu ukupno posjeduje 92,33 % ispitanika, a samostalno bez nadzora ga smije koristiti njih 71,70 %. Ispitanici se uglavnom služe računalom za igranje igrica (97,44 %), dok računalo za učenje ili pisanje zadaća koristi samo 61,54 % učenika provodeći vrijeme najčešće svaki dan (41,00 %) ili nekoliko puta tjedno (43,59 %).

Istraživanje je pokazalo i da se djeca mlađe školske dobi najčešće samostalno (87,18 %) služe računalom kada traže informacije koje ih zanimaju i pri tome velik broj učenika (89,74 %) posebno pazi kako na internetu ne bi otkrio svoje privatne podatke.

Utvrđeno je i da prije radionice robotike 38,46 % učenika nije nikada čulo za pojam *robotika* dok za pojam *programiranje* nikada nije čulo 41,03 % učenika. Nakon radionice svi učenici su se potpuno složili s izjavom da su zadovoljni održanom radionicom, a njih 87,18 % se u potpunosti slažu s izjavom da bi se prijavili na radionice robotike kada bi se one redovito održavale u njihovoj školi. Nakon radionice, 56,41 % učenika se u potpunosti složilo s izjavom da sada znaju svojim riječima objasniti što su to programiranje i robotika dok je prije radionice pojam *robotika* pokušalo objasniti samo 15,36 % učenika, a pojam *programiranje* samo 10,25 % učenika. Nakon radionice, 66,67 % učenika se u potpunosti slaže s izjavom da se u budućnosti žele baviti programiranjem ili robotikom.

Usporedbom s prethodnim istraživanjima može se zaključiti da je upotreba robotike u edukacijske svrhe vrlo dobro prihvaćena kod učenika mlađe školske dobi koji već nakon kratkog susreta s robotikom izražavaju želje da se nastave njome baviti i u budućnosti.

9. LITERATURA

1. Agatolio, F., Moro, M. (2016). A workshop to Promote Arduino-Based Robots as Wide Spectrum Learning Support Tools. U Merdan M., Lepuschitz W., Koppensteiner G., Balogh R. (ur.), *Robotics in Education. Advances in Intelligent Systems and Computing* (113-125). Cham: Springer. Pribavljeno 23.9.2018. s <http://www.pleiadi.net/wp-content/uploads/2016/08/Dipartimento.pdf>
2. Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education* 6(1/2013), 63-71. Pribavljeno 12.4.2018. s <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1130924.pdf>
3. *BBC micro:bit – STEM revolucija*. (n. d.). Croatian Makers. Pribavljeno 15.7.2017. s <http://croatianmakers.hr/hr/stem-revolucija/>
4. Bellas, F., Naya, M., Varela, G., Llamas, L., Prieto, A., Beccera, J. C., Bautista, M., Faiña, A. i Duro, R. (2017). The Robobo Project: Brining Educational Robotics Closer to Real-World Applications. U Lepuschitz, W., Merdan, M., Koppensteiner, G., Balogh, R., Obdržálek, D. (ur.), *Robotics in Education: Latest Results and Developments* (226-237). Cham: Springer. Pribavljeno 3.9.2018. s <https://pdfs.semanticscholar.org/3299/73794714c147360b9262e87f3cc904675404.pdf>
5. Buklijaš, S. (2010). *Scratch- Vizualni programski jezik za djecu*. Pribavljeno 15.6.2017. s https://cuc.carnet.hr/2010/images/b1_52a14.pdf
6. Burušić J. (30.6.2016). *JOBSTEM projekt*. Pribavljeno 13.7.2017. s <http://www.jobstem.eu/novosti-1/params/post/960484/profdrsc-josip-burusic-o-vaznosti-jobstem-projekta-i-interesima-ucenika-za->
7. Burušić J., Blažev, M., Dević, I. (2017). Intervencijski programi u STEM području: Analiza vrsta, teorijske utemeljenosti, ciljnih skupina, ishoda i načina vrednovanja intervencijskih programa u školskom i izvanškolskom okruženju. *Napredak: časopis za pedagojsku teoriju i praksu* 158(4/2017), 481-502. Pribavljeno 14.4.2018. s <https://hrcak.srce.hr/file/277559>
8. Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer interaction* 17(1/2018), 93-100. Pribavljeno 22.9.2018. s https://www.researchgate.net/publication/326193362_Robotics_and_computational_thinking_in_primary_school

9. *Croatian Makers liga*. (n. d.). Croatian Makers. Pribavljeno 15.7.2017. s <http://croatianmakers.hr/hr/croatian-makers-liga/>
10. Da Silva Gillig, J. (2016). *Root: A robot to teach coding from 4 to 99 years old*. Pribavljeno 5.7.2018. s <http://blog.minibloq.org/2016/10/root-robot-to-teach-coding-from-4-to-99.html>
11. *Documentation*. (n. d.). MiniBloq. Pribavljeno 15.6.2018. s <http://blog.minibloq.org/p/documentation.html>
12. Doleček, V., & Karabegović I. (2002). *Robotika*. Bihać: Tehnički fakultet.
13. García-Peñalvo, F. J., Rees, A. M., Hughes, J., Jormanainen, I., Toivonen, T., & Vermeersch, J. (2016). A survey of resources for introducing coding into schools. U García-Peñalvo, F. J. (ur.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (19-26). New York: ACM. Pribavljeno 15.4.2018. s <https://zenodo.org/record/205487>
14. Gonzalez H., & Kuenzi J. (2012). *Science, Techonology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education; A Primer*. Washington D. C.: Congressional Research Service.
15. Hafner, H. (2015). *STEMI – robot pauk za učenje*. Pribavljeno 4.7.2018. s <http://www.crowdfunding.hr/stemi-robot-pauk-za-ucenje-3296>
16. *Hardware: Hardware Description*. (n. d.). Micro:bit developer community. Pribavljeno 13.7.2017. s <http://tech.microbit.org/hardware/>
17. Haugen, J. A., & Moore, N. T. (2014). *A model for including Arduino microcontroller programming in the introductory physics lab*. Pribavljeno 3.9.2018. s <https://arxiv.org/pdf/1407.7613>
18. Hertzog, P. E., & Swart, A. J. (2016). *Adruino – Enabling engineering students to obtain academic success in a design-based module*. Pribavljeno 23.9.2018. s <http://ir.cut.ac.za/bitstream/handle/11462/1239/Pierre%20E%20Hertzog%20and%20Arthur%20J%20Swart%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2014). Evaluating the impact of robotics in education of pupils' technical and social skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems* 75(1/2016), 679-685.
20. Kovačić Z., Bogdan, S., & Krajči, V. (2002). *Osnove robotike*. Zagreb: Graphis.
21. Kushner, D. (2011). *The making of Arduino*. Pribavljeno 19.6.2017. s <https://spectrum.ieee.org/geek-life/hands-on/the-making-of-arduino>
22. Louis, L. (2016). Working principle of Arduino and using it as a tool for study and research. *International Journal of Control, Automation, Communication and Systems*

- 1(2/2016), 21-29. Pribavljeno 3.9.2018. s
<https://airccse.com/ijcacs/papers/1216ijcacs03.pdf>
23. Microsoft. (2017). *Istraživanje: Učenice u Europi gube interes za STEM predmete u 15 godini*. Pribavljeno 10.4.2018. s: <https://www.microsoft.com/hr-hr/about/06-03-2017.aspx>
24. Ministarstvo znanosti i obrazovanja. (2017). *Pravilnik o uvjetima i načinu ostvarivanja prava redovitih studenata na državnu stipendiju u STEM područjima znanosti*, NN 61/17. Pribavljeno 14.7.2017. s http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_06_61_1414.html
25. Mubin, O., Stevens, C., Shahid, S., Mahmud, A., & Dong, J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning* (1-7). Pribavljeno 4.7.2018. s
https://www.researchgate.net/publication/251237835_A_review_of_the_applicability_of_robots_in_education
26. Nikolić, G. (2014). Nove tehnologije donose promjene. *Andragoški glasnik* 21(2/2014), 25-43. Pribavljeno 14.4.2018. s: <https://hrcak.srce.hr/file/218272>
27. *Obitelj Makanec*. (n. d.) Hrvatski plemićki zbor. Pribavljeno 17.4.2018. s
<http://www.plemstvo.hr/obitelji/makanec>
28. Ratković, I. (2000). *Podrijetlo riječi robot*. Pribavljeno 10.7.2017. s
<http://www.hrobos.hr/files/predstava-rur.pdf>
29. Sentance, S., Waite, J., Hodges, S., MacLeod, E., & Yeomans, L. E. (2017). „Creating cool stuff“ – Pupil's experience of the BBC micro:bit. *Proceedings of the 48th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (531-536). New York: ACM. Pribavljeno 12.4.2018. s:
https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/files/65615345/creating_cool_stuff_POSTPRINT_to_s_hare.pdf
30. *STEM auto*. (n. d.). Croatian Makers. Pribavljeno 15.7.2017. s
<http://croatianmakers.hr/hr/stem-auto/>
31. *STEMI*. (n. d.). Pribavljeno 4.7.2018. s <https://www.stemi.education/>
32. Sullivan, A., & Umaschi Bers, M. (2015). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education* 26(1/2016), 3-20. Pribavljeno 22.9.2018. s
<https://ase.tufts.edu/devtech/publications/robotics%20paper.pdf>

33. *Što je Arduino, a što Croduino?* (n. d.). e-radionica. Pribavljeno 20.6.2017. s <https://e-radionica.com/hr/blog/2015/10/08/sto-je-arduino-i-croduino/>
34. Zenzerović, P. (2013). *Arduino kroz jednostavne primjere – pripreme za natjecanja*. Pribavljeno 5.7.2018. s <http://www.hztk.hr/media/Automatika/DIO1.pdf>
35. Zenzerović, P. (2015). *Arduino kroz jednostavne primjere*. Zagreb: Hrvatska zajednica tehničke kulture.