

Robotika u obrazovanju

Benčak, Nikolina

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:147:698910>

Rights / Prava: [Attribution 3.0 Unported/Imenovanje 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-28**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE

Nikolina Benčak

ROBOTIKA U OBRAZOVANJU

Diplomski rad

Čakovec, srpanj, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE

Nikolina Benčak

ROBOTIKA U OBRAZOVANJU

Diplomski rad

Mentor rada:
izv. prof. dr. sc., Predrag Oreški

Čakovec, srpanj, 2021.

„Obrazovanje se ne odnosi samo na školu i stjecanje diplome. Radi se o proširenju svog znanja i apsorbiranju istine o životu.“

Shakuntala Devi

Sadržaj

1. UVOD	1
2. DEFINICIJA ROBOTA	3
2.1. <i>Generacije robota</i>	3
2.2. <i>Konstrukcije robota</i>	4
3. POVIJESNI RAZVOJ ROBOTIKE	5
3.1. <i>Počeci razvoja robotike</i>	6
3.2. <i>Mobilna robotika</i>	6
4. POJAM OBRAZOVNE ROBOTIKE	8
4.1. <i>Robotska pismenost</i>	8
4.2. <i>Utjecaj robota na dijete</i>	9
4.3. <i>Obrazovni roboti</i>	11
4.4. <i>Robotska edukacija</i>	12
4.4.1. <i>Primjena robotske edukacije</i>	13
4.5. <i>Edukacija nastavnika</i>	17
4.5.1. <i>Primjer edukacije nastavnika</i>	18
5. KURIKULUM ZA NASTAVNI PREDMET INFORMATIKA ZA OSNOVNU ŠKOLU	19
5.1. <i>Odgajno-obrazovni ciljevi i domene predmeta Informatike</i>	20
6. ROBOTIKA U HRVATSKOM OBRAZOVANJU	22
7. INICIJATIVE ZA PROMICANJE ROBOTIKE U OBRAZOVANJU	27
8. ROBOTSKE SIMULACIJE	29
9. STEM	30
10. LEGO	31
11. mBot	32
11.1. <i>mBot i Arduino</i>	34

11.2. Programiranje mBota.....	34
11.3. Primjena mBota u nižim razredima osnovne škole	36
11.3.1. Matematika.....	36
11.3.2. Glazbena kultura	38
11.3.3. Likovna kultura.....	40
11.3.4. Priroda i društvo	41
11.4. Primjer pripreme za izvođenje nastavnog sata informatike.....	44
12. BBC Micro:bit	48
13. SCRATCH	50
14. ISTRAŽIVANJE PRIMJENE ROBOTIKE U EDUKATIVNE SVRHE	51
14.1. Cilj i problemi istraživanja.....	51
14.2. Metode.....	51
14.3. Rezultati.....	52
14.3.1. Deskriptivna statistička analiza	52
14.3.2. Inferencijalna statistička analiza	58
15. RASPRAVA.....	66
16. ZAKLJUČAK.....	69
LITERATURA	70
PRILOZI I DODATCI.....	74

Sažetak

Ovaj diplomski rad usmjeren je na obrazovnu robotiku i važnost primjene robota u obrazovnom procesu. Početak rada obuhvaća povijesni razvoj robota konkretnije navedeni su važni događaji za njihov daljnji razvoj, ali i sam pojam robota, generacije robota i njihova konstrukcija. U sljedećem poglavlju objašnjen je pojam obrazovne robotike i njene primjene te važnost uvođenja pojma robotske pismenosti. Unutar poglavlja navodi se i važnost utjecaja robota na dijete kao i važnost edukacije nastavnika, navode se primjeri dobre prakse i primjena edukativnih robota kod djece. Peto i šesto poglavlje ovog rada opisuje stanje robotskog obrazovanja u Hrvatskoj i kurikulum za nastavu informatike. Inicijative koje promiču robotiku u obrazovanju i upotreba robotskih simulacija opisana su u sljedeća dva poglavlja. Potom, opisana je važnost uvođenja STEM-a u osnovnoškolsko obrazovanje i LEGO kao najpoznatiji obrazovni robotski sustav namijenjen za sve razine obrazovanja. Sljedeće poglavlje govori o robotu mBotu, njegovom nastanku i prikaz potrebnih dijelova za njegovo funkcioniranje. U tom poglavlju prikazani su programi primjene robota mBota u nižim razredima osnovne škole i to za više nastavnih predmeta te prikaz pripreme za uvođenje programiranja u 2. razredu osnovne škole pri korištenju robota mBota. Micro:bit je opisan u dvanaestom poglavlju, a potom se opisuje Scratch kao važan program koji se koristi u nižim razredima prilikom učenja programiranja.

Ovaj rad završava istraživanjem provedenim nad učiteljima koji rade u osnovnoj školi kako bih saznala koliko su škole opremljene robotima i u kojoj mjeri učitelji primjenjuju robote u svakodnevnom nastavnom procesu. Za sam kraj prikazan je osobni osvrt na cjelokupni rad.

KLJUČNE RIJEČI: robotika, obrazovanje, kurikulum, STEM, mBot

Summary

Robotics in education

This thesis focuses on educational robotics and the importance of robot application in the educational process. The beginning of the thesis includes the historical development of robots, more specifically the important events for their further development are listed, but also the very concept of robots, robot generations and their construction. The next chapter explains the concept of educational robotics and its application and the importance of introducing the concept of robotic literacy. The chapter states the importance of the impact of robots on the child as well as the importance of teacher education. There are also examples of good practice and the application of educational robots in children. Chapters five and six describe the state of robotics education in Croatia and the curriculum for computer science teaching. Initiatives that promote robotics in education and the use of robotic simulations are described in the next two chapters. Afterwards, the importance of introduction of STEM to primary education and LEGO as the most famous educational robotic system intended for all levels of education are described. The next chapter is about the robot mBot, its origin and the presentation of the necessary parts for its functioning. This chapter presents the programs for the application of mBots in lower grades of primary school for several subjects and shows the preparation for the introduction of programming in the 2nd grade of primary school when using mBots. The Micro: bit is described in Chapter twelve, and then Scratch is described as an important program used in the lower grades when learning programming.

This paper concludes with a survey conducted on primary school teachers to find out how well schools are equipped with robots and the extent to which teachers use the robots in their daily teaching process. At the very end, a personal review of the entire work is presented.

KEY WORDS: robotics, education, curriculum, STEM, mBot

1. UVOD

Obrazovanje je pedagoški proces stjecanja znanja i razvijanja sposobnosti, a društveno se organizira u obrazovnim ustanovama koje ostvaruju planove i programe obrazovanja. Primjereno dobnim skupinama utvrđuje se sadržaj i trajanje obrazovanja. Obrazovanje je sastavni dio odgoja i pedagoškog djelovanja, a izravno je povezano s intelektualnim odgojem. Kako je obrazovanje temeljeno na učenju ne odnosi se samo na stjecanje znanja nego i na svladavanje učenja. Obrazovanje ima veliki motivacijski utjecaj na ljudsko ponašanje i djelovanje te je snažan društveni čimbenik i pokretač razvoja. Upravo zbog toga obrazovanju se pridaje sve veće značenje (Hrvatska enciklopedija, pristupljeno 09.06.2021.).

Informacijska i komunikacijska tehnologija (ICT) ima veliki utjecaj na život i rad čovječanstva. Alati koje pruža ICT imaju ujedno veliku ulogu i u obrazovanju. Tehnologija podupire stjecanje osnovnih vještina, ali istovremeno služi za cjeloživotno učenje i stjecanje kompleksnih vještina. Na početku 21.st. čovječanstvo je ušlo u fazu globalizacije gdje svijet ne samo što postaje manji nego i sve plošniji. Promjene u obrazovanju ne donose samo nove tehnologije, već i novi oblici kao što su e-učenje i cjeloživotno učenje. Najvažnija sposobnost koja se danas nameće je naučiti kako učiti jer ono što danas znamo bit će zastarjelo pa je potrebno pronalaziti nove puteve da radimo stare stvari i nove puteve da radimo nove stvari (Hutinski i Aurer, 2009).

Napredak digitalne tehnologije na razmišljanje i ujedno time utječe na obrazovanje. Škola mora pronaći način kako integrirati tehnologiju i obrazovanje te potrebe učenika omogućujući pružanje bolje i kvalitetnije nastave uz više motivacijskog okruženja. Učitelji i obrazovne institucije trebale bi pratiti tehnološki razvoj. Iz tog razloga robotika se sve više primjenjuje u tom okruženju i zato edukacija robotima postaje sve popularniji alat (Dos Reis i sur., 2015).

Robotika je svojim utjecajem izazvala veliki društveni napredak, zbog toga nestaju radna mjesta i otvaraju se nova. Samo ova činjenica govori kolika je opravdanost primjene robotike u školama, ali je istovremeno opravdana jer svojom interdisciplinarnom karakteristikom potiče kreativno razmišljanje i strategije rješavanja problema.

Upotreba obrazovne robotike još uvijek nije detaljno proučena kako bi bila dio kurikuluma i za sada se koristi kao sredstvo u raznim disciplinama (Dos Reis i sur., 2015).

Pereira (2004; prema Cerciliar i sur., 2011) smatra kako se robotika ne može zanemariti kao snažan saveznik u procesu stjecanja znanja. Živimo u doba kada se tehnologija brzo razvija, značajno mijenja proces rada te shodno tome i sam proces učenja.

Kako se robotika koristi u procesu učenja i poučavanja tako dobiva obrazovne značajke. Borges, Rodrigues i Pereira (2007; prema Cerciliar i sur., 2011) pišu kako se obrazovna robotika tiho širi i postupno dobiva svoj prostor jer njezino širenje je neizbježno. U budućnosti oni koji neće imati znanja o ovoj temi smatrat će se „tehnički nepismeni“. U današnje vrijeme u tu skupinu pripadaju oni koji ne znaju rukovati mobitelom ili televizorom.

Rad s obrazovnim robotima omogućuje stvaranje povoljnog okruženja za razvoj interdisciplinarnosti različitih područja znanja kao i razvoj praktične primjene. Omogućuje učenicima da istražuju i rješavaju probleme (Cerciliar i sur., 2011).

Uvođenje robotike u opće obrazovanje osigurat će lakše i jednostavnije korištenje robota te usvajanje znanja o načelima robotskih naprava. Primarni cilj usmjeren je na razvoj spoznajnih vještina učenika kako bi oni što uspješnije rješavali tehničke probleme (Brlek i Oreški, 2020).

Robotika promovira novi pristup znanju i približava se stvarnosti učenika te istovremeno omogućuje da se s apstraktnog prijeđe na konkretno. Sve ono što učenici uče nadovezuje se na prethodno stečeno znanje koje služi kao osnova za novo znanje. Istovremeno se promiče rad s drugima u konstrukciji aktivnog i suradničkog znanja (Benavides i sur., 2013).

2. DEFINICIJA ROBOTA

Pod pojmom *robota* najčešće se podrazumijeva industrijski robot nazvan robotski manipulator ili robotska ruka. Postoje različite definicije robota što ovisi o mjestu i načinu primjene. U Sjedinjenim Američkim Državama robot se definira kao automat prilagođen složenoj okolini koji obavlja ili dopunjava jednu ili više radnji čovjeka. Definiranje robota u Japanu podrazumijeva automat s promjenjivim programom koji se koristi za automatizaciju ručnih operacija (Kovačić i sur., 2002).

Robot je automatizirani stroj višestruke namjene. Obavlja zadaće slične ljudskom djelovanju (Hrvatska enciklopedija, pristupljeno 26.05.2021.).

Riječ „robot“ ušla je u engleski jezik početkom 20. st. kada je prevedena češka drama RUR (Rossumovi univerzalni roboti), filozofa Karela Čapeka. Riječ „robot“ dolazi od češke riječi „robota“ što znači „prisilan rad“ i od riječi „robotnik“ što znači „kmet“. Samu riječ „robotika“ izmislio je pisac Isaac Asimov. U svojim pričama o robotima govorio je kako roboti ne nanose zlo čovjeku, već mu pomažu. Asimov je 1942.g. iznio tri zakona robotike koja su do danas ostala valjanim konstrukcijskim standardima, a to su:

1. robot ne smije zbog svoje neaktivnosti dopustiti da ljudsko biće pretrpi štetu, ali niti tijekom svoje aktivnosti ne smije ozlijediti ljudsko biće
2. sluša naredbe ljudskih bića osim u slučaju kršenja prvog zakona
3. štiti svoju egzistenciju ne kršeći pritom prvi i drugi zakon (Scoot,1987).

2.1. Generacije robota

Razlikujemo nekoliko generacija robota s obzirom na stupanj autonomnosti, mogućnosti interakcije s okolinom i inteligencije. Prvoj skupini pripadaju programirani roboti. Kod njih se proces upravljanja odvija u upravljačkom lancu: upravljački sustav, pogon, mehanizam ruke robota i šaka robota. Roboti ove generacije ne koriste povratne informacije o svojem stvarnom stanju i ne mogu korigirati pogreške vođenja. Roboti druge generacije opremljeni su nizom senzora. Njih koriste za dobivanje povratnih informacija o svojem stvarnom stanju i stanju okoline. Ova generacija robota može korigirati pogreške vođenja, podešenih procesa vođenja i adaptirati ih s obzirom na promjene stanja robota i njegove okoline. U treću generaciju ulaze

inteligentni roboti koji imaju sposobnost učenja, rezoniranja i donošenja zaključaka. Takvi roboti se mogu snalaziti u neorganiziranoj okolini i u novonastalim situacijama te posjeduju visok stupanj funkcionalne, organizacijske i mobilne autonomije. Ovi roboti tek su u razvoju jer se razvijaju usporedno s razvojem naprednih informacijskih tehnologija tj. umjetne inteligencije (Hrvatska enciklopedija, pristupljeno 26.05.2021).

2.2. Konstrukcije robota

Konstrukcija današnjih robota sastoji se od pripadnih pogonskih uređaja, senzora i upravljačkog uređaja. Industrijski roboti često imaju mehanizam nalik na ljudsku ruku sastavljenih od niza segmenata povezanih rotacijskim zglobovima. Kontrolom kinematike i dinamike ostvaruje se upravljanje robotima. Kinematika opisuje geometriju gibanja, poziciju i orijentaciju pojedinih dijelova, njihovu brzinu i ubrzanja, a dinamika opisuje dinamičko ponašanje u stvarnim uvjetima gibanja. Dinamiku pojedinih sloboda gibanja odnosno manipulatora kao i dinamiku senzora i pogona ujedinjuje ukupni dinamički model robota. Za procese upravljanja koriste se brza računala koja imaju sposobnost izračunavanja upravljačkih varijabli u realnom vremenu (Hrvatska enciklopedija, pristupljeno 26.05.2021.).

3. POVIJESNI RAZVOJ ROBOTIKE

Robotika je multidisciplinarno područje jer svoja saznanja crpi iz kompjuterskih tehnika, elektrotehnike, matematike, psihologije i drugih znanosti. Suvremeni roboti kreću se poput ljudi ili životinja, ali sam početak seže još od prvih mehaničkih računskih strojeva iz 17.st. koje je izradio Pascal, a kasnije i Leibniz. Radi se o sistemima koji nisu izgledali poput robota, ali su počeli djelovati poput njih (Scoot,1987).

George Devel 1954.g. izradio je patent koji se smatra prvim „industrijskim robotom“, a sastojao se od manipulatora za opće namjene s reprodukcijom memorijom i upravljanjem od točke do točke. John McCarthy 1956.g. popularizirao je izraz umjetna inteligencija (Scoot,1987).

Sredinom 60-ih godina roboti su imali sposobnost biranja nekoliko snimljenih programa, a tada je razvijeno i upravljanje kontinuiranog traga. Krajem 60-ih i početkom 70-ih godina sagrađene su razne verzije „Shakeyja“. Riječ je o inteligentnom pokretnom robotu, opremljen televizijskom kamerom, daljinomjerom i detektorima predmeta. Imao je mogućnost obavljanja različitih zadataka kao što su pronalaženje puta oko predmeta i guranje određenih kutija na gomilu prema specificiranom obrascu (Scoot,1987).

Prvi roboti imali su kompjuterski hardver kao što je memorija. 1968.g. na MIT-u rođen je prvi pravi fleksibilni robot, a 1974.g. sagrađen je prvi komercijalno dostupan robot s minikompjuterskim upravljanjem (Scoot,1987).

Vukobradović (2006; prema Crnokić i Rezić, 2014) navodi kako je 1898.g. Nikola Tesla razvio prvi mobilni robot koji je bio bežično upravljivo vozilo odnosno mali brod.

Buckleyu (1937,1940; prema Crnokić i Rezić, 2014) u svom radu piše o prvim naprednijim robotima napravljenim u 20-om stoljeću. Tada je razvijen binarni stroj odnosno računalo koje je „udahnilo život“ u mehaničku konstrukciju robota. 1912.g. razvijen je robot koji je nazvan „električni pas“, a imao je mogućnost praćenja svjetlosti uperene u njega. Robot Westinghouse Elektro, 1937.g., predstavila je tvrtka *Westinghouse*. Njihov robot imao je rječnik kapaciteta 700 riječi. 1940.g. ta ista tvrtka predstavlja robota Westinghouse Sparko koji je mogao osjetiti ljudsku prisutnost preko toplinskih senzora.

Doleček i Karabegović (2002; prema Crnokić i Rezić, 2014) u svom dijelu *Robotika* pišu o razvoju robotike tijekom 80-ih godina prošlog stoljeća. Tada se pojavljuju roboti sa sposobnošću prilagodbe i promjene ponašanja prema okolini u kojoj se nalaze. Takvu vrstu

sposobnosti nazivamo inteligencija. U *Odetics Inc* razvijen je pokretni robot „Odex“ sa šest nogu. 1990.g. razvijen je robot „Robodoc“ koji je obavio operaciju kuka kod psa, a 1992.g. operaciju na čovjeku. Roboti postaju sve više mehanički savršeniji. Njihovi upravljački sustavi posjeduju više umjetnih osjetila i elemenata umjetne inteligencije. MIT (Massachusetts Institute of Technology) počinje 1994.g. razvijati robota „Cog-a“ koji se educira kao i čovjek. 1996.g. *Honda* otkriva čovjekolikog robota koji hoda, a 1997.g. na Mars je lansiran NASA-in robot „Pathfinder“.

3.1. Počeci razvoja robotike

Počeci razvoja robotike usko je povezano s razvojem manipulatora npr. mehaničkih ruku sa zglobovima. Nakon što se robotika dulje vrijeme razvijala, robotske su ruke postale spretnije tako što su mogle raditi s jajima, a da ih ne razbiju ili s papirnatim čašama, a da ih pritom ne zgnječe. Kako su se razvijala računala tako su se razvijali i roboti koji su postali mobilni te su se mogli kretati, a nakon toga su znanstvenici došli do drugih ideja kao što su roboti koji plivaju poput ribe, skaču poput skakavaca. Najpopularniji su postali roboti na kotače zbog jednostavne izrade i dizajna, ali i roboti s nogama koji nude bolju mobilnost. Roboti koji hodaju poput čovjeka važna im je ravnoteža. Tvrtka *Honda* razvila je takvog robota koji održava ravnotežu, robota *Asima*. Napredak na području umjetne inteligencije može čovjeku pružiti korist, ali kao i sva tehnologija, robotika i umjetna inteligencija imaju pozitivne i negativne strane. Ovisi s koje perspektive se na to gleda jer neki ljudi, napredak u tehnologiji i razvoj umjetne inteligencije, vide kao mogućnost koja će im omogućiti dodatno uživanje u životu, a neki vide to kao nešto što će im uzeti poslovne prilike. Inteligencija koju posjeduju strojevi uvijek će biti različita od ljudske i upravo zato smatraju da strojevi neće moći reproducirati ljudski proces odlučivanja. Umjetna inteligencija je važna, ali treba postaviti granice kako njezin razvitak ne bi ipak otišao malo predaleko (Brlak i Oreški, 2020).

3.2. Mobilna robotika

Pojam robota vezuje se za pokretanje automatske i autonomne sustave koji u određenim nestrukturiranim prostorima u interakciji s ljudima i okolinom obavlja poslove umjesto njih. Mobilna robotika je dio suvremene robotike, a proteže se od industrijskih robota i robotiziranih

strojeva koji obavljaju unaprijed zadane jednostavnije i složenije instrukcije pa do autonomnih i pokretnih mehatroničkih sustava koji mogu obavljati složene instrukcije. Takvi suvremeni sustavi još se nazivaju i autonomni inteligentni roboti ili agentski sustavi. Inteligentni mobilni robot je samostalni fizički robot koji funkcionira u stvarnom okruženju. Autonomni robot radi bez čovjeka ili uz njegovu minimalnu intervenciju (Purković i Salopek, 2015).

Robot okoliš percipira putem senzora. Robotska umjetna inteligencija može se prezentirati kroz tri temeljne funkcije: funkcija *osjeti*, funkcija *odluči* i funkcija *djeluj*. Multiagentski robotski sustav oblikuje se kao tim dva ili više robota koji zajedničkim djelovanjem dolaze do cilja (Purković i Salopek, 2015).

4. POJAM OBRAZOVNE ROBOTIKE

Obrazovna robotika već je dugo poznati pojam. To je okruženje za učenje u kojem su ljudi motivirani kreacijama koje posjeduju karakteristike slične ljudskim ili životinjskim. Ona je fokusirana na kreiranje robota koji će korisnicima pomoći u razvijanju praktičnih i didaktičkih te kognitivnih i motoričkih vještina. Robotika je sve više zastupljena ne samo u visokoškolskom obrazovanju nego i u predškolskom, osnovnoškolskom i srednjoškolskom obrazovanju (Crnokić i Rezić, 2014).

Ruiz-Velascu (2007; prema Cebrian de la Serna i sur., 2014) govori o obrazovnoj robotici koja je još poznata i kao pedagoška robotika. To je disciplina koja ima za cilj da u pedagoške svrhe koncipira, stvara i provedi robotske prototipove i specijalizirane programe.

Ruiz-Velascu (2007) i Liang, Readle i Alder (2006) (prema Cebrian de la Serna i sur., 2014) objašnjavaju pojam obrazovne robotike. Obrazovna robotika je interdisciplinarni nastavni sustav koji poboljšava razvoj vještina i kompetencije kod učenika. Generira učenje kroz vlastita iskustava tijekom procesa gradnje i robotizacije predmeta. Interdisciplinarnost je posljedica obuhvaćanja pojmova povezanih s područjem znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike što je na engleskom poznato pod akronimom STEM. Obrazovna robotika pomaže u razvoju novih vještina, koncepata i jačanje učenikova sustava razmišljanja. Kako bi se stvorio robotski uređaj potrebno je znanje iz mehanike, elektronike i računalstva.

U pedagoškom pristupu robotika je povezana s projektnim učenjem, timskim radom i rješavanje problema, a istovremeno razvija kreativnost učenika (Cebrian de la Serna i sur., 2018).

Mubin, Stevens, Shahid, Al Mahmud i Dong (2013; prema Cebrian de la Serna i sur., 2018) smatraju kako robotika može imati različiti pristup i primjene. U prvom redu to bi bio predmet poučavanja same robotske tehnologije i programiranja, a drugo bi bilo korištenje robota kao posrednika za učenje drugih predmeta kao što su matematika i prirodoslovlje.

4.1. Robotska pismenost

Osim pojma „računalna pismenost“ sve više se nalaže da se uvede i pojam „robotska pismenost“. Danas djeca već u osnovnim školama koriste i rade s mobitelom ili računalom jer mlade generacije tehnološke novitete jednostavnije prihvaćaju. Ono što je prije dvadeset godina

bilo nezamislivo, danas je neophodno za život i rad poput poznavanja rada na računalu. Tehnika i rad s brojnim tehničkim uređajima dio je našeg života od posla, kuće, zabave odnosno svugdje oko nas. Sve više smo na pragu nove tehnologije koju nazivamo robotska revolucija. Uskoro će „robotska pismenost“ biti neophodna za svakodnevni život pa čak važnija od detaljnijeg znanja iz povijesti i zemljopisa. Kroz tu robotsku edukaciju stječu se ne samo znanja o robotima nego i o informatici, mehanici i elektronici (Nikolić, 2016).

Suton (2013; prema Nikolić, 2016) iskazuje kako način razmišljanja djece prema tehnologiji je drugačiji u vrijeme kada nije bilo televizije u odnosu na današnje generacije. Također, drugačiji način razmišljanja imaju i djeca koja su od najranije mladosti imala mobitele i računala. Trenutno postoji sličan način razmišljanja, no u budućnosti će doći generacije koje će kod kuće imati kućne robote koji će biti njihovi svakodnevni „sudruzi“.

4.2. Utjecaj robota na dijete

Mubin i sur. (2013; prema Nikolić, 2016) iskazuju važan utjecaj robota na djecu, njihova zainteresiranost i privrženost potiče znanstvenike da se usmjere na širu edukaciju pomoću robota. Riječ je o edukacijama u kojima robot ima ulogu pomoćnika, asistenta ili samostalno radi. Za takve robote koriste se sljedeći pojmovi: robotska edukacija, edukacija s robotima, obrazovanje uz pomoć robota (engl. Robotics in Education, Educational Robotics). Takvi roboti mogu se prilagoditi uzrastu, interesu i znanju same djece te moraju pobuditi interes kod njih. Svaka dobna razina djece zahtijevat će posebne robote. To su roboti koji imaju prilagođeni izgled, funkciju rada, način gradnje i softver. Roboti moraju biti zabavna platforma za učenje npr. učenje jezika, učenje o računalima, elektronici, strojarstvu, muzici. Pokazalo se da djeca imaju bolje rezultate u učenju, pokazuju veći interes npr. kod učenja jezika uz asistenciju robota u odnosu na učenje uz pomoću audio kazeta i knjiga. Obrazovni roboti spadaju u nove obrazovne tehnologije s ciljem da olakšaju učenje i poboljšaju obrazovanje. Oni su samo još jedan novi alat, nova tehnologija jer imaju mogućnost poboljšanja i olakšavanja procesa edukacije bez obzira na to što ne zahtijevaju i socijalnu interakciju oni pružaju i tu mogućnost. U svom radu pišu kako djeca radije preferiraju ponašanje ljudskog izgleda i glasa kao što je robot ASIMO. Istraživanja su pokazala da mlađa djeca i njihovi roditelji radije imaju robotskog psa nego humanoidnog robota iako su oba bez

emocija, ali „fizički izgled“ poput čovjekolikog robota koji ima emocija prikladniji je za asistiranje kod pojedinih nastavnih predmeta.

Griffith (2014; prema Nikolić, 2016) ustanovljuje da djeca s poteškoćama u razvoju rado prihvaćaju robota i on im pomaže u terapiji. Za tu namjenu projektiran je robot *CosmoBot*. Njega liječnici koriste za terapiju kod djece između 5. i 12. godina. Osim *CosmoBota* postoje drugačiji roboti poput plišanih igračkaka koji se također koriste u terapijske namjene. Jedan od takvih robota je robot PARO s kojim se ostvaruje iskustvo terapije kao sa životinjama. Robot PARO projektirala je japanska tvrtka ASIST 1993.g., ali je prvi put prikazan javnosti 2001.g. McNickl (2012; prema Nikolić, 2016) piše o robotu PARU koji ima mogućnost izraziti različita raspoloženja što ovisi o interakciji s pacijentima te ga se može naučiti kako reagirati na određeno ime.

Patoine (2009; prema Nikolić, 2016) piše o robotu RUBI koji je namijenjen predškolskoj djeci u SAD-u za igru i učenje. Robot RUBI može poput djeteta okretati glavu npr. ako dijete pokaže plišanog medu RUBI će se okrenuti i pogledati medu. Robot i dijete imaju sličan interes te tako dijete uspostavlja svoj odnos s robotom što znači da je u stanju neverbalno komunicirati s djetetom. Robot RUBI osjetljiv je na dodir zaslona računala koji se nalazi na njegovom trbuhu što omogućuje djetetu da naučiti odabrati pjesme, boje itd. Djeca su naviknuta na robota RUBI-ja te svaki dan dolaze u igraonicu očekujući da će ga vidjeti, a ako ga nema tada se uznemire jer su ga prihvatili kao prijatelja i dio svog života. Kada dijete nauči razumjeti nove pojmove, socijalna interakcija je presudna za postizanje tog cilja jer će robot moći snimiti svaki odgovor koji će dijete dati i pratiti ga s vremenom kako bi se ustvrdilo što je dijete usvojilo i koje probleme ima. Tada će se moći primijeniti nastavni plan koji je optimalan za uzrast, ali i sam interes djeteta. Robot koji skuplja informacije o tom djetetu u svoju memoriju omogućuje stvaranje individualiziranog kurikuluma. Zadaci će biti složeniji za stariju djecu kad se aplicira učenje s robotom. Sve dok robot prolazi ova ispitivanja interakcije i angažiranost djeteta tada se događa učenje jer u nedostatku ovih socijalnih znakova učenje bi bilo neučinkovito.

Krywko (2016; prema Nikolić, 2016) smatra kako prihvaćanje robota kao učitelja od strane djece je drugačiji nego kod odraslih jer djeca imaju tendenciju da ljudske osobine pripisuju objektima poput medvjedića s kojim se igraju dok odrasli znaju da imaju posla s robotom i tako se prema njemu i odnose.

Pajarillo (2015; prema Nikolić, 2016) ističe da su nastavnici najbolji učitelji, ali robot ima prednost pred nastavnicima jer ima beskrajno mnogo strpljenja što djeci omogućuje efikasnije učenje.

4.3. Obrazovni roboti

Robot ne nastoji zamijeniti učitelja, već mu pomaže i pojačava nastavni sadržaj ponavljanjem. Sposobni su za samostalno kretanje, prepoznavanje i interakcije okoline glasa, neverbalnu komunikaciju poput gesta i izraza lica. Imaju ljudski izgled i ime te su u stanju uspostaviti socijalnu interakciju. Na svom tijelu imaju računalne zaslone po čemu se razlikuju od osobnih računala (Aidinlou i sur., 2014).

Alimisis (2013; prema Nikolić, 2016) smatra da ulogu edukacijskih robota treba promatrati kao sredstvo poticanja važnih životnih vještina kroz koje djeca, ali i učenici mogu razviti svoj potencijal korištenja mašte. Obrazovanje robotima bitno je za svu djecu i važno je da je jednako usmjereno na cijeli razred bez obzira na talentiranost djeteta.

Prema Hanu (2010; prema Aidinlou i sur., 2014) postoji dvije vrste robota za podučavanje: praktični robot koji se koriste za poboljšanje kreativnosti i promicanje zanimanja za nastavu i obrazovni roboti koji mogu stvoriti suradnju odnosa s djecom, učiniti učenje ugodnijim i povećati entuzijizam učenika.

Kod robota potrebno je istražiti hardver, aplikacije i vizualni sadržaj te provesti više istraživanja o čovjeku-robotu, ali i istražiti obrazovanje učitelja. Edukatori i programeri robota za obrazovne usluge trebali bi provesti zajednička istraživanja o dizajniranju ovakvih sustava. Potrebno je razmotriti i problem s upravljanjem mreže ili kvara na hardveru kao i različitih tehnoloških, etičkih i moralnih pitanja npr. učenici vjeruju robotu – učitelju, dijeljenje podataka o razrednim aktivnostima i zlouporaba putem sustava teleprisutnosti, izloženosti autsajderima putem telekonferencije (Aidinlou i sur., 2014).

Većina operativnih sustava za inteligentne robote temelji se na MS Windowsu i Linuxu jer većina robotskih tvrtki posjeduje jedinstveni robotski hardver i ekskluzivne softverske platforme pa je razvijanje aplikacija teško. Kako bi se riješio taj problem mnoge zemlje od 2000.g. razvijaju vlastiti robotski sustav softverske platforme kao što je Microsoft Robotics

Developer Studio (Microsoft RDS), WillowGarage's ROS (Robot Operating System) (Han, 2012).

Uvođenje robota u obrazovni sustav zahtijevat će novi upravljački sustav koji osigurava sigurnost robota i ljudi, a glavno pitanje bit će sigurnost učenika u prisutnosti robota. U školskom okruženju roboti mogu predstavljati novi problem upravljanja ako postanu objekti ljudskog zlostavljanja ili vandalizma. Roboti koji su korišteni u području rehabilitacije najvjerojatnije će učiti u učionice kao podrška osobama s invaliditetom. Obrazovanje je obično nedovoljno financirano područje za istraživanje, a samim time i za razvoj novih tehnologija. (Bridgeman i sur., 2008)

4.4. Robotska edukacija

Sam spomen robotske edukacije ne misli se samo na edukaciju o robotima nego i edukaciju s njima. Edukacija s njima je višeslojna jer obuhvaća jednostavno slaganje različitih objekata iz setova materijala prepuštajući djetetu da se razvija njegova mašta npr. uključivanje najjednostavnijih oblika programiranja, a zatim se prelazi na sljedeći korak za malo stariju djecu. U tom koraku iz gotovih dijelova slažu se pokretni objekti koji imaju elektroniku koju treba postaviti, spojiti te jednostavnim programskim jezikom pokrenuti izgrađeni objekt. Također postoji „komunikacija“ s okolinom jer su najčešće ugrađeni senzori, a kroz taj postupak izrade robota nauči se mnogo na najjednostavniji način iz raznih područja od strojarstva, elektronike i informatike. Aktivan oblik učenja za starije učenike je kroz komunikaciju s robotom kad je on instruktor, učitelj, a radi se o humanoidnim robotima kao robotima s umjetnom inteligencijom. Takvi roboti idealni su za učenje npr. jezika, muzike, ispravljanje zadataka iz matematike i fizike, podučavanje geometrije (Nikolić, 2016).

Kirinčić (2015; prema Nikolić, 2016) ističe kako sve više država pokreće uvođenje robotske edukacije npr. vlada australske države Queensland objavila je plan po kojem bi učenje robotike bilo obavezno za djecu od predškolske dobi pa do 10.g. starosti. Inicijativa da se robotika podučava u školama sve je veća poput RoboticsAcademy u SAD-u, ali i u Finskoj.

Početna faza robotske edukacije odnosi se na upoznavanje robota i razvijanje mašte oko njihovog izgleda i mogućnosti. Za to postoji mnoštvo jeftinih setova materijala. Djeca prihvaćaju i jednostavne insekte ili životinje koje se mogu lagano programirati. Primjer takvih životinja je

pčela Bee Bot koja se lako može pritiskom na određena mjesta programirati i uključiti u jednostavne igre gdje se uče osnovne matematičke operacije (Nikolić, 2016).

Mubin i sur. (2013; prema Nikolić, 2016) iskazuju kako postoje brojni robotski setovi za robotsku edukaciju koji su jeftini i jedno-funkcionalni setovi pa do skupih i funkcionalnih humanoidnih robota. Unutar tih setova postoje setovi koji pružaju i edukaciju iz informatike i elektronike, a ne samo robotike. Veliki broj takvih setova ima tvrtka LEGO *Mindstorms* koji omogućuju široku lepezu tema obrazovanja od informatike tj. programiranja, fizike, robotike i mehanike.

Alimisis (2013; prema Nikolić, 2016) ističe kako je primjena robotske edukacije u školama tek negdje realizirana pa niti nema povratnih informacija. Iako je ogromna motivacija učenika za učenjem i stvaranjem, a vide se kod raznih oblika primjene robota u izvanškolskim aktivnostima. U 21.st. sve više se traži da se njeguju i razvijaju istraživačke vještine, kreativno razmišljanje, rješavanje problema, samostalno donošenje odluka, komunikacija i timski rad, razvijanje i usvajanje vještina u novim tehnologijama. U tom smjeru robotska tehnologija imat će važnu ulogu jer može pružiti konstruktivistička iskustva učenju te će time nove generacije steći „robotsku pismenost“ koja će biti neophodna za život u budućem društvu. Taj proces treba uključivati djecu svih dobnih skupina, a sam proces bi trebao ići sve do razine sveučilišnog obrazovanja. To je proces koji se treba stalno razvijati i osmišljavati. Danas se nude strategije za uključivanje velikog broja učenika u robotsku edukaciju. Riječ je o projektima gdje je naglasak na pojedinim izabranim interesnim temama, projekti koji kombiniraju dizajn i inženjering, koji potiče interesna natjecanja, pripovijedanje i organiziranje izložbi. Potrebno je odmaknuti se od tradicionalnog pristupa robotici kako bi se motivirale mlade osobe.

4.4.1. Primjena robotske edukacije

U Kanadi, Japanu, Tajvanu, Južnoj Koreji i SAD-u korištene su prve robotske aplikacije u obrazovanju. Robot Robovien korišten je kao učitelj za predavanje engleskog jezika u osnovnoj školi u Japanu, Paperno (2004) korišten za brigu o djeci, Keepon (2007.) kao poticaj suradnje za djecu s autizmom, Saya (2010.) za upotrebu u predškolskoj ustanovi, Iroobi (2005.) korišten kao asistent u nastavi predškolske ustanove, Irobioiq (2008.) za upotrebu u podučavanju engleskom jeziku u osnovnim školama, Robosem (2011) upotrijebljen kao asistent u nastavi engleskog

jezika, Robosapien (2006.) korišten kao asistent učenja tajvanskog, Nima (2013) korištena u Iranu kao pomoćnik učitelja i robot Rubi je korišten u SAD-u za predškolske uzraste (Aidinlou i sur., 2014). Movellan i sur. (2005; prema Aidinlou i sur., 2014) izvijestili su da je uz robota Rubi učenje engleskog rječnika bilo puno bolje. Han i Kim (2009; prema Aidinlou i sur., 2014) predstavili su robota Tiro u osnovnoj školi te su rezultati pokazali da je pojačan odnos između djece i robota na engleskom jeziku. Han (2010; prema Aidinlou i sur., 2014) je otkrio da u Sjedinjenim Državama i Japanu roboti imaju vršnjačkog učitelja, dok u Koreji roboti imaju ulogu prijatelja ili učitelja asistenta. Hyun i sur. (2008; prema Aidinlou i sur., 2014) pokazuju da je robot učinkovitiji u širenju rječnika predškolaca, u prepoznavanju riječi i aktivnostima čitanja korejskog jezika.

Koreja koristi preko 1500 robota za igranje i trening stava, a preko 30 engleskih poučnih robota koji se koriste u osnovnim školama nakon školskih aktivnosti (Aidinlou i sur., 2014).

Freier (2015; prema Nikolić, 2016) piše o robotu *Blue Frog Robotics* koji je dizajniran kao prijateljski pratilac kod kuće, nadzire stan ili kuću dok su stanari izvan nje, odgovara na pozive, igra se s djecom i može komunicirati. Testiran je i za rad s autističnom djecom. Odličan je pratilac djece s posebnim potrebama te je zamišljen za pomoć starijim i nemoćnim osobama koje borave u staračkim domovima.

Robot *Pepper* jedan je od potencijalnih robota koji bi mogao učiti i nadgledati učenje djece. To je čovjekoliki robot koji prepoznaje glavne ljudske emocije i svoje ponašanje prilagođava prema raspoloženju sugovornika, ugodan je i simpatičan, a vlasnicima je sudrug jer komunicira s njima na najprirodniji i intuitivni način preko svojih tjelesnih pokreta i glasa. On može tumačiti osjećaje i ponuditi svoje odgovarajuće ponašanje na temelju glasa, izraza lica, pokreta tijela i riječi koje koristite. Koristi se u Japanu u mnogim prodavaonicama (Nikolić, 2016).

Mubin i sur. (2013; prema Nikolić, 2016) pišu o tvrtki Yujin Robotics koja je razvila robota *Robosema* koji uči učenike engleski jezik. On je po načelu telekonferencije (TelePresence) te je povezan s centralom i nastavnikom engleskog jezika. Robot *Robosem* je asistent u učenju, a ne nastavnik koji ima instalirane programe odnosno lekcije za sudjelovanje u nastavi. Istraživači u Tajvanu navode da su djeca bila otvorenija za razgovor s robotom na stranom jeziku nego što su to bila sa svojim nastavnikom, a osim toga roboti se ne umore kao nastavnici pa mogu s njime stalno ponavljati i prakticirati jezik.

Demetriou (2009; prema Nikolić, 2016) izvješćuje kako je u Tokijskoj osnovnoj školi postavljen ginolda (ženski android) *Saya*. Ona je prvi učitelj robot s ljudskim licem. U početku je bila stvorena da bude recepcionarka i tajnica u japanskoj tvrtki, a kasnije su ju znanstvenici reprogramirali u namjenu za učiteljicu. Ona može izvesti niz programskih pokreta lica kao što su pomak obrva te može izraziti šest osnovnih emocija koje su važne za komunikaciju, a to su iznenađenje, strah, gađenje, ljutnja, sreća i tuga.

Novak (2015; prema Nikolić, 2016) iskazuje kako su u Istanbulu na Tehničkom fakultetu došli na ideju da robot uči djecu znakovni jezik, a radi se o djeci čiji su roditelji gluhoonijemi ili su sama djeca gluhoonijema. Temeljem znakovnog opisa predmeta dijete bira sliku predmeta, a robot provjerava da li je dijete dobro odabralo sliku predmeta. Tako pomoću prstiju mogli bi se takvi roboti koristiti za učenje matematičkih operacija. U Velikoj Britaniji razvijen je robot Kaspar koji pomaže autističnoj djeci. Dizajniran je s ljudskim licem te može iskazati različite izraze lica i odgovarajući fizički kontakt.

Novak (2015; prema Nikolić, 2016) piše o robotu NAO-u, a to je programibilni čovjekoliki robot kojeg je razvila francuska tvrtka iz Pariza 2004.g. Jedan je od novijih i najperspektivnijih robota koji je namijenjen djeci za komunikaciju i učenje. Visok je 53 cm, a teži 4,3 kg. Slike koje snima može poslati bežično na određenu adresu te ima dobro razvijen softver za prepoznavanje lica, ostvaruje kontakt očima i okreće se prema osobi koja govori te prepoznaje boju i oblik, a govori čak 19 jezika. Gurney (2014; prema Nikolić, 2016) o robotu NAO-u piše kako se široko primjenjuje jer ima mogućnost uspješnog detektiranja emocija te se koristi i za edukaciju iz matematike i engleskog jezika. Omogućuje učenicima poboljšanje međusobne komunikacije. Opremljen je brojnim sensorima poput senzora dodira npr. ako ga se dotakne za ruku on će ju prihvatiti i šetati s čovjekom. Koristi se za terapiju djece s posebnim potrebama npr. kod djece s autizmom jer NAO bi autizam mogao prepoznati u najranijoj dobi tj. drugoj godini života. Razlog je taj što takva djeca bolje reagiraju na robote nego na ljude jer su im roboti predvidivi i rade stvari uvijek na isti način. Robot NAO precizno može pratiti kontakt očima na temelju čega može zaključiti da li se dijete želi igrati i dalje ili ne, a također njegovi pokreti djetetu su zanimljivi jer se i on ponaša poput djeteta imitirajući neke pokrete iz stvarnog svijeta koje dijete želi imitirati.

Kuman (2007; prema Bridgeman i Bridgeman, 2008) izvještava da istraživači u SAD-u žele razviti jeftini robot koji bi zadovoljio potrebe slijepih učenika u zemljama u razvoju. Potreba

za tim je bila jer su mala stopa pismenosti slijepih ljudi, nedostatak osposobljenih učitelja i visoka cijena strojeva za pisanje na Brailleovo pismu. Zahvaljujući bespovratnim sredstvima od IBM-a koriste se tri elektronička podučavala na Brailleovom pismu u slijepoj školi Mathru u Indiji. Drugi primjer virtualnog robotskog učitelja je s Novog Zelanda gdje je razvijen elektronički animirani učitelj tzv. Eva koja će osmogodišnjacima predavati matematiku. Eva je inteligentan sustav poučavanja koji može prilagoditi odgovor emocionalnom stanju ljudi. Animirani lik povezan je s djetetom putem računala te može reći je li dijete frustrirano, ljuto ili zbunjeno. Eva može davati povratne informacije, postavljati pitanja i raspravljati o njima i njihovim rješenjima. Ovi primjeri pokazuju kako razvijanje ovakvih algoritama softvera mogu dovesti do masovne proizvodnje, vršiti istraživanje i razvoj obrazovnih robota.

Komis i Misirli (2011; prema Cebrian de la Serna i sur.,2018) predstavljaju istraživanje provedeno u Grčkoj u 7 vrtića. U tome su sudjelovala djeca između 4. i 6. godine s igračkom Bee-bot. Rezultati su pokazali da programibilna igračka ima potencijal za razvoj kompetencija povezanih s matematičkim pojmovima, algoritamskim razmišljanjem i strategijama rješavanja problema.

Provedeno je istraživanje o učinku robota kao asistent-učitelj u podučavanju stranog jezika. Istraživanje je provedeno s iranskom djecom koja imaju autizam i to kod učenja drugog stranog jezika, engleskog. Održano je 12 sesija i 10 predavanja. Glavni instrument za korištenje bio je humanoidni robot NAO koji je preimenovan u „Nima“. Nima je bila unaprijed programirana za svaku nastavnu sesiju kako bi pomogla učitelju u poučavanju određenog nastavnog programa. Ovim robotom upravljao je čovjek koji je sjedio u razredu. Nima je imao različite mogućnosti npr. programiran je da pleše ako mu se prenese neka pjesma. Neki dijelovi prikazani su putem videozapisa na projektoru. Primijenjena su dva prijenosna računala od kojih je jedan bio za upravljanje Nimom, a drugi je bio povezan na video projektor. Tijekom seansi robot je govorio samo engleski, a učitelj je davao upute na materinjem jeziku i pružio prijevod novih stavki iz rječnika. Rezultati istraživanja pokazala su da autistična djeca imaju sposobnost učenja stranog jezika. Autistična djeca mogla bi imati koristi od korištenja tehnologije u obrazovanju zbog sve većeg interesa za tehnološkim alatima. Robote mogu smatrati novom i zanimljivom tehnologijom koja se može primijeniti u obrazovanju, a posebice kod učenja stranog jezika. Učenicima s autizmom često trebaju posebne strategije kako bi se uključili u nastavu. Koristeći humanoidne robote moglo bi se razmotriti kao jedan od najperspektivnijih načina

korištenja strategije za autističnu djecu. Iako se može dovesti u pitanje djelotvornost korištenja robota s tvrdnjom da su rezultati samo posljedica primjene nove tehnologije, a kada djeca steknu naviku tada bi nestalo zainteresiranosti. Međutim, ovaj novitet mogao bi dugo potrajati jer roboti imaju mnogo različitih značajki koje bi se mogle iskoristiti kako bi interes za učenjem bio što dugoročniji. Korištenje tehnologije neizbježan je aspekt obrazovanja jer nove generacije imaju nove potrebe i nova očekivanja od svog obrazovnog okruženja. Prateći ova očekivanja jedini su način da učenici, posebice oni s autizmom, budu motivirani i zadovoljni. Roboti se doživljavaju kao sljedeća tehnološka generacija koja će biti sveprisutna u svakodnevnom životu, a samim tim i u obrazovanju, kao što su to radila osobna računala prije mnogo godina. Tijekom primjene robota u nastavi bilo je i nekoliko izazova npr. kada bi Nima plesao uz pjesmu, učenici su pokušali oponašati njegove pokrete što može biti pozitivno, ali i negativna jer učenicima odvraća pažnju sa sadržaja pjesme; u nekim trenucima učenici su željeli prići i dodirnuti robota tada su i drugi učenici to isto željeli; učenici su zbog velikog uzbuđenja i entuzijazma bili izrazito glasni čime je upravljanje razredom bilo otežano i sl. (Alemi i sur., 2015).

4.5. Edukacija nastavnika

Mubinu i sur. (2013; prema Nikolić, 2016) iskazuju o velikom nedostatku dobro definiranog kurikuluma i nastavnih materijala za učitelje jer se na robotsko obrazovanje još uvijek gleda kao na izvannastavnu aktivnost i dio neformalnog obrazovanja. Uloga nastavnika izravno je povezana s robotskom edukacijom. Ako robot služi kao alat za učenje npr. učenje o robotu, tada je on u centru, a nastavnik preuzima ulogu posrednika. Ukoliko robot ima pasivnu ulogu tada je nastavnik taj koji će prenositi znanje npr. kod korištenja robota u podučavanju jezika. Provesti robotiku u kurikulum kao i obuka nastavnika za robotiku postaje imperativ, a to bi trebalo napraviti prije nego robot u potpunosti bude integriran u školama.

Roboti se mogu integrirati u škole, ali je također potrebna podrška učitelja. Prema provedenoj anketi učitelji su kritičniji prema robotima u školama nego što su to roditelji i učenici. Potrebno je učitelje uvjeriti da su roboti tu ne da ih zamijene, već da im služe kao nastani alat koji može nadopuniti učenje iskustvom i motivirati učenike (Mubin i sur., 2013).

Alimisi (2013; prema Nikolić, 2016) govori kako je potrebno podržati primjenu i implementaciju robotske edukacije u nastavne planove i programe škole, ali prije toga potrebno je osnovati i pokrenuti obrazovanje za nastavnike iz robotske edukacije.

4.5.1. Primjer edukacije nastavnika

Obrazovna robotika promovira novi pristup znanju, a približiti se stvarnosti učenika omogućuje im da problematiziraju elemente okoline za složenija učenja te omogućuje da prelaze s apstraktnog na konkretno. Svaki projekt se nadovezuje na prethodni te se razvija timski pa se tako promiče rad s drugima u konstrukciji aktivnog i suradničkog znanja. Projektom Butia stvorilo se virtualno okruženje na temelju wiki platforme koja omogućuje razmjenu informacija. Sudionici su izgradili svog robota i dizajnirali nastavne jedinice za obogaćivanje nastave i metodologiju poučavanja. Robot se upotrebljavao u različitim disciplinским područjima kao što su crtanje, matematika, fizika, glazba, španjolski jezik, književnost i dr.

U srpnju 2012.g. predstavljen je prijedlog „Obrazovna robotika s robotom Butia“ s ciljem osposobiti nastavnike i učitelje za upotrebu robota kao pedagoškog alata i njegove upotrebe u učionici. Svrha je približiti znanje učiteljima iz informatike i robotike, kako koristiti robota za motiviranje učenika i podignuti svijest o važnosti upotrebe tehnologije u odgojnom procesu. U okviru radionice planirane su različite aktivnosti od teorijskog izlaganja: uvod u robotiku, uvod u umjetnu inteligenciju, prezentacija projekta Butia i programiranje robota, a od praktičnih primjena: programiranje robota za rješavanje jednostavnih problema, upravljanje motorom, interakcija sa senzorima. Sudionici su surađivali u izradi pomoćnih materijala za druge kolegije iz osnovnog i srednjeg obrazovanja, izrađivali različite zadatke koji će biti dostupni svima u cijeloj zemlji. Sve što su naučili na ovoj radionici trebali su implementirati sa svojim učenicima odnosno provesti to u praksu.

Učiteljima u osnovnoj školi predložena je aktivnost koja integrira sadržaj geometrije – prepoznavanje i prikaz poligona – programiranje kretanja robota Butia. Ova aktivnost omogućuje da djeca od 7. i 8. godine mogu vježbati i ojačati svoje znanje iz geometrije, a istovremeno uključivati znanja o programiranju i logici (Benavides i suradnici, 2013).

5. KURIKULUM ZA NASTAVNI PREDMET INFORMATIKA ZA OSNOVNU ŠKOLU

Razvoj računala omogućio je stvaranje informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT) koja je promijenila način shvaćanja svijeta u kojem živimo. Poznavanje temeljnih informatičkih koncepata postaje nužno kako bismo bili korisnici, ali i stvaratelji. Informatička kompetencija neophodna je u rješavanju različitih izazova u svim područjima ljudske djelatnosti.

Informatika u obrazovnom sustavu podrazumijeva:

- „*stjecanje vještina za uporabu informacijske i komunikacijske tehnologije (digitalna pismenost) kojom se oblikuju, spremaju, pretražuju i prenose različiti multimedijски sadržaji;*
- *uporabu informacijske i komunikacijske tehnologije u obrazovnom procesu (edukacijska tehnologija, e-učenje);*
- *rješavanje problema računalom uporabom nekog programskog jezika pri čemu su prepoznatljivi sljedeći koraci: specifikacija i raščlamba problema, analiza problema i odabir postupaka za njegovo rješavanje, priprema i izrada programa, ispitivanje programa i uporaba programa (rješavanje problema i programiranje)“ (MZO, 2018, str. 5).*

U predmetu Informatici težište bi trebalo biti na rješavanju problema i programiranja kako bi se poticalo razvijanje računalnog načina razmišljanja koje bi se trebao prenositi i u druga područja poput matematike i prirodoslovlja. Računalni način razmišljanja uključuje i tehnike rješavanja problema, a to su:

- *„prikazivanje informacija apstrakcijama*
- *logičko povezivanje i analizu podataka*
- *automatizaciju rješenja uporabom algoritamskoga razmišljanja*
- *prepoznavanje, analizu i primjenu mogućih rješenja s ciljem postizanja učinkovitoga rezultata vodeći računa o dostupnim resursima*
- *formuliranje problema načinom primjerenim uporabi računala i računalnih alata*
- *generalizaciju procesa rješavanja problema primjenjivoga na čitav niz sličnih problema“ (MZO, 2018, str. 6).*

Generičke kompetencije kod učenika potiču:

- „*kreativnost i inovativnost stvaranjem digitalnih uradaka i algoritama*
- *kritičko mišljenje i vrednovanje tehnologije i izvora znanja*
- *rješavanje problema i donošenje odluka s pomoću IKT-a*
- *informatička i digitalna pismenost razumijevanjem i konstruktivnim razgovorom o pojmovima iz područja informatike*
- *osobna i društvena odgovornost razmatranjem etičkih pitanja kao što su pitanja softverskih izuma ili krađe identiteta i vlasništva*
- *odgovorno i učinkovito komuniciranje i suradnja u digitalnome okruženju*
- *aktivno građanstvo kao spremnost i hrabrost za javno i odgovorno iskazivanje mišljenja i djelovanja uz međusobno poštovanje i uvažavanje u digitalnome okruženju*
- *upravljanje obrazovnim i profesionalnim razvojem učenjem s pomoću informacijske i komunikacijske tehnologije, učenjem na daljinu, videokonferencijama, virtualnim šetnjama, pristupom online bazama podataka i sl.“ (MZO, 2018, str. 6).*

Konstruktivistički pristup učenju i stavljanje učenika u središte procesa učenja treba razvijati navedene kompetencije, a uz sve to samostalnost, samopouzdanje, poduzetnost i odgovornost. Iskustvo učenja treba se temeljiti kroz aktivno sudjelovanje učenika, ali i da uz svoju kreativnost budu spremni uložiti trud.

Sadržaji iz informatike trebaju se usvajati tijekom cijelog školovanja. Trebalo bi se koristiti načelo spiralnog modela što znači da znanje stečeno od nižeg stupnja obrazovanja se proširuje i produbljuje prema višem stupnju obrazovanja. Sva znanja, vještine i stavovi koji se usvoje na satu informatike, podrška su svim ostalim predmetima (MZO, 2018).

5.1. Odgojno-obrazovni ciljevi i domene predmeta Informatike

Učenjem i poučavanjem učenici će moći:

- „*postati informatički pismeni kako bi se mogli samostalno, odgovorno, učinkovito, svrhovito i primjereno koristiti digitalnom tehnologijom te se pripremiti za učenje, život i rad u društvu koje se razvojem digitalnih tehnologija vrlo brzo mijenja*

- *razvijati digitalnu mudrost kao sposobnost odabira i primjene najprikladnije tehnologije ovisno o zadatku, području ili problemu koji se rješava*
- *razvijati kritičko mišljenje, kreativnost i inovativnost uporabom informacijske i komunikacijske tehnologije*
- *razvijati računalno razmišljanje, sposobnost rješavanja problema i vještinu programiranja*
- *učinkovito i odgovorno komunicirati i surađivati u digitalnome okruženju*
- *razumjeti i odgovorno primjenjivati sigurnosne preporuke s ciljem zaštite zdravlja učenika te poštivati pravne odrednice pri korištenju digitalnom tehnologijom u svakodnevnome životu.*“ (MZO, 2018, str. 7).

Četiri su domene kojima se realiziraju ciljevi:

- e-Društvo,
- Digitalna pismenost i komunikacija,
- Računalno razmišljanje i programiranje te
- Informacije i digitalna tehnologija.

U domeni Informacije i digitalna tehnologija izučavaju se osnovna znanja i koncepti računalne znanosti te razumijevanje digitalnog prikaza, pohrane i prijenosa podataka uporabom računala, digitalnih uređaja ili mreža. Neophodno je razvijati logičko i algoritamsko razmišljanje koje je važno za oblikovanje problema načinom koji je prikladan za njihovo rješavanje s pomoću računala. Razvijanjem sposobnosti rješavanja problema i programiranja razvija se računalno razmišljanje gdje se naglasak stavlja na usvajanje procesa stvaranja aplikacije od početka ideje do konačnog proizvoda. Ishod domene Računalno razmišljanje i programiranje razvija inovativnost, poduzetnost i stvaralaštvo. Domena Digitalna pismenost i komunikacija povezana je s ostalim domenama i daje temeljne digitalne kompetencije. Obilježje ove domene je razvijanje otvorenosti prema novim tehnološkim dostignućima. Teme u domeni e-Društvo su područje sigurnosti na mreži, zaštita podataka, elektroničko nasilje i briga o digitalnom ugledu. Ove teme razvijaju vještine i stavove nužne za odgovorne, kompetentne, kreativne i pouzdane sudionike digitalnog društva. Sve navedene domene međusobno se dopunjuju i isprepleću što znači da neke sadržaje možemo razmatrati u više domena (MZO, 2018).

6. ROBOTIKA U HRVATSKOM OBRAZOVANJU

Trenutno se nastava robotike izvodi kao aktivnost klubova mladih tehničara, osnovano od strane nastavnika tehničke kulture. Osim njih ovakvu aktivnost provode i nastavnici informatike. Korištenjem edukacijskih robota za učenje programiranja bave se nastavnici informatike, a učenjem robotike bave se nastavnici tehničke kulture. Uspješno je realizirana nastava robotike koju obuhvaćaju različite izvanškolske aktivnosti. Ova aktivnost provodi se pod okriljem Hrvatske zajednice tehničke kulture te putem privatnih radionica i inicijativa, kampova, ljetnih škola i sl. Takva nastava provodi se u obliku jednodnevnih radionica ili tečajeva u trajanju od nekoliko mjeseci. U većini slučajeva izvanškolske aktivnosti se naplaćuju polaznicima ili su na drugi način u osnovi komercijalne. Škola ovakve aktivnosti ne provodi zbog nedostatnih kompetencija ili motiviranosti nastavnika, visokih troškova potrebnih za nabavu i održavanje edukacijskih robotskih sredstava i sustava.

Izborna nastava robotike namijenjena je učenicima od 6. do 8. razreda osnovne škole. Ova nastava usmjerena je na proširivanje i produblivanje razvoja tehničkih kompetencija, metakognicije, kritičkog mišljenja, komunikacije, suradnje, informatičke i digitalne pismenosti i primjerenog korištenja tehnologije.

Nastava robotike obuhvaća izradu konstrukcija i programiranje te bi satnica takve nastave trebala iznositi najmanje 105 sati godišnje tj. 3 sata tjedno. Nastava se provodi jednom tjedno u kompletu po tri školska sata. Termin u kojem se odvija nastava robotike ovisi o svim učenicima koji ju pohađaju odnosno zajednički se dogovara termin koji svima odgovara što može uključivati nastavu robotike subotom. S obzirom na izvođenje nastave jednom tjedno učenici gube kontinuitet rada što zahtjeva da se sva tri sata objedine u jednu vremensku cjelinu.

Realizacijom izborne nastave robotike učenici će:

- Usvojiti primjerena proceduralna tehničko-tehnološka znanja te ih svrhovito i smisleno integrirati sa spoznajama iz drugih područja
- Usavršiti i razvijati spoznajne, psihomotorne, socijalne i komunikacijske vještine
- Usvojiti sistematski i algoritamski način razmišljanja i djelovanja te vještine i sposobnosti primjene računalne potrebe za rješavanje tehničkih problema i samostalni razvoj
- Razvijati vještine samostalno, odgovorno, samoorganizirano te aktivno učenje

- Usvojiti stavove, znanja i vještine potrebne za donošenje razumnih odluka npr. okoliša, etičkih načela, kulturnih, ekoloških načela i sl.

Izborna nastava upisuje učenike koji u okviru ovog nastavnog predmeta otkrivaju vlastite sklonosti i interese te tako stječu tehničko-tehnološka znanja. Domene ovog nastavnog predmeta su: Tehnika i tehnologija robota, Programiranje i razvoj robota te Robotika i čovjekovo okruženje. Sadržaj i aktivnosti uključuju interaktivni međuodnos svih triju domena, a učenik pri tome koristi već prethodno stečena znanja i vještine koje se nadograđuju i razvijaju. U domeni Tehnika i tehnologija robota učenik se izravno susreće i koristi sve dijelove robota i potrebna tehnička sredstva, materijale, mehanizme te računalne i informacijske sustave. Iz ove domene proizlaze ishodi učenja koji su ključni za učenikov pravilan izbor, uporabu i oblikovanje tehničkih materijala i sustava. U domeni Programiranje i razvoj robota uključuje aktivnosti osmišljavanja i konstruiranja robota, algoritam te pripremu računala kao i samu izradu programa, povezivanje robota i računala te izvođenje programa. Svrha ove aktivnosti je da učenik za određena rješenja uloži potreban napor, koristi temeljne vještine i umijeća te da uspješno realizira i predstavlja vlastito rješenje. Ove aktivnosti razvijaju tehničke vještine, potiču kritičko razmišljanje i razvoj. U domeni Robotika i čovjekovo okruženje usvajaju se pravila sigurne i etičke namjene i uporaba robota. Učenici primjenjuju pravila zaštite na radu s tehničkim sredstvima i tehnologijom, koriste već korištene materijale iz vlastitog okruženja, racionalno korištenje materijala, energije, istražuju probleme i posljedice tehničko-tehnološkog razvoja na čovjeka i okoliš i dr.

S obzirom na to da se ovaj izborni predmet izvodi od 6. razreda, učenicima se treba omogućiti uključivanje u ovu nastavu i u 7. razredu. Tada se s takvim učenicima radi prema kurikulumu za 6. i 7. razred. U kurikulumu 6. razreda učenici se upoznaju s robotskom tehnologijom, dijelovima potrebnim za sastavljanje robota i jednostavnim konstrukcijama. U 7. i 8. razredu radi se o složenijim aktivnostima na robotskim konstrukcijama.

Ovakva nastava treba se zasnivati na samostalnom i suradničkom radu učenika, a same aktivnosti priprema učitelj koji ih ujedno organizira i vodi. Tijekom aktivnosti učitelj treba težiti visokim postignućima učenika. Prvenstveno se misli na kvalitetu tehničke tvorevine, robota ili inovacije. Potrebno je organizirati sudjelovanja na školskim sajmovima i manifestacijama. Osim sudjelovanja važno je uključivanje u projektne dane na kojima učenici predstavljaju svoje robote. Ovaj kurikulum je obilježen otvorenošću što znači da učitelj treba izraditi vlastiti operativni

kurikulum izborne nastave i kriterij za vrednovanje postignuća učenika. Operacionalizacija kurikuluma treba biti vođena interesima i mogućnostima učenika, a sam nastavni sadržaj uvelike ovisi o količini i kakvoći robotskih kompleta. U suradnji sa školom, društvenom zajednicom i tijelima nadležnog Ministarstva učitelj osigurava osnovne materijalno-tehničke i prostorne uvjete kako bi se nastava mogla izvoditi. Upisna kvota učenika za ovaj izborni predmet ovisi o količini setova s kojima učitelj raspolaže. U slučaju nedovoljne zainteresiranosti sve učenike bez obzira na dob poučava se zajedno u jednom terminu. Glavni element vrednovanja u nastavi robotike su kvaliteta konstrukcije koje je učenik producirao tijekom aktivnosti, kvaliteta predstavljanja radova i aktivnosti, kvaliteta različite dokumentacije koju učenik producira te razina suradnje, samostalnosti i odgovornosti pri radu. Cilj je usmjeren na oblikovanje učenikovih postupaka i ponašanja te davanju povratnih informacija koje će učenika usmjeriti na uspjeh i napredovanje (Padovan i sur., 2018).

U Republici Hrvatskoj natjecanja iz robotike održavaju se u organizaciji Hrvatske zajednice tehničke kulture, Hrvatskog robotičkog saveza i Društva za robotiku Hrvatske. Iz nastavnog predmeta tehničke kulture organizira se natjecanje iz robotike za koje je nadležno Ministarstvo, Agencija za odgoj i obrazovanje i Hrvatska zajednica tehničke kulture. Na takvim natjecanjima uglavnom sudjeluju učenici čiji su mentori zaljubljenici u robotiku, a aktivnosti se najčešće provode u obliku izvannastavne i izvanškolske aktivnosti.

Na tržištu postoje različiti kompleti igara robotičkog sadržaja koji su namijenjeni različitim dobnim skupinama. Odgojno-obrazovne vrijednosti ovakvih igara prepoznale su obrazovne institucije, ali nisu uvijek sve primjenjive u nastavnom procesu. Tvrtke koje produciraju ovakve sustave rade kako bi komercijalizirale vlastite proizvode, a ne kako bi se razvijala znanja i vještine kod djece. Svaki nastavnik iz tog razloga treba pažljivo uvoditi ovakve sustave u nastavu. Obrazovne vlasti trebaju biti oprezne prilikom uvođenja određenih edukacijskih sustava, ne dopuštajući bilo kakve ugovorne i ekskluzivne odnose s proizvođačima. Iskustva i prakse u razvijenim zemljama pokazuje kako je neprimjereni upliv proizvođača ili tvrtki ovakvih sustava u nastavnom procesu bio poguban za učenike i nastavnike, ali i za cijeli obrazovni sustav. Razlozi za takvo stajalište ogledaju se u pokušajima nametanja metodički oblikovanih sadržaja koji se prodaju zajedno s proizvodima koji nisu prilagođeni za nastavni proces. Ovakvim pristupom višestruko se povećavaju izdaci obrazovnih institucija kao što su troškovi dorade takvih materijala, kao i stalna dogradnja edukacijskih sustava. Nastavnik treba imati ključnu ulogu u

izboru sustava kao i razradi nastavnih materijala i metodologije koju će primijeniti u nastavnom sustavu.

Glavno uporište nastave robotike su ciljevi i očekivanja učenika od kojih bi svaki nastavnik trebao polaziti. Učenici ulaze u područje s vlastitim pretpostavkama zbog nedostatka informacija prilikom čega nastavnikova očekivanja trebaju biti usmjerena odgojno obrazovnim ciljevima i postignućima učenika. Ciljevi učenika svode se na njihove želje, interese i očekivanja kao što je interes za to područje, želja za dokazivanjem sebi, roditeljima ili skupini učenika, želja za radom na nečemu što smatraju da bi moglo biti zanimljivo, želja za stvaranjem kao i neizravni interesi koji nisu povezani s područjem npr. znatiželja, težnja za samoostvarivanjem, naklonost prema nastavniku, uzori iz bližeg okružja, inzistiranje roditelja ili želja za udovoljavanjem roditeljima. Prema iskustvima iz prakse razlog uključivanja učenika u ovakav oblik rada najčešće je povezan s nekim od navedenih razloga. Opći ciljevi regulirani su Nacionalnim okvirnim kurikulumom a glavni ciljevi nastavnog rada ovog područja kojim se ujedno vodi i sam nastavnik su trajno poticanje interesa za područje, razvoj vještine potrebnih za početnu primjenu kompleksnih znanja, razvoj nove kvalitete promišljanja pri rješavanju tehničko-tehnoloških problema, poticanje inovativnosti i kreativnosti kod učenika i ohrabivanje učenika za izbor zanimanja u tehničkom području (Purković i Salopek, 2015).

Kirinčić (2015; prema Nikolić, 2016) piše kako ne postoji sustavno uvođenje robotike u školske programe europskih škola, ali postoji mnoštvo prikladnih konstruktivističkih robotskih alata koji su pripremili teren za popularnost robotike među učenicima svih uzrasta npr. *LEGO Mindstorms NXT*, *Arduino* i dr. Tijekom posljednjeg desetljeća pokazalo se da su djeca s oduševljenjem uključena u robotičku edukaciju kroz igru i natjecanja. Sve više se zainteresiranost djece potiče natjecanjima na robotskim turnirima koji su organizirani izvan škole, ali se također održavaju i svjetska natjecanja. Djeca iz Hrvatske uključena su u ta natjecanja i često osvajaju medalje. Moramo biti svjesni da su naša djeca suočena s konkurencijom iz bogatih država koje ulažu velika sredstva u opremu za edukaciju. Razlozi za podučavanje robotike u školama su: djeci je to zabavno, učinkovit način usvajanja programiranja, pruža korisne vještine za buduće zapošljavanje, prikladno je za djecu različitih sposobnosti i demistificiranje kompleksnih tehnologija. Učinkovit način usvajanja programiranja je zbog toga što učenici kroz programiranje robota lakše uče kako oblikovati programske naredbe. Pruža korisne vještine za buduće zapošljavanje zbog sve veće potražnje za programerima i programiranjem mehaničkih uređaja.

Robotika u obrazovanju nailazi na mnoge poteškoće i probleme kao što su nedostaci obrazovnih materijala, razvoj, stvaranje i dijeljenje takvih materijala ne prati razvoj tehnologije. Nabava najnovije opreme, motiviranje učitelja i nastavnika za dodatnim usavršavanjem i praćenjem razvoja tehnologije također predstavlja problem jer oni često o vlastitom trošku nabavljaju opremu i stručno se usavršavaju u svoje slobodno vrijeme (Ružić, 2020).

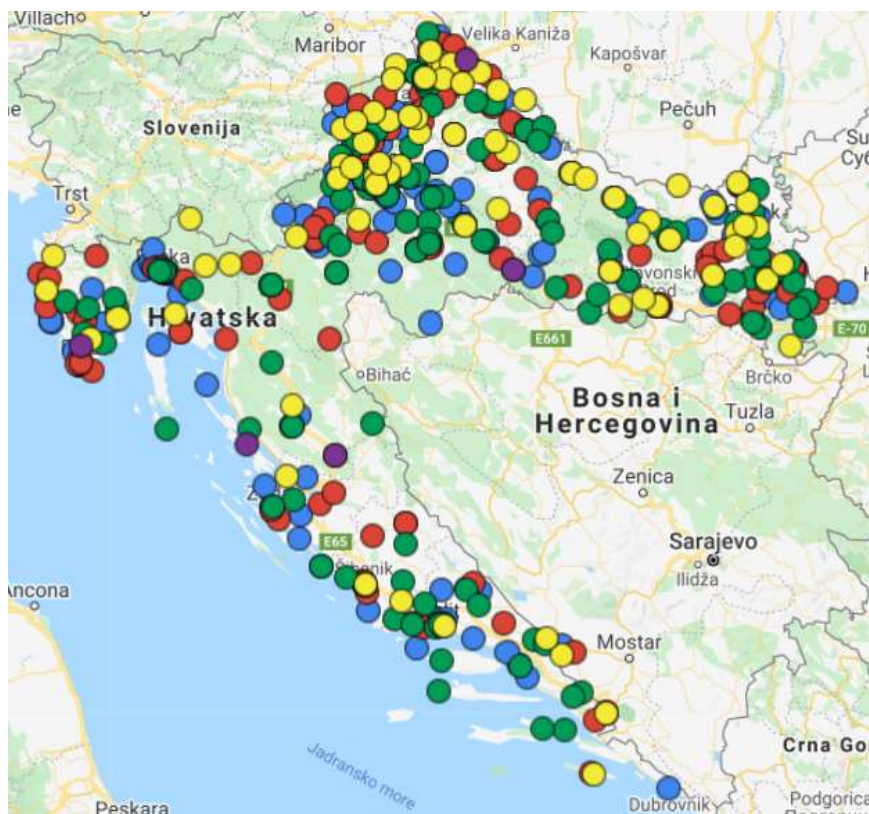
7. INICIJATIVE ZA PROMICANJE ROBOTIKE U OBRAZOVANJU

World Robotic Olympiad je globalna inicijativa koja učenicima daje priliku i mogućnost razvijanja vlastite kreativnosti i vještine rješavanja problema koristeći Lego kockice gdje učenici u timu samostalno sastavljaju i grade odgovarajućeg robota. Robota programiraju pomoću programskog sučelja Lego MindstormsEducation ili programskog jezika MicroPython u programskom sučelju VisualCode Studio. Programiraju robota koji bi u što kraćem vremenu uspješno ostvario unaprijed zadanu misiju poput spašavanja ozlijeđenih, pametni prijevoz u urbanim sredinama, prepoznavanje i pravilno zbrinjavanje otpada i sl. Tako se učenicima daje prilika da prošire svoje vidike istraživanjem robota i robotskog sustava. Učenike se potiče da budu znanstvenici, inženjeri, tvorci i izumitelji (Ružić, 2020).

CodeCids Croatia 2019. nacionalna je inicijativa za uvođenje robotike u obrazovanje. Ovu inicijativu provodi Hrvatski robotički savez kao sastavni dio EU CodeWeek-a. Učenici u osnovnim školama dobili su priliku samostalno izgraditi svog robota po imenu Marty koji se može programirati u programskom jeziku Scratch. Scratch je programski jezik namijenjen učenicima mlađeg uzrasta. U programskom sučelju mogu se osmisliti i izraditi različiti programi za robota od zvuka, plesa, vježbi, pokreta (Ružić, 2020).

IRIM (Institut za razvoj i inovativnost mladih) je neprofitna udruga sa sjedištem u Hrvatskoj koja provodi najveći izvannastavni STEM program u Europi kroz projekt Croatian Makers. Iako je pokrenuta u Hrvatskoj svoje aktivnosti proširuju i na Švicarsku, Srbiju, Bosnu i Hercegovinu i Kosovo. Fokus mu je razvoj digitalne i znanstvene pismenosti, tehnoloških i ostalih kompetencija u okviru STEM područja za mlade. Osnovna misija je potaknuti i osnažiti svu djecu u Hrvatskoj i regiji da steknu STEM kompetencije. IRIM je u suradnji s Ministarstvom znanosti i obrazovanja uveo programiranje u hrvatske osnovne škole, isporučujući uređaj micro:bit svim učenicima 6. razreda, razvijajući sadržaj za više predmeta i educirajući više od 2.500 nastavnika (O nama, pristupljeno: 25.05.2021.).

Croatian Makers robotička liga vodeći je IRIM-ov projekt robotike. To je najveće natjecanje u EU s više od 12.000 djece uključene tijekom svake školske godine u više od 600 škola i neprofitnih organizacija kojima je IRIM donirao više od 3.000 robota. Robotička Liga koristi istu platformu za robotiku (Makeblockov mBot) u svim uključenim zemljama.



Slika 1. *Popis svih ustanova u Ligi*(Preuzeto dana: 03.06.2021.
<https://croatianmakers.hr/hr/ukljucene-ustanove-liga/>)

IRIM je udružen s drugim klubovima kako bi se uvelo programiranje od 1. do 4. razreda u hrvatskim osnovnim školama. Projekt se provodi kroz školske knjižnice, a micro:biti su donirani školama koje su se odlučile za sudjelovanje u projektu (O nama, pristupljeno: 25.05.2021.).

8. ROBOTSKE SIMULACIJE

Simulacije nisu zamjena stvarnih STEM robota, već im je uloga u obogaćivanju aktivnosti i korištenju više robota istovremeno. Učenicima je omogućeno da sami vježbaju te da se suoče s uspjesima i neuspjesima. Samostalno biraju simulacije unaprijed definiranih robota i besplatnih dronova koji se nude. Neki od ponuđeni su mBot, Lego, Dash, Codey, Thymio. Također mogu samostalno osmišljavati i graditi vlastite virtualne robote pomoću kojih rješavaju unaprijed zadane zadatke i izazove za razvoj vještina računalnog razmišljanja i programiranja. Simulacije omogućuju obogaćivanje aktivnosti na stvarnoj opremi, učenje i rad kada stvarni resursi nisu dostupni, a istovremeno stvaranje vlastite simulacije je učenje stvaranja obrazovnih sadržaja za druge sa željom da ih unaprijed i inteligentno odvrte.

Miranda je online simulacijsko sučelje koje omogućuje stvaranje i programiranje različitih vrsta robota. Koristiti se mogu programski jezici Scratch i Python. Miranda učenicima omogućuje stvaranje simulacije postojećih ili vlastitih imaginarnih robota. Omogućuje da učenici svoje kreacije podijele kao i stvaranje vlastitih izazova i rješavanje postojećih (Ružić, 2020).

9. STEM

STEM je shvaćen kao obrazovni pristup koji integrira znanost, tehnologiju, inženjerstvo i matematiku, a uvodi se u obrazovanje s ciljem razvoja većeg interesa i motivacije učenika za to područje kao bi razvili vlastita znanja, stavove i vještine za buduća obrazovanja i zanimanja u STEM području. Uvodi se u obrazovanje kako bi se zadovoljile potrebe na tržištu rada jer se sve više povećava nedostatak STEM obrazovnih stručnjaka. STEM u obrazovanju zahtjeva cjeloviti i međupredmetni pristup u integriranju znanja i vještina. STEM također zahtijeva traženje i predlaganje rješenja za probleme iz stvarnog svijeta. U tom kontekstu potrebno je povezivati suradnju obrazovnih ustanova kao i zajednice lokalnih tvrtki i globalnih kompanija (Ružić, 2020).

Učenjem robotike nužno je povezivati znanja i vještine iz područja STEM-a, programiranja, računalnog razmišljanja i inženjerstva. Učenicima robotika pruža mogućnost istraživanja i promišljanja o načinima funkcioniranja tehnologije u stvarnom životu. U radu s autonomnim robotima učenici uče kako tehnologija funkcionira, ali i kako primijeniti vještine i sadržaje naučene u školi na smislen i uzbudljiv način. Robotika u obrazovanju omogućuje integraciju ne samo u STEM području, nego i u društvenim predmetima kao što su ples, glazba, sport, umjetnost. Uvođenje robotike u obrazovanje učenicima pruža priliku za zajednički rad gdje se potiče suradnja, rad u timu, komunikacija, istraživanje pomoću tehnoloških alata, razvoj vještina rješavanja problema, kritičkog razmišljanja, kreativnosti i inovativnosti. Robotika je alat koji kod učenika poboljšava iskustvo putem praktičnog učenja, zabave i uzbudljivog okruženja za učenje i stvaranje. Takvo okruženje motivira za učenje, promišljanje i istraživanje, a sve to je učenicima potrebno za ostvarivanje vlastitih ciljeva prema uspješnom rješavanju stvarnih problema u području STEM-a (Ružić, 2020).

10. LEGO

Jedna od najzastupljenijih i najpoznatijih obrazovnih robotskih sustava namijenjena za sve razine obrazovanja je tvrtka LEGO i njihov robot „Lego Mindstorms NXT“ i obrazovni set „LEGO WeDo“. Ovaj robot ima mogućnost programiranja kroz veliki broj alata kao i ugradnju različitih senzora što pruža veliku mogućnost učenja. Obrazovni LEGO set omogućuje konstruiranje različitih robota i programiranje jednostavnih funkcija kroz jednostavne programske alate (Crnokić i Rezić, 2014).

Lego Mindstorms je proizvod za stvaranje različitih programibilnih robota, a sastoji se od hardvera i softvera. Pojavljuje se 1998.g. te postaje najprodavaniji proizvod LEGO grupe. Najprodavaniji je postao jer je standardnim lego kockicama dana jedna nova dimenzija, mogućnost kretanja i upravljanja. Ubrzo nakon toga shvaćen je potencijal takvog proizvoda kod edukacije djece te je na tržište plasiran „Lego Mindstorms for Schools“. Radi se o paleti proizvoda namijenjene djeci predškolske i osnovnoškolske dobi (Purković i Salopek, 2015).

Ford Jr. (2011., prema Guedes i sur., 2015) piše o Lego Mindstorms NXT koji se sastoji od četiri vrste senzora, tri motora i središnjeg kontrolera. Svaki dio ovog sustava ima specifične karakteristike. Senzori su zaduženi za prikupljanje informacija vanjskog okruženja. Središnji kontroler je odgovoran za softver. Ultrazvučni senzor izražava sustav vida, a svjetlosni senzor snima prisutnost ambijentalnog svjetla dok senzor zvuka otkriva vibraciju zvuka. Senzor dodira opaža dodir s vanjskim okolišem. NXT-G je programski jezik kojeg su razvili National Instruments i prilagodili Legu, a samo stvaranje programa je jednostavno.

11. mBot

mBot je edukacijski alat za stjecanje znanja i vještina u STEM području. Nastao je u suradnji Makeblock-a i Arduino open-source hardverske platforme, a omogućuje ulazak u svijet robotike, elektronike i programiranja. Robotski set sadrži 38 dijelova koji se moraju složiti kako bi se robot mogao koristiti, a istovremeno time se stječe iskustvo rada s hardverom npr. spajanje žica i senzora, proučavanje uputa i slično (Uvod u mBot, pristup 27.05.2021.).



Slika 2. Prikaz robota mBota

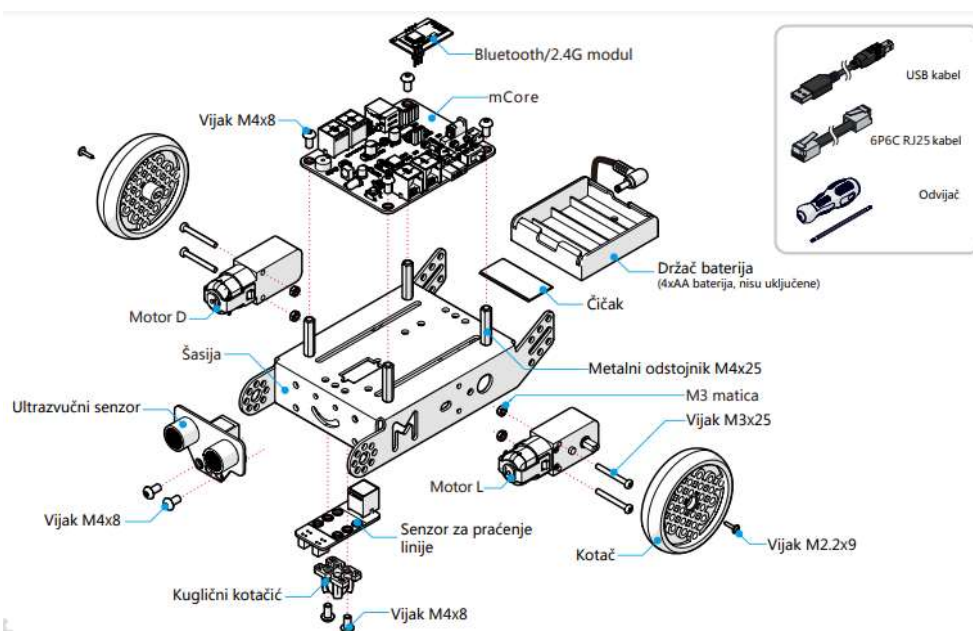


Slika 3. Daljinski upravljač



Slika 4. Kabel za spajanje mBota na računalo

mBot ima 4 priključka za proširenje i može se povezati s više od 100 vrsta elektroničkih modula, a djeca mogu koristiti više od 500 dijelova na platformi Maker za izgradnju različitih oblika i mnoštvo dodataka. Tijekom gradnje djeca mogu naučiti o principima elektronike i mehanike te postaviti temelje za razumijevanje robota. mBot ima 3 načina upravljanja: način izbjegavanja prepreka, način praćenja linije, način ručnog upravljanja pomoću daljinskog upravljača ili aplikaciju Makeblock za izravno programiranje mBota-a. mBot je omogućio više od milijun djece širom svijeta da pristupe STEAM obrazovanju (mBot, pristupljeno: 24.5.2021.).



Slika 5. Dijelovi mBot robota (Preuzeto dana: 01.06.2021.

<http://izradi2.croatianmakers.hr/wp-content/uploads/2020/02/mBot-upute-na-hrvatskom.pdf>)

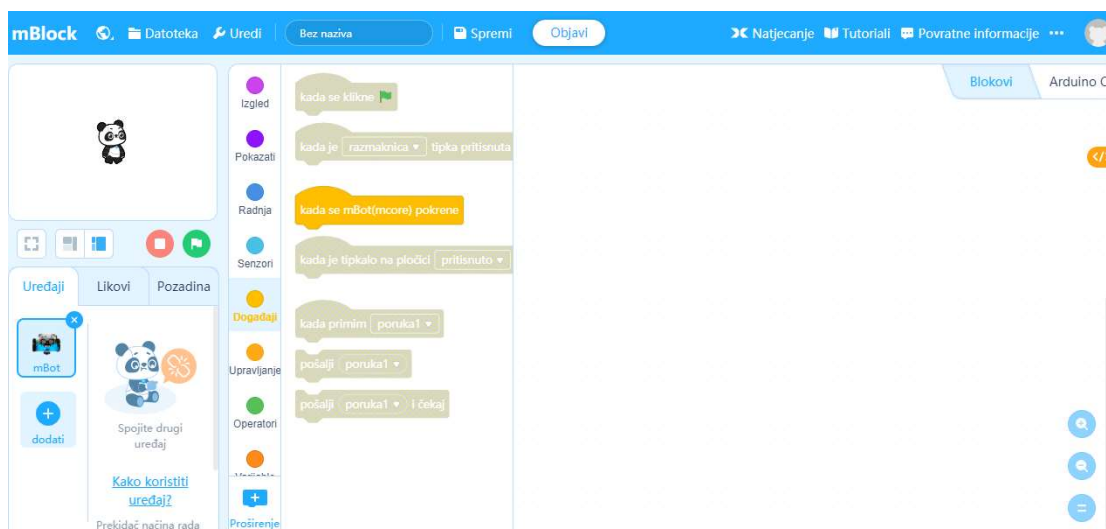
11.1. *mBot i Arduino*

Zenzerović (2016; prema Brlek i Oreški, 2020) piše kako je tvrtka Makeblock udružila snage s Arduinom te su izradili robota mBot-a.

Arduino je platforma za učenje i programiranje, a bazira se na sklopovlju i programskim paketima. Namijenjen je onima koji su zainteresirani za stvaranje interaktivnih objekata ili okruženja. Arduino ploča ima mogućnosti čitati ulazne jedinice na senzoru za svjetlo pritiskom na gumb ili Twitter poruke pa sve to pretvoriti u izlaz. Slanjem nekih uputa mikrokontroleru na ploči možemo „reći“ koju radnju treba izvršiti, a kako bismo poslali te upute koristimo programski jezik Arduino i Arduino softver baziran na obradi primljenih uputa. Arduino je korišten u tisuće raznih projekata. Zbog jednostavnosti softvera idealan je za početnike, ali zbog svoje fleksibilnosti mogu ga koristiti i napredni korisnici. Razlog zbog kojeg se još koristi su niska cijena, mogućnost korištenja na svim operacijskim sustavima od Windows-a, Linux-a i druge sustave (Brlek i Oreški, 2020).

11.2. *Programiranje mBota*

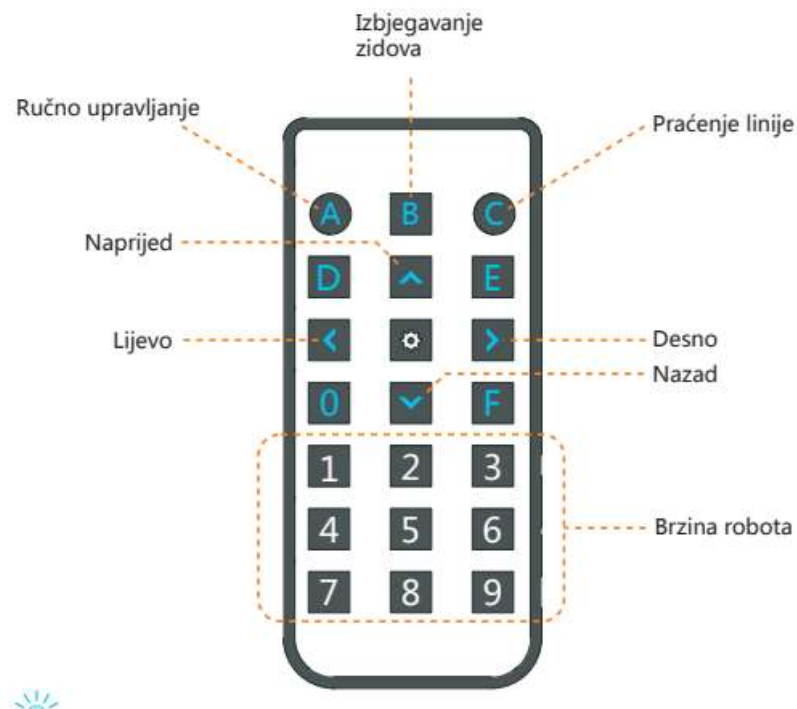
Prije samog programiranja mBota potrebno je upoznati sve njegove dijelove te ga sastaviti prema uputama. Program u kojem se programira mBot zove se mBlock, a njegova novija inačica je mBlock 5 koji je baziran na Scratch programu i to inačici 3.0. mBlock je oblikovan kako bi podržao STEM obrazovanje, a nudi dva načina programiranja - slaganje blokova naredbi ili preusmjeravanje u tekstualno programiranje u Paytonu, svojim korisnicima omogućuje slobodno kretanje raznih igara i animacija te programiranje Makeblock robota i micro:bit uređaja. Prednost korištenja ovog programa u Hrvatskoj je ta što je hrvatski jezik jedan od jezika koji se može odabrati za funkcioniranje programa. Važno je da uređaj bude povezan s programom od samog početka programiranja tako da se putem USB kabla poveže s računalom. Nakon povezivanja potrebno je u izborniku uređaja u programu odabrati mBot te ga označiti zvjezdicom kraj njegove slike kako bi se odabrao kao početni uređaj pri svakom pokretanju programa, a zatim pronaći opciju za spajanje. Kada se uređaj spoji treba se isključiti opcija 'Live' što znači da se neće uživo gledati kako uređaj funkcionira nakon programiranja nekog programa. Može se krenuti na programiranje tek nakon što se naprave svi ovi prethodni koraci (Brlek i Oreški, 2020).



Slika 6. Program mBlock

Robot mBot može se koristiti od 1. do 8. razreda i to u svim nastavnim predmetima. Moguće ga je koristiti uz dobre ideje kako bi se određene nastavne teme učinile učenicima zabavnije i zanimljivije. Kada imamo ideje ono što je još važnije je potrebno znanje u programiranju mBota.

Robot mBot može se koristiti i prilikom izrade kvizova tako da se koristi daljinski upravljač koji dolazi u kompletu uz mBot. Kada učenik prilikom igre netočno odgovori na pitanje, robot mBot može zasvijetliti crveno ili dati neki određeni zvuk (npr. pritiskom na tipku A na daljinskom upravljaču), a kada učenik da točan odgovor tada robot može zasvijetliti zelenom bojom ili dati neki određeni zvuk (npr. pritiskom na tipku B na daljinskom upravljaču) (Brek i Oreški, 2020).



Slika 7. Daljinski upravljač (Preuzeto dana: 01.06.2021. <http://izradi2.croatianmakers.hr/wp-content/uploads/2020/02/mBot-upute-na-hrvatskom.pdf>)

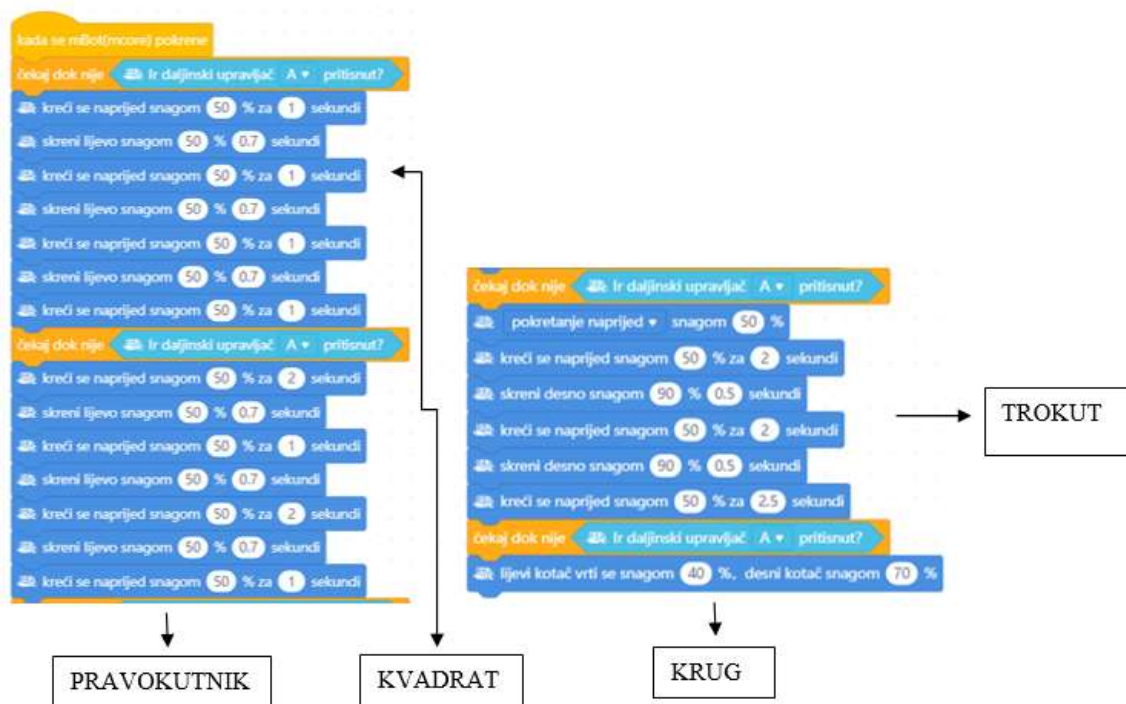
11.3. Primjena mBota u nižim razredima osnovne škole

Robot mBot može se koristiti na satu glazbene kulture, matematike, prirode i društva, ali i na mnogim drugim nastavnim predmetima. Sljedeći primjeri navode programe za korištenje na različitim nastavnim predmetima u nižim razredima osnovne škole.

11.3.1. Matematika

„Geometrijski likovi“

Na ovaj način učenici mogu ponoviti geometrijske likove na zanimljiv način tako što će slijediti robota i određivati o kojem se geometrijskom liku radi ili to isto mogu raditi tako što će olovkom slijediti robota i nacrtati određeni geometrijski lik.



Slika 8. Program "geometrijski likovi"

„Brojevni pravac“

Na brojevnom pravcu pomoću robota učenici mogu ponoviti zbrajanje i oduzimanje brojeva. Robot, krećući se naprijed, pokaže dva broja koja učenici trebaju zbrojiti. Krećući se unatrag učenici trebaju oduzeti dva broja koja robot pokaže.



Slika 9. Program "brojevni pravac"



Slika 10. Prikaz primjene brojevnog pravca

11.3.2. Glazbena kultura

„Sviranje pjesme“

Na satu glazbenoga robot može služiti za ponavljanje neke naučene pjesme ili tijekom obrade nove npr. ako učenici znaju neku pjesmu može se pustiti robota da svira, a učenici mogu pjevati.



Slika 11. Program pjesme "Klinček stoji pod oblokom"



Slika 12. Program pjesme "Školsko zvono"

11.3.3. Likovna kultura

„Boje“

Kako robot ima mogućnost prikazivanja boja pogodno ga je koristiti na satu likovnoga tijekom obrade ili ponavljanja npr. tonovi boja gdje učenici mogu vidjeti nijanse jedne boje ili za ponavljanje toplih i hladnih boja, miješanje boja i sl. Idealno bi bilo koristiti robota u zamračenoj prostoriji kako bi se boje mogle bolje vidjeti uz istovremeno stvaranje posebnog doživljaja na učenicke.



Slika 13. Program za Likovnu kulturu

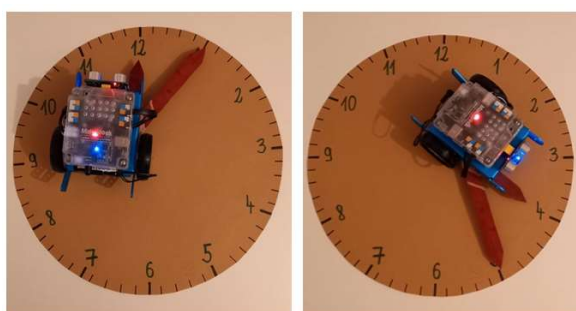
11.3.4. Priroda i društvo

„Sat“

Na satu prirode kada učenici trebaju naučiti prepoznavati koliko je sati mogu ponoviti nastavni sadržaj uz pomoć robota. Za ovu aktivnost potrebno je napraviti prilagođeni sat robotu kako bi mogao preciznije prokazivati. Robot se nalazi u sredini sata i pomiče kazaljke, a učenici određuju koliko je sati. Ovakav način ponavljanja može učenika potaknuti na uključivanje u aktivnost uz istovremeno usvajanje nastavnog sadržaja na zanimljiv način.



Slika 14. Program "sat"



Slika 15. Prikaz primjene programa "sat"

„Desetljeće i stoljeće“

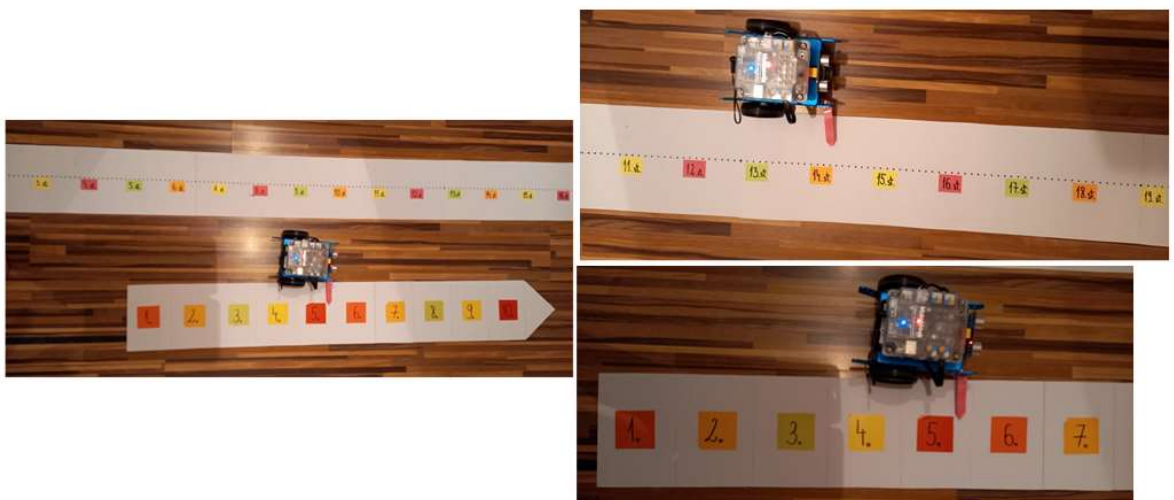
Na satu prirode učenici mogu uz pomoć robota i izrađene lente vremena ponoviti nastavni sadržaj.

Tijekom obrade desetljeća učenici mogu pomoću robota odrediti što im se tijekom njihova života događalo npr. kada robot dođe do broja 7 tada oni mogu iskazati što im je ostalo u sjećanju kao važno u toj godini npr. krenuli su u školu i sl.

Tijekom obrade tisućljeća robot može pokazati određeno stoljeće, a učenici trebaju reći jednu godinu koja pripada tom stoljeću ili obratno ako robot pokaže neku godinu tada jedan učenik može pročitati tu godinu, a drugi učenik treba reći kojem stoljeću pripada ta godina.



Slika 16. Program "lenta vremena"



Slika 17. Primjena programa "lenta vremena"

11.4. Primjer pripreme za izvođenje nastavnog sata informatike

**PRIPREMA ZA IZVOĐENJE NASTAVNOG SATA
INFORMATIKE – 2.razred**

Vrsta nastavnog sata:

sat obrade novog nastavnog sadržaja

Mjesto izvođenja:

informatička učionica

Nastavna jedinica:

Uvod u programiranje robota

Domene:

Informacije i digitalna tehnologija	Digitalna pismenost i komunikacija	e-Društvo	Računalno razmišljanje i programiranje
			+

Ishodi učenja:

B. 2. 1. Analizira niz uputa koje izvode jednostavan zadatak, ako je potrebno ispravlja pogrešan redoslijed.

Ključni pojmovi:

program, program *mBlock*, naredbe, redoslijed naredbi

Cilj nastavnog sata:

Učenik se upoznaje s osnovama programiranja robota mBot-a.

KORELACIJA S NASTAVNIM PREDMETOM:

uku A.1.4. Kritičko mišljenje

Učenik oblikuje i izražava svoje misli i osjećaje.

uku D.1.2. Suradnja s drugima

Učenik ostvaruje dobru komunikaciju s drugima, uspješno surađuje u različitim situacijama i spreman je zatražiti i ponuditi pomoć.

ikt D.1.2. Učenik uz učiteljevu pomoć prepoznaje i rješava jednostavne probleme s pomoću IKT-a.

ikt A.1.1. Učenik uz učiteljevu pomoć odabire odgovarajuću digitalnu tehnologiju za obavljanje jednostavnih zadataka.

METODE RADA:

metoda usmenog izlaganja, metoda razgovora, metoda praktičnog rada, metoda demonstracije

OBLICI RADA U NASTAVI:

frontalni oblik rada, individualni oblik rada

NASTAVNI MEDIJI I DIDAKTIČKI MATERIJALI:

računalo, program mBlock, PPT, ploča, robot mBot

TIJEK IZVOĐENJA NASTAVNE JEDINICE – NASTAVNOG SATA

Nastavne etape	Sadržaj nastavne situacije
ZAMISLI	<p>Predstavljam se učenicima.</p> <p><i>Znadete li vi igrati igru „Toplo-hladno“. Igra se tako da jedan učenik napusti učionicu dok ćemo mi sakriti nešto što će on trebati pronaći. Tko će nam biti dobrovoljac? Sakrit ćemo pismo koje sadrži neki dio slike. Nakon što netko pronađe dio slike stavi ju na ploču kako bismo kasnije mogli sastaviti cijelu sliku.</i></p> <p>Skriveno pismo sadrži dijelove slike, a kada se slika sastavi dobijemo sliku robota mBot-a.</p> <p><i>Što mislite što nam slika prikazuje? Znadete li kako se robot kreće?</i></p> <p><i>Upravo sada ćemo igrati igru „Robot slijedi naredbe“. Za ovu igru potrebna su mi dva učenika. Jedan učenik će biti robot, a drugi učenik će upravljati robotom. Pravila kod ove igre su sljedeća: učenik robot stoji pred pločom i kreće se jedino kad mu učenik koji njime upravlja zada naredbu, a učenik koji zadaje naredbe može zadati sljedeće naredbe - idi</i></p>

	<p><i>naprijed, idi nazad, okreni se lijevo, okreni se desno. Cilj je da se učenik-robot vrati na svoje mjesto. Svi ostali učenici će promatrati izvršava li robot sve te naredbe pravilno. Igru ćemo ponoviti nekoliko puta. Tko će biti prvi dobrovoljci?</i></p>
ISTRAŽI	<p><i>Nakon ove naše igre igrat ćemo još jednu igru samo ćemo ju igrati na računalu pa možete upaliti svoja računala i otvorit ćemo si Google Chrome i upisati igru „Run Marco“.</i></p> <p><i>Pokrenemo igru, odaberemo lik i prvi dio. Korakom naprijed pomičemo naš lik tako što mu zadamo tu naredbu i nakon toga treba da pritisnemo zeleni gumb kako bi se naš lik pomaknuo. U sljedećoj razini se trebamo pomaknuti više puta i to četiri puta pa stavljamo naredbu „korak naprijed“ četiri puta. U trećoj razini vidimo da se naš lik treba okrenuti. Koja bi to strana bila? Tako je, lijeva strana. Pogledat ćemo naše naredbe i uzeti naredbu „okret ulijevo“, a nakon toga treba napraviti tri koraka naprijed. Pokušajte ostalo napraviti sami, a ako trebate pomoć samo recite.</i></p>
POVEŽI	<p><i>Jeste li ikada vidjeli kojeg robota?</i></p> <p><i>Učenicima puštam pjesmu Robot.</i></p> <p><i>Što ste mogli vidjeti, čemu nam može služiti robot? Robot nam može pjevati, pospremati za nama, čistiti, prati nam zube. Danas postoje mnoštvo vrsta robota za različite namjene, a neke od njih ste upravo mogli i vidjeti, ali da bi robot radio to što mi želimo moramo mu zadati naredbe koje će on izvršiti.</i></p> <p><i>Sjećate li se vi robota kojeg smo sastavili. Taj robot se zove mBot i danas će se s nama družiti. Kao što ste na početku zadavali naredbe robotu-učeniku tako ćemo i mi danas učiti kako robotu zadavati naredbe. Kako bismo robotu zadavali naredbe potreban nam je program putem kojeg ćemo zadavati naredbe našem robotu mBotu. Taj program se zove mBlock i nalazi se na vašem računalu pa ga otvorite.</i></p> <p><i>Programi u mBlock-u su različiti.</i></p> <p><i>U programu možemo vidjeti da postoje različiti uređaji na koji možemo prebaciti program, ali mi ovdje imamo mBota pa ćemo njega i odabrati. Ovo nam je bitno i za naredbe koje se mijenjaju u kategorijama odnosno blokovi naredbi koje su u potkategorijama.</i></p> <p><i>Možemo krenuti sa slaganjem blokova naredbi. Iz treće kategorije „radnja“, a to je plavi kružić, odabrat ćemo prvu naredbu „kreći se naprijed snagom 50% za 1s“. Znači da će ovom naredbom robot ići naprijed i to točno 1s. Neće koristiti punu snagu već samo pola svoje snage. Nakon toga želimo da napravi okret u desno također ne punom snagom već</i></p>

	<p>50% i neka se okreće 1s. Potom iz kategorije „pokazati“ odabrat ćemo da na svim svojim diodicama, a ima ih dvije, pokaže crvenu boju i da bude prikazana 1s. Sve to ćemo staviti na čekanje odnosno odabrat ćemo kategoriju „upravljanje“ i odabrati „čekaj 1s“. Ako želimo da nam mBot sve to ponovi tri puta iz iste kategorije „upravljanje“ odabiremo blok naredbu „ponovi 10“. Ovih 10 promijenit ćemo u 3, a ove blokove naredbe uguramo unutra. Tako smo završili naš program, ali ostalo nam je još nešto važno.</p> <p>Kako ćemo pokrenuti naš program? Odabrat ćemo iz kategorije „događaji“ blok naredbu „kada se mBot pokrene“. Sve ovo što smo napravili još je potrebno prebaciti na mBota kako bi on to izvršio.</p> <p>Gledamo što nam to robot izvodi.</p> <p>Što možemo vidjeti? Kako robot ide naprijed, zatim se okrene desno i svijetli crveno i sve to ponavlja tri puta. Robot je krenuo čim smo ga uključili.</p>
IZRADI	Učenici samostalno rade naredbe prema uputama koje će dobiti na listiću.
POKAŽI/ UPITAJ	Kod jednog učenika učitamo program i pokazujemo što nam to robot radi.
SURAĐUJ	Učenici rješavaju listić u kojem trebaju slijediti redosljed koraka u pripremi čaja.

12. BBC Micro:bit

Halfacree (2018; prema Brlek i Oreški, 2020) prikazuje način rada micro:bita. BBC Micro:bit je uređaj koji se može koristiti za zabavu i poučavanje, a može biti dio nekog složenijeg sustava ili može prikazivati neke jednostavnije funkcije. Pomoću njega može se naučiti prvi programski koraci te se može pisati u više programskih jezika. On je malen te se lako može prenositi i koristiti na bilo kojem mjestu i u bilo koje vrijeme npr. na igralištu, u školi, kući i sl. Kako bi se počelo raditi s njim potrebno je najprije upoznati sam uređaj i njegove dijelove. On je dizajniran tako da se može rukovati bez kućišta, a napaja se preko USB kabla koji se spaja na računalo. Umjesto kabla mogu se koristiti i baterije koje je moguće spojiti u sekundarni priključak za napajanje uređaja. Nakon što se odabere način na koji će se uređaj napajati, uređaj se može uključiti. U slučaju da se uređaj koristi prvi put i novi je potrebno ga je pokrenuti u tvornički ugrađen program. Prvo što se pojavljuje pri uključivanju je animacija koja prikazuje rad LED dioda, a zatim se pokazuje riječ „HELLO“ koja se pomiče preko cijeloga zaslona. Nakon toga program prelazi na prvi interaktivni odjeljak. Na LED ekranu pojavljuje se strelica koja pokazuje na strelicu A i tipku treba pritisnuti, a zatim se pojavljuje strelica B koju isto tako treba pritisnuti. Potom dolazi faza provjere pokreta gdje se na zaslonu pojavljuje riječ „SHAKE“ koja sugerira da se uređaj protrese, a nakon što trešnja završi pojavljuje se poruka „CHASE THE DOT“ kao uvod u igru u kojoj je potrebno uloviti točku. Točka je svjetleće LED dioda u gornjem desnom kutu zaslona dok je korisnik druga svjetleća LED dioda u sredini zaslona te se naginjanjem uređaja pokušava uloviti točka. Nakon završetka igre na zaslonu se pojavljuje „GREAT“ te poruka „NOW GET CODING“. Nakon što se prođu tvorničke postavke, korisnik može uređaj sam programirati. Kako bi se ponovno pokrenuo program potrebno je pritisnuti tipku za resetiranje (RESET) koja se nalazi na stražnjoj strani uređaja. U odnosu na neke druge razvojne ploče za BBC micro:bit nije potrebno na računalo instalirati neki dodatni softver kako bi se učitali novi programi. On se u operativnom sustavu pojavljuje kao USB uređaj za pohranu podataka. Kad se prvi put spoji s računalom pokrenut će se polazni program, a kad se uređaj uključi polazni program koji se nalazi u njegovoj memoriji nastavit će se izvršavati bez obzira na spajanje s računalom. Taj se proces naziva fleširanje. Ovaj naziv naziva se prema tipu memorije koji uređaj koristi za spremanje tj. flash memorija. Kako bi se napisani program prenio u memoriju uređaja potrebno ga je mišem jednostavno povući iz mape u kojoj se nalazi na računalu

na uređaju te će se program automatski učitati u memoriju uređaja. Svaka datoteka koja se prebacuje mora imati ekstenziju .hex i naziva se heks datoteka (hex). Ovaj uređaj je jednostavan za pisanje programa za BBC micro:bit jer se pisanje programa izvršava u Web pregledniku. Najčešći programski jezik koji se koristi je JavaScript Blocks editor temeljen na sustavu Microsoft MaceCode u kojem se naredbe slažu poput puzzli.

Može se koristiti npr. ako je nekom dijetu rođendan, djeci se može zadati jednostavan zadatak da naprave program u kojem će nakon pritiska na tipku A na uređaju pojaviti poklončić napravljen od pomno odabranih led dioda, a na tipku B početak će svirati pjesma „Sretan rođendan“. Ovaj uređaj ima ugrađen kompas koji se može koristiti npr. u nastavi prirode i društva kada učenici uče strane svijeta i orijentaciju u prostoru, a i kao brojač koraka. Ovaj se program može koristiti u školi, ali i u osobne svrhe kao alternativa za postojeće brojače koraka (Brlak i Oreški, 2020).

13. SCRATCH

Scratch je programski jezik namijenjen djeci od 8. do 16. godina. Istraživači koji su dizajnirali Scratch dugo godina su surađivali s LEGO kompanijom i radili na LEGO MINDSTORMS te su upravo iz LEGO svijeta preuzeli logiku programiranja Scratch programa. Scratch program se slaže gdje korisnik odabire naredbe koje poslije slaže baš kao i same LEGO kocke. Svaka vrsta naredbi drugačije je boje i oblika kako bi dijete lako moglo po obliku naredbi zaključiti gdje se ona može smjestiti i na koji se način može koristiti (Buklijaš, 2010)..

Izvršavaju se one naredbe koje su pod naredbama koje se izvršavaju kada je pritisnuta zelena zastavica dok se naredbe koje nisu pod zelenom zastavicom ne izvršavaju tako da naredbe mogu biti razbacane po radnoj površini (Buklijaš, 2010).

Scratch je dobar programski jezik tijekom početnog učenja programiranja, računalne grafike (npr. crtanje jednostavnih likova) i za učenje osnova rada na računalu (npr. korištenje tipkovnice, miša i ostalih uređaja). Osobe koje shvate rad u Scratchu puno će lakše razumjeti naprednije programske jezike poput Pythona jer će razumjeti koncept petlji, odlučivanja, varijabli i toka programa (Buklijaš, 2010).

Pomoću Scratcha mogu se programirati interaktivne priče, igre i animacije te dijeliti svoje izrađene projekte s drugim članovima. On pomaže mladim ljudima kreativno i sustavno razmišljati i međusobno surađivati. Programiranjem u ovom programu, ljudi uče važne strategije za rješavanje problema, izradu projekta i razmjenjuju ideje. Koristi se u više od 150 zemalja i dostupan je na više od 60 jezika. Uči se na svim razinama od osnovne škole do fakulteta i u svim disciplinama od matematike, informatike, jezične umjetnosti do društvenih studija (O Scratchu, pristupljeno: 03.06.2021.).

14. ISTRAŽIVANJE PRIMJENE ROBOTIKE U EDUKATIVNE SVRHE

14.1. *Cilj i problemi istraživanja*

Cilj je ovog istraživanja ispitati učestalost primjene robotike u nastavnom procesu te njezinu povezanost s opremljenošću škole informacijsko-komunikacijskom tehnologijom.

Hipoteze koje će se testirati u istraživanju su:

H 1 - Manje od trećine učitelja koristi robote u svakodnevnom nastavnom procesu s ciljem poboljšanja nastave.

H 2 - Postoji statistički značajna razlika u primjeni robota u nastavnom procesu s obzirom na dob i smjer obrazovanja učitelja

H 3 - Postoji statistički značajna razlika u primjeni robota u razrednoj nastavi u odnosu na predmetnu nastavu

H 4 - Postoji statistički značajna razlika u primjeni robota u pojedinim predmetima kod predmetne nastave

H 5 - Postoji statistički značajna povezanost između primjene robota u nastavnom procesu te opremljenosti škole informacijsko-komunikacijskom tehnologijom

14.2. *Metode*

Istraživanjem primjene robotike u edukativne svrhe obuhvaćeno je 228 učitelja osnovnih škola, nižih i viših razreda, s područja Republike Hrvatske. Bio je korišten veći prigodni uzorak ($n = 228$), a prikupljanje podataka provedeno je u svibnju 2021. godine. Ispitanici su dali podatke u anketnim upitnicima koji su imali sljedeće dvije skupine podataka:

- opći podaci o ispitanicima (spol, dob, završen fakultet, radni staž, nastavni predmet i mjesto rada);
- 15 pitanja u vezi primjene robotike u njihovim školama (sva su ta pitanja na skali od 5 stupnjeva slaganja). Ta se pitanja odnose:
 - na opremljenost i primjenu informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT);
 - na upotrebu edukativne robotike;
 - na učinke upotrebe edukativne robotike;

- na edukacije u vezi primjene robotike u školama;

Pitanja u upitnicima su bila zatvorenog tipa, isključivo s jednim mogućim odgovorom od njih više ponuđenih. Svi upitnici su se popunjavali on line putem Google obrazaca. Iz dobivene datoteke programa Excel konvertirani su u datoteku programa SPSS. Na osnovi SPSS datoteke izvedene su statističke analize programom IBM SPSS Statistics 25, a grafički prikazi su izrađeni pomoću Microsoft Excela 2010.

Metode statističke analize koje su ovdje korištene su:

- a. deskriptivne metode (tabelarni i grafički prikazi, postoci, srednje vrijednosti, mjere disperzije te Spearmanov koeficijent korelacije ranga);
- b. inferencijalne metode (hi-kvadrat test).

Zaključci u vezi razlika i povezanosti među varijablama doneseni su na uobičajenom nivou signifikantnosti od 0,05 odnosno uz pouzdanost od 95%.

14.3. *Rezultati*

Rezultati analize su izneseni i opisani u dva poglavlja:

- a. deskriptivna statistička analiza i
- b. inferencijalna statistička analiza.

14.3.1. *Deskriptivna statistička analiza*

Uzorak ispitanika činilo je 22 učitelja i premoćan broj od 196 učiteljica (86%). Bile su to osobe pretežno između 30 i 39 godina života (njih 1/3). U tabeli 1 su navedene frekvencije (apsolutne i relativne) odgovora učitelja na opća pitanja o njima, u tabeli 2 su odgovori na pojedina pitanja u vezi robotike u obrazovanju dok su u tabeli 3 deskriptivni pokazatelji za 15 pitanja na skali Likertovog tip.

Tablica 1. Anketirani učitelji osnovnih škola prema općim pitanjima o njima (u apsolutnim i relativnim frekvencijama) $n = 228$

Varijabla i oblik varijable	Broj	%
Spol ispitanika:		
muški	22	14
ženski	196	86
Ukupno	228	100
Dob ispitanika:		
23 – 29 godina	57	25
30 – 39 godina	76	34
40 – 49 godina	55	24
50 – 59 godina	37	16
60 i više godina	3	1
Ukupno	228	100
Završen fakultet:		
Učiteljski fakultet	107	47
Filozofski fakultet	28	12
Prirodoslovno-matematički fakultet	32	14
Fakultet organizacije i informatike	14	6
ostali fakulteti	47	21
Ukupno	228	100
Radni staž u godinama:		
0 – 5	79	35
5 – 10	36	16
10 – 20	54	24
20 i više	59	26
Ukupno	228	100
Nastavni predmet koji predaje:		

razredna nastava	68	30
informatika	79	35
tehnička kultura	32	14
matematika	12	5
ostali predmeti	37	16
Ukupno	228	100
Mjesto rada učitelja:		
grad	132	58
prigradsko naselje	7	3
selo	89	39
Ukupno	228	100

U uzorku od 228 učitelja najviše njih je završilo Učiteljski fakultet (47%). Pretežan broj njih ima radni staž manji od 5 godina (35%), pretežan broj ih predaje predmet informatika (35%) i pretežan broj njih radi u gradskim sredinama (58%).

Tablica 2. Učestalosti pojedinih odgovora učitelja na pitanja o robotima u obrazovanju

Tvrdnja	1 = uopće se ne slažem	2 = ne slažem se	3 = nisam siguran	4 = slažem se	5 = u potpun. se slažem	Ukupno
1. Škola u kojoj radim dobro je opremljena IKT	5	12	47	92	72	228
2. U svakidašnjem radu koristim IKT	1	5	13	39	170	228
3. Od IKT u školi u kojoj radim zastupljena je upotreba pametne ploče	68	19	33	37	71	228
4. Od IKT u školi u kojoj radim zastupljena je upotreba	15	15	22	45	131	228

tableta						
5. Upoznat/a sam s pojmom robotike	6	7	26	39	150	228
6. Škola u kojoj radim ima na raspolaganju edukativne robote	82	20	20	19	87	228
7. Koristim edukativne robote u svojoj nastavi	126	23	16	15	48	228
8. Upotreba edukativnih robota u nastavnom procesu ovisi o opremljenosti škole IKT	13	13	33	53	116	228
9. Upotreba edukativnih robota u svakidašnjem nastavnom procesu poboljšava nastavu	3	6	84	63	72	228
10. Edukativni robot u nastavi potiče veće zanimanje i interes učenika za nastavni sadržaj	-	5	50	56	117	228
11. Škola u kojoj radim ima radionice koje omogućuju edukaciju učenika iz područja robotike	84	15	28	26	75	228
12. Upoznat/a sam s radionicama izvan okruženja škole koje omogućuju edukaciju učenika iz područja robotike	50	20	40	35	83	228
13. U sustavu obrazovanja treba više poučavati o robotici	1	9	41	67	110	228

14. Zainteresiran/a sam za dodatno usavršavanje iz područja robotike	13	11	39	36	129	228
15. U skoroj budućnosti roboti će zamijeniti učitelja	172	31	17	7	1	228

Napomena: u svakom retku tabele deblje je otisnuta najveća frekvencija.

Za 15 tvrdnji u tabeli 2 može se konstatirati sljedeće:

- kod 11 tvrdnji pretežno je izraženo slaganje s njima;
- kod 1 tvrdnje pretežno je izražena neodlučnost (tvrdnja 9);
- kod 3 tvrdnje pretežno je izraženo neprihvatanje (tvrdnje 7, 11 i 15).

Bolji uvid u manju ili veću prihvaćenost tvrdnji pokazuju deskriptivni pokazatelji koji su navedeni u tabeli 3.

Tablica 3. Rezultati deskriptivne statističke analize (aritmetičke sredine, standardne devijacije i koeficijenti varijacije) za $n = 228$

Tvrdnja	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Koeficijent varijacije
1. Škola u kojoj radim dobro je opremljena IKT	3,94	0,964	24
2. U svakidašnjem radu koristim IKT	4,63	0,730	16
3. Od IKT u školi u kojoj radim zastupljena je upotreba pametne ploče	3,11	1,639	53
4. Od IKT u školi u kojoj radim zastupljena je upotreba tableta	4,15	1,229	30
5. Upoznat/a sam s pojmom robotike	4,40	0,986	22
6. Škola u kojoj radim ima na raspolaganju edukativne robote	3,04	1,774	58
7. Koristim edukativne robote u svojoj nastavi	2,28	1,647	72
8. Upotreba edukativnih robota u nastavnom	4,08	1,181	29

procesu ovisi o opremljenosti škole IKT			
9. Upotreba edukativnih robota u svakidašnjem nastavnom procesu poboljšava nastavu	3,86	0,944	24
10. Edukativni robot u nastavi potiče veće zanimanje i interes učenika za nastavni sadržaj	4,25	0,872	21
11. Škola u kojoj radim ima radionice koje omogućuju edukaciju učenika iz područja robotike	2,97	1,727	58
12. Upoznat/a sam s radionicama izvan okruženja škole koje omogućuju edukaciju učenika iz područja robotike	3,36	1,568	47
13. U sustavu obrazovanja treba više poučavati o robotici	4,21	0,905	21
14. Zainteresiran/a sam za dodatno usavršavanje iz područja robotike	4,13	1,197	29
15. U skoroj budućnosti roboti će zamijeniti učitelja	1,39	0,792	57

Najmanje su prihvaćene tvrdnje 11, 7 i 15 (prosjeck im je ispod 3):

11. Škola u kojoj radim ima radionice koje omogućuju edukaciju učenika iz područja robotike (prosjeck je 2,97);

7. Koristim edukativne robote u svojoj nastavi (prosjeck je 2,28);

15. U skoroj budućnosti roboti će zamijeniti učitelja (najmanje prihvaćena tvrdnja, (prosjeck je 1,39).

Najviše su prihvaćene sljedeće četiri tvrdnje (prosjeck im je iznad 4,20):

13. U sustavu obrazovanja treba više poučavati o robotici (prosjeck je 4,21);

10. Edukativni robot u nastavi potiče veće zanimanje i interes učenika za nastavni sadržaj (prosjeck je 4,25);

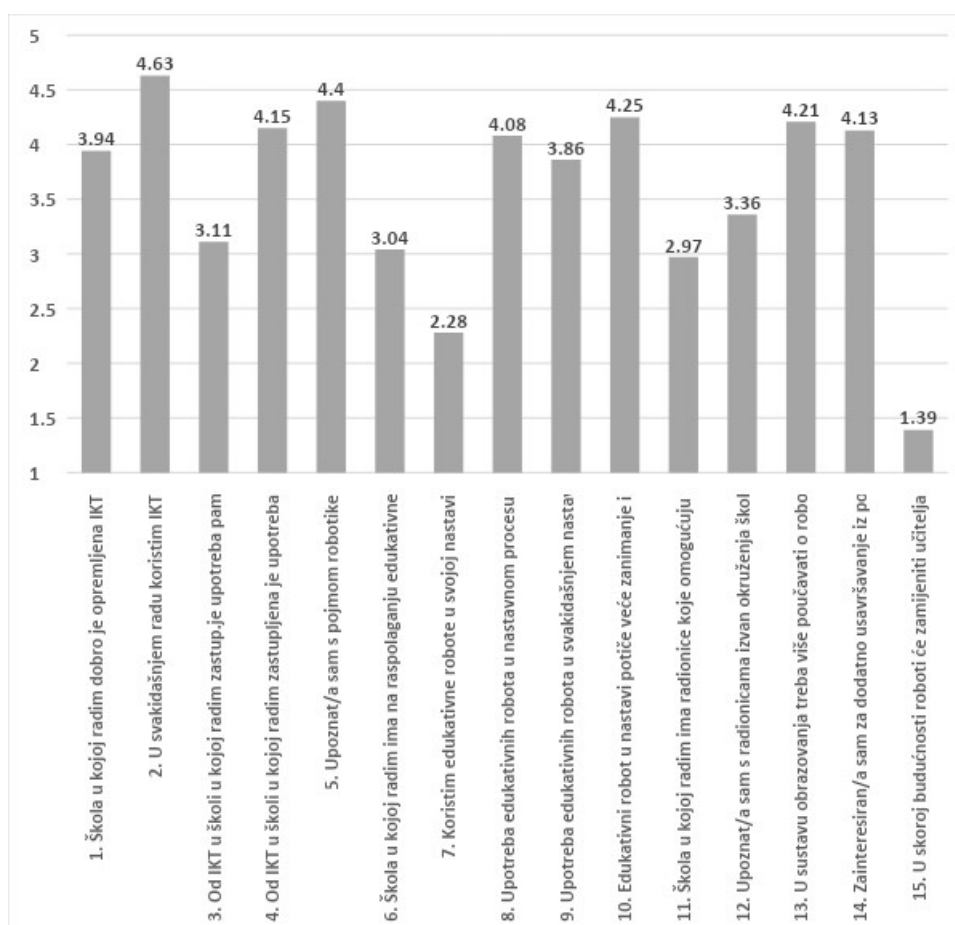
5. Upoznat/a sam s pojmom robotike (prosjeck je 4,40);

2. U svakidašnjem radu koristim IKT (prosjeck je najviši, iznosi 4,63)

Ostale tvrdnje imaju prosjeck između 3 i 4,2. Prihvaćenost pojedinih tvrdnji grafički je prikazana na grafikonu 1.

Koeficijenti varijacije se kreću između 16% (tvrdnja 2) i 72% (tvrdnja 7). Veće međusobno neslaganje (veću disperziju) učitelji iskazuju kod tvrdnji 15, 11, 6 i 7 odnosno kod tih su tvrdnji učitelji manje jedinstveni, više su heterogeni.

Graf 1. *Prosječna prihvaćenost pojedinih tvrdnji od strane učitelja u vezi primjene robotike u obrazovanju (n = 228)*



14.3.2. Inferencijalna statistička analiza

U tabeli 4 prikazani su križani odgovori na dva pitanja iz ankete: pitanje 6 o tome ima li škola robote i pitanje 7 koriste li se u školi roboti u nastavi.

Tabela 4. Anketirani učitelji osnovnih škola prema raspolaganju robotima u njihovim školama i prema korištenju edukativne robotike u nastavi (n = 228)

Škola ima edukativne robote	Korištenje edukativnih robota u nastavi					Ukupno
	uopće se ne slažem	ne slažem se	nisam siguran	slažem se	u potpun. se slažem	
uopće se ne slažem	78	3	1	-	-	82
ne slažem se	13	6	1	-	-	20
nisam siguran	9	7	2	-	2	20
slažem se	8	2	3	5	1	19
u potpunosti se slažem	18	5	9	10	45	87
Ukupno	126	23	16	15	48	228

Na osnovu frekvencija u navedenoj tabeli mogu se utvrditi sljedeće skupine učitelja:

- nemaju robote i ne koriste ih 100 učitelja (44%) → $78+3+13+6=100$
- nisu sigurni imaju li ih i koriste li ih 34 učitelja (15%) → $9+7+2+2+1+1+3+9=34$
- imaju robote ali ih ne koriste 33 učitelja (14%) → $8+2+18+5=33$
- imaju robote i koriste ih 61 učitelj (27%) → $5+1+10+45=61$

Najlošija je situacija u školama iz grupe a) u kojima su učitelji bez mogućnosti primjene robota u obrazovanju, a takvih je gotovo polovina (44%). Nejasna je situacija kod učitelja iz grupe b) i c) koji čine gotovo trećinu ispitanika. Najbolja je situacija kod učitelja iz grupe d) kojih je četvrtinu (27%).

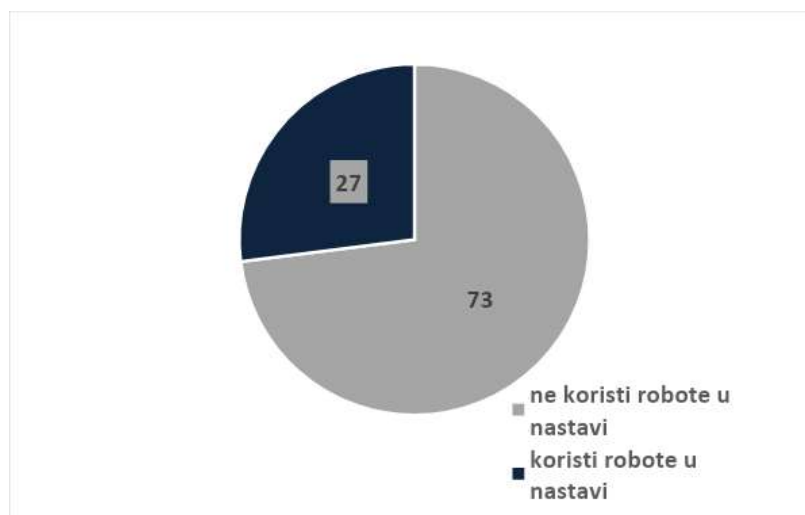
Za potrebe analize važna je podjela ispitanika u dvije grupe:

- koji ne koriste robote u nastavi 167 (73%), tj. grupe a) b) i c) spojene
- koji koriste robote u nastavi 61 (27%).

O toj podjeli učitelja govori **prva hipoteza** koja glasi: „Manje od trećine učitelja koristi robote u svakodnevnom nastavnom procesu s ciljem poboljšanja nastave“. Kako iz prikupljenih podataka

putem anketnog upitnika proizlazi da robote koristi **27%** učitelja (grafikon 2), treba se ta hipoteza **prihvatiti kao istinita**.

Graf 2. Postotak anketiranih učitelja prema korištenju robota u nastavi (n = 228)



U svrhu testiranja druge, treće, četvrte i pete hipoteze u ovom radu izvedeno je pet hi-kvadrat testova čiji su rezultati navedeni u tabeli 5. U njima je uvijek jedna varijabla bila korištenje robota u nastavi (ne, da). Svrha je hi-kvadrat testova provjeriti postoji li statistički značajna povezanost između nekih nominalnih varijabli ($p < 0,05$) ili te povezanosti nema ($p > 0,05$). Podaci za hi-kvadrat test smještavaju se u kombinirane tabele (tabele kontingencije) s različitim brojem redova odnosno kolona (format tabela).

Tablica 5. Rezultati hi-kvadrat testova

R	Varijable u kontingencijskoj tabeli	Format konting. tabele	n	χ^2	df	p
1.	Dob učitelja (u 3 grupe) Korištenje robota u obrazovanju	3 x 2	228	6,728	2	0,035*
2.	Smjer obrazovanja učitelja (u 2 grupe)	2x 2	228		4 1	0,037*

	Korištenje robota u obrazovanju			,373 ^x		
3.	Razredna/predmetna nastava Korištenje robota u obrazovanju	2 x 2	228	12,227 ^x	1	<0,001***
4.	Predmeti u predm.nastavi (4 vrste) Korištenje robota u obrazovanju	4 x 2	160	23,719	3	<0,001***
5.	IKT oprema u školama (u 3 grupe) Korištenje robota u obrazovanju	3 x 2	228	21,153	2	<0,001***

Napomene: n = veličina uzorka u testu; χ^2 = hi-kvadrat vrijednost dobivena u testu; df = broj stupnjeva slobode; p = vjerojatnost odbacivanja istinite nul hipoteze o nepostojanju povezanosti između varijabli;

* statistička značajnost do 5%; ** statistička značajnost do 1%; *** statistička značajnost do 0,1%

^x = u izračunu hi-kvadrat vrijednosti korištena je Yatesova korekcija za kontinuitet

Zaključci na osnovu izvedenih testova (tabela 5) su sljedeći:

1. Između korištenja robota (ne, da) i dobi učitelja (23-29, 30-39 i 40+) postoji statistički značajna povezanost ($p = 0,035$). Na osnovu kontingencijske tabele s kojom je izveden test mogu se izračunati postoci korištenja robota kod triju dobnih grupa učitelja od 18%, 37% i 24%. Prema tome, učitelji u dobi 30-39 godina najviše koriste robote u nastavi.
2. Pretpostavlja se da učitelji sa završenim fakultetima matematičkog usmjerenja, informatičkog usmjerenja i tehničkog usmjerenja više koriste robote nego učitelji ostalih usmjerenja. To je i hi-kvadrat testom dokazano kao točno, jer postoji statistički značajna povezanost između korištenja robota i smjera obrazovanja učitelja ($p = 0,037$). Naime, 37% učitelja matematičko-informatičko-tehničkog usmjerenja koristi robote, dok je taj postotak kod učitelja drugih usmjerenja 22%.

Druga hipoteza u ovom radu je glasila: „Postoji statistički značajna razlika u primjeni robota u nastavnom procesu s obzirom na dob i smjer obrazovanja učitelja“. S obzirom na rezultate što su izneseni pod 1 i 2 u tabeli 5 proizlazi da je to točno odnosno da se navedena **hipoteza prihvaća**.

3. Između korištenja robota (ne, da) i oblik nastave koju učitelji izvode (razredna, predmetna) postoji statistički značajna povezanost ($p < 0,001$). Na osnovu kontingencijske tabele

s kojom je izveden test mogu se izračunati postoci korištenja robota kod ta dva oblika nastave od 10% kod razredne i 34% kod predmetne nastave.

Treća hipoteza u ovom radu je glasila: „Postoji statistički značajna razlika u primjeni robota u razrednoj nastavi u odnosu na predmetnu nastavu“. U predmetnoj nastavi je korištenje edukativnih robota značajno veće u odnosu na razrednu nastavu ($34 > 10$). Stoga treba zaključiti da se navedena **hipoteza prihvaća** kao točna.

4. Između korištenja robota (ne, da) i vrste predmetne nastave koju učitelji izvode (informatika, tehnička kultura, matematika, ostali predmeti) postoji statistički značajna povezanost ($p < 0,001$). Na osnovu kontingencijske tabele s kojom je izveden test mogu se izračunati postoci korištenja robota kod ta četiri predmeta i to: 41% kod informatike, 56% kod tehničke kulture, 17% kod matematike i tek 5% kod ostalih predmeta.

Četvrta hipoteza u ovom radu je glasila: „Postoji statistički značajna razlika u primjeni robota u pojedinim predmetima kod predmetne nastave.“ Prema iznesenim rezultatima nesumnjivo je da je ta hipoteza istinita pa se ona **prihvaća**.

5. Kako bi se provjerila točnost pete hipoteze izvršeno je formiranje nove varijable na osnovu odgovora na prva četiri pitanja u upitniku u vezi IKT opreme:

1. Škola u kojoj radim dobro je opremljena informacijsko-komunikacijskom tehnologijom.
2. U svakidašnjem radu koristim informacijsko-komunikacijsku tehnologiju.
3. Od informacijsko-komunikacijske tehnologije u školi u kojoj radim zastupljena je upotreba pametne ploče.
4. Od informacijsko-komunikacijske tehnologije u školi u kojoj radim zastupljena je upotreba tableta.

Odgovori na te četiri tvrdnje su iskazani putem skale od pet vrijednosti (1 = uopće se ne slažem, do 5 = u potpunosti se slažem) pa je zbroj odgovora na njih pokazatelj njihove manje ili veće prihvatljivosti. Za svakog je učitelja sačinjen zbroj tih odgovora čime je formiran broj bodova koji predstavlja zajednički izraz za postojanje i primjenu IKT opreme u školama. Dobiveni bodovi kod anketiranih učitelja variraju između 7 i 20 (teoretski je minimum 4 boda, a maksimum 20 bodova), a prosječno iznose $15,8 \pm 3,2$. Na osnovu navedenih bodova učitelji su s obzirom na postojanje i primjenu IKT opreme u njihovim školama podijeljeni u tri grupe na osnovu vrijednosti kvartila ($Q_1 = 14$ $Q_3 = 19$):

slaba opremljenost (7-13 bodova) 50 učitelja (22%),
srednja opremljenost (14-18 bodova) 118 učitelja (52%) i
bolja opremljenost (19-20 bodova) 60 učitelja (26%).

Ova novoformirana varijabla je u hi-kvadrat testu stavljena u odnos s korištenjem robota u obrazovanju (ne, da) odnosno formirana je kontingencijska tabela 3 x 2 za koju su dobiveni sljedeći rezultati: $\chi^2 = 21,153$ $df = 2$ $n = 228$ $p < 0,001$. Zaključak je na osnovu tih rezultata da postoji statistički značajna povezanost između opremljenosti škola s IKT i korištenja robota u nastavi.

Peta hipoteza u ovom radu je glasila: „Postoji statistički značajna povezanost između primjene robota u nastavnom procesu te opremljenosti škole informacijsko-komunikacijskom tehnologijom.“ Prema iznesenim rezultatima ta je hipoteza istinita pa se ona **prihvaća**.

O prihvatljivosti ove hipoteze govore i odgovori učitelja na osmo pitanje u upitniku koje je glasilo: „Upotreba robota u nastavnom procesu ovisi o opremljenosti škole informacijsko-komunikacijskom tehnologijom.“ Tri četvrtine učitelja je tu tvrdnju prihvatilo kao ispravnu (tabela 3, redni broj 8).

U upitniku postoje dvije tvrdnje koje se odnose na učinak primjene robota u obrazovanju:

9. Upotreba robota u svakidašnjem nastavnom procesu poboljšava nastavu;

10. Robot u nastavi potiče veće zanimanje i interes učenika za nastavni sadržaj;

Da bi se odgovori na te tvrdnje iskoristili u analizi podataka formiran je prosjek odgovora na te tvrdnje zbrajanjem odgovora i dijeljenjem tog zbroja s dva. Time je za svakog učitelja formirana nova varijabla „**učinak primjene robota**“. Dobiveni prosjeci se kreću između 2,0 i 5,0 prosječno iznose visokih $4,1 \pm 0,83$. Na osnovu kvartila izračunatih iz tih prosjeka ($Q_1 = 3,5$ $Q_3 = 5$) učitelji su grupirani u tri grupe prema učinku primjene robota u nastavi:

slabiji učinak (prosjek 2 - 3)	50 ispitanika odnosno 22%,
srednji učinak (prosjek 3,5 - 4,5)	107 ispitanika odnosno 47% i
jači učinak (prosjek 5)	71 ispitanik odnosno 31%.

U te tri grupe učitelja postotak primjene robota u nastavi vrlo je različit: samo 4% u prvoj grupi, 22% u drugoj grupi i visokih 49% u trećoj grupi. Dakle, učitelji koji manje primjenjuju robote u nastavi učinak primjene robota ocjenjuju manjim, slabijim, dok oni koji više primjenjuju robote u nastavi njihov učinak ocjenjuju većim, jačim.

Nadalje, u upitniku postoje četiri pitanja koja se odnose na edukacije u vezi primjene robota u obrazovanju, kako edukacije učenika, tako i edukacije učitelja. To su sljedeće tvrdnje:

11. Škola u kojoj radim ima radionice koje omogućuju edukaciju učenika iz područja robotike;
12. Upoznat/a sam s radionicama izvan okruženja škole koje omogućuju edukaciju učenika iz područja robotike;
13. U sustavu obrazovanja treba više poučavati o robotici;
14. Zainteresiran/a sam za dodatno usavršavanje iz područja robotike.

Da bi se odgovori na te tvrdnje iskoristili u analizi podataka formiran je prosjek odgovora na te tvrdnje zbrajanjem odgovora i dijeljenjem tog zbroja s četiri. Time je za svakog učitelja formirana nova varijabla „**edukacija učenika i učitelja u vezi primjene robota u nastavi**“. Dobiveni prosjeci se kreću između 1,5 i 5,0 prosječno iznose $3,7 \pm 0,97$. Na osnovu kvartila izračunatih iz tih prosjeka ($Q_1 = 3$ $Q_3 = 4,5$) učitelji su grupirani u tri grupe prema edukaciji u vezi primjene robotike:

slabija edukacija (prosjeak 1,5 – 2,75)	50 ispitanika odnosno 22%,
srednja edukacija (prosjeak 3 - 4,25)	114 ispitanika odnosno 50% i
jača edukacija (prosjeak 4,5 - 5)	64 ispitanika odnosno 28%.

U te tri grupe učitelja korištenje robota u nastavi vrlo je različito: 0% u prvoj grupi, 18% u drugoj grupi i visokih 63% u trećoj grupi. Dakle, učitelji koji manje primjenjuju robote u nastavi potrebu za edukacijom u vezi njihove primjene uopće ne vide, dok oni koji više primjenjuju robote u nastavi potrebu za edukacijom itekako smatraju potrebnom.

Na kraju ove analize treba još navesti izračunate bivarijatne koeficijente korelacije Charlesa Spearmana (r_s). Navedeni koeficijenti korelacije mogu biti statistički značajni ($p < 0,05$) ili ne ($p > 0,05$). Ako su statistički značajni onda utvrđena povezanost ne vrijedi samo u promatranom uzorku nego vrijedi i za čitavu populaciju (osnovni skup). U ovom su istraživanju formirane tri izvedene varijable pa su u tabeli 6 navedeni koeficijenti korelacije među njima u korelacijskoj matrici.

Tablica 6. Rezultati korelacijske analize (n = 228) – Spearmanovi koeficijenti korelacije

	Varijable	IKT	UČIN	EDUK
IKT	Pros.j.bodovi za opremljenost škola s IKT	1	0,26**	0,39**
UČIN	Pros.j.učinak primjene robota u nastavi		1	0,53**
EDUK	Pros.j.potreba za edukacijom radi primjene robota			1

Napomene: n = broja parova vrijednosti; * statistička značajnost do 5%; ** statistička značajnost do 1%; Koeficijenti korelacije koji pokazuju statistički značajnu povezanost u tabeli su deblje otisnuti.

Od tri koeficijenta korelacije:

- a. sva tri koeficijenta pokazuju pozitivnu povezanost;
- b. sva tri koeficijenta pokazuju povezanost koja je statistički značajna ($p < 0,01$);
- c. jedan koeficijent pokazuje postojanje slabije povezanosti (0,26), drugi pokazuje postojanje povezanosti (0,39), dok treći pokazuje postojanje osrednje povezanosti (0,53).

Najzanimljiviji je najviši koeficijent od 0,53 iz kojeg se zaključuje da učitelji koji su (u prosjeku) iskazali manji učinak primjene robota u nastavi iskazali su (u prosjeku) i manju potrebu za edukacijom u vezi primjene robota u nastavi. Obratno, učitelji koji su iskazali veći učinak primjene robota u nastavi iskazali su i veću potrebu za edukacijom u vezi primjene robota u nastavi.

15. RASPRAVA

Istraživanje provedeno u Peruu govori o učiteljima koji se suočavaju s nizom nedostataka u svojim školama. U radu se kreće od hipoteze da su seoski učitelji u Peruu manje osposobljeni zbog izolacije i zemljopisne raspršenosti. Problem ovog područja je i internetska veza koja je nekvalitetna. Istraživanje je pokazalo da oprema poput prijenosnog računala, setova za robotiku je minimalna iako 66% ima prijenosna računala koja su zastarjela (Morales i sur., 2018).

Iz tog razloga krenula je obuka za nastavnike iz ruralnih sredina i odobren je tečaj iz obrazovne robotike s 2 500 seoskih učitelja. Cilj ovog tečaja bio je uvođenje nastavnika u robotiku. U obzir su uzete činjenice da ruralna područja i to otprilike 80% škola nema internetsku vezu, zatim radi se o učiteljima s malo iskustva u virtualnim tečajevima i e-učenju zbog čega je materijal trebao biti pomno odabran. Odlučilo se za virtualni tečaj i mogućnost preuzimanja cjelokupnog sadržaja. Upisano je 1 887 učitelja od kojih je 500 odustalo, a 300 upisanih nije ušlo u učionicu. 534 učitelja uspješno je završilo tečaj, a njih 473 je certificirano. Uglavnom se radilo o učiteljima iz područja s lošom internetskom vezom zbog čega su mu pristupali tek nekoliko dana u mjesecu. Iz tog razloga nekima je ovo bio i prvi doživljaj virtualne formacije (Morales i sur., 2018).

Rezultati pokazuju da je moguće primijeniti specifične strategije obuke za ruralne nastavnike i to na učinkovit način koristeći ICT (Morales i sur., 2018).

Prema istraživanju koje je provedeno na 228 učitelja osnovnih škola većina njih iskazuje da je škola u kojoj rade dobro opremljena IKT-om. Uspoređujući s gore navedenim istraživanjem može se reći kako su u našoj zemlji škole na selu bolje opremljene informacijsko-komunikacijskom tehnologijom u odnosu na ruralna područja Perua. Zaključak je donesen na temelju odgovora ispitanika koji rade na selu. Zainteresiranost za dodatno usavršavanje u robotici je izrazito velika u oba istraživanja unatoč razlici u opremljenosti tehnologijom.

Studij Sunkel, Trucco i Espejo (2014, prema Morales i sur., 2018) ističi kako oprema ne jamči stvarnu upotrebu tehnologije u obrazovanju i samim time usavršavanje u tom području.

Provedeno je istraživanje u Španjolskoj na malom uzorku učitelja (n=12) s ciljem kako bi se procijenilo i usporedilo mišljenje o obrazovnoj robotici. Na pitanje „Što znate o robotici“ 4 (33,3%) učitelja je odgovorilo da ne zna ništa, 6 (50%) da zna nešto, a 2 (16,67%) učitelja se izjasnilo da zna puno o robotici (Vivas-Fernandez i Sáez-López, 2019).

U provedenom istraživanju u sklopu ovog diplomskog rada većina ispitanika je na tvrdnju „Upoznat/a sam s pojmom robotika“ odgovorila pozitivno. Konkretnije 189 ispitanika (n=228) slaže se ili se u potpunosti slaže s navedenom tvrdnjom. Iz ovog proizlazi da su učitelji u Hrvatskoj bolje upoznati s pojmom robotike u odnosu na provedeno istraživanje u Španjolskoj. Također valja istaknuti da je u pitanju mali uzorak ispitanika u Španjolskoj zbog čega i rezultat na navedenu tvrdnju možda nije relevantan.

O integraciji IKT-a, 8 učitelja (66,67%) odgovorilo je da se slažu s uključivanjem i primjenom IKT-a u učionici, 5 (41,67%) ispitanika se slaže da bi bilo prikladno integrirati obrazovnu robotiku u učionici, a samo 1 (8,33%) ispitanik se slaže da bi bilo prikladno uključivati robotiku kao aktivnost koja bi se odvijala nakon škole. Prema tim podacima većina učitelja ima pozitivan stav prema upotrebi IKT-a, ali u manjoj mjeri protiv obaveznog uvođenja robotike u učionicu. Samo 1 učitelj od njih 12 smatra da bi bilo prikladno uključiti robotiku kao izvannastavnu aktivnost (Vivas-Fernandez i Sáez-López, 2019).

S obzirom na nedovoljan broj ispitanika teško je odrediti stvaran stav učitelja o uvođenju robotike u učionicu. Mišljenje učitelja u našoj zemlji o uvođenju robotike u sustav obrazovanja je pozitivno što potvrđuje odgovor na tvrdnju „U sustavu obrazovanju treba više poučavati o robotici“. Konkretnije, u ukupnom uzorku (n=228) 177 učitelja se slaže ili se u potpunosti slaže s navedenom tvrdnjom. Zainteresiranost učitelja za ovo područje je sve veća i svjesni su potrebe da se robotika u većoj mjeri treba integrirati u obrazovni sustav naše zemlje. Trenutno je primjena robotike unutar škola tek u razvoju što potvrđuje provedeno istraživanje. Rezultati pokazuju da je manji broj ispitivanih učitelja odgovorio kako škola u kojoj rade ima radionice iz područja robotike, dok je nešto veći broj ispitanika upoznat s radionicama izvan okruženja škole.

Robotika pruža brojne pogodnosti s čime se slažu ispitanici u provedenom istraživanju u Španjolskoj. U ukupnom uzorku od 12 učitelja njih 9 se u potpunosti slaže kako robotika može biti dobar motivator dok samo 3 učitelja se donekle slažu s tom tvrdnjom, a negativnih odgovora na tvrdnje nije bilo. Polovica i više od polovice nastavnog osoblja se slažu da robotika nudi različite pogodnosti, uključujući kreativnost (50%), motivaciju (75%), aktivno učenje (66,67%), suradnju (50%), kritičko razmišljanje (50%) (Vivas-Fernandez i Sáez-López, 2019).

Slični rezultati dobiveni su u provedenom istraživanju gdje 173 učitelja (n=228) smatra da edukativna robotika u nastavi potiče zanimanje i interes učenika. Cjelokupno može se zaključiti

da je stav učitelja o utjecaju robota na dijete u oba istraživanja pozitivan. Smatraju kako robotika poboljšava nastavni proces i interes učenika odnosno kako je dobar motivator za učenike.

16. ZAKLJUČAK

Živi se u vrijeme kada se tehnologija brzo razvija i omogućuje lakši način života. Kako u svakodnevnom životu tako i u obrazovanju tehnologija ima važan utjecaj i primjenu u svakidašnjoj nastavi. Napredak tehnologije doveo je do razvoja robotike kojoj se sve više pridaje pozornost. Kao relativno novo područje u obrazovanju, njezina važnost proizlazi iz mogućnosti da pomaže kako učiteljima tako i djeci odnosno da bude pomagalo u nastavi. Kako bi se robotika integrirala u obrazovni proces bitno je uključiti učitelje u edukaciju iz tog područja. Ostvarivanjem toga nužna je zainteresiranost učitelja za to područje bez čega je teško provediva primjena robotike u obrazovanju.

U Hrvatskom obrazovanju robotika se provodi kao izvannastavna aktivnost koju učenici mogu odabrati. Robotika ima mogućnost implementacije unutar redovitih nastavnih predmeta s ciljem povećanja interesa učenika za nastavni sadržaj koji se poučava. S obzirom na to da je robotika u sustavu obrazovanja relativno novija disciplina postavlja se pitanje hoće li u budućnosti nakon potpune implementacije i dalje imati jednaku zainteresiranost ili bi njena sve učestalija primjena mogla dovesti do smanjenja interesa.

Hoće li učitelji primjenjivati robote u svakodnevnom nastavnom procesu uvelike ovisi o opremljenosti i financijskim mogućnostima škole u kojoj rade. Istraživanje je pokazalo kako polovica učitelja nema mogućnost korištenja robota. Također robote najčešće primjenjuju učitelji informatike i tehničke kulture odnosno srodnih zanimanja. Možemo zaključiti da su tijekom svojeg obrazovanja educirani o upotrebi robotske tehnologije što im olakšava primjenu robotike u nastavni proces u odnosu na učitelje drugih zanimanja.

Hoće li u budućnosti nakon robotike doći nova tehnologija koja će se primjenjivati u obrazovanju teško je za reći. Trenutno je robotika ta tehnologija koja tek treba doživjeti procvat u obrazovanju i koja nam može učiniti školski sat bogatijim te donijeti nešto novo i drugačije.

LITERATURA

Knjige i stručni članci:

Aidinlou, N. A., Alemi, M., Farjami, F., i Makhdoumi, M. (2014). Applications of robot assisted language learning (RALL) in language learning and teaching. *International Journal of Language and Linguistics*, 2(3-1), 12-20. Preuzeto s: https://www.researchgate.net/profile/Fahime_Farjami/publication/283048541_International_Journal_of_Language_and_Linguistics_Applications_of_robot_assisted_language_learning_RALL_in_language_learning_and_teaching/links/56278a7108ae22b1fb13bcfb/International-Journal-of-Language-and-Linguistics-Applications-of-robot-assisted-language-learning-RALL-in-language-learning-and-teaching.pdf (Preuzeto dana 04.05.2021.)

Alemi, M., Meghdari, A., Basiri, N. M., i Taheri, A. (2015). The effect of applying humanoid robots as teacher assistants to help Iranian autistic pupils learn English as a foreign language. In *International conference on social robotics* (pp. 1-10). Springer, Cham. Preuzeto s: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-25554-5_1 (Preuzeto dana: 4.05.2021.)

Benavides, F., Otegui, X., Aguirre, A., i Andrade, F. (2013). Robótica educativa en Uruguay: de la mano del Robot Butiá. XV Congreso Internacional de Informática en la Educación. Preuzeto s: <https://prep-digital.fundacionceibal.edu.uy/jspui/handle/123456789/116> (Preuzeto dana: 14.04.2021.)

Bridgeman, E., i Bridgeman, N. C. (2008). A future for robots in schools: Fact or fantasy?. *New Zealand Journal of Applied Computing i Information Technology*, 12(1). Preuzeto s: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.675.5468&rep=rep1&type=pdf> (Preuzeto dana, 14.04.2021.)

Brlek, V., i Oreški, P.(2020). Edukativni roboti i njihova primjena u obrazovanju. *Hrvatski sjever*, 115. Preuzeto s:<https://maticack.com.hr/wp-content/uploads/2021/02/6-Brlek-Oreski-Edukativni-roboti.pdf> (Preuzeto dana: 14.04.2021.)

Buklijaš, S. (2010). Scratch - Vizualni programski jezik za djecu. Preuzeto s: https://cuc.carnet.hr/2010/images/b1_52a14.pdf (Preuzeto dana: 25.05.2021.)

Cebrian de la Serna, M., Hernández Hernández, P., i Ruiz Rey, F.J. (2018). Programación y robótica educativa: enfoque didáctico-técnico y experiencias de aula. Preuzeto s: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/15784> (Preuzeto dana: 14.4.2021.)

Cerciliar, E. T. A., da Silva Cardoso, L., De Oliveira, J. A., De Oliveira, A. C., da Costa Barbosa, F., Campos, S. G. V. B., ... i de Souza Junior, A. J. (2011). Collective work with media on educational robotics. *ETD: Educação Temática Digital*, 13(1), 290-309. Preuzeto s: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4856296> (Preuzeto dana: 08.06.2021.)

Crnokić, B., Rezić, S. (2014). Robotika kao bitan čimbenik razvoja znanosti i novih tehnologija. Preuzeto s:

https://www.researchgate.net/profile/Boris-Crnokic/publication/325130733_ROBOTI_KAO_BITAN_CIMBENIK_RAZVOJA_ZNANOST_I_NOVIH_TEHNOLOGIJA_ROBOTS_AS_AN_IMPORTANT_FACTOR_IN_DEVELOPMENT_OF_SCIENCE_AND_NEW_TECHNOLOGIES/links/5af9e171458515c00b6ab9f3/ROBOT-I-KAO-BITAN-CIMBENIK-RAZVOJA-ZNANOST-I-NOVIH-TEHNOLOGIJA-ROBOTS-AS-AN-IMPORTANT-FACTOR-IN-DEVELOPMENT-OF-SCIENCE-AND-NEW-TECHNOLOGIES.pdf (Preuzeto dana : 14.4.2021.)

Dos Reis, W., Sereno, H., Do Amaral, M., i Dos Reis, P. (2015). Educational robotics as an instrument of formation: a public elementary school case study. In *VI Workshop de Robótica Educacional* (Vol. 6, pp. 70-75). Preuzeto s: <http://www.natalnet.br/wre2015/wre2015.pdf#page=69> (Preuzeto dana: 08.06.2021.)

Guedes, A. L., Guedes, F. L., i Laimer, A. C. G. (2015). Experiencias de robótica educativa/Experiences with Educational Robot. *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review*, 4(2). Preuzeto s: <https://journals.eagora.org/revTECHNO/article/view/887> (Preuzeto dana: 14.04.2021.)

Han, J. (2012). Robot assisted language learning. *Language Learning & Technology*, 16(3), 1-9. Preuzeto s: https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/44291/16_03_emerging.pdf (Preuzeto dana: 14.04.2021.)

Hutinski, Ž., i Aurer, B. (2009). Informacijska i komunikacijska tehnologija u obrazovanju: stanje i perspektive. *Informatologia*, 42(4), 265-272. Preuzeto s:

https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=66281 (Preuzeto dana: 09.06.2021.)

Kovačić, Z., Bogdan, S., i Krajči, V. (2002). *Osnove robotike*. Zagreb. Graphis

Morales, C. F., Gómez, F. I., Solano, C. M., i Domínguez, F. R. (2018). Contextualización de la formación virtual en robótica educativa de los docentes rurales del Perú. *REXE-Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 2(2), 71-82. Preuzeto s: <http://www.rexe.cl/ojournal/index.php/rexe/article/view/549> (Preuzeto dana: 14.04.2021.)

Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., i Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209-0015), 13. Preuzeto s: <https://pdfs.semanticscholar.org/b2bf/e4c19bc4873f469297847d80dbc684d0807a.pdf>. (Preuzeto dana: 05.06.2021.)

MZO. (2018). Škola za život. Preuzeto s: https://skolazazivot.hr/wp-content/uploads/2020/06/INF_kurikulum.pdf (Preuzeto dana: 30.05.2021.)

Nikolić, G. (2016). Robotska edukacija: „Robotska pismenost“ anteportas?. *Andragoški glasnik: Glasilo Hrvatskog andragoškog društva*, 20 (broj 1-2 (35)), 25-57. Preuzeto s https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=256293 (Preuzeto dana: 14.4.2021.)

Lapov Padovan, Z., Kovačević, S., i Purković, D. (2018). Razvoj kurikuluma osnovnoškolske nastave robotike. *Politehnika: Časopis za tehnički odgoj i obrazovanje*, 2(1), 7-34. Preuzeto s: https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=305689 (Preuzeto dana: 14.04.2021.)

Purković, D. i Salopek, G. (2015). *Osnove mehatronike za početno učenje i buduće nastavnike*. Rijeka. Zaklada Sveučilišta u Rijeci

Ružić, I. (2020). Robotika u funkciji razvoja vještina 21. stoljeća. Preuzeto s: http://docs.mipro-proceedings.com/ce/85_CE_6238.pdf (Preuzeto dana: 14.04.2021.)

Scott, P.B. (1987). *Robotička revolucija: kompletan vodič*. Zagreb. August Cesarec

Vivas-Fernandez, L., i Sáez-López, J. M. (2019). Integración de la robótica educativa en Educación Primaria. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 18(1), 107-129. Preuzeto s: <https://relatec.unex.es/article/view/3371> (Preuzeto dana: 14.04.2021.)

Internetski izvori :

Hrvatska enciklopedija, <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=53100> (Pristup: 26.05.2021.)

Hrvatska enciklopedija, <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=44619> (Pristup: 09.06.2021.)

Croatian makers, Uvodno o mbotu, <https://izradi.croatianmakers.hr/lessons/uvodno-o-mbotu/> (Pristup 27.05.2021.)

Makeblock, mBot, <https://www.makeblock.com/steam-kits/mbot> (Pristup: 24.5.2021.)

IRIM, O nama, <https://croatianmakers.hr/hr/o-nama/> (Pristup: 25.5.2021.)

Scratch, O Scratchu, <https://scratch.mit.edu/about> (Pristup: 03.06.2021.)

PRILOZI I DODATCI

Popis slika

Slika 1. Popis svih ustanova u Ligi.....	28
Slika 2. Prikaz robotam Bota	32
Slika 3. Daljinski upravljač.....	32
Slika 4. Kabel za spajanje mBota na računalo.....	33
Slika 5. Dijelovi mBot robota.....	33
Slika 6. Program mBlock.....	35
Slika 7. Daljinski upravljač.....	36
Slika 8. Program "geometrijski likovi".....	37
Slika 9. Program "brojevni pravac"	38
Slika 10. Prikaz primjene brojevnog pravca.....	38

Popis tablica

Tablica 1. Anketirani učitelji osnovnih škola prema općim pitanjima o njima (u apsolutnim i relativnim frekvencijama) $n = 228$	53
Tablica 2. Učestalosti pojedinih odgovora učitelja na pitanja o robotima u obrazovanju	54
Tablica 3. Rezultati deskriptivne statističke analize (aritmetičke sredine, standardne devijacije i koeficijenti varijacije) za $n = 228$	56
Tabela 4. Anketirani učitelji osnovnih škola prema raspolaganju robotima u njihovim školama i prema korištenju edukativne robotike u nastavi ($n = 228$).....	59
Tablica 5. Rezultati hi-kvadrat testova.....	60
Tablica 6. Rezultati korelacijske analize ($n = 228$) – Spearmanovi koeficijenti korelacije.....	65

Popis grafova

Graf 1. Prosječna prihvaćenost pojedinih tvrdnji od strane učitelja u vezi primjene robotike u obrazovanju (n = 228)	58
Graf 2. Postotak anketiranih učitelja prema korištenju robota u nastavi (n = 228).....	60

Izjava o izvornosti 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)