

# Edukativni roboti i njihova primjena u primarnom obrazovanju

---

**Tolić, Dora**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*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:147:356499>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
UČITELJSKI FAKULTET  
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE

Dora Tolić

EDUKATIVNI ROBOTI I NJIHOVA PRIMJENA U PRIMARNOM  
OBRAZOVANJU

Diplomski rad

Mentor rada: Izv. prof. dr. sc. Predrag Oreški

Zagreb, lipanj 2022.

## SAŽETAK

Tema ovog diplomskog rada su edukativni roboti i njihova primjena u primarnom obrazovanju. Početak rada obuhvaća pojam digitalizacije i njen proboj u suvremeni svijet kao i inovacije digitalnih tehnologija i njihovo implementiranje u obrazovni sustav, ali i uvođenje informatike kao nastavnog predmeta u škole. Sljedeće poglavlje obuhvaća kratki pregled kurikuluma za nastavu informatike u osnovnim školama te prikaz odgojno-obrazovnih ishoda prema domenama i razredima. Unutar poglavlja se naglašava cilj kurikuluma, pristup učenju, ali i pozicija učenika u istom. Četvrto poglavlje obrađuje temu programiranja i njegovu integraciju u primarno obrazovanje, a poglavlje nakon se govori o vrlo inovativnom načinu učenja programiranja za djecu primarnog obrazovanja, a to je programski jezik Scratch. Šesto poglavlje govori o robotici u obrazovanju, interesu nastavnika i učenika te utjecaju robotike na učenike i na ostale odgojno-obrazovne predmete. U sljedećem su poglavlju tema edukativni roboti u obrazovanju, na koje načine, kad i gdje ih se može koristiti i koje dobrobiti edukativni roboti donose učeniku, ali i nastavniku. Osmo poglavlje govori o konkretnom edukativnom robotu pod nazivom mBot. Prikazan je izgled mBot-a, njegovi dijelovi te je opisan program mBlock u kojem se mBot programira. U sljedećem poglavlju prikazani su primjeri za korištenje mBot-a u nastavi te primjer pripreve za izvođenje nastavnog sata informatike kojom učenici imaju priliku upoznati robota mBot-a.

KLJUČNE RIJEČI: *digitalizacija, obrazovanje, robotika, mBot, programiranje*

## **SUMMARY**

This paper is about educational robots and their use in primary education. The beginning of the paper is about digitalization and its breach into the modern world. Besides that, it is also about digital technology innovations, their implementation into educational systems and introducing informatics as a school subject. The next chapter covers a short curriculum review for informatics in elementary schools, as well as a presentation of educational outcomes by domains and classes. It also explains the curriculum aims, learning approach, and position of a student in the curriculum. The fourth chapter includes programming and its integration into primary education, while the fifth chapter covers the programming language Scratch, an innovative way of teaching programming in primary education. The main subject in the next chapter is educational robots in education. It explains how, when, and where they can be used and which benefits they bring to both, students and teachers. The eighth chapter presents a specific educational robot called mBot, its parts, and the way it looks. The robot is described using a program called mBlock in which mBot is programmed. The next chapter covers different examples of using mBot while teaching and an example of an informatics lesson plan for introducing mBot to the students.

**KEY WORDS:** *digitization, education, robotics, mBot, programming*

## SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. INOVACIJE U OBRAZOVNOM SUSTAVU	2
2.1. Digitalna tehnologija u obrazovanju	2
2.2. Informatika u obrazovanju	6
3. KURIKULUM ZA NASTAVU INFORMATIKE U OSNOVNIM ŠKOLAMA	9
4. PROGRAMIRANJE	13
5. SCRATCH– programski jezik za primarno obrazovanje	14
6. ROBOTIKA U OBRAZOVANJU	15
7. EDUKATIVNI ROBOTI U OBRAZOVANJU	18
8. mBot	20
8.1. Dijelovi mBot-a	21
8.2. mBlock i programiranje mBot robota	21
9. KORIŠTENJE EDUKATIVNIH ROBOTA U PRIMARNOM OBRAZOVANJU	23
9.1. Primjeri za korištenje mBota u nastavi	23
9.2. Priprava za izvođenje nastavnog sata informatike	25
10. ZAKLJUČAK	29
11. LITERATURA	31

# 1. UVOD

Riječ digitalizacija dolazi od engleski riječi *digit* što označava znamenku. Kada bi se današnji svijet pogledao u srž, pretežito bi se vidjele znamenke, nule i jedinice. Digitalizacija u širem smislu predstavlja pretvaranje analognog signala u digitalni oblik, dok se u užem smislu odnosi na pretvorbu teksta, slike, zvuka, videozapisa ili drugih oblika nekog objekta u digitalni oblik. Točnije, to bi bio zapis binarnog koda kao računalna datoteka koja se može obrađivati, pohranjivati ili prenositi računalnim sustavima (Hrvatska enciklopedija, pristupljeno dana 26.6.2022.).

Na svijetu još uvijek žive ljudi koji su se kroz svoje školovanje ili tek u odrasloj i starijoj dobi prvi put susreli s digitalizacijom. Ljudi možda nisu svjesni digitalizacije kao pojma i ne znaju njenu definiciju, ali da su je osjetili u svome životu i da je nekakav novi val utjecao na njih, mnogi bi mogli svjedočiti. Digitalna tehnologija je utjecala na cijeli svijet. Svoj trag negdje ostavlja više i širi se velikom brzinom, a u nekim dijelovima se teško prilagođava.

Ne pretjeruje se kada se kaže da je digitalizacija zaokupila sve sfere čovjekovog života. Jedna od tih je i obrazovanje. Digitalna tehnologija se iz dana u dan sve više aplicira u izvođenje nastave, kreiranje sadržaja i kao pomagalo pri učenju i poučavanju. Više od 40 godina, inovativni nastavnici su optimistični kada se govori o uvođenju novih digitalnih tehnologija u obrazovanju. Od početka njihovog pojavljivanja događa se realizacija uvođenja različitih informatičko komunikacijskih tehnologija. Uskoro se onda uvodi predmet informatike na kojem se najviše ističe njihova upotreba.

Pojavom robotike događa se napredak i olakšanje na mnogim razinama poslovanja. Roboti su stvoreni kako bi olakšali neke poslove, no dogodilo se i to da se veliki broj radnih mjesta zatvorio upravo zbog njih. Naravno da se s druge strane i otvorilo radnih mjesta. Potražnja za znanjem robotike i programiranja u velikom je rastu. Sve to vodi k tome da robotika mora pronaći svoje mjesto u obrazovanju, a nastavnici moraju biti kompetentni za vođenje nastave robotike i programiranja kako bi već u primarnom obrazovanju učenicima približili ove pojmove i njihovu praksu.

Kada bi se robotika uvela u opće obrazovanje, došlo bi do olakšanja i jednostavnijeg korištenja robota kao i do usvajanja znanja o načelima robotskih naprava. Važno je postići primaran cilj kojim bi učenici razvili spoznajne vještine koje omogućuju uspješno rješavanje tehničkih problema (Brlek i Oreški, 2020).

## 2. INOVACIJE U OBRAZOVNOM SUSTAVU

Suvremeno društvo se može opisati kao društvo koje u svim svojim strukturama trpi brzi i nezaustavljivi razvoj. Na uvođenje raznih inovacija, kao i na proces rasta znanja i informacija, itekako je utjecala tehnološka revolucija. Dolazak informatičkog doba donijelo je razne suvremene, informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) koje su odredile daljnji razvoj modernizacije i digitalizacije društva. U obrazovanje su uvedeni digitalni uređaji i druge inovacije koje su od tada postale čovjekova svakodnevnica te tako stvorile nove poglede na život. U takvim velikim promjenama, najviše se ističu mladi, jer se na njima promjene posebno vide i očituju, a to se može pripisati činjenici da djeca i mladi lakše uče i prilagodljiviji su kada su noviteti u pitanju. Svakim danom su sve više okruženi medijima masovne komunikacije, mobitelima, računalima i tabletima. Takva tehnologija itekako odaje da tradicionalno primanje znanja polako odlazi u zaborav. Time se javlja potreba za modernim čovjekom koji posjeduje razne sposobnosti koje među ostalim uključuju proširena znanja o IKT-u te primjenu tih znanja u novim digitalnim nastavnim sredstvima i suvremenoj nastavi. Kako se konstantno ostvaruju razna postignuća u informatičkim i tehničkim znanostima, tako dolazi i do potrebe za osvježavanjem i uvođenjem inovacija u nastavni proces. S time se mijenjaju dosadašnji modeli i načini učenja i poučavanja. Ne samo da takvi događaji utječu na obrazovanje, već uvelike utječu i na svijet oko nas. Nastavnici nisu primorani samo na poslu promijeniti pristupe, već se promjene događaju kako na poslovnoj tako i na privatnoj razini svakom čovjeku. Današnje obrazovanje nailazi na ogromne izazove, ali i ograničenja pristupa u umreženom društvu. Tako se obrazovanje i obrazovna praksa puno teže kreću ka stvaralačkoj i kritičkoj perspektivi novog doba, dok se druge društvene pa čak i prirodne znanosti puno lakše prilagođavaju novitetima i uspijevaju ih uvrstiti kao pomoć u svakodnevnoj realizaciji svojih zadataka (Jandrić, 2019).

### *2.1. Digitalna tehnologija u obrazovanju*

Razvoj digitalne tehnologije odzvanja 21. stoljećem kao i početak informacijskog doba 80-tih godina prošlog stoljeća. Naziv kojim bi se najbolje opisao period od pojave osobnih računala pa sve do danas jest doba novih medija. Od tada počinje i razvoj digitalnog društva koje se velikom brzinom razvija već 30-40 godina. Događaju se dramatične promjene koje izazivaju i imaju utjecaj na sve profesije, discipline, ali i obrazovne predmete (Caspersen i sur., 2018).

Upotreba digitalnih tehnologija u obrazovanju započela je prije otprilike pola stoljeća. To je stvorilo potrebu za razvojem konceptualnih okvira za učinkovitu pedagogiju i strategije za poboljšanje aktivnog, angažiranog i smislenog učenja učenika koje će dovesti do boljih ishoda učenja. Integracija digitalnih tehnologija u kurikulum ima za cilj podržati inovativnu pedagogiju, kao i pripremiti studente za budući rad i građanstvo. U razvijenim dijelovima svijeta korištenje digitalnih tehnologija u obrazovanju krenulo je već samom pojavom istih na tržištu. Cilj je bio stvoriti što kvalitetnije načine rada potpomognute digitalnom tehnologijom kako bi se postiglo smisleno i aktivno učenje studenata koje će na kraju dovesti do boljih rezultata. Uvrštavanje digitalnih tehnologija u obrazovni sustav također mora biti smisleno organizirano tako da što bolje podrži inovativnu pedagogiju, ali i pripremi učenike i studente za njihovu budućnost. No bez obzira na brze promjene u digitalnoj tehnologiji, razna istraživanja pokazuju da je razina integracije digitalnih tehnologija u školama i dalje niska. Prema tome još uvijek nije moguće utvrditi vezu između učenja pomoću digitalnih tehnologija i očitih napredaka u učenju (Ng, 2015a).

Druge studije u više od dva desetljeća upućuju na slične stavove. Većina škola je opremljena nekom vrstom digitalnih tehnologija. Najčešće se tu mogu susresti osobna računala samih nastavnika, projektori, ali i osobna računala ili tableti informatičke učionice. Naravno, tu je i internet kao komponenta koju je danas skoro pa nemoguće zaobići. Bez obzira na to što se nudi pregršt mogućnosti, medija i tehnologije, većina se nastavnika još uvijek zadržava na bazičnoj upotrebi za nastavu kao što su PowerPoint prezentacije, YouTube videozapisi, internetski pretraživači. Obrazovanje ne bi još zadugo trebalo ostati na tome prvenstveno zbog činjenice da nije novost da se nastavni proces obavlja pomoću digitalne tehnologije, ali i da već sa znanjem o tim bazičnim stvarima učenici kreću u školu. Nadalje, istraživači sve više propituju vrijednost i održivost korištenja tehnologije u učionici. Povećani pristup tehnologiji učenika, počevši od vrlo mlade (predškolske) dobi, sugerira da (1) više nije novost korištenje tehnologije u obrazovnim institucijama i (2) učenici dolaze u učionicu s određenim stupnjem digitalne pismenosti i skupom vještina koje su u velikoj mjeri povezane s pretraživanjem interneta, društvenim mrežama i možda neobrazovnim igrama. Za nastavnike, postoje izazovi u uključivanju ovih učenika u smisleno učenje s digitalnom tehnologijom i poništavanje nepovoljnih navika, na primjer, nedovoljno razvijene vještine pretraživanja i ocjenjivanja na webu i etičko korištenje digitalnog sadržaja u akademske svrhe. Problemi s kojima se susreću odgajatelji u integraciji digitalnih tehnologija u poučavanje i učenje svojih učenika uključuju skepticizam prema vrijednosti koju tehnologija dodaje učenju, percepciju potrebe da se drži



korak s brzim tempom tehnološkog razvoja i stalnu potrebu za profesionalnim učenjem kako bi se odgovorilo na stalnu zabrinutost zbog nedostatka vještina i pedagoškog znanja za prihvatiti digitalne tehnologije u nastavu. Potreban je pragmatičan i održiv okvir profesionalnog učenja za nastavnike kako bi ugradili upotrebu digitalnih tehnologija u svoj repertoar nastavnih strategija. Okvir omogućuje odgajateljima da pristupe profesionalnom učenju na sustavan, koherentan i samoreguliran način, tako da integracija tehnologije postaje gotovo bez napora pedagogija u njihovom svakodnevnom podučavanju (Ng, 2015a, 2015b, 2015c).

Korištenje tehnologije na razini učionice nije bilo moguće sve dok mehanizmi predavanja nastavnika nisu bili potpomognuti tehnologijom. Izvorno je mehanizam isporuke bio kroz verbalnu komunikaciju, a zatim kroz uvođenje pisanih medija kao što su školske ploče. Kasnije su nastavnici putem grafoskopa mogli pisati unaprijed i izravno ih projicirati. Korištenje prozirnih folija omogućilo im je ponovno korištenje pisanog materijala bez poboljšanja. Izumom projekcije putem računala nastavnik može lako ažurirati i svoje gradivo. Isti materijal se također može tiskati i učenici ga mogu nabaviti bez potrebe kopiranja. Ova tehnologija sada je evoluirala ne samo za projektiranje teksta i slika, već i za animacije, video isječke itd. Stoga su nastavnici sada opremljeni alatima za učinkovito podučavanje. U suvremenom globalnom okruženju za učenje uloga nastavnika se pomiče od "donosioca informacija" do "voditelja učenja" jer on samo treba voditi aktivne učenike koji su uključeni u korištenje materijala za e-učenje. Učionice su u potpunosti opremljene trajnim multimedijским projektorima i računalima, a voditelju je potrebno pristupiti sustavu e-učenja putem intraneta. Nastavnici ne bi trebali kontrolirati proces učenja, već bi trebali dopustiti učenicima da obavljaju suradnički rad i samostalno donose neke odluke. Pojedine učionice opremljene su računalnim pristupom za sve učenike. U takvim slučajevima učenici interaktivno sudjeluju u procesu učenja. Sada je fokus učenika u potpunosti na procesu učenja nego na kopiranju bilješki jer se materijalu za učenje može pristupiti u budućnosti. Nastavnici bi trebali osigurati da se znanja i vještine ne prezentiraju učenicima izravno, već da ih oni konstruiraju kao odgovor na informacije i zadatke učenja. Nastavnici moraju razmotriti kako ova iskustva učenja mogu biti ohrabrujuća za učenike koji obavljaju ovu vrstu mentalnog rada. Stoga bi učenici koji su učili činjenice i vještine apsorbirajući sadržaj koji su prezentirali nastavnici i medijski resursi trebali krenuti prema stvaranju osobnog znanja djelovanjem na sadržaje koje pružaju nastavnici, medijski resursi i osobna iskustva. Fokus bi trebao biti na stjecanju vještina višeg reda poput problema rješavanja i kritičkog mišljenja. Kako bi se promijenile uloge

nastavnika i učenika, potrebno je revidirati i kurikulum. Tradicionalni nastavni planovi i programi usredotočeni su na fragmentirano znanje i disciplinarno odvajanje. Međutim, sada bi se trebalo usredotočiti na multidisciplinarnu temu jer će buduće generacije trebati sposobnost prolaska kroz nekoliko različitih poslova. Stoga je važno naglasiti vještine razmišljanja, integraciju znanja i primjenu (Wikramanayake, 2005).

Upotreba digitalne tehnologije utječe pozitivno na postignuća učenika u ranom djetinjstvu i daje bolje rezultate u obrazovanju. Iako su veliki napori različitih institucija uloženi u implementaciju digitalnih tehnologija u obrazovni sustav, ključno je razumijeti koriste li i koliko nastavnici tehnologiju kojoj imaju pristup. Uz velika novčana ulaganja u povećanje pristupa nastavnicima novijim tehnologijama, potrebna je i suradnja s nastavnicima kako bi im se pomoglo da bolje razumiju kako učinkovito integrirati tehnologiju u svoju učionicu te pronašli načini koji bi poboljšali stav i povjerenja nastavnika da povećaju upotrebu istih. Bez takve podrške, napetost između stavova i korištenja ostat će, uz frustrirane nastavnike, neiskorištenost tehnologije u punom potencijalu, uzaludna financijska ulaganja i, što je još važnije, potencijalne posljedice za učenje djece. Stoga je ključno da ako škole ulažu toliko novca u tehnologiju, ulože dovoljno vremena da pruže podršku nastavnicima u razumijevanju kako učinkovito koristiti tehnologiju u svojim učionicama. Uz istraživanja koja kontinuirano pokazuju povećani pristup tehnologiji, ali i nedovoljno korištenje, pružanje dovoljne podrške nastavnicima i snažne tehnološke vizije mogu pomoći u ublažavanju ovog problema. Za nastavnike postaje ključno imati pozitivan stav i povjerenje prema korištenju tehnologije kako bi ove inicijative bile učinkovite (Blackwell i sur., 2014).

Nastavnici moraju biti spremni podučavati "sadržaj budućnosti" koristeći softver, hardver, digitalne, tehnološke i društvene medije. Integracija kontinuiranog ocjenjivanja, trenutnih povratnih informacija, jasnih ciljeva, nagrada, izazova i pozitivnog osnaživanja nova je priroda obrazovanja u digitalnoj eri. Iznad svega, potrebno je djelovati na promicanju tehnologije u učionici i iskorištavanju prednosti povećane upotrebe društvenih medija, otvorenih obrazovnih resursa i porasta učenja temeljenog na podacima i procjeni. Posljedično, to zahtijeva novi skup kompetencija za nastavnike. Vrijeme je da nastavnici, administratori, kreatori obrazovne politike i ministarstvo obrazovanja ponovno razmatraju postojeće obrazovanje i redizajniraju ga kako bi se suočio s izazovima digitalne ere (Hashim, 2018).

## 2.2. Informatika u obrazovanju

Unutar Europe puno je napora usmjereno na digitalne kompetencije, koje se uglavnom bave operativnim aspektima odgovarajuće pripreme za digitalno društvo; međutim, informatičko obrazovanje još uvijek je fragmentirano i ne posvećuje mu se dovoljno pažnje.

*Informatics Europe* je udruženje od preko 120 sveučilišnih i istraživačkih institucija iz 30 europskih zemalja. Članice udruženja iz Hrvatske su Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu i Odjel za informatiku Sveučilišta u Rijeci. U suradnji s Odborom za europsko informatičko obrazovanje (engl. *Committee on European Computing Education, CECE*) izdali su izvještaj koji je potvrdio da diljem Europe postoji rastuća svijest o važnosti pružanja mogućnosti dobrog obrazovanja u informatici mladim studentima te pokazao vrlo varijabilnu razinu truda i postignuća među zemljama i obrazovnim autonomnim regijama. U izvješću je utvrđeno neujednačeno pružanje informatičkog obrazovanja diljem Europe: samo u 22 od 50 obrazovnih regija informatika je bila dostupna svim učenicima; u 10 regija bila je dostupna samo pojedinim studentima; a u nekoliko primjetnih slučajeva nastava informatike uopće nije bila dostupna. Konkretno, izvješće je pokazalo da u nekoliko zemalja/regija učenici mogu završiti srednje škole, a da nikada nisu bili izloženi čak ni osnovnim principima informatike. Na temelju ovog i drugih istraživanja, prva i glavna preporuka bila je da svi učenici moraju imati pristup kontinuiranom obrazovanju iz informatike u školskom sustavu. Nastava informatike trebala bi početi u osnovnoj školi (Council, 2017).

U 2018. godini *Informatics Europe* i Vijeće Europe Udruženja za računalne strojeve (engl. *Association for Computing Machinery, ACM*) udružili su snage kako bi razvili sveobuhvatan i ambiciozan plan za uspostavljanje informatike kao osnovne discipline za studente u Europi na svim razinama u obrazovnom sustavu pod nazivom *Informatics for All The strategy* (Caspersen i sur., 2018) koja se nadovezuje na ranije izvješće (Council, 2017) koje daje relevantno stanje i obrazovanja i srodne obuke nastavnika diljem Europe. Njihovi zaključci naglašavaju ozbiljnu potrebu za inicijativom kako bi se osiguralo da informatika bude pravilno prepoznata u obrazovnim sustavima kako bi Europa bila u dobroj poziciji da se natječe na globalnoj razini u ubiranju prednosti koje proizlaze iz informatike. Naglasak izvješća je na informatičkom obrazovanju, pri čemu se na informatiku gleda kao na znanost koja podupire razvoj digitalnog svijeta – osebujnu disciplinu s vlastitim znanstvenim metodama, vlastitim načinima razmišljanja i vlastitim tehnološkim razvojem. Isticanjem konstruktivnih i kreativnih elemenata discipline, uloge informatike u inovacijama i otkrićima te njezine uloge u

oblikovanju digitalnog svijeta, disciplina se smatra bitnim elementom obrazovanja za 21. stoljeće. Njegova uloga u konkurentnosti i gospodarskom prosperitetu Europe (i šire) dodatno doprinosi njegovoj vitalnoj prirodi. Učenje informatike omogućit će svim studentima razumijevanje, sudjelovanje, utjecaj i doprinos razvoju digitalnog svijeta općenito, te će pružiti značajno poboljšanu priliku za zapošljavanje i obrazovanje velikog broja IT stručnjaka potrebnih Europi kako bi održala i poboljšala svoju poziciju u digitalnoj svjetskoj ekonomiji. Caspersen i suradnici (2018) u predloženoj strategiji ističu potrebu za dvoslojnom strategijom informatičkog obrazovanja na svim razinama. Prije svega, prvi stupanj ima oblik informatike kao smjera, odnosno temeljnog i samostalnog školskog predmeta. Drugi stupanj bi bio integracija informatike s ostalim školskim predmetima. Da bi se postigao ovaj cilj, na obje razine potrebno je istraživanje kako bi se pozabavilo što i kako podučavati (nastavni plan i program, metode i alati), te kako educirati nastavnike. Za rješavanje ovog velikog izazova, Strategija pruža 8 važnih preporuka (Caspersen i sur., 2018):

1. Svi učenici moraju imati pristup kontinuiranom obrazovanju iz informatike u školskom sustavu. Nastava informatike trebala bi početi u osnovnoj školi.
2. Nastavni planovi i programi informatike trebali bi odražavati znanstvenu i konstruktivnu prirodu discipline, te bi ih svi dionici (uključujući nastavnike, učenike i njihove roditelje) smatrali temeljnim za obrazovanje u dvadeset i prvom stoljeću.
3. Tečajevi informatike moraju biti obvezni i priznati od strane obrazovnog sustava svake zemlje kao barem jednaki kolegijima u STEM (znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika) disciplinama. Konkretno, moraju privući ekvivalentan kredit, npr. za potrebe upisa na sveučilište.
4. Svi nastavnici na svim razinama trebali bi biti digitalno pismeni. Posebno pripravnici, nastavnici bi trebali biti stručni (putem pravilno ocijenjenih tečajeva) u digitalnoj pismenosti i onim aspektima informatike koji podupiru učenje.
5. Nastavnici informatike trebaju imati odgovarajuće formalno informatičko obrazovanje, obuku nastavnika i certificiranje.
6. Visokoškolske ustanove, odjeli za obrazovanje kao i odjeli za informatiku trebaju osigurati programe inicijalnog i stručnog usavršavanja, poticati studente da uđu u nastavnu karijeru vezanu uz informatiku.
7. Ministarstva bi trebala poticati da uspostave nacionalni ili regionalni centri koji bi omogućili razvoj zajednica nastavnika informatike koji dijele svoja iskustva i koji su u tijeku s znanstvenim napredovanjima i u fokusu na stalni profesionalni razvoj.

8. Za uspješno uvođenje informatike u školski sustav potrebno je intenzivno istraživanje tri različita aspekta, kurikuluma, nastavnih metoda i alata, te podučavanja nastavnika.

Dvoslojni pristup implementaciji informatike u opće obrazovanje olakšava integraciju informatike u nastavu drugih disciplina, transformirajući kurikulum za sve discipline i općenito pružajući osnovu za stvaranje obrazovnog sustava uistinu relevantnog za 21. stoljeće. Također otvara mnoge putove za istraživanje; na primjer, o tome kako učinkovito podučavati discipline u svijetu stalnih promjena. S jedne strane, informatiku treba promatrati kao važnu temeljnu disciplinu koja je u rangu s matematikom i jezicima. Također velik potencijal informatike leži i u primjeni iste u nastavi svih drugih disciplina, što dovodi do dubljih oblika obrazovanja i uvida u te druge discipline (Caspersen i sur., 2019).

S obzirom na to da digitalna tehnologija zauzima sve važniju i sve prisutniju ulogu, potrebno je svim građanima osigurati odgovarajuću razinu informatičkog obrazovanja kako bi se osigurao uravnotežen razvoj digitalnog društva. Koalicija *Informatics for All* izdala je izvješće (Caspersen i sur., 2022) kako bi se pozabavila prvim slojem pružajući potporu unaprjeđenju i razvoju informatike kao temeljne discipline za 21. stoljeće i kao opći referentni okvir za obje razine. Izvješće ocrtava informatički referentni okvir za obrazovanje u školi koji ima za cilj ponuditi smjernice na visokoj razini koje mogu koristiti, i doista stimulirati, dizajnere kurikuluma da preispitaju svoj fokus i pristup predmetu informatike. Temelji se na skupu temeljnih koncepata koji obuhvaćaju suštinski pogled na informatiku kao disciplinu u općem obrazovanju. U svakoj zemlji morat će se definirati posebni nastavni planovi i programi, uzimajući u obzir njihovu tradiciju, jezik, kulturu i posebnu sinergiju s razvojem osnovnih digitalnih kompetencija i korištenjem informatike u drugim predmetima. Dokument je namjerno sintetičan i kratak, kako bi pružio minimalni skup zajedničkih zahtjeva na visokoj razini, ostavljajući prostor nacionalnim zajednicama kolega u raznim zemljama da izvedu potpuno razvijene nastavne planove i programe koji su usklađeni s njihovom kulturom i potrebama, te koherentni sa zajedničkom europskom vizijom informatike.

### **3. KURIKULUM ZA NASTAVU INFORMATIKE U OSNOVNIM ŠKOLAMA**

Ministarstvo znanosti i obrazovanja (2018) donijelo je 2018. godine kurikulum za nastavni predmet Informatika za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj koji se za učenike I., II., III. i IV. razreda osnovne škole počeo primjenjivati od školske godine 2020./2021. Učenjem i poučavanjem predmeta Informatike učenici bi trebali:

- steći vještinu za uporabu informacijske i komunikacijske tehnologije (digitalna pismenost) kojom se oblikuju, spremaju, pretražuju i prenose različiti multimedijски sadržaji
- uporabiti informacijske i komunikacijske tehnologije u obrazovnom procesu (edukacijska tehnologija, e-učenje)
- riješiti problem računala 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).

Primjerenom pedagoškom praksom koja naglašava konstruktivistički pristup učenju te stavlja učenika u središte procesa učenja treba razvijati navedene kompetencije, ali i samostalnost, samopouzdanje, odgovornost i poduzetnost. Iskustva učenja moraju se temeljiti na uvjerenju da učenici najbolje uče aktivno sudjelujući, da su uz svoju kreativnost spremni uložiti veliki trud te da su timski rad i suradnja snažna motivacija za učenje. Sadržaji iz predmeta Informatika trebaju se usvajati tijekom cijeloga školovanja, pri čemu bi se trebalo koristiti načelom spiralnoga modela prema kojemu se znanje stečeno na nižim stupnjevima obrazovanja proširuje i produbljuje na višima (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2018).

Prema Ministarstvu znanosti i obrazovanja (2018), ciljevi nastavnog predmeta Informatika će se realizirati kroz četiri domene: e – društvo, digitalna pismenost i komunikacija, računalno razmišljanje i programiranje te informacije i digitalna tehnologija. S obzirom da se računalna znanost i upravljanje podacima smatraju temeljem informatičkog društva, Informatici pripadaju osnovna znanja i koncepti računalne znanosti te razumijevanje digitalnog prikaza, pohrane i prijenosa podataka uporabom računala, digitalnih uređaja ili mreža. Također, od iznimne je važnosti razvijati logično i algoritamsko razmišljanje koje je neophodno za rješavanje problemskih zadataka iz svakodnevnog života pomoću programskih jezika. Domenu

digitalne pismenosti i komunikacije čini uporaba različitih programa za komunikaciju i suradnju gdje se razvijaju komunikacijske i društvene vještine. Nadalje, posljednja domena, „e – društvo“ temelji se na sigurnosti mreža, zaštiti podataka, elektroničkom nasilju i brizi o osobnom digitalnom ugledu. U tablici 1 prikazani su odgojno-obrazovni ishodi s obzirom na domene i razrede koje je Ministarstvo znanosti i obrazovanja propisalo temeljem Odluke o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Informatike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2018).

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

	Domena			
	Informacije i digitalna tehnologija	Računalno razmišljanje i programiranje	Digitalna pismenost i komunikacija	e-Društvo
1. razred	- prepoznati digitalnu tehnologiju i komunicirati s poznatim osobama uz pomoć nastavnika u sigurnome digitalnom okruženju - razlikovati oblike digitalnih sadržaja, uređaje i postupke za njihovo stvaranje	- riješiti jednostavan logički zadatak - pratiti i prikazati slijed koraka potrebnih za rješavanje nekoga jednostavnog zadatka	- uz podršku nastavnika koristiti se predloženim programima i digitalnim obrazovnim sadržajima - uz podršku nastavnika vrlo jednostavnim radnjama izraditi jednostavne digitalne sadržaje	- pažljivo i odgovorno koristiti se informacijskom i komunikacijskom opremom i štititi svoje osobne podatke - primijeniti zdrave navike ponašanja tijekom rada na računalu i prihvatiti preporuke o količini vremena provedenoga za računalom
2. razred	- objasniti ulogu programa u uporabi računala - uz pomoć nastavnika prepoznati internet kao izvor nekih usluga i podataka te pretražiti preporučene sadržaje	- analizirati niz uputa koje izvode jednostavan zadatak, ako je potrebno ispravlja pogrešan redoslijed	- prema savjetima nastavnika odabrati uređaj i program za jednostavne školske zadatke - izraditi digitalne radove kombiniranjem	- prepoznati i opisati neke poslove koji se koriste informacijskom i komunikacijskom tehnologijom - koristiti se e-uslugama u području odgoja i obrazovanja

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- stvoriti niz uputa u kojemu upotrebljava ponavljanje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>različitih oblika sadržaja uz podršku nastavnika</li> <li>- uz pomoć nastavnika surađivati i komunicirati s poznatim osobama u sigurnome digitalnom okruženju</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analizirati neke opasnosti koje mogu nastupiti pri uporabi računala i interneta te pravilno na njih reagirati</li> <li>- odgovorno se ponašati pri korištenju sadržaja i usluga na internetu radi zaštite osobnih podataka i digitalnoga ugleda</li> </ul>
3. razred	<ul style="list-style-type: none"> <li>- koristiti se simbolima za prikazivanje podataka</li> <li>- objasniti i analizirati jednostavne hardverske/softverske probleme i poteškoće koji se mogu dogoditi tijekom njihove uporabe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stvoriti program korištenjem vizualnoga okruženja u kojem se koristi slijed koraka, ponavljanja i odluka te uz pomoć nastavnika vrednovati svoje rješenje</li> <li>- složiti podatke na koristan način</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- samostalno odabrati uređaj i program iz skupa predloženih te procijeniti načine njihove uporabe</li> <li>- prema uputama izraditi jednostavne digitalne radove</li> <li>- koristiti se sigurnim digitalnim okruženjem za komunikaciju u suradničkim aktivnostima</li> <li>- razlikovati uloge i aktivnosti koje zahtijeva suradničko online okruženje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- primijeniti preporuke o preraspodjeli vremena u kojemu se koristi digitalnom tehnologijom za učenje, komunikaciju i zabavu te primijeniti zdrave navike</li> <li>- primjereno reagirati na svaku opasnost/neugodnost u digitalnome okruženju, štiti svoje i tuđe osobne podatke</li> </ul>
4. razred	<ul style="list-style-type: none"> <li>- objasniti koncept računalne mreže, razlikovati</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stvoriti program korištenjem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odabrati prikladan program za</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- istražiti ograničenja uporabe računalne</li> </ul>



	<p> mogućnosti koje one nude za komunikaciju i suradnju, opisati ih kao izvor podataka  - analizirati čimbenike koji razlikuju ljude od strojeva te proučavati načine interakcije čovjek – stroj  - koristiti se simbolima za prikazivanje podataka, analizirati postupak prikazivanja te vrednovati njegovu učinkovitost </p>	<p> vizualnog okruženja u kojem se koristi slijed, ponavljanje, odluka i ulazne vrijednosti  - riješiti složenije logičke zadatke s uporabom računala ili bez uporabe računala </p>	<p> zadani zadatak, preporučiti ga drugima te istražiti mogućnosti sličnih programa  - osmisлити plan izrade digitalnoga rada, izraditi i vrednovati rad  - u suradničkom online okruženju zajednički planirati i ostvariti jednostavne ideje </p>	<p> tehnologije te primijeniti upute za očuvanje zdravlja i sigurnost pri radu s računalom  - analizirati široki spektar poslova koji zahtijevaju znanje ili uporabu informacijske i komunikacijske tehnologije </p>
--	--	---	--	--

## 4. PROGRAMIRANJE

Interes za poučavanjem programiranja u primarnom obrazovanju u cijelom svijetu je velik, no mnoge škole se suočavaju s ozbiljnim poteškoćama u podučavanju koje proizlaze iz nedostatka odgovarajućih resursa ili adekvatno obučениh nastavnika. Rezultati istraživanja koje su proveli Hijon-Neira i suradnici (2017) u Španjolskoj pokazuju da većina škola integraciju programiranja u primarno obrazovanje smatra korisnim i primjerenim no isto ne mogu ponuditi zbog nemogućnosti uklapanja u raspored škole i neodgovarajuće obuke nastavnika. One škole koje nude predmet programiranja, koriste Scratch ili igre, ali bez precizne i dobro razrađene metodologije. Potrebno je detaljnije ispitati ključna pitanja poput dobi u kojoj programiranje treba uključiti u nastavni plan i program, koliko sati tjedno nastave je najprikladnije te utjecaj promicanja računalnih razmišljanja i drugih vještina kao što su rješavanje problema i kreativnost (Hijon-Neira et al., 2017).

Vizualno programiranje može se koristiti za rješavanje problema, a omogućuje i predavanje o kodiranju u osnovnim školama. Kada učenici manipuliraju blokovima kako bi ih spojili, ovaj vizualni blok sustav izbjegava poruke o greškama prevoditelja koje se obično pojavljuju u tekstualnim programskim jezicima. Kodiranje s takvim aplikacijama lakše je od korištenja tradicionalnih programskih jezika jer se učenici mogu igrati i komunicirati s blokovima u boji kako bi stvorili skripte. Niz obrazovnih resursa i robota može se programirati i njima se može manipulirati kroz vizualno programiranje blokova (Tickle, Blocky, Scratch, M block...), i može olakšati jednostavno eksperimentiranje u osnovnoškolskom okruženju zbog intuitivne prirode ovog tipa programiranja. Primjeri obrazovnih robota koji koriste ovu vrstu vizualnog programiranja su:

- Dash and Dot: ovaj par robota uči malu djecu osnovama programiranja na iPhone, iPad i na nekim Android uređajima (<https://www.makewonder.com/dash>). Učenici programiraju robote koristeći Blockly jezik.
- Ozobots je zanimljiva opcija za robotsko programiranje u nastavi (<https://ozobot.com/>). Ovaj robot ima jedinstven način programiranja koji ga čini lakim za korištenje.
- Sphero SPRK i BB8 izvrsni su resursi za bilo koju vrstu kodiranja (<http://www.sphero.com/sphero-sprk>). Ovi mali roboti su programibilni i mogu se koristiti ili u kombinaciji s aplikacijama kao što je Tickle (Sáez-López i sur., 2019).

## 5. SCRATCH– programski jezik za primarno obrazovanje

S godinama se pokušalo olakšati učenje i poučavanje programiranja. Kako se ne bi samo održali na tekstualnom kodu, 2003. godine grupa “Lifelong kindergarten” na Massachusetts Institute of Technology osmišlja programski jezik Scratch. Scratch nastaje prvenstveno kako bi se djeci olakšalo učenje programiranja, a još važnije je kako bi programiranje djeci postalo igra. Zanimljiva priča stoji iza same ideje te na kraju i izgleda programskog jezika Scratcha. Naime, već spomenuta grupa je surađivala s tvrtkom Lego pri izradi robota Lego Mindstorms. Na samom projektu su sudjelovala i djeca koja su vrlo vješto koristila Lego kocke i slagala ih u kreativne slijedove. Na temelju toga se zaključilo kako Lego kocke djeci razvijaju maštu, daju slobodu pri slaganju, pa su takav model iskoristili i za stvaranje novog programskog jezika. Scratch sadrži blokove koji opisuju određene naredbe, a ti blokovi se onda slažu kao slagalica (Bubica i sur., 2013).

Naredbe su grupirane tematski, a svaka vrsta je drugačije boje i oblika, što olakšava učeniku da primjeti na koji način i gdje bi se određena naredba mogla složiti i koristiti. Ono što uvelike olakšava programiranje jest to što se blokovi mogu slagati po cijeloj radnoj površini, a aktivirati će se samo one naredbe koje učenik želi i to ako njima stavi neku od naredbi za početak rada, primjerice zelenu zastavicu na početak bloka naredbi.

Scratch je programski jezik koji je namijenjen djeci od 8. do 16. godine, što bi značilo da se Scratch koristi već u razrednoj nastavi. Tijekom razredne nastave, Scratch postavlja kvalitetne temelje djeci za više razrede primarnog obrazovanja u kojima se onda susreću s naprednijim programskim jezikom poput Pythona. Scratch djeci u razrednoj nastavi omogućuje učenje osnova programiranja, pa tako i učenje računalne grafike i osnova rada na računalu. Ta se učenja kasnije proširuju i prilagođavaju drugim programskim jezicima (Buklijaš, 2010).

Za velik interes djece za programski jezik Scratch definitivno je zaslužno jednostavno sučelje koje im omogućuje da samostalno stvaraju interaktivne priče, animacije i igre. Napravljeni projekti se olako mogu dijeliti i pokazivati drugima, zbog toga je izuzetan program za korištenje u obrazovnim ustanovama. Važna je i činjenica da Scratch potiče kritičko mišljenje te razvijanje sposobnosti rješavanja problema, ali i kreativno učenje i poučavanje, samoučenje i timski rad (Scratch, pristupljeno dana 20.6.2022.).

## 6. ROBOTIKA U OBRAZOVANJU

Tijekom posljednjeg desetljeća robotika je privukla veliki interes nastavnika i istraživača kao vrijedan alat za razvoj kognitivnih i socijalnih vještina učenika od predškolske do srednjoškolske dobi te kao pomoćni alat u pripremi nastavnih sadržaja iz različitih predmeta poput prirodoslovlja, matematike, tehnologije, informatike i slično. Velik problem predstavlja spoznaja da aktivnosti koje uključuje robotika nisu integrirane u redovite nastavne aktivnosti, već se uglavnom odvijaju u izvannastavnim i izvanškolskim aktivnostima, vikendom ili u ljetnim kampovima i školama. Neke od prepreka za implementaciju robotike u sklopu redovnog obrazovanja su sljedeće:

- Dugotrajan proces promjene kurikuluma u obrazovanju
- Trošak potrebne opreme
- Kriva percepcija da je robotika, kao i većina tehnoloških predmeta, teška, izrazito rodne pristranosti (samo za dječake) te da nije primamljiva za većinu učenika.

Većina primjena robotskih tehnologija u obrazovanju usredotočile su se na podučavanje predmeta koji su usko povezani s poljem robotike, poput programiranja robota, konstruiranja robota te mehatronike. Međutim, ukoliko se robotika želi približiti široj ciljnoj skupini, to jest hipotetski svim učenicima, potrebni su projekti koji se fokusiraju na temu, projekti koji kombiniraju umjetnost i inženjering, projekti koji potiču pripovijedanje te organiziranje izložbi a ne natjecanja. Učenici koje ne zanima tradicionalni pristup robotici postat će motiviraniji kada se robotske aktivnosti uvode kao način pričanja priče (npr., stvaranje mehaničke lutkarske predstave) ili u vezi s drugim disciplinama i područja interesa kao što su glazba i umjetnost. Uloga odgajatelja je pružiti učenicima prilike da se uključe u praktična istraživanja i alate za konstruiranje znanja u razrednom okruženju. Edukativna robotika stvara okruženje za učenje u kojem učenici mogu komunicirati sa svojom okolinom i suočiti se s problemima iz stvarnog svijeta, stoga može biti izvrstan alat učenicima da steknu konstruktivno iskustvo učenja. Istraživanja su pokazala da robotika ima potencijalni utjecaj na učenje učenika u različitim predmetnim područjima (fizika, matematika, inženjerstvo, informatika i slično) te na osobni razvoj uključujući kognitivni, metakognitivni i društvene vještine, kao što su istraživačke vještine, kreativno razmišljanje, donošenje odluka, rješavanje problema, komunikacijske i timske vještine, a sve su to osnovne vještine potrebne za radno mjesto 21. stoljeća (Alimisis, 2013).

Smyrnova-Trybulska i suradnici (2016) smatraju da će nastava iz robotike imati utjecaja na razvoj matematičke pismenosti te znanstveno-tehničke, informacijske i socijalne kompetencije učenika pri čemu kompetencija podrazumijeva kombinaciju znanja, vještina i stavova primjerenih određenoj situaciji. Stoga je velika potreba za pripremanjem učenika s vještinama 21. stoljeća kroz STEM područje, posebice onih u primarnom obrazovanju. Međutim još uvijek je otvoreno pitanje sveobuhvatnog STEM obrazovanja budućih nastavnika koji pohađaju pedagoške programe, posebice onih specijaliziranih za rano obrazovanje.

Kurikulum je kamen temeljac u edukativnoj robotici i potrebno je implementirati osnovna načela učenja i postaviti kvalitativne i kvantitativne metrike učinka za očekivane ishode i validaciju kurikukuma. Ulogu edukativne robotike treba promatrati kao alat za poticanje osnovnih životnih vještina (kognitivni i osobni razvoj, timski rad) kroz koje učenici mogu razvijati svoj potencijal da koriste svoju maštu, da se izraze i učine originalnim i cijenjenim izborom u svojim životima. Pogodnosti robotike relevantne su za svu djecu, ciljne skupine trebali bi uključivati cijeli razred, a ne samo talentiranu djecu za znanost i tehnologiju (Alimisis, 2013). Implementacijom robotike u obrazovanje učenici uče o STEM konceptima, kodiranju, računalnom razmišljanju i inženjerskim vještinama, svim potrebnim znanjima i vještinama kako bi postali uspješni članovi radne snage u budućnosti. Edukativna robotika je sveobuhvatan tehnološki alat za učenje koji promiče buduću uspjeh učenika i trebao bi se sve više integrirati u školski kurikulum (Eguchi, 2014).

U posljednja dva desetljeća sve je više publikacija o društveno-obrazovnoj robotici u području obrazovanja. Stoga se može reći da znanstvena zajednica vidi potencijal robota kao obrazovnog alata i potvrđuje njihovu upotrebu u obrazovne svrhe. Arocena i suradnici (2022) analizirali su obrazovne institucije i zaključili da tek pojedine ustanove provode robotiku unutar učionice, dok većina predlaže robotiku kao dodatnu znanstvenu aktivnost pri čemu postoji tendencija za njenom implementacijom u nastavi u budućnosti. Također, autori su uočili da se robotika najčešće koristi za pokušaje podučavanja učenika programiranju i većina ih se usredotočila na STEM područje, dok su rijetki koristili robotiku u radu na drugim nastavnim predmetima. Što se tiče najčešće korištenih komercijalnih ili nekomercijalnih modela robota u analiziranim edukativno-obrazovnim ustanovama, uočeno je da većina nije koristila fizičkog robota, već program za računalo ili tablet, gdje su učenici mogli vježbati programiranje. Ova odluka je razumljiva jer komercijalne modele robota nije lako nabaviti zbog njihove cijene i potrebe za održavanjem. Što se tiče uključivanja nastavnika, vidljivo je da je malo institucija u kojima nastavnici aktivno sudjeluju stoga je nužna potreba za njihovom obukom kako bi

uvidjeli koje benefite donosi primjena robotike u učionici i kako ih uvesti u svakodnevni život učenika(Arocena i sur., 2022).

## 7. EDUKATIVNI ROBOTI U OBRAZOVANJU

Tijekom posljednjih desetljeća, autentična tehnološka revolucija u vezi s informacijskim i sustavima znanja je počela i ova nova stvarnost se ne može zanemariti u obrazovanju. Iz ove perspektive, obrazovni sustavi se suočavaju s važnim izazovom: redefiniranje njihovog modela obrazovanja tako da se stjecanje znanstveno-tehnoloških vještina poveže s razvojem kreativnosti i inovativnosti. Ovaj izazov podrazumijeva potrebu uvođenja novih metodologija i obrazovnih alata te novih vrsta multidisciplinarnih nastavnih aktivnosti u službi globalnog projekta učenja. Takozvane aktivne metodologije, kao što su projekt-učenje temeljeno na problemu, učenje temeljeno na problemu ili kooperativno učenje, postavlja učenike u središte njihovog učenja i smislenim učenjem stvara i obučava kritične, kreativne i pripremljene ljude za suočavanje s izazovima sadašnjosti i budućnosti. Cilj učenja temeljenog na projektu je izgraditi konačni proizvod kao odgovor na početno pitanje ili izazov tako da učenici samostalno generiraju i primjenjuju vlastito znanje. Često, izgradnja proizvoda može stvoriti nove, konkretnije izazove ili probleme te će stoga učenici koristiti vlastite tehnike od problemskog učenja, usmjereno na razvoj vještina i kompetencije za prevladavanje problema. Obje metodologije koriste metodologiju kišobrana kooperativnog učenja koje se odnosi na svaki proces nastave – učenje u kojem situacije i zadatke dijeli više učenika, a svaki učenik postiže svoj cilj samo ako ga postignu svi članovi grupe. Implementacija ovih metodologija podrazumijeva novu organizacijsku strukturu učionice, drugačiji način upravljanja vremenom i sustavima evaluacije i promjenu nastavnikove uloge i obuke. S druge strane, trendovi na tržištu rada sugeriraju da će za većinu radnika tehnološko znanje biti neophodno te da će se kvalifikacije potrebne za ulazak na tržište rada mjeriti tehnološkim kompetencijama. Iz ovih prognoza proizlazi potreba za obukom nove generacije učenika s dovoljnim znanstvenim i tehnološkim vještinama za prilagodbu i razvoj novih tehnologija (Vicente i sur., 2020).

Upotreba edukativnih robota u nastavi stvara okruženje za učenje u timskom radu u kojem učenici mogu vježbati komunikaciju i suradnju. Većina istraživanja o edukativnim robotima usredotočena je na korištenje robota u STEM području. Roboti služe kao alat za učenje koje učenike treba upoznati s programiranjem i mehanikom, u kombinaciji s praktičnom teorijom i konstruktivizmom, a većina tih aktivnosti je osmišljena samo za dodatni kurikulum ili programe izvan škole. Ova tendencija ukazuje da korištenje edukativnih robota u drugim predmetima još uvijek nije poznata istraživačima i nastavnicima. Nemajući jasne ideje o ulozi

robota u učenju i kako ih koristiti navodi nastavnike na kritički stav prema njima. Drugi izazov je nedostatak dizajna odgovarajućeg nastavnog materijala i kurikuluma. Roboti su samo alati, a dizajn kurikuluma i pedagogija su te koje će utjecati na uspješnost učenja. Bliži se era robota (Cheng i sur., 2017).

Oreški (2021) u svom radu pokazuje da budući nastavnici osnovnoškolskog obrazovanja ocjenjuju svoje znanje o edukativnim robotima i njihovom programiranju izrazito niskim, ali smatraju da je znanje o istom itekako važno nastavnicima razredne nastave koji bi edukativne robote mogli primijeniti u podučavanju različitih predmeta u primarnom obrazovanju. Stoga je nastavnike primarnog obrazovanja nužno educirati i pripremiti za korištenje edukativnih robota u nastavi kako bi mogli obrazovati učenike u ranoj fazi obrazovanja kako ih primijeniti i programirati s ciljem bolje pripremljenosti samih učenika za buduće tržište rada.



## 8. mBot

Kako bi se razvilo osnovno znanje o elektronici i robotici kod djece, kreiran je mBot. Odličan primjer edukativnog robota koji je vrlo praktičan i jednostavan za korištenje. Pomoću mBot-a učenici mogu svoje znanje programiranja u Scratchu podići na veću razinu. Ovaj edukativni robot nastaje u suradnji Makeblock-a i Arduino open-source hardverske platforme. Makeblock se bavi proizvodnjom DIY (engl. *Do it yourself*-Uradi sam) edukacijske, robotičke i informatičke opreme. Upravo takav je i mBot, jednostavan robot koji se olako samostalno može sastaviti, a potom programirati u programu Scratch 2.0. Program i robot se može povezati ili putem Bluetootha ili koristeći 2.4GHz wireless modul. Cilj ovakvih edukacijskih alata koje stvara MakeBlock jest unaprijediti i olakšati stjecanje znanja i vještina u STEM području (MBlock, pristupljeno dana 20.6.2022.)



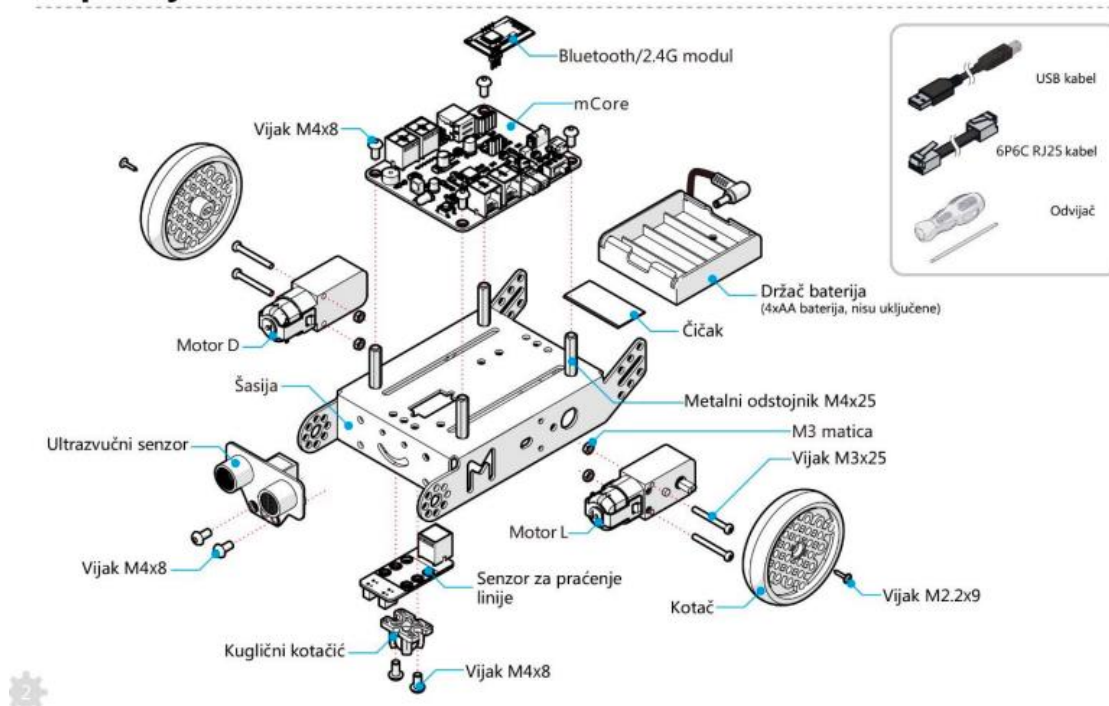
**Slika 1.** mBot robot (Preuzeto dana: 20.6.2022.)

<https://izradi.croatianmakers.hr/lessons/uvodno-o-mbotu/>)

## 8.1. Dijelovi mBot-a

mBot-ov robotski set sadrži 38 dijelova koji su u uputama vjerno prikazani, a postupci dobro objašnjeni. To uvelike pridonosi djetetovoj samostalnosti pri slaganju robota. Na taj se način djeca susreću s radom hardvera, spajanje žica i dijelova u cjelinu.

### Popis dijelova



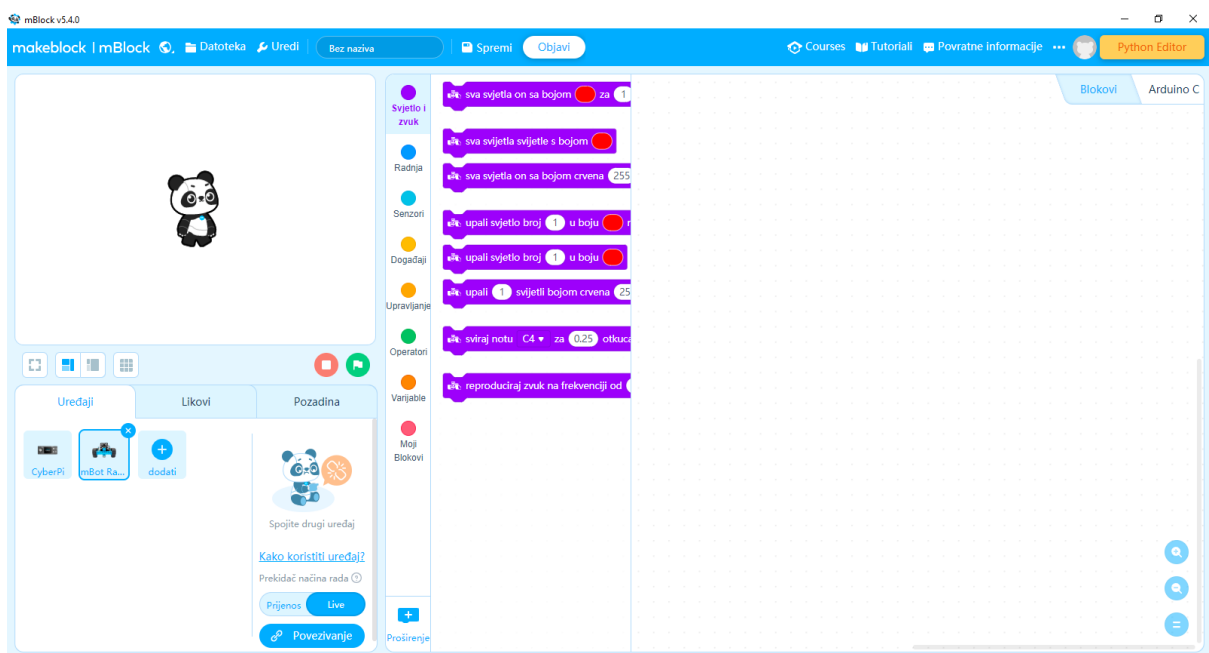
**Slika 2.** Dijelovi mBot robota (Preuzeto dana: 20.6.2022. <http://os-rovisce.skole.hr/upload/os-rovisce/images/newsimg/671/File/Skripta-mBot.pdf> )

## 8.2. mBlock i programiranje mBot robota

Kako bismo povezali robota s računalom potrebno je skinuti programski uređivač mBlock. mBlock je programski software koji je dizajniran za STEM obrazovanje. Izgleda kao Scratch i zbog toga je djeci prepoznatljiv i lagan za rad. Razlika između mBlock-a i klasičnog Scratcha jest ta što mBlock sadrži dodatne module za interakciju s hardverom, također mBlock nudi dva načina programiranja - slaganje blokova naredbi ili pisanje tekstualnih kodova u Pythonu (MBlock, pristupljeno dana 22.6.2022.).

Prednost mBlock-a je što djeca mogu samostalno stvarati programe te se spajati na hardver da vide što su ispisali i stvorili. Na taj način im se razvija kreativnost i sloboda u programiranju i radu s robotima (MBlock, pristupljeno dana 22.6.2022.).

Robot se povezuje s programom putem USB kabla. Zatim se u programu u izborniku uređaja odabire ime robota koji se spaja. Označi ga se zvjezdicom kako bi se odabrao kao početni uređaj pri svakom pokretanju programa. Nakon toga je važno isključiti opciju “Live”, a ona označuje gledanje uživo kako uređaj funkcionira nakon programiranja programa. Nakon odrađenih ovih koraka, može se krenuti programirati uređaj (Brlek i Oreški, 2020).



**Slika 3.** Sučelje mBlock-a

## 9. KORIŠTENJE EDUKATIVNIH ROBOTA U PRIMARNOM OBRAZOVANJU

Robot mBot je predviđen za korištenje tijekom cijelog primarnog obrazovanja, dakle od 1. do 8. razreda osnovne škole. Koristit ga se može u svim nastavnim predmetima. Dapače, poželjno ga je koristiti i u drugim predmetima, ne samo u informatici, kako bi i ostalu nastavu učinili interaktivnijom i zanimljivijom.

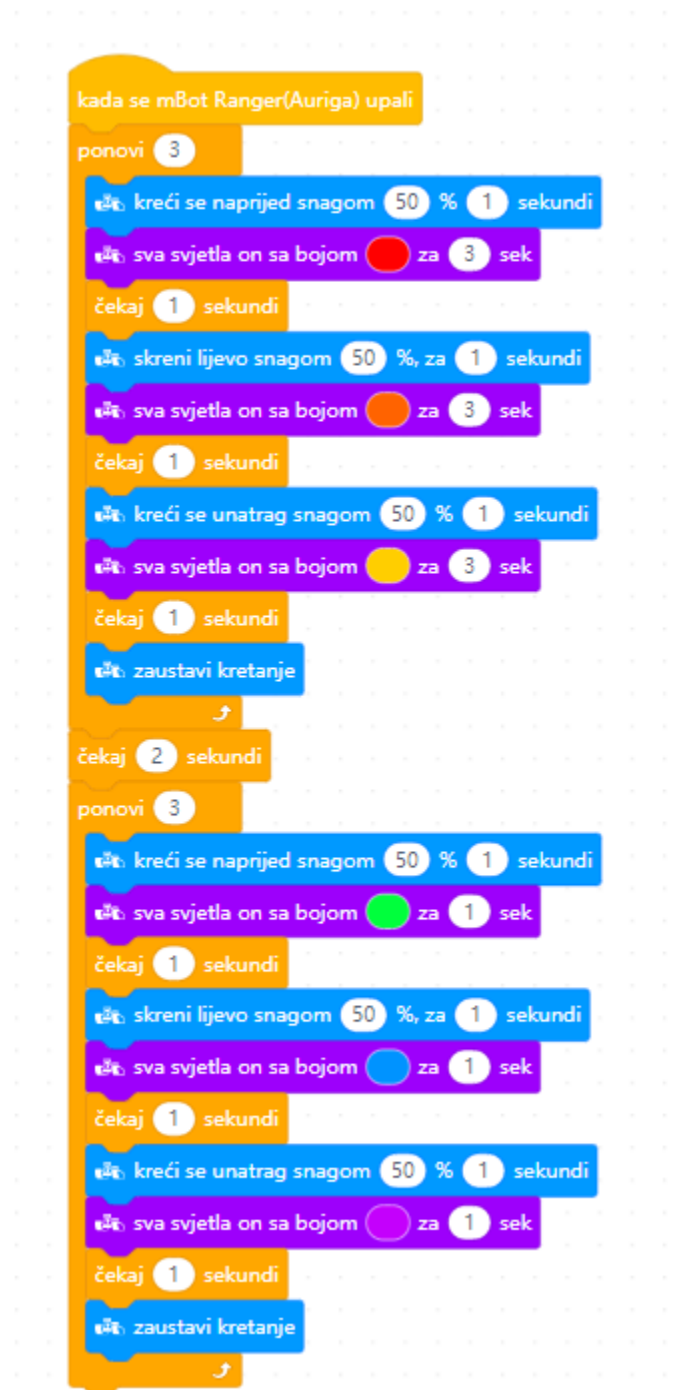
### 9.1. Primjeri za korištenje mBota u nastavi

Osim nekih osnovnih mogućnosti koje ovaj robot ima, poput kretanja naprijed, nazad, skretanja, praćenja linije i slično, ima i opciju sviranja različitih nota, različitih visina i glasnoće. U predmetu glazbene kulture, učenici se već u prvom razredu susreću s pojmovima dinamike i tempa. S godinama se to gradivo nadograđuje pa im se može na razne načine prezentirati glazbeni diktati. Glazbeni diktat može odraditi i mBot, a učenikov zadatak je reći koji od tonova je bio duži, koji kraći, koji višlji, koji niži.



**Slika 4.** Prikaz naredbi za sviranje različitih nota različitog trajanja

Također, može ga se koristiti i u likovnoj kulturi pri upoznavanju različitih skupina boja. mBot ima mogućnost prikazivanja velikog spektra boja, a može se regulirati i svjetlina. Tako s učenicima možemo ponoviti tople i hladne boje, odigrati kviz “Prikazuje li mBot toplu ili hladnu boju?” i sl.



Slika 5. Prikaz naredbi za izmjenu boja

## 9.2. Priprava za izvođenje nastavnog sata informatike

### **PRIPREMA ZA IZVOĐENJE NASTAVNOG SATA INFORMATIKE**

**Vrsta nastavnog sata:**

Sat usvajanja novih nastavnih sadržaja

**Mjesto izvođenja:**

Učionica

**Nastavna jedinica:**

Susret s mBot robotom

**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:**

robot, mBot, naredbe, mBlock

**Cilj nastavnog sata:**

Usvojiti pojam robota, upoznati edukativni robot mBot, imenovati i uočiti osnovne dijelove robota, opisati mogućnost mBota

**KORELACIJA S NASTAVNIM PREDMETOM:**

OŠ HJ A.5.1. Učenik govori i razgovara u skladu s interesima, potrebama i iskustvom.

**METODE RADA:**

metoda usmenog izlaganja, metoda razgovora, metoda demonstracije

**OBLICI RADA U NASTAVI:**

frontalni rad, individualni rad, grupni rad

**NASTAVNI MEDIJI I DIDAKTIČKI MATERIJALI:**

računalo, projektor, PPT prezentacija, robot mBot, dijelovi robota

**TIJEK IZVOĐENJA NASTAVNE JEDINICE – NASTAVNOG SATA**

<b>Nastavne etape</b>	<b>Korelacija s nastavnim područjima i predmetima</b>	<b>Nastavne metode, oblici rada</b>	<b>Sadržaj nastavne situacije</b>
<b>Nastavne situacije</b>			
ZAMISLI		Metoda razgovora Metoda demonstracije Frontalni rad	Pozdravljam učenike i predstavljam se. <i>Danas nam se na satu informatike pridružuje jedan neobičan gost. Kako bi mogli saznati o kome je riječ, prikazat ću vam neke njegove dijelove.</i> Prikazujem dijelove starijih robota, igračka robota i sl. <i>Metalna ruka, vijci, baterije, kotač, senzori... Ima li netko ideju komu/čemu su ovi dijelovi pripadali?</i> <i>Ovi dijelovi su pripadali robotima.</i> Na prezentaciji prikazujem različite robote. <i>Jeste li se vi susreli s robotima? Jeste se ikada igrali s njima? Što su oni mogli napraviti?</i>

ISTRAŽI	Hrvatski jezik	Frontalni rad  Metoda razgovora	<p>Učenicima prikazujem mBot robota. Učenici će uz pomoć moje demonstracije zaključiti što sve robot mBot može napraviti.</p> <p>Robota spustim na pod i pokrenem ga. Vozim ga kroz učionicu pomoću daljinskog ili mobilne aplikacije Makeblock.</p> <p><i>Što ovaj robot može raditi? Može se kretati. Pogledajte sada ovo.</i></p> <p>mBot odsvira melodiju mijenjajući boje.</p> <p><i>Svira i mijenja boje.</i></p> <p><i>Kako se moramo ponašati u blizini robota? Kako s robotom moramo rukovati?</i></p>
POVEŽI I IZRAZI		<p>Metoda usmenog izlaganja</p> <p>Metoda razgovora</p> <p>Metoda demonstracije</p> <p>Frontalni rad</p> <p>Individualni rad</p>	<p>S učenicima heurističkim razgovorom dolazim do osnovnih činjenica. Kako se robot pokreće, od čega se sastoji i sl.</p> <p><i>Da bi robot napravio nešto, potrebno mu je zadati naredbu. Sjećate li se u kojem smo programu zadavali naredbe nekom liku? U programu Scratch. U sličnom takvom programu pod nazivom mBlock ćemo zadati neke jednostavne naredbe mBotu.</i></p> <p>Učenicima demonstriram spajanje robota na računalo i prijenos nekoliko blokova naredbi.</p> <p>Učinimo to nekoliko puta.</p>



IZRADI		<p>Metoda usmenog izlaganja</p> <p>Metoda razgovora</p> <p>Metoda demonstracije</p> <p>Frontalni rad</p> <p>Individualni rad</p>	<p>Učenici u grupama rješavaju nastavni listić sa jednostavnim zadacima. Spajaju jednostavne naredbe u blokove.</p> <p>Nakon riješenog zadatka spajamo robota na program svake grupe i prenosimo naredbe te pogledamo što su učenici zadali robotu, tj. jesu li uspješno riješili zadatak.</p>
POKAŽI/UPITAJ		<p>Metoda usmenog izlaganja</p> <p>Metoda razgovora</p> <p>Frontalni rad</p> <p>Individualni rad</p>	<p>Učenicima se dijeli A5 papir.</p> <p>Zadatak je da na papir napišu što misle da im mBot još može pokazati, što bi oni htjeli još vidjeti od robota i kako im se svidio robot.</p>

## 10. ZAKLJUČAK

Svaki novitet u svijetu se može sagledati kao nešto dobro ili nešto loše. Svaki od njih donosi svoje dobre i svoje loše strane pa je tako isto i s digitalnom tehnologijom koja se uvukla u svaki segment čovjekova života. Tehnologija donosi mnogo toga dobrog, a na ljudima ostaje odluka na koji način će oni to prihvatiti i rukovati s time. U svakom slučaju, može je se svrstati kao izuzetno pozitivan segment čovjekovog života. Glavna prednost jest olakšanje poslova i ubrzanje prohoda informacija. Sigurno je da se ljudi ne žele vratiti u vrijeme kada je informaciji trebalo nekoliko dana da dođe od pošiljatelja do primatelja. Ubrzanje donose razne informacijsko komunikacijske tehnologije, ali tu je i robotika koja je svakim danom sve više implementirana u razna poslovanja te uspijeva odraditi sve kompliciranije poslove.

Kao što se i IKT uvrstila u svakodnevni obrazovni sustav, naročito u nastavni predmet informatike, postaje sve važnije i učenje i poučavanje o robotici. Učenici uče, stvaraju, odrastaju i postaju oni koji će svojim idejama i stečenim znanjem mijenjati svijet. Zbog toga je važno biti u korak s vremenom, a ne okupirati djecu zastarjelim i nepotrebnim informacijama. Potrebno im je ponuditi znanje o robotici.

Robotika u hrvatskom obrazovanju još uvijek ne dolazi kao samostalni predmet nego kao izvannastavna aktivnost koju učenici mogu odabrati ako žele. Velika zadaća je tu upravo na nastavnicima. Oni mogu omogućiti svim učenicima da uvide zanimljivost robotike tako što mogu uvesti robotiku unutar drugih nastavnih predmeta. Ona može na razne načine poboljšati nastavni sadržaj koji se uči tako što će ga učenici učiti kroz igru pomoću robota te će učenicima uz porast zainteresiranosti za nastavni sadržaj, možda porasti i interes za robotikom.

Današnji nastavnici se sve češće sreću s preprekama i pitanjima o uvođenju noviteta u svoj nastavni proces. Što se tiče robotike, mnogi od njih ovise i o financijskim mogućnostima škole. Također znanja o robotici imaju tek nastavnici informatike i tehničke kulture koji su imali mogućnost susresti se na svojim fakultetima s tom znanostju. No robotika se iz godine u godinu razvija, kao i sve ostalo naročito ono vezano za digitalnu tehnologiju. Zbog toga je važno znati dobro se snaći u tim promjenama i naučiti učenike da se dobro snalaze u istima. Bitno je nadograđivati znanje koje nastavnici imaju, koje su stekli na studiju i tijekom posla, prihvatiti promjene i hodati u korak s vremenom. Samo tako će nastavnici znati da iza sebe ostavljaju djecu, a potom i odrasle ljude koji neće samo uzeti teorijska znanja koja će im ocjenjivati nego i vještine prihvaćanja noviteta i sposobnosti iskorištavanja svojih talenata čitav

svoj životni vijek. Cijeli svoj život nastavnici obavljaju dvije važne uloge, a to su da su i nastavnik i učenik u isto vrijeme.

## 11. LITERATURA

- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. In *Themes in Science & Technology Education* (Vol. 6, Issue 1). [www.iais.fraunhofer.de/roberta](http://www.iais.fraunhofer.de/roberta)
- Arocena, I., Huegun-Burgos, A., & Rekalde-Rodriguez, I. (2022). Robotics and Education: A Systematic Review. *TEM Journal*, 11(1), 379–387. <https://doi.org/10.18421/TEM111-48>
- Blackwell, C. K., Lauricella, A. R., & Wartella, E. (2014). Factors influencing digital technology use in early childhood education. *Computers and Education*, 77, 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.013>
- Brlek, V., & Oreški, P. (2020). Edukativni roboti i njihova primjena u obrazovanju. *Hrvatski Sjever*, 115.
- Bubica, N., Mladenović, M., & Boljat, I. (2013). Programiranje kao alat za razvoj apstraktnog mišljenja. 15. *CARNetova Korisnička Konferencija - CUC 2013*.
- Buklijaš, S. (2010). SCRATCH Vizualni programski jezik za djecu. 12. *CARNetova Korisnička Konferencija - CUC 2010*.
- Caspersen, M. E., Diethelm, I., Gal-Ezer, J., McGettrick, A., Nardelli, E., Passey, D., Rován, B., & Webb, M. (2022). *Informatics Reference Framework for School*.
- Caspersen, M. E., Gal-ezer, J., Mcgettrick, A., & Nardelli, E. (2018). *Informatics for All The strategy*.
- Caspersen, M. E., Gal-Ezer, J., McGettrick, A., & Nardelli, E. (2019). Informatics as a fundamental discipline for the 21 st century. *Communications of the ACM*, 62(4), 58–63. <https://doi.org/10.1145/3310330>
- Cheng, Y. W., Sun, P. C., & Chen, N. S. (2017). An Investigation of the Needs on Educational Robots. *Proceedings - IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2017*, 536–538. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2017.115>
- Council, E. (2017). *Are We All In The Same Boat? Association for Computing Machinery*. <http://10.0.4.121/3106077>

- Eguchi, A. (2014). Educational robotics as a learning tool for promoting rich environments for active learning (REALs). *Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*, 27–34.
- Hashim, H. (2018). Application of Technology in the Digital Era Education. *International Journal of Research in Counseling and Education*, 1(2), 1.  
<https://doi.org/10.24036/002za0002>
- Hijon-Neira, R., Santacruz-Valencia, L., Perez-Marin, D., & GMómez-GMómez, M. (2017). An analysis of the current situation of teaching programming in primary education. *2017 International Symposium on Computers in Education, SIIE 2017, 2018-Janua*, 1–6.  
<https://doi.org/10.1109/SIIE.2017.8259650>
- Hrvatska enciklopedija. (pristupljeno dana 26.6.2022.)  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=68025>
- Jandrić, P. (2019). *ZNANJE U DIGITALNOM DOBU - Razgovori s djecom jedne male revolucije*. Jesenski i turk.
- MBlock. (pristupljeno dana 22.6.2022.) <https://www.mblock.cc/introduction-to-product/>
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja. (2018). *Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Informatike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj*. Narodne Novine. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_03\\_22\\_436.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_03_22_436.html)
- Ng, W. (2015a). Change and Continuity in Educational Uses of New Digital Technologies the. In *New Digital Technology in Education: Conceptualizing Professional Learning for Educators* (pp. 3–23). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05822-1>
- Ng, W. (2015b). Digital Literacy: The Overarching Element for Successful Technology Integration. In *New Digital Technology in Education: Conceptualizing Professional Learning for Educators* (pp. 125–145). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-05822-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05822-1_6)
- Ng, W. (2015c). Theories Underpinning Learning with Digital Technologies. In *New Digital Technology in Education: Conceptualizing Professional Learning for Educators* (pp. 73–94). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-05822-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05822-1_4)

- Oreški, P. (2021). PROSPECTIVE TEACHERS' ATTITUDES TOWARDS EDUCATIONAL ROBOTS IN PRIMARY EDUCATION. *Proceedings of ICERI2021 Conference*, 2322–2331. <https://www.gnu.org/software/pspp/>
- Sáez-López, J. M., Sevillano-García, M. L., & Vazquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Educational Technology Research and Development*, 67(6), 1405–1425. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5>
- Scratch. (pristupljeno dana 20.6.2022.). <https://scratch.mit.edu/about>
- Smyrnova-Trybulska, E., Morze, N., Kommers, P., Zuziak, W., & Gladun, M. (2016). EDUCATIONAL ROBOTS IN PRIMARY SCHOOL TEACHERS' AND STUDENTS' OPINION ABOUT STEM EDUCATION FOR YOUNG LEARNERS. *International Conferences ITS, IC EduTech and STE 2016*, 197–204. [www.roboty.bielsko.pl](http://www.roboty.bielsko.pl),
- Vicente, F. R., Llinares, A. Z., & Sánchez, N. M. (2020). “Sustainable City”: A Steam Project Using Robotics to Bring the City of the Future to Primary Education Students. *Sustainability (Switzerland)*, 12(22), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su12229696>
- Wikramanayake, G. (2005). Impact of Digital Technology on Education. *24th National Information Technology Conference*.

## Izjava o izvornosti 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.