

# Primjena robotike u nastavi informatike

---

**Nađ, Bruno**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:288972>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-03**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet informatike

**Bruno Nađ**

**PRIMJENA ROBOTIKE U NASTAVI INFORMATIKE**

Diplomski rad

Pula, rujan 2023.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet informatike

**Bruno Nađ**

**PRIMJENA ROBOTIKE U NASTAVI INFORMATIKE**

Diplomski rad

**JMBAG:** 0303076127, redoviti student

**Studijski smjer:** nastavni smjer Informatika

**Kolegij:** Metodika nastave informatike

**Mentor:** dr. sc. Ivan Pogarčić, izv. prof.

Pula, rujan 2023.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisan Bruno Nađ, kandidat za magistra nastave informatike, ovime izjavljujem da je ovaj diplomski rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima i da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

---

U Puli, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ godine



## IZJAVA O KORIŠTENJU AUTORSKOG DJELA

Ja, Bruno Nađ, dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom „Primjena robotike u nastavi informatike“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu sa Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama. Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

Potpis

---

U Puli, \_\_\_\_\_ (datum)

## **Sažetak**

Ovaj diplomski rad bavi se obrazovnom robotikom i njezinom primjenom kako u obrazovnom procesu tako i u nastavi informatike. Za početak se pojašnjava pojam STEM-a, ističući robotiku kao ključnu sastavnicu STEM područja. Dalje se u radu razmatra pojam robotike, predstavljaju generacije robota te se ukazuje na sve veću prisutnost robotike u društvu.

U trećem poglavlju definira se i analizira obrazovna robotika, njen razvoj i različite klasifikacije unutar nje. Naredno poglavlje osvrće se na prednosti integracije robotike u obrazovanje. Robotika u nastavi informatike govori kako se nastava robotike provodi uglavnom kao izvanškolska aktivnost ili kroz klubove mladih tehničara ali da njezina integraciju u nastavu informatike nije potpuna te da priznavanje nije postignuto. Djelovanje obrazovne robotike na razvoj kognitivnih vještina djece razmatra se u poglavlju koje slijedi, a potom se predstavljaju konkretni primjeri robota upotrebljivanih u obrazovnom procesu. Analiza interesa učenika za određena područja izborne nastave donosi se u petom poglavlju.

Šesto poglavlje pruža uvid u kurikulum nastave informatike, novi kurikulum informacije i digitalne kompetencije te donosi prijedlog smjernica za razradu kurikuluma robotike za osnovne škole. Sljedeće poglavlje opisuje važnost kompetencija i motivacije učitelja kako bi se učenicima osiguralo kvalitetnije obrazovanje.

Deveto poglavlje posvećeno je inicijativi Croatian Makers Ligi, najznačajnijem projektu za poticanje obrazovanja u području robotike i programiranja u Hrvatskoj. Završno poglavlje donosi rezultate istraživanja provedenog nad učiteljima informatike iz osnovnih škola, analizirajući njihove stavove i primjenu u nastavi.

### **Ključne riječi:**

Obrazovna robotika, nastava informatike, STEM, obrazovanje

## **Abstract**

This master's thesis focuses on educational robotics and its application in both the educational process and computer science teaching. Initially, the concept of STEM is clarified, highlighting robotics as a key component of the STEM field. The paper further delves into the concept of robotics, introduces the generations of robots, and points out the increasing presence of robotics in society.

In the third chapter, educational robotics is defined and analyzed, its development, and various classifications within it are discussed. The following chapters discuss the benefits of integrating robotics into education. Robotics in computer science teaching describes how robotics education is primarily implemented as an extracurricular activity or through youth technician clubs. However, its integration into computer science teaching is not yet complete, and recognition is still lacking. The impact of educational robotics on the development of cognitive skills in children is discussed in the subsequent chapter, followed by the presentation of specific examples of robots used in the educational process. The fifth chapter provides an analysis of students' interest in certain elective teaching areas.

The sixth chapter offers insights into the computer science teaching curriculum, the new curriculum for information and digital competencies, and proposes guidelines for developing a robotics curriculum for primary schools. The next chapter describes the importance of teacher competencies and motivation to ensure a higher quality education for students.

The ninth chapter is dedicated to the Croatian Makers League initiative, the most significant project for promoting education in the field of robotics and programming in Croatia. The concluding chapter presents the results of a study conducted on computer science teachers from primary schools, analyzing their attitudes and application in teaching.

### **Keywords:**

Educational Robotics, Computer Science Teaching, STEM, Education

# Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Znanost, tehnologija, inženjerstvo, matematika (STEM) .....	3
3. Robotika.....	3
3.1. Generacije robota .....	4
3.2. Utjecaj robotike na radna mjesta.....	6
3.3. Budućnost robotike .....	7
4. Obrazovna robotika.....	8
4.1. Pojam obrazovne robotike.....	9
4.2. Razvoj obrazovne robotike .....	10
4.3. Klasifikacija obrazovne robotike .....	11
4.4. Prednosti robotike u obrazovanju.....	14
4.5. Robotika kao izvanškolska aktivnost .....	15
4.6. Razvoj kognitivnih vještina s obrazovnim robotima.....	16
4.7. Primjeri obrazovnih robota.....	18
4.7.1. MIKO .....	19
4.7.2. SPHERO MINI .....	19
4.7.3. OSMO AWBIE .....	20
4.7.4. MBOT .....	21
4.7.5. MICRO: BIT .....	21
4.7.6. LEGO MINDSTORM EV3 .....	22
4.7.7. RASPBERRY PI.....	23
4.8. Izazovi primjene obrazovne robotike .....	23
5. Interesi učenika za izbornu nastavu .....	25
6. Kurikulum nastavnog predmeta informatike .....	26
6.1. Novi kurikulum informacijske i digitalne kompetencije .....	26
6.2. Razvoj kurikuluma osnovnoškolske nastave robotike .....	27
7. Programiranje pomoću obrazovne robotike .....	29
8. Edukacija učitelja u kontekstu robotike .....	30
9. Inicijativa za poticanje robotike u Hrvatskoj .....	31
10. Istraživanje primjene robotike u nastavi informatike.....	32
10.1 Cilj i metode istraživanja .....	32



10.2 Rezultati istraživanja.....	34
10.3 Rasprava .....	43
11. Zaključak .....	47

## 1. Uvod

Do 21. stoljeća brzi porast ljudske populacije doveo je do mnogih problema u razvoju društava. Istraživanje za pronalaženje rješenja problema dalo je veliki poticaj razvoju znanosti i tehnologije. Tehnologija je napredovala iz dana u dan. Tako se svaka nova generacija nadovezivala na prethodnu i pridonosila ubrzanju ove situacije. Ova situacija je učinkovita u razvoju situacija kao što su istraživanje, znatiželja, kritika, propitivanje i razmišljanje na visokoj razini u društvima. Također, omogućio je društvima da te koncepte vrlo brzo integriraju u obrazovne procese. U tom smislu, propitivanje i istraživačko razmišljanje koje su istraživači i edukatori prenosili na pojedince tijekom obrazovnoga procesa omogućilo je pojedincima da se brže prilagode svijetu koji se mijenja. Stoga su obrazovne tehnologije dobile veliku važnost kako bi mogle ići ukorak s tehnološkim svijetom u razvoju i ne zaostajati za godinama (ÇAM, 2022).

Razvoj računalne znanosti omogućio je stvaranje informacijske i komunikacijske tehnologije koja je snažno i temeljito promijenila svijet oko nas. Primjena računala u svim područjima današnjega života mijenja i način shvaćanja svijeta u kojemu živimo. Digitalna pismenost danas je neophodna svakomu pojedincu kako bi mogao upotrebljavati računala i različite računalne sustave pri obavljanju svakodnevnih obveza (MZO, 2018).

Kako su Informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT) postale sastavni dio svakodnevnoga života, njihova primjena u obrazovanju je postala neizbježna. Korištenje digitalnih alata, računalnih programa i mrežnih resursa omogućuje učenicima pristup bogatim izvorima informacija, interaktivnim sadržajima i alatima za stvaranje i dijeljenje znanja. Integracija robotike u nastavu informatike pruža dodatnu dimenziju učenju IKT-a, omogućujući učenicima da steknu praktično iskustvo u programiranju, rješavanju problema i timskome radu.

Tehnološki razvoj rezultirao je razvojem sve naprednijih i dostupnijih robotskih tehnologija. Roboti su prekretnica u znanstvenome i tehnološkome smislu. Razvojem umjetne inteligencije, računalstva, elektronike i drugih tehnologija, roboti sada, od industrijskih strojeva, postaju pametni “suradnici” na poslu, obavljajući tako poslove u medicini, uslužnim djelatnostima, u domovima za koje se nikada nije mislilo da će ih moći obavljati strojevi. Oni sve više postaju sastavni dio našega života i više nego li smo danas svjesni (Nikolić, 2015).

Robotika se ističe kao moćan alat za poticanje razvoja kritičkoga razmišljanja, logičkoga zaključivanja i praktičnih sposobnosti kod učenika. Privukla je veliko zanimanje učitelja i nastavnika kao vrijedan alat za razvoj kognitivnih i društvenih vještina učenika od predškolske dobi do srednje škole i to kao podrška u učenju matematike, informatike, računalstva i drugih nastavnih predmeta (Alimisis, 2013).

## **2. Znanost, tehnologija, inženjerstvo, matematika (STEM)**

STEM, interdisciplinarni pristup koji uključuje sve aktivnosti, discipline i zanimanja koja koriste znanstvena, tehnička, inženjerska i matematička znanja i vještine. U doba tehnološke revolucije, STEM područje izaziva sve veću pozornost, prvenstveno zato što su zanimanja iz ovoga područja deficitarna, visoko profitabilna i s velikim potencijalom za napredak. Upravo zbog ovih čimbenika, većina zemalja teži promovirati STEM u svojim obrazovnim i poslovnim sektorima kako bi osigurale svoj napredak i konkurenciju s razvijenim zemljama. U kontekstu društva i kulture, STEM obrazovanje teži rušenju predrasuda i stereotipa te ima za cilj poticati sve dobne skupine i oba spola na angažman u područjima informacijsko-komunikacijskih tehnologija, kao i studiranje i karijeru unutar STEM područja (Bešlić, 2022).

Obrazovni pristup STEM-u nastoji integrirati znanosti, tehnologiju, matematiku i inženjerstvo kroz različite discipline u kontekstualnome okruženju koje uključuje probleme iz stvarnoga života. Time se obogaćuje učenje i znanstvena pismenost učenika. Osim toga, STEM obrazovanje naglašava suradnju, komunikaciju, istraživanje, rješavanje problema, kritičko razmišljanje i kreativnost odnosno vještine koje su neophodne u suvremenome svijetu bez obzira na specifične interese ili ciljeve u karijeri (Sheth i Pathak, 2023).

Robotika, kao ključni dio STEM područja, igra važnu ulogu u njegovu razvoju. Integriranjem robotike u STEM obrazovanje, učenicima se pruža prilika da istraže i razmisle o tome kako tehnologija funkcionira. Time se stvaraju prilike za stjecanje znanja i vještina iz svih područja STEM-a kroz praktičnu primjenu i interaktivno učenje, stvarajući tako sveobuhvatno iskustvo učenja koje priprema učenike za izazove budućnosti.

## **3. Robotika**

Razvoj robotike započeo je u 20. stoljeću, ali posljednjih desetljeća došlo je do značajnoga napretka i ubrzanja. Napredak u tehnologiji senzora, računalstva, umjetne inteligencije i materijala omogućio je stvaranje sve modernijih i samostalnijih robota.

Robotika je primijenjena tehnička znanost koja predstavlja spoj strojeva i računarske tehnologije. Ona uključuje različite oblasti kao što su projektiranje strojeva, teoriju upravljanja i regulacije, mikroelektroniku, kompjutersko programiranje, umjetnu inteligenciju, ljudski faktor i teoriju proizvodnje (Velagić, n.d.).

Robotika je grana inženjerske znanosti i tehnologije koja se bavi robotima. U kontekstu robotike, tehnologija robota se odnosi na dizajn što podrazumijeva oblikovanje, konstrukciju, projektiranje, proizvodnju i primjenu robota. Razvija se u okviru automatike. Vrlo je važno poznavati činjenicu da se robotika bez automatike jednostavno ne može podučavati. Automatika se bavi načelima i teorijom automatskih kontrolnih sustava i uređaja koji izvršavaju zadatke, a da čovjek ne djeluje neposredno na njihovo izvršavanje zadataka (Brlek i Oreški, 2020).

Robotika je polje koje igra ključnu ulogu u oblikovanju budućnosti automatizacije, tehnologije i interakcije čovjeka i stroja. Kombinira inženjerstvo, znanost i kreativnost za stvaranje strojeva koji nam mogu pomoći povećati produktivnost i doprinijeti različitim aspektima društva.

### **3.1. Generacije robota**

Različite generacije robota karakteriziraju različita poboljšanja i sposobnosti. Od nastanka prvih robota do danas, FutureJobsForYou (2022) navodi četiri generacije robota, međutim, razvojem umjetne inteligencije možemo već govoriti i o petoj generaciji.

Prva generacija sastoji se od industrijskih robota koji se obično nalaze u velikim tvornicama. Programirani su za obavljanje jednog ili dva specifična zadatka na pokretnoj traci i ne mogu se reprogramirati. To ograničava njihovu korisnost jer se ne mogu koristiti za više aplikacija. Na primjer, ako tvrtka treba koristiti svoju pokretnu traku za proizvodnju automobila, ali također treba tu istu liniju za proizvodnju hladnjaka u neko drugo vrijeme, ti se strojevi ne bi mogli dovoljno brzo prilagoditi jer nikada nisu bili namijenjeni za različite vrste poslova.

Druga generacija uključuje "pametne" robote koji su sposobni učiti na svojim pogreškama i brzo reprogramirati bez potrebe da svaki put ponovno razvijaju čitave softverske sustave (što bi zahtijevalo značajne resurse). Međutim, ova vrsta još uvijek ima mnoga ograničenja: iako su sposobni obavljati više zadataka tijekom vremena zbog poboljšanih mogućnosti programiranja u odnosu na strojeve prethodnih generacija, poput mogućnosti brže analize podataka, još uvijek im nedostaje inteligencija poput ljudske, što sprječava donošenje odluka na temelju složenih čimbenika poput konteksta.

Predstavljena kasnih 1970-ih, treća generacija robota predstavljala je značajan korak naprijed u pogledu inteligencije i sposobnosti. Brzi rast računalne tehnologije omogućio je brzu obradu informacija, što je dovelo do integracije umjetne inteligencije u robote. Ovi roboti stekli su inteligenciju sličnu ljudskoj, što im je omogućilo da uče iz svojih prošlih iskustava i donose odluke na temelju tog znanja. Opremljeni su računalnim i kontrolnim sustavima, sposobnostima umjetnoga vida za opažanje vizualnoga okruženja i sposobnošću aktivne interakcije s okolinom koristeći silu i okretni moment. Ova poboljšanja učinila su robote treće generacije vrlo svestranim i prilagodljivim složenim zadacima i dinamičnim okruženjima.

Četvrta generacija robota, poznata kao nGeneration, predstavlja značajan napredak u robotskim sposobnostima. Ovi roboti evoluirali su iz prethodnih generacija s poboljšanim sensorima i procesorima, što im omogućuje samostalno obavljanje složenih zadataka. Iako još uvijek

zahtijevaju nešto ljudskoga angažmana, izvrsni su u pomaganju ljudima s raznim zadacima. Često se nazivaju "univerzalnim robotima", mogu se programirati za obavljanje različitih poslova i zadataka, uključujući one koji zahtijevaju veliku preciznost i brzinu. Ovi roboti koriste svoje senzore za interakciju s ljudima i drugim strojevima, proširujući njihov raspon primjena. Štoviše, mogu raditi s materijalima koji su prije bili izazovni, a za razliku od ranijih generacija, ne zahtijevaju odmor što pridonosi povećanju produktivnosti i učinkovitosti u raznim industrijama.

Borges (2022) navodi i petu generaciju. Danas je to najnovija generacija robotike. Temeljna karakteristika je korištenje napredne umjetne inteligencije s automatskim učenjem, bez ljudske intervencije, sposobnost oponašanja i razvoja modela izvedbe, razmišljanja i ponašanja, u najdinamičnijim i najnepoznatijim okruženjima. Time se prekida s lažnim ograničenjem da se roboti mogu koristiti samo u zadacima koji se ponavljaju. Primjena ove vrste robota nema granica, njihova velika sposobnost prilagodbe omogućuje im višestranost. To je generacija koja je tek u razvoju i na novim generacijama je da je nastave usavršavati.

Svaka generacija robota temeljila se na postignućima svojih prethodnika, pomičući granice robotske tehnologije i proširujući mogućnosti za budući napredak.

### **3.2. Utjecaj robotike na radna mjesta**

U suvremenome dobu tehnološke revolucije, robotika i automatizacija postaju ključni pokretači promjena u globalnome gospodarstvu. Njihova sveprisutnost u različitim sektorima, od

proizvodnje do usluga, donosi brojne prednosti. Robotika može povećati učinkovitost, fleksibilnost, preciznost, prilagodljivost i smanjiti ljudske pogreške. Međutim, s ovim tehnološkim napretkom dolazi i zabrinutost zbog potencijalnoga gubitka radnih mjesta, posebno onih tradicionalnih. Dok se neka tradicionalna zanimanja možda smanjuju ili čak nestaju zbog automatizacije, važno je shvatiti da tehnološki napredak također otvara vrata za stvaranje novih zanimanja. Upravo se u sektoru informatike i robotike pojavljuju novi profili zanimanja koji će biti ključni za budućnost rada. Ovi novi poslovi zahtijevaju specifična znanja i vještine, često kombinirajući tehničko znanje s kreativnošću i međuljudskim vještinama. Zanimljivo je da se predviđa kako će većina današnjih osnovnoškolaca raditi u zanimanjima koja trenutno ne postoje. Ova činjenica predstavlja izazov za obrazovne institucije. Postoji hitna potreba za prilagodbom kurikulumu kako bi se osiguralo da mladi ljudi steknu potrebne vještine za buduće poslove. Ovo nije samo izazov, već i prilika za obrazovne institucije da postanu inovativnije i prilagodljivije (Nikolić, 2021).

Robotika može donijeti promjene u načinu na koji radimo i živimo, ona također otvara vrata za nove mogućnosti i prilike. Ključ uspjeha u ovome novome svijetu rada leži u prilagodljivosti, stalnome učenju i spremnosti da se prihvate i iskoriste prednosti koje tehnologija pruža. Samo tako možemo osigurati da tehnološki napredak bude na korist svima, a ne samo nekolicini.

### **3.3. Budućnost robotike**

Distrelec (2023) smatra da je robotika prekretnica u znanstvenome i tehnološkome smislu. Razvojem umjetne inteligencije, računalstva, elektronike i drugih tehnologija roboti će tijekom sljedećih godina postati još prisutniji u našem društvu. Oni će biti ključni u poboljšanju naših života, na široku lepezu različitih načina. Kroz automatizaciju zadataka, koje su prije obavljali ljudi, omogućit će dramatična poboljšanja produktivnosti i operativne učinkovitosti. Ovo neće biti od koristi samo u industrijskome kontekstu, postojat će prilike za robote da nam pomognu u provođenju medicinskih postupaka, provođenju znanstvenih istraživanja, proizvodnji hrane koja nam je potrebna, brizi za starije osobe i školovanje naše djece.

Važno je djecu naučiti ponešto o robotici i automatici jer smo u današnjoj svakodnevnicu sve više okruženi automatskim sustavima i robotima. Ideja uvođenja robotike u opće obrazovanje



zasnovana je na uvjerenju da će se time osigurati lakše i jednostavnije korištenje robota, usvojiti opće znanje o načelima robotskih naprava te osposobiti učenike da kritički promatraju i manipuliraju automatiziranim uređajima, s ciljem njihove nadogradnje i poboljšanja (Brlek i Oreški, 2020).

#### **4. Obrazovna robotika**

Roboti polako započinju proces integracije u svakodnevni život kod kuće i u školi. Ovaj utjecaj društvene robotike je presudan za djecu i tinejdžere, gdje se roboti mogu koristiti za njihov razvoj i intelektualni rast. U današnjem dinamičnom obrazovnom okruženju, tehnološki napredak

neprestano mijenja načine na koje učenici stječu znanje. U tom kontekstu, jedan od najnovijih trendova u obrazovanju koji privlači sve veću pozornost je upotreba obrazovnih robota. Robotika pruža učenicima jedinstvenu priliku za učenje koja je istovremeno zanimljiva i informativna (Mubin i sur., 2013).

#### **4.1. Pojam obrazovne robotike**

Obrazovna robotika moćan je, fleksibilan alat za poučavanje i učenje koji nadahnjuje učenike da konstruiraju i kontroliraju robote koristeći specifične programske jezike (Gorakhnath i Padmanabhan, 2017).

Obrazovna robotika je disciplina koja je osmišljena za upoznavanje učenika s robotikom i programiranjem. Učenicima pruža sve što im je potrebno za jednostavnu izgradnju i programiranje robota sposobnoga za obavljanje različitih zadataka. Obrazovna robotika dio je polja robotike koje nazivamo društvenom robotikom. Društvena robotika će biti prisutna u našim svakodnevnim životima. Postupno uključujemo robote u ljudski društveni život (Nikolić, 2016). Obrazovna robotika uključena je u STEM obrazovanje, model podučavanja osmišljen za podučavanje znanosti, inženjerstva, tehnologije, matematike i načina na koji praksa ima prednost nad teorijom. Učinkovit je alat za učenje, za projektno učenje gdje su STEM, kodiranje, računalno razmišljanje i inženjerske vještine integrirane u jedan projekt. Robotika pruža mogućnosti učenicima da istraže kako tehnologija funkcionira u stvarnome životu. U posljednjih nekoliko godina primijećeno je da je popularno zanimanje za robotiku nevjerojatno poraslo. Obrazovna robotika je tehnološka inovacija koja služi kao alat za ostvarivanje misije pripreme mladih za aktivno uključivanje u tržište rada, društvene procese i komunikacije. Da steknu vještine potrebne u 21. stoljeću koje će im pomoći da se osjećaju kao punopravni sudionici društva (Tosheva, 2023). Mnogi istraživači su istraživali korištenje robota za podršku obrazovanju. Studije su pokazale da roboti mogu pomoći učenicima da razviju sposobnosti rješavanja problema i nauče računalno programiranje, matematiku i znanost. Obrazovni pristup koji se uglavnom temelji na razvijanju logike i kreativnosti kod novih generacija od prvoga stupnja obrazovanja vrlo je obećavajući. Za te ciljeve uporaba robotskih sustava postaje temeljna, ako se primjenjuju od ranijih faza obrazovanja. U osnovnim školama programiranje robota je zabavno te stoga predstavlja izvrstan

alat, kako za upoznavanje s IKT-om, tako i za pomoć u razvoju dječjih logičkih i jezičnih sposobnosti djece (Scaradozzi i sur., 2015).

## **4.2. Razvoj obrazovne robotike**

Razvoj obrazovne robotike ima korijene u povijesti robotike i obrazovanja. Slijedi pregled razvoja obrazovne robotike kroz povijest.

Pojam "robot" prvi je put uveden 1920. godine kako bi označio organizme koji obavljaju teške fizičke poslove, entitete koji se tretiraju kao sluga. Znanstvenik i pisac Isaac Asimov predvidio je etičke i društvene implikacije koje će proizaći iz uvođenja robota u društvo. Godine 1940. pokušao je kodificirati etiku interakcije između robota i ljudi uvodeći tri osnovna zakona robotike u romanu Runaroud. Brzi tehnološki napredak od 1950-ih godina omogućio je početak istraživanja interakcija između ljudi i strojeva (eMedia, 2018).

U 1960-ima, sveučilišta su počela istraživati područje obrazovne tehnologije s naglaskom na biheviorističke pristupe računalno potpomognute nastave. U tu svrhu, koristili su se tekstualni terminali teletipa kako bi predložili vježbe i zadatke učenicima. Ovi pristupi su se temeljili na ideji da računalni sustavi mogu podržati učenje putem interakcije i ponavljanja te omogućiti prilagodljivost i praćenje napretka učenika (eMedia, 2018).

Seymour Papert, matematičar, informatičar i pedagog, započeo je istraživanje teorija učenja s naglaskom na utjecaj novih tehnologija na obrazovanje. On je prvi put promovirao ideju da škole mogu biti organizacije koje uče. Papert je razvio revolucionarnu teoriju učenja nazvanu "konstrukcionizam", koja je nadogradila konstruktivističke teorije učenja Jeana Piageta. Kao dio svojih istraživanja, Papert je osnovao Epistemology and Learning Research Group, koji se kasnije razvio u poznati MIT Media Lab. U sklopu tih istraživanja, Papert je primijenio teoriju konstrukcionizma na razvoj programskoga jezika Logo. Glavni cilj Logo-a bio je uključiti učenike u vizualno istraživanje matematičkih svojstava na praktičan način. Za tu svrhu, koristio je jednostavan uređaj poznat kao "kornjača" koja je crtala linije na zaslonu osobnoga računala. Ova interaktivna okolina za učenje, nazvana mikrosvijet kornjače, postala je vizionarski alat koji je omogućio učenicima da istražuju matematiku kroz konkretno iskustvo i vizualno programiranje. (Senteni, 2014).

eMedia (2018) navodi razvoj integriranih sklopova, digitalnih računala i minijaturnih komponenti omogućio je dizajn i programiranje robota korištenjem namjenskoga softvera. Ovi roboti, nazvani industrijski roboti, postali su bitne komponente za automatizaciju fleksibilnih proizvodnih sustava u kasnim 1970-ima. Osamdesetih godina prošloga stoljeća robotika je definirana kao znanost koja proučava inteligentnu vezu između percepcije i djelovanja. Djelovanje robotskoga sustava povjereno je lokomotornome aparatu za kretanje u okolini, pri čemu odgovarajući aktuatori pokreću mehaničke komponente robota. Percepcija se izvlači iz senzora koji pružaju informacije o stanju robota (položaj i brzina) i okolnome okruženju (sila i dodir, domet i vid). Inteligentna veza povjerena je arhitekturi programiranja, planiranja i upravljanja koja se temelji na percepciji i dostupnim modelima robota i okoline te iskorištava učenje i stjecanje vještina.

U 1990-ima istraživanje je bilo potaknuto potrebom za korištenjem robota za rješavanje sigurnosti ljudi u opasnim okruženjima, za poboljšanje sposobnosti ljudskoga operatera i smanjenje umora ili željom za razvojem proizvoda s velikim potencijalnim tržištima za poboljšanje kvalitete života. Roboti su pronašli nove primjene izvan tvornica, u područjima kao što su čišćenje, traganje i spašavanje, podvodne, svemirske i medicinske primjene (eMedia, 2018).

Godine 2003. tvrtke Logo i Lego udružile su napore kako bi predložile obrazovni robotski alat nazvan Lego Mindstorms. U međuvremenu, Mitchell Resnick, bivši student Seymoura Papert-a, lansirao je Scratch, novi programski jezik temeljen na Logou, koji ponovno koristi koncept mikrosvijeta. Scratch u velikoj mjeri koristi sve nove značajke koje pružaju moderne tehnologije, uključujući simulacije i vizualizacije eksperimenata, snimanje predavanja s animiranim prezentacijama, animirane priče iz društvenih znanosti te interaktivnu umjetnost i glazbu (Senteni, 2014).

Napretkom tehnologije poput umjetne inteligencije i strojnoga učenja posljednjih desetak godina porastao je interes za obrazovnim robotima. Pojavile su se nove platforme kao što su Arduino i Raspberry Pi, koje omogućuju učenicima da se upuste u eksperimentiranje s elektronikom i programiranjem.

### **4.3. Klasifikacija obrazovne robotike**

Postoje različite klasifikacije robota. Emedia (2018) klasificira robote ovisno o sektoru primjene:

1. Industrijski roboti
2. Uslužni roboti

### 3. Obrazovni roboti koji su podijeljeni kao obrazovni roboti i roboti za obrazovanje

Adarkwah i sur., (2023) navode obrazovna robotika niz je aktivnosti, nastavnih planova i programa, fizičkih platformi, obrazovnih resursa ili obrazovne filozofije čiji je cilj pomoći podučavanju i aktivnostima učenja. Dizajniranjem, sastavljanjem, programiranjem i radom, obrazovna robotika budi interes i znatiželju učenika te razvija njihove kompetencije. Modularni roboti i robotički setovi uobičajeni su dodaci u obrazovnoj robotici, kao što su Lego Mindstorms i mBot kako bi se kroz praktične aktivnosti provodilo robotsko podučavanje. Roboti za obrazovne usluge su uslužni roboti s inteligencijom sposobni za podučavanje i učenje. Uobičajeno se koriste u pomoćnoj i upravljačkoj nastavi u domenama kao što su STEM obrazovanje, učenje jezika i programi učenja s posebnim potrebama. Za razliku od proizvoda koji se obično koriste u obrazovnoj robotici, roboti za obrazovne usluge imaju fiksnu strukturu. Osim toga, korisnici ne rastavljaju ove robote sami. Roboti za obrazovne usluge mogu biti oblikovani kao ljudi, životinje ili vozila različitih oblika i veličina.

U svojoj studiji, O'Brien (2019.) je klasificirao obrazovne robote na temelju fizičkoga dizajna, programiranja i obrazovne metode. Razvrstao ih je u četiri kategorije:

1. Fizički kodirani roboti su već sastavljeni roboti. Programiraju se putem tipki i namijenjeni su prvenstveno predškolskoj djeci. Kroz igre i aktivnosti s ovim robotima potiče se učenje. Primjeri robota koji također mogu podučavati osnovne vještine su Kidoboto, Bee-Bot Robot, Cubetto Robot, Code-a Pillar Robot i Thymio Robot.
2. Roboti programirani na početnoj razini su sastavljeni roboti koji se mogu programirati putem tableta, pametnoga telefona i daljinskoga upravljača. Namijenjeni su učenicima osnovnih škola. Učenje se potiče kroz igre i aktivnosti s ovim robotima. Robot Botley može poslužiti kao primjer robota koji se može koristiti za podučavanje osnovnoga pisanja i kodiranja.

3. Roboti koji se programiraju putem računala su sastavljeni roboti koji omogućuju blokovsko ili tekstualno programiranje i namijenjeni su učenicima osnovnih i srednjih škola. Mogu se osmisliti različite zadaće i aktivnosti. Pružaju programski put učenja kroz upotrebu različitih senzora. Također omogućuju složeno i kreativno kodiranje. Primjeri ovih robota su Edison Robot, Sphero Bolt i Mbot.
4. Roboti temeljeni na kompletu, za razliku od drugih robota, nisu sastavljeni. Od učenika se očekuje da sami sastave i programiraju robote. Omogućuju blokovsko ili tekstualno kodiranje. Mogu se osmisliti strukturirane zadaće i aktivnosti s robotima namijenjenim srednjoškolcima. Roboti koji omogućuju učenje temeljeno na programiranju uz upotrebu elektronike i inženjerskih znanja korisnika također potiču složeno i kreativno kodiranje kroz vještine rješavanja problema. Primjeri ovih robota su LEGO Mindstorms EV3 i VEX.

Pei i Nie (2018) klasificirali su obrazovne robote uzimajući u obzir funkcije robota i znanje korisnika. Obrazovni roboti mogu se podijeliti u četiri skupine:

1. Inteligentni pomoćni roboti su govorni sustavi koji koriste tehnologiju prirodnoga jezika i integrirani su s umjetnom inteligencijom. Oni provode semantičko prepoznavanje, prepoznavanje emocija, obradu podataka i analizu. Primjer takvoga robota je Jill, razvijen od strane IBM-a.
2. Virtualni simulacijski roboti izvode zadatke simulacije i interakcije na računalima koristeći 3D grafiku i simulaciju. Koriste se za razvoj praktičnih i inovativnih vještina učenika te se često koriste u eksperimentalnim studijama i natjecanjima. Primjeri takvih robota su Microsoft Robotics Studio i iRobotQ 3D.
3. Neuobičajeni obrazovni roboti namijenjeni su posebnim skupinama kao što su učenici s teškoćama u razvoju. Oni mogu oponašati pokrete lica i mišića ili tjelesno ponašanje te imaju za cilj poboljšati emocionalne i društvene sposobnosti učenika s autizmom. Primjeri takvih robota su pametne igračke za predškolsku djecu, medicinski obrazovni roboti za studente medicine i roboti za učenje jezika.

4. Višenamjenski roboti namijenjeni su razvijanju raznovrsnih znanja i vještina. Oni se mogu slobodno sastaviti prema nastavnim zahtjevima i prikladni su za upotrebu od predškolske do starije dobi. Različiti moduli se mogu kombinirati za obavljanje različitih zadataka i idealni su za STEM aktivnosti. Primjeri takvih robota su LEGO kompleti.

#### **4.4. Prednosti robotike u obrazovanju**

Obrazovanje, zdravstvena skrb, medicina, zapošljavanje, transport, proizvodnja, poljoprivreda i oružani sukobi su pod utjecajem novih tehnologija. Uvođenje obrazovne robotike u škole postaje sve važnije kako bi se djeca pripremila za ovaj tehnološki sve napredniji svijet. To je strategija podučavanja koja koristi robote kao resurse za integraciju novih tehnologija u nastavu. (Demir, Zulfiagarova 2022.)

U području obrazovanja, roboti se mogu koristiti za podučavanje različitih predmeta poput matematike, fizike i programiranja. Kroz konstrukciju i programiranje robota, učenici dobivaju praktičnu primjenu znanja i razvijaju kreativnost, logičko razmišljanje i timski rad. Uvođenje robotike u škole donosi brojne prednosti koje navodi Nikolić (2016.):

1. Poticanje zabave i interesa: Robotika i dizajn video igara pokazali su se kao izuzetno uspješni načini uvođenja informatičke tehnologije u školski kurikulum. Djecu privlače te aktivnosti jer su zabavne i uzbudljive, potiču njihovu kreativnost i interes za tehnologiju.
2. Učinkovito učenje programiranja: Robotika pruža praktičan pristup učenju programiranja. Kroz programiranje robota, učenici lakše razumiju koncepte i postupke potrebne za oblikovanje programskih naredbi. Također, uče o važnosti preciznih uputa i logičkoga razmišljanja.
3. Razvoj korisnih vještina za buduće zapošljavanje: Sve veća potreba za programerima koji će programirati mehaničke uređaje čini robotiku izuzetno važnom za stjecanje vještina potrebnih

za buduće zapošljavanje. Kroz rad s robotima, učenici razvijaju vještine poput rada s alatima, izrade i montaže dijelova te razumijevanja njihove uporabe.

4. **Pristupačnost za različite skupine učenika:** Robotika se pokazala posebno prikladnom za djecu s autizmom. Mirne, jasne i konzistentne interakcije koje pružaju roboti odgovaraju njihovim potrebama. Robot NAO je posebno napredan u radu s autističnom djecom, a razvijene su i igre za NAO robote kako bi se olakšalo učenje i interakcija s tom djecom. Robotika također pruža priliku za rad i suradnju učenika s različitim sposobnostima.
5. **Demistifikacija kompleksnih tehnologija:** Rad s robotima pomaže u razbijanju straha od nepoznatih tehnologija. Kako se roboti sve više koriste u različitim područjima, važno je razumjeti njihove mogućnosti i ograničenja. Iskustvo konstruiranja i programiranja robota pruža učenicima znanje o tim tehnologijama i njihovim potencijalima.

Istraživači i učitelji slažu se da uključivanje znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike u rano obrazovanje daje snažnu motivaciju i veliko poboljšanje brzine učenja. Većina nastavnih planova i programa u osnovnim školama uključuje niz koncepata koji pokrivaju prirodoslovlje i matematiku, ali manje se napora ulaže u podučavanje rješavanja problema, informatike, tehnologije i robotike. Korištenje robotskih sustava i uvođenje robotike kao nastavnoga predmeta može donijeti mogućnost prenošenja djeci osnova tehnologije i dati im druge vrste ljudskih i organizacijskih vrijednosti. (Scaradozzi, Sorbi, Pedale, Valzano, Vergine, 2015).

#### **4.5. Robotika kao izvanškolska aktivnost**

Obrazovna robotika je relativno nova znanstvena disciplina koja se bavi konstrukcijom, programiranjem i korištenjem robota na različitim obrazovnim razinama. Posljednjih je godina obrazovna robotika postala vrlo popularna u osnovnom i srednjem obrazovanju, zbog učinkovite pomoći koju nudi učenicima u stjecanju vještina rješavanja problema (Chaidi i sur., 2021).



Lapov Padovan, Kovačević i Purković (2018) navode da se nastava robotike 2018. godine u Hrvatskoj provodila uglavnom kao izvanškolska aktivnost ili kroz klubove mladih tehničara. Važno je razumjeti razliku između korištenja obrazovnih robota za učenje programiranja, što je fokus nastavnika informatike, i učenja samoga područja robotike, što je u nadležnosti nastavnika tehničke kulture. Stoga je neprikladno nazivati robotiku aktivnošću čiji je cilj isključivo učenje programiranja. Nastava robotike često ovisi o entuzijazmu nastavnika iz tehničkoga područja jer osnivanje klubova i provođenje nastave zahtijevaju određene kompetencije i motivaciju. Međutim, podrška škole i izvanškolskoga okruženja također su bitni faktori.

#### **4.6. Razvoj kognitivnih vještina s obrazovnim robotima**

Kroz igru i obrazovne robote, učenici mogu razviti važnu kognitivnu vještinu, računalno razmišljanje, koja im pomaže u rješavanju problema putem logičkih koraka. Međutim, obrazovni roboti ne samo da mogu razviti računalno razmišljanje, već potaknuti i na razvoj drugih kognitivnih vještina kod djece i mladih. (Nikolić, 2016).

Iberdrola (2020.) navodi vještine koje učenici mogu razviti putem obrazovnih robota:

Učenje iz pogrešaka: Kroz interakciju s obrazovnim robotima, učenici mogu otkriti da pogreške nisu konačne, već izvor novih saznanja i zaključaka. Ova mogućnost učenja iz pogrešaka može potaknuti njihovu sposobnost rješavanja problema i kritičkoga razmišljanja.

Timski rad: Obrazovni roboti mogu potaknuti suradnju i timski rad među učenicima kroz zajedničko rješavanje izazova. Ova interakcija s robotima može poduprijeti socijalizaciju, razvoj komunikacijskih vještina i sposobnost rada u timu.

Prilagodba: Učenje o korištenju robota može pomoći učenicima da se lakše prilagode svijetu u kojemu se sve više koriste automatizirani uređaji. Kroz interakciju s obrazovnim robotima, učenici mogu razviti sposobnost brzoga prilagođavanja promjenama i stjecanja novih vještina.

**Kreativnost:** Potraga za rješenjima i mogućnost prilagođavanja funkcija robota može potaknuti maštu i kreativnost kod učenika. Kroz eksperimentiranje s obrazovnim robotima, učenici se mogu potaknuti na inovativno razmišljanje i pronalaženje novih načina za rješavanje problema.

**Samopoštovanje:** Postizanje uspjeha u učenju o robotici može poboljšati samosvijest i samopouzdanje učenika. Kroz stjecanje novih vještina i savladavanje izazova s robotima djeca mogu razviti pozitivno samopouzdanje i vjeru u vlastite sposobnosti.

**Proaktivnost:** Uspjeh na jednome području može potaknuti učenike da preuzmu nove zadatke i izazove na drugim područjima. Kroz interakciju s obrazovnim robotima, učenici mogu postati proaktivni u svojem učenju i razviti inicijativu za samostalno istraživanje i stjecanje novih znanja.

**Samoprocjena:** Obrazovni roboti mogu omogućiti učenicima da odmah vide rezultate svojih postupaka. Ova brza povratna informacija može potaknuti razvoj samoprocjene i samostalnosti kod djece, omogućavajući im da samostalno procijene i poboljšaju svoje performanse.

**Praktična primjena znanja:** Obrazovni roboti mogu motivirati učenike da primjene matematička, fizička i druga znanja stečena u školi na praktičan način. Kroz programiranje robota i rješavanje izazova, učenici imaju priliku primijeniti teorijska znanja na konkretnim zadacima, što povećava njihovu sposobnost primjene znanja u stvarnome svijetu.

**Razvoj drugih kognitivnih vještina:** Osim navedenih benefita, obrazovni roboti također mogu pozitivno utjecati na razvoj drugih kognitivnih vještina, poput odgovornosti, reda, prostorne percepcije i odnosa među objektima. Kroz interakciju s robotima, djeca mogu razviti sposobnost organizacije, strukturiranja informacija i razumijevanja prostora.



Slika 1: Vještine koje učenici razvijaju zahvaljujući obrazovnim robotima (Iberdrola, 2020.)

U srednjemu i visokome obrazovanju, napredniji obrazovni roboti pružaju mogućnosti za produblјivanje znanja o robotici i programiranju. Kroz programiranje humanoidnih robota ili robota specifično programiranih za podučavanje određenih predmeta, studenti imaju priliku integrirati teoriju i praksu, potičući svoju kreativnost, istraživački duh i praktičnu primjenu stečenih znanja (Iberdrola, 2020).

#### 4.7. Primjeri obrazovnih robota

Roboti ne samo da su interesantni i zabavni učenicima, već predstavljaju sjajan način da se poveća njihova angažiranost i fokus u nastavi robotike. Obrazovni roboti se mogu podijeliti po uzrastima i primjeni, što omogućava prilagođavanje njihova korištenja u različitim razredima i potrebama učenika. Postoji raznolik spektar robota i uređaja koji se mogu koristiti u obrazovne svrhe za unaprjeđivanje znanja o robotima kao i o programiranju.

#### **4.7.1. MIKO**

Miko je interaktivni robot dizajniran posebno za djecu. Namijenjen je djeci u dobi od 5 godina pa nadalje. Ovaj inovativni robot pruža zabavno i edukativno iskustvo te ima za cilj potaknuti razvoj dječje mašte, kreativnosti i vještina. Miko je opremljen brojnim mogućnostima koje ga čine privlačnim i korisnim za djecu. Jedna od njegovih ključnih mogućnosti je interakcija s djecom putem razgovora. Miko ima ugrađen govor i sposobnost prepoznavanja glasa, što omogućuje djetetu da postavlja pitanja, dobiva odgovore i sudjeluje u raznim interaktivnim igrama. Osim toga, Miko ima sposobnost prepoznavanja lica, što mu omogućuje da personalizira interakciju s pojedinim djetetom. Može zapamtiti imena djece i prilagoditi se njihovim preferencijama. Miko također ima ugrađene senzore za detekciju pokreta, što mu omogućuje da se kreće po prostoru. To znači da Miko može plesati, pratiti pokrete djeteta ili čak igrati igre koje uključuju fizičku aktivnost. Ovaj robot također ima bogatu knjižnicu interaktivnih priča, pjesama i zagonetki. Djeca mogu uživati u pričanju priča s Mikom, pjevanju pjesama zajedno s njim ili rješavanju zagonetki i mozgalica. Miko je dizajniran da bude siguran za djecu i ima ugrađene sigurnosne funkcije poput nadzora roditelja putem mobilne aplikacije. Roditelji mogu pratiti aktivnosti djeteta s Mikom i prilagoditi postavke prema potrebama (Meet Miko).

#### **4.7.2. SPHERO MINI**

Sphero Mini je inovativna robotska kuglica veličine stolnoteniske loptice. Ovaj mali, ali snažan robot može se kontrolirati i programirati putem besplatnih Sphero aplikacija.

Namijenjen je djeci od 5 godina pa nadalje. Sphero Mini omogućuje djeci da istražuju svijet robotike, programiranja i STEM područja na zabavan i intuitivan način. Jedna od najvažnijih

možnosti Sphero Mini robota je njegova upravljivost putem mobilne aplikacije. Koristeći Bluetooth vezu, djeca mogu upravljati robotom putem svoga pametnoga telefona ili tableta. Aplikacija omogućuje jednostavno upravljanje robotom, ali i nudi razne igre i aktivnosti koje imaju za cilj potaknuti kreativnost i problemno razmišljanje. Sphero Mini je moguće programirati, što znači da djeca mogu naučiti osnove programiranja kroz jednostavan, vizualni programski jezik. Kroz blok programiranja djeca mogu stvarati svoje vlastite zadatke, smisliti putanje i naredbe za robota te vidjeti kako se njihove ideje pretvaraju u stvarnost. Ovaj mali robot također je opremljen sensorima, uključujući akcelerometar, žiroskop i senzor udaljenosti. To omogućuje Sphero Mini robotu da reagira na okolinu i izvršava određene zadatke. Primjerice, može reagirati na prepreke, pratiti linije ili se kretati po unaprijed određenoj putanji. (Spheromini).

#### **4.7.3. OSMO AWBIE**

Osmo Awbie je interaktivni obrazovni sustav koji kombinira fizičke manipulacije s digitalnom tehnologijom kako bi pružio djetetu edukativno i zabavno iskustvo. Namijenjen je djeci u dobi od 5 do 10 godina, pružajući im mogućnost istraživanja, učenja i kreativnog razmišljanja. Osmo Awbie koristi poseban set karata i fizičkih blokova koji se koriste zajedno s pametnim telefonom ili tabletom. Djeca koriste te blokove kako bi upravljala likom Awbie u digitalnom svijetu na zaslonu. Cilj igre je rješavanje zadataka, prikupljanje voća i ispunjavanje različitih izazova. Jedna od ključnih mogućnosti Osmo Awbie je potaknuti kreativno razmišljanje i logiku djeteta. Djeca moraju koristiti svoje vještine planiranja i rješavanja problema kako bi Awbie-ju pomogla da prijeđe razne prepreke i izazove. Kroz igru, djeca mogu razviti koncentraciju, prostornu svijest, matematičke vještine i logičko razmišljanje. Osmo Awbie također ima za cilj potaknuti timski rad i suradnju. Djeca mogu zajedno rješavati zadatke, razmjenjivati ideje i zajedno se veseliti postignućima. To ih može potaknuti na komunikaciju i razvoj socijalnih vještina. Još jedna značajna mogućnost Osmo Awbie je da se igra prilagođava razini i napretku djeteta. Kroz napredak kroz razine i izazove, djeca se suočavaju s sve složenijim zadacima koji ih potiču na kontinuirani razvoj i napredak. Osmo Awbie također podržava razvoj dječje mašte. Djeca mogu koristiti kreativnost kako bi stvorila vlastite načine rješavanja izazova ili čak stvarala vlastite zadatke za druge igrače. To im omogućuje da budu aktivni kreatori i izraze svoje ideje (Osmo).

#### **4.7.4. MBOT**

mBot je edukativni robot koji je dizajniran s ciljem poticanja učenja programiranja, robotike i STEM vještina kod djece. Proizvodi ga tvrtka Makeblock, koja je vodeća u proizvodnji DIY (eng. Do it yourself – Uradi sam) edukacijske opreme za robotiku i informatiku. Ovaj robot je pogodan za djecu različitih uzrasta i nudi mnoge mogućnosti za istraživanje i zabavu. S obzirom na svoju pristupačnost i jednostavnost korištenja, mBot je idealan za početnike u području robotike i programiranja. Ovaj robot ima za cilj omogućiti djeci da steknu temeljna znanja iz ovih područja te razviti logičko razmišljanje, kreativnost i vještine rješavanja problema. Jedna od najvažnijih značajki mBot robota je njegova jednostavnost montaže. Uz priložene dijelove i jasne upute, djeca mogu samostalno sastaviti robota bez potrebe za posebnim alatima ili predznanjem. To im omogućuje da se upuste u praktično iskustvo izrade vlastitoga robota te da razumiju osnove mehanike i elektronike. Djeca mogu koristiti grafiku s povlačenjem blokova kako bi programirala mBot da obavlja različite zadatke. Mogu ga naučiti kretanju po unaprijed određenoj putanji, izbjegavanju prepreka, svjetlećim efektima i još mnogo toga. Također, mBot ima mogućnost bežične komunikacije putem Bluetootha, što omogućuje daljinsko upravljanje robotom putem pametnoga telefona ili računala. mBot također nudi mogućnost daljinskoga upravljanja pomoću daljinskoga upravljača koji dolazi u paketu. Ovaj način upravljanja omogućuje djeci da istražuju okolinu, igraju se utrkama ili izvode različite zadatke s robotom (Uvod o mbotu)

#### **4.7.5. MICRO: BIT**

Micro:bit je mala računalna platforma koju je moguće programirati. Dizajnirana je da inspirira učenje i kreativnost. Ovaj uređaj, razvijen od strane BBC-a u suradnji s brojnim partnerima, uključujući Microsoft, ARM, British Council, IET Institution of Engineering and Technology, Nominet, Amazon, Samsung, i Lancaster University, ima za cilj omogućiti djeci širom svijeta da stvaraju i uče koristeći Micro:bit. Dizajniran je da bude jednostavan za upotrebu, a da i dalje bude dovoljno snažan da radi zanimljive stvari. Na prednjoj strani Micro:bit-a nalaze se dva gumba, A i B, te matrica od 5x5 LED dioda koje se također mogu programirati. Ove diode mogu se koristiti za prikazivanje teksta, prikazivanje oblika, pokazivanje strelica koje pokazuju određene smjerove i gotovo sve ostalo što se može zamisliti s mrežom od dvadeset pet malih svjetala. Micro:bit se povezuje s računalom putem USB porta. Nakon povezivanja, Micro:bit se pojavljuje kao pogon

za pohranu na računalu, omogućujući jednostavno prenošenje programskih skripti na uređaj. Može se programirati koristeći različite jezike i okruženja. Micro:bit Foundation nudi pet različitih načina za programiranje Micro:bit-a, svi su web-based programski jezici napisani u JavaScriptu. Učenici mogu odabrati Touch Develop od Microsofta, Code Kingdoms, JavaScript editor, Microsoft's Block Editor, MicroPython, ili PXT. Sva ova okruženja variraju prema razini vještina, neka su jednostavna programiranja povlačenja blokova slična Scratchu dok su drugi potpuno tekstualni za naprednije programere (Getting started with the microbit)

#### **4.7.6. LEGO MINDSTORM EV3**

LEGO Mindstorms predstavlja inovativnu seriju setova dizajniranih da omogući korisnicima razvoj i programiranje različitih robota. Ovi setovi uključuju, kako softver tako i hardver, koji u kombinaciji omogućuju kreiranje različitih robota sa specifičnim funkcijama. Glavni dio svakoga seta je LEGO Mindstorms cigla koja djeluje kao upravljač i omogućuje pokretanje različitih vrsta programa. Cigla upravlja različitim senzorima i motorima omogućujući obavljanje specifičnih zadataka.

LEGO Mindstorms setovi su namijenjeni djeci starijoj od 10 godina, ali i odraslima. Uzrasna granica može varirati ovisno o individualnoj razini sposobnosti i interesa korisnika. Set je tako koncipiran da je prilagođen početnicima, ali nudi i naprednije mogućnosti za one koji žele dalje istraživati i razvijati svoje vještine u programiranju i konstrukciji robota. Koristeći LEGO kockice, motore, senzore i upravljač, djeca mogu konstruirati vlastite robote. Ovi setovi omogućuju razvoj različitih modela robota, poput malih modela industrijskih robota ili nekih sistema koji se koriste u stvarnome životu. LEGO Mindstorms podržava kreiranje robota poput Stairclimbera, Gyro Boya, Color Sortera i Robot Arma. Ovi roboti mogu obavljati različite zadatke, poput penjanja po stepenicama, održavanja ravnoteže na dva kotača, sortiranja boja i premještanja objekata.

Za programiranje robota, LEGO Mindstorms podržava različite programerske jezike i okruženja, uključujući LEGO EV3 programski jezik, Scratch i Python. Ovo pruža priliku korisnicima da se upuste u programiranje na različitim razinama, od jednostavnih komandi do složenih algoritama (Lego Mindstorms ev3).

#### **4.7.7. RASPBERRY PI**

Raspberry Pi je serija malih jednopločnih računala razvijenih u suradnji s Raspberry Pi Foundation i Broadcom. Ovaj uređaj, svojim inovativnim dizajnom i pristupačnošću, potiče korisnike na eksperimentiranje, programiranje i kreiranje vlastitoga softvera. Zahvaljujući svojoj niskoj cijeni i otvorenome dizajnu, ovaj je model postao popularan među širokim spektrom korisnika. Koristi se u različitim kontekstima, uključujući izradu igračih konzola, uređaja za bavljenje sportom, meteoroloških stanica i slično.

Podržava različite programske jezike, uključujući Python, koji je jedan od najpopularnijih jezika za edukaciju i razvoj. Python je posebno popularan zbog svoje jednostavnosti i čitljivosti što ga čini idealnim programskim jezikom za početnike. Raspberry Pi je postao popularan alat za "Internet stvari" (IoT) projekte. Njegova sposobnost povezivanja s različitim senzorima i uređajima, kao i njegova mogućnost povezivanja na internet, čine ga idealnim za razvoj pametnih kućnih uređaja, automatizaciju i mnoge druge IoT aplikacije. Raspberry Pi je postao nezaobilazan alat za tisuće korisnika svih dobnih skupina koji žele započeti svoje putovanje u svijetu računalne znanosti.

#### **4.8. Izazovi primjene obrazovne robotike**

Roboti ugrađuju različite tehnologije i stoga daju pristup širokome rasponu područja, kao što su složena mehanika, senzori, bežični prijenos, matematika, informatika itd. Emocionalni potencijal mobilnih robota i njihova raznolika tehnologija čini ih potencijalno idealnim alatom za obrazovanje (Mondada, Bonani i suradnici, 2017).

Uvođenje robota u obrazovanje donosi mnoge prednosti, ali istovremeno nosi i određene izazove. Ovi izazovi mogu ometati škole u ostvarivanju punoga potencijala edukacijskih robota.

Mondada, Bonani i suradnici navode razloge zbog kojega roboti još uvijek nisu rašireni u obrazovnome sustavu koliko bi mogli biti, a to su:

Dostupnost: Unatoč postojanju mnogih inovativnih obrazovnih robota, malo njih uspijeva dostići razinu zrelosti i biti distribuirani u škole. To ukazuje na nedostatak dostupnih obrazovnih materijala i tehnološke infrastrukture potrebne za podršku tim robotima. Kako bi obrazovni roboti



postali široko prihvaćeni ključno je osigurati pristup obrazovnim materijalima i potrebnu tehnologiju za škole.

**Cijena:** Složenost tehnologije koja omogućuje edukativna ponašanja robota često rezultira visokim troškovima. Roboti opremljeni sensorima i pokretačima koji omogućuju interakciju i edukativnu vrijednost mogu biti skupi. Ograničeni proračuni škola često sprječavaju nabavu ovih robota. Stoga je važno razviti pristupačnije alternative koje će omogućiti školama da iskoriste prednosti edukacijskih robota bez prekomjernoga financijskoga opterećenja.

**Edukacija nastavnika:** Uvođenje robota u nastavne aktivnosti zahtijeva vrijeme i obuku nastavnika. Nastavnici su često nedovoljno osposobljeni i oklijevaju koristiti robotske alate u svojim nastavnim aktivnostima. Potrebno je pružiti nastavnicima dobru obuku i podršku kako bi se osjećali samopouzdana u korištenju robota u učionici. Također je bitno osigurati infrastrukturu za razmjenu obrazovnoga materijala među nastavnicima kako bi se olakšala i potaknula primjena robota u obrazovnome kontekstu.

**Predrasude:** Konstrukcija, korištenje i programiranje robota često se percipira kao aktivnost primarno namijenjena dječacima. Ova predrasuda ograničava potencijal robota kao obrazovnoga alata opće namjene. Važno je raditi na promicanju raznolikosti i inkluzivnosti u obrazovanju te pružiti podršku i poticaj svim učenicima, bez obzira na spol, da istražuju i koriste obrazovne robote.

**Nedostatak inovativnosti:** Neki učitelji mogu biti oprezni u praćenju nestabilnih trendova i investiranju u nove tehnologije. Stabilni alati često imaju prednost nad inovativnim rješenjima zbog njihove trajnosti i pouzdanosti. Kako bi se potaknula primjena obrazovnih robota, važno je educirati i motivirati nastavnike o potencijalima tih tehnologija te im pružiti uvjerljive argumente o njihovoj vrijednosti za unapređenje obrazovnoga procesa.

Kako bismo uspješno integrirali robote u obrazovanje, potrebno je suočiti se s problemima i pružiti podršku školama i nastavnicima. Ulaganje u razvoj pristupačnosti obrazovnih materijala, smanjenje troškova robota, pružanje obrazovnih resursa i edukacije za nastavnike te promicanje

inovativnosti ključni su koraci prema ostvarenju potencijala obrazovnih robota u obrazovnome sustavu.

## **5. Interesi učenika za izbornu nastavu**

Kako bi osnovnoškolci pravilno razvijali svoju osobnost i izgradili se kao osobe i budući stručnjaci, potrebna je sinergija redovne formalne nastave i izvannastavnih aktivnosti. Učenje u izvannastavnim aktivnostima uključuje obrazovanje koje se odnosi na proširivanje znanja u okviru redovnoga obrazovnoga sustava i propisanih sadržaja. U usporedbi s redovitim formalnim učenjem u izvannastavnome okruženju, učenici imaju autonomiju pri odabiru aktivnosti i istraživanju različitih mogućnosti u skladu s osobnim interesima te samostalno stječu znanja i vještine dinamikom koja im najviše odgovara. Ovakvim se aktivnostima poboljšava i kvaliteta učitelja, kao važnoga čimbenika u ovome procesu, jer se suočavaju s novim izazovima i prilagođavaju različitim stilovima učenja (Purković, Delač, Kovačević, 2022).

Uvođenje izbornih predmeta i razvoj dodatnih izvannastavnih aktivnosti ključni su za poboljšanje samopouzdanja i vještina kod učenika. Međutim, provedba izbornih predmeta i izvannastavnih aktivnosti u hrvatskome obrazovnome sustavu suočava se s određenim izazovima. Ograničeni vremenski okviri i kompleksna struktura kurikuluma često predstavljaju prepreke u pružanju dovoljno prostora za izvannastavne aktivnosti. Važno je da školski sustav prepozna važnost ovih aktivnosti i osigura dovoljno vremena i resursa za njihovu provedbu. Nedavno istraživanje provedeno od strane Purkovića, Delača i Kovačevića imalo je za cilj istražiti interese učenika hrvatskih osnovnih škola u vezi s izbornim predmetima tehničke kulture i specifičnim školskim aktivnostima, uzimajući u obzir dobne i spolne razlike.

Analizom rezultata istraživanja utvrđeno je da su aktivnosti iz informatike, robotike te programiranja najatraktivnija područja za izbornu nastavu. Kad je riječ o aktivnostima u školi, učenici bi najradije odabrali sportske aktivnosti, a potom slijede informatičke, prirodosnanstvene i tehničke aktivnosti. Ovakav nalaz ukazuje na nužnu preobrazbu školskoga kurikuluma koji će učenicima omogućiti razvoj u skladu s njihovim interesima i preferencijama (Purković, Delač, Kovačević, 2022).

## **6. Kurikulum nastavnog predmeta informatike**

Kurikulum za nastavni predmet Informatika počeo se primjenjivati od 2018./19. školske godine za učenike od 5. do 8. razreda osnovne škole i učenike srednjih škola te od 2020./21. godine za učenike od 1. do 4. razreda osnovne škole. Sastoji se od poglavlja koja opisuju predmet, postavljaju odgojno-obrazovne ciljeve, definiraju domene u organizaciji predmetnoga kurikuluma, postavljaju ishode učenja po razredima i domenama, opisuju metode poučavanja i procjenjuju ishode. Kurikulum je mješovitoga tipa, pružajući jezgru nastavnih smjernica, dok ostavlja učiteljima slobodu u odabiru materijala i metoda rada. Naglašava važnost osnovnih informatičkih konceptata i kompetencija u svakodnevnome životu s posebnim naglaskom na rješavanje problema i programiranje kao sredstva za razvijanje računalnoga razmišljanja (MZO, 2018).

Predmet Informatika uključuje različite tehnike rješavanja problema, uključujući apstrakciju informacija, logičko povezivanje i analizu podataka, automatizaciju rješenja kroz algoritamsko razmišljanje, analizu i primjenu potencijalnih rješenja te formuliranje problema na način pogodan za upotrebu računala i računalnih alata. Odgojno-obrazovni ciljevi obuhvaćaju razvijanje informatičke i digitalne pismenosti, kritičkoga i računalnog mišljenja, kreativnosti i inovativnosti, vještina rješavanja problema i programiranja, kao i komunikacije i suradnje u digitalnome okruženju. Ciljevi se ostvaruju kroz četiri domene: Informacije i digitalna tehnologija, Računalno razmišljanje i programiranje, Digitalna pismenost i komunikacija te e-Društvo. Ove domene su međusobno povezane i nadopunjuju se, omogućavajući da se više domena obradi u jednome nastavnome satu. Redoslijed i proces poučavanja nisu strogo određeni, dajući učitelju slobodu u planiranju i prilagođavanju sadržaja u skladu s drugim nastavnim predmetima (MZO, 2018).

### **6.1. Novi kurikulum informacijske i digitalne kompetencije**

Od jeseni 2023. godine u pedesetak osnovnih škola u Hrvatskoj, u sklopu eksperimenta cjelodnevnog nastave, umjesto tradicionalne informatike, učenici će pohađati novi predmet „Informacijske i digitalne kompetencije“. Predmet će biti obavezan za učenike od 1. do 8. razreda te će iznositi 35 sati godišnje. Nastava će se izvoditi 2 sata svaki drugi tjedan. Za razliku od

staroga, prema novome kurikulumu, tri su domene kojima će se realizirati ciljevi nastavnoga predmeta Informacijske i digitalne kompetencije (Poslovni.hr, 2023).

### Informacijska i digitalna pismenost

Stvaranje, objavljivanje, pronalaženje te kritičko vrednovanje informacija i medijskih sadržaja poučavat će se u domeni Informacijska i medijska pismenost.

### Komunikacija, suradnja i sigurnost

Domena Komunikacija, suradnja i sigurnost usmjerena je na razvoj kompetencija potrebnih za učinkovitu i sigurnu komunikaciju u digitalnome okruženju. Tu će, prema nacrtu, dominirati teme kao što su područje sigurnosti na mreži, zaštita podataka, elektroničko nasilje i briga o svojoj digitalnoj dobrobiti, objavljivanje te dijeljenje podataka, sadržaja i izvora te istraživanje poslova.

### Digitalni sadržaji, računalno razmišljanje i tehnologije u nastajanju

U domeni Digitalni sadržaji, računalno razmišljanje i tehnologije u nastajanju naglasak je na korištenju digitalnih alata te razvoju umjetne inteligencije i njenoga utjecaja na život čovjeka. U ovoj domeni učiti će se i poučavati nove tehnologije i njihove primjene kao što je umjetna inteligencija, internet stvari (IoT), proširena i virtualna stvarnost, 3D modeliranje i 3D ispis.

Promjena kurikuluma izazvala je pomutnju među roditeljima, učiteljima i stručnjacima. Mnogi smatraju da je premali broj sati kojima će se izvoditi predmet samim time da će učenici izgubiti kontinuitet učenja. Zabrinutost je izazvala i činjenica da je Hrvatska jedna od rijetkih zemalja u Europi koja smanjuje satnicu informatike umjesto da je povećava (Poslovni.hr, 2023).

## **6.2. Razvoj kurikuluma osnovnoškolske nastave robotike**

Robotika ima mnogo potencijala za ponuditi u obrazovanju, međutim, dobrobiti u učenju nisu zajamčene učenicima samo jednostavnim uvođenjem robotike u učionicu, budući da postoji nekoliko čimbenika koji mogu odrediti ishod; sama tehnologija ne može utjecati na umove. Roboti nisu krajnja točka za poboljšanje učenja; pravi temeljni problem nije sam robot; nego je

kurikulum. Roboti su samo još jedan alat, a kurikulum je taj koji će odrediti rezultat učenja i usklađenost tehnologije sa zdravim teorijama učenja. Odgovarajuća obrazovna filozofija, kurikulum i okruženje za učenje neki su od važnih elemenata koji inovaciju robotike mogu dovesti do uspjeha. Naglasak bi trebao biti pomaknut s tehnologije na partnerstvo s teorijama učenja stavljajući naglasak na kurikulum, a ne na tehnologiju. Kurikulum je temelj obrazovne robotike i potrebno je uključiti osnovne principe učenja i postaviti kvalitativne i kvantitativne metrike učinka za očekivane ishode i za validaciju kurikuluma. (Alimisis, 2013).

Lapov Padovan, Kovačević i Purković (2018) predlažu smjernice za razradu kurikuluma izborne nastave robotike za osnovne škole. Izborna nastava robotike namijenjena je učenicima 3. odgojnoobrazovnog ciklusa (6. do 8. razred osnovne škole) koji imaju interes za područje robotike. Cilj predmeta je proširivanje i produbljivanje tehničkih kompetencija učenika te razvoj metakognicije, kritičkoga mišljenja, komunikacije, suradnje, informatičke i digitalne pismenosti, kao i primjerenoga korištenja tehnologija. Predlažu da se nastava robotike odvija jednom tjedno po tri školska sata. Predmetni kurikulum robotike organiziran je kroz tri domene gdje svaka domena obuhvaća specifične aktivnosti i sadržaje:

#### Tehnika i tehnologija robota

U domeni Tehnika i tehnologija robota, učenici se susreću s dijelovima robota, tehničkim sredstvima, materijalima, mehanizmima i računalnim sustavima. Cilj je da učenici nauče pravilan izbor, uporabu i oblikovanje tehničkih materijala, razumiju tehničke sustave i funkcionalnost robota te shvate važnost tehničko-tehnoloških rješenja.

#### Programiranje i razvoj robota

Domena Programiranje i razvoj robota obuhvaća aktivnosti vezane uz osmišljavanje, konstrukciju, programiranje i izvođenje robota. Učenici razvijaju računalnu logiku, koriste algoritme i računalne sustave te uče rukovati robotima i povezivati ih s računalima. Ova domena razvija tehničke vještine, ali i potiče kritičko razmišljanje i razvoj mentalnih modela.

## Robotika i čovjekovo okruženje

U domeni Robotika i čovjekovo okruženje, učenici usvajaju pravila sigurne i etičke uporabe robota te razvijaju vrijednosti vezane uz održivi razvoj, zaštitu okoliša i kvalitetu života. Uče o zaštiti pri radu s tehničkim sredstvima, istražuju probleme i posljedice tehničko-tehnološkoga razvoja te osmišljavaju rješenja koja doprinose očuvanju okoliša i napretku zajednice.

Učenici se suočavaju s različitim robotskim konstrukcijama, razvijaju programiranje, upoznaju se s električnim sklopovima i senzorima te analiziraju i inoviraju postojeća robotska rješenja. Nastava robotike trebala bi se bazirati na projektima, gdje učenici samostalno i suradnički konstruiraju i programiraju robote, inoviraju i rješavaju tehničke probleme. Kroz ovakav pristup nastoji se potaknuti učenike na razvijanje samostalnosti, kritičkog razmišljanja i stvaralaštva. Nastavnik organizira i vodi aktivnosti, teži visokim postignućima učenika te osigurava uvjete za stjecanje znanja, razvoj vještina i slobodu kreativnosti (Lapov Padovan, Kovačević, Purković, 2018).

## **7. Programiranje pomoću obrazovne robotike**

Programiranje igra ključnu ulogu u obrazovnoj robotici. Učenici imaju priliku da programiraju ponašanje robota, postavljaju mu zadatke i suočavaju se s raznim izazovima. Kroz programiranje, učenici stječu vještine logičkoga razmišljanja, algoritamskoga rješavanja problema i razvijanja kreativnosti u smislu osmišljavanja novih načina upotrebe robota. Obrazovna robotika pruža siguran put za uvođenje računalnoga razmišljanja i programiranja u rano obrazovanje, koristeći aktivnosti koje uključuju učenike u sustavne zadatke kako bi implementirali korak po korak slijed koda potrebnoga za programiranje robota u rješavanju problema (Piedade, Dorotea, Pedro, Lacerda Matos, 2020).

Važnost programiranja u obrazovanju postaje sve izraženija. Učenje programiranja olakšava razumijevanje temeljnih koncepata i principa informatike te potiče napredno razmišljanje. Zbog svoje složenosti, učenje programiranja može biti zahtjevno, gdje početnici često nailaze na

poteškoće. Korištenjem robota u nastavi programiranja, učenici dobivaju mogućnost da vizualno i konkretno dožive koncepte koji bi im bez toga bili teško shvatljivi (Noh i Lee, 2019).

Noh i Lee (2019) navode pet koraka nastavnoga procesa programiranja, a to su:

Razumijevanje problema - podrazumijeva formulaciju ciljeva učenja i identifikaciju problema.

Razumijevanje programskoga jezika i robota - uključuje proces usvajanja znanja o programiranju i radu s robotom gdje bi učenici trebali biti u stanju objasniti funkciju koda i samoga robota.

Rješavanje problema - uključuje se organizacija prethodno stečenih znanja kako bi se postiglo rješenje i osmišljavanje novih načina rješavanja problema.

Samostalno rješavanje problema - učenici samostalno bez pomoći učitelja rješavaju dobivene zadatke.

Razmjenjivanje ideja - učenici razmjenjuju ideje, komentiraju prednosti i mane te dijele mišljenja i zanimljivosti koja su se pojavila tijekom rješavanja određenoga problema.

## **8. Edukacija učitelja u kontekstu robotike**

Važnost edukacije učitelja u kontekstu primjene robotike u nastavi ne može se dovoljno naglasiti. Stručno usavršavanje učitelja je ključno kako bi se osigurala kvalitetna provedba nastave robotike. Postoje razne organizacije i udruge koje nude edukacije, seminare i radionice za učitelje, pružajući im priliku da steknu potrebne vještine i znanja za poučavanje robotike. Ove inicijative pomažu podizanju razine kompetencija učitelja i osiguravaju kvalitetnu obuku za učenike. U mnogim slučajevima, nedostatak kompetencija i motivacije nastavnika, može predstavljati prepreku za uspješno vođenje nastave robotike. Poučavanje robotike zahtijeva specifična znanja i vještine, stoga nedostatak kvalificiranih nastavnika predstavlja ključni čimbenik koji ograničava razvoj obrazovanja programiranja temeljenoga na robotima. U skladu s tim, potrebno je unaprijediti profesionalne sposobnosti nastavnika kako bi se promoviralo programiranje temeljeno na robotima (Adarkwah, Huang i suradnici, 2023).

Uzimajući u obzir mogućnosti nove tehnologije i njezino korištenje u općem obrazovanju, važno je da se svi učitelji osvrnu oko sebe i shvate da je tehnologija sastavni dio današnjega svijeta.

Učitelji bi trebali početi primjenjivati tehnologiju u svojim satima kako bi nastava postala zabavna, zanimljiva i poučna za današnju djecu. Tako škola postaje mjesto gdje se poštuje njihova svakodnevnica, uvažava njihovo mišljenje i različitosti, a tehnologija postaje vrlo koristan alat za učenje. (Brlek i Oreški, 2020).

Kako bi se ostvario napredak u području primjene robotike u obrazovanju, nužno je pokrenuti projekte koji uključuju osposobljavanje nastavnika za korištenje obrazovne robotike u nastavi. Učitelji trebaju poduzeti korake u predlaganju novih tehnoloških alata u svojim učionicama kako bi potaknuli interes i angažman učenika. Uzimajući u obzir da je mlađa generacija već izložena tehnologiji od djetinjstva, korištenje nove tehnologije za učenje može povećati interes i sudjelovanje učenika. Obrazovna robotika, koja uključuje praktične aktivnosti, pomaže učenicima da se emocionalno, kognitivno i bihevioralno angažiraju u procesu učenja. (Gorakhnath i Padmanabhan, 2017).

Važno je da i učitelji i učenici postanu svjesni potencijalnih prednosti obrazovne robotike za motiviranje, angažiranje i uključivanje svih sudionika. Učitelji bi trebali naučiti pravilno koristiti dostupne alate i smjernice te primijeniti strategije suradnje i grupnoga rada kako bi postigli najbolje rezultate učenja. (Sapounidis i Alimisis, 2020).

## **9. Inicijativa za poticanje robotike u Hrvatskoj**

Postoje različite metode za provođenje nastave robotike, koje se organiziraju izvan okvira redovne školske nastave. Te metode uključuju izvanškolske aktivnosti koje organiziraju udruge pod okriljem Hrvatske zajednice tehničke kulture, privatne inicijative, radionice, ljetne škole, kampove i slično. Ove aktivnosti mogu trajati samo jedan dan ili nekoliko mjeseci te uključuju predavanje i radionice. Većina takvih izvanškolskih aktivnosti ima komercijalni karakter i naplaćuju se polaznicima ili se na neki drugi način financiraju. Na primjer, polaznici mogu plaćati kotizaciju ili se oslanjati na sponzorstva i donacije. Bez obzira na način provođenja, nastava robotike često se oslanja na entuzijaste koji koriste vlastite resurse i privlače sponzore (Lapov Padovan, Kovačević, Purković, 2018).

Croatia Makers Liga je najpoznatija inicijativa za poticanje obrazovanja u području robotike, automatike i programiranja u osnovnim školama u Hrvatskoj. Pokrenuta je od strane Instituta za razvoj i inovativnost mladih (IRIM) u 2014. Kroz ovu ligu, učenici dobivaju pristup tehnološkim alatima kao što su edukacijski roboti micro:Maqueen Plus bazirani na micro:bitu, a škole dobivaju



trajno vlasništvo nad doniranom opremom nakon godine dana sudjelovanja. Djelujući na nacionalnoj razini, Liga se odvija kroz četiri natjecanja godišnje, podijeljena u dvije kategorije prema razredima osnovnih škola. Kako bi se osigurao pravedan pristup, IRIM objavljuje donacijske natječaje za škole, knjižnice i udruge koje žele sudjelovati, a privatne ustanove mogu se uključiti kroz samostalnu nabavku opreme. Kroz godine, Liga je značajno proširila svoj doseg. Od inicijalnoga uključivanja 220 škola i udruga u školskoj godini 2015./16., proširila se na preko 600 edukacijskih ustanova, uključujući škole, knjižnice, udruge i ostale obrazovne institucije te uključila preko 12,000 učenika. Sudjelovanje u Ligi nije samo pristup novoj opremi i edukacijskim materijalima, već i prilika za osobni razvoj i učenje. Kroz inicijalne radionice, nastavnici i voditelji imaju priliku naučiti kako koristiti robotičke alate, pripremajući ih da bolje vode i podržavaju svoje učenike. Natjecanja se održavaju i online, omogućavajući sudionicima iz cijele Hrvatske da sudjeluju bez obzira na geografsku udaljenost. Rezultati natjecanja su objavljeni na IRIM-ovoj web stranici i često su medijski popraćeni, pružajući sudionicima priznanje za njihov rad i postignuća. Svaka školska godina donosi nove mogućnosti za škole i učenike koji žele sudjelovati u Ligi. Novosti o natjecanjima i drugim prilikama za uključivanje redovito se objavljuju na stranici Croatian Makers Lige. (Croatia Makers Liga)

Croatian Makers Liga je stoga primjer kako inovativne inicijative mogu oblikovati obrazovnu scenu, poticati interes za STEM područja i pružiti nove prilike za učenike diljem Hrvatske.

## **10. Istraživanje primjene robotike u nastavi informatike**

### **10.1. Cilj i metode istraživanja**

Ciljevi ovog istraživanja su:

1. Istražiti spremnost učitelja informatike za korištenje obrazovnih robota
2. Ispitati učestalost korištenja obrazovnih robota u nastavi informatike kao i u izvanškolskim aktivnostima među učiteljima
3. Istražiti kakva je opremljenost škola kada su u pitanju obrazovni roboti
4. Identificirati potencijalne prepreke i izazove s kojima se učitelji susreću pri integraciji obrazovnih robota
5. Identificirati potrebu učitelja za daljnjim obrazovanjem u vezi robotike
6. Utvrditi stavove o prednostima korištenja obrazovnih robota

Hipoteze koje će se testirati u istraživanju su:

H1 – Više od 75% učitelja informatike spremno je za korištenje obrazovnih robota u svojim nastavnim aktivnostima

H2 - Učitelji informatike u osnovnim školama češće koriste obrazovne robote kao dio izvanškolske aktivnosti u odnosu na nastavu informatike

H3 - Više od 50% škola u kojima ispitani učitelji rade posjeduje obrazovne robote

H4 - Nedostatak financijskih sredstava i podrške obrazovnog sustava glavne su prepreke za uvođenje robotike u školama

H5 - Više od 75% učitelja informatike izražava potrebu za daljnjim obrazovanjem kada je u pitanju robotika

H6 - Učitelji koji koriste robote u nastavi informatike imaju pozitivniji stav prema implementaciji robotike u nastavu informatike u odnosu na njezinu implementaciju kao izborni predmet

### Metoda istraživanja

Istraživanjem je obuhvaćeno 144 učitelja i učiteljica informatike u osnovnim školama u Republici Hrvatskoj. Korišten je prigodni uzorak (n=144), a prikupljanje podataka je provedeno u kolovozu 2023. godine.

Anketu sam osmislio i formirao samostalno, te se ona sastoji od sedam segmenata:

- opći podaci o ispitanicima
- stavovi o robotici
- spremnost i iskustva upotrebe obrazovnih robota
- opremljenost i podrška škole
- prepreke uvođenja robotike u škole
- utjecaj robotike na učenike - edukacija o robotici.

Pitanja su bila zatvorenog tipa s jednim mogućim odgovorom od više ponuđenih. Istraživanje je provedeno putem Google obrasca. Statističke analize su dobivene pomoću programa za obradu podataka IBM SPSS Statistics 25, te su grafički prikazi izrađeni pomoću Microsoft Excela.

U istraživanju je sudjelovalo 145 učitelja informatike osnovnih škola u Republici Hrvatskoj. Od 145 ispitanika, 104 su učiteljice (71,7%) i 41 su učitelji (28,3%). Što se tiče dobi ispitanika, 30 ih je u dobi 23 do 29 godina (20,7%), 66 je u dobi 30 do 39 godina (45,5%), 33 osobe su u dobi 40 do 49 godina (22,8%), 13 osoba su u dobi 50 do 59 godina (9%) dok je 3 osobe u dobi 60 i više godina (2,1%).

Struktura ispitanika prema završenom fakultetu i godinama radnog staža ukazuje na to da je njih 15 završilo Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu (10,3%), 12 ih je završilo Prirodoslovni-matematički fakultet u Zagrebu (8,3%), 8 ih je završilo Sveučilište u rijeci (5,5%), 5 ih je završilo Fakultet informatike u Puli (3,4%), 4 osobe su završile FER, 3 osobe su završile FERIT, 2 osobe FESB dok je ostalih 96 osoba (66,2%) završilo neki drugi fakultet.

Što se tiče godina radnog staža prevladavaju učitelji sa 0 do 5 i 10 do 19 godina radnog staža, svaka grupa s po 52 učitelja (35,9%).

Struktura ispitanika prema regiji škole u kojoj rade i mjestu rada ukazuje na to da njih 64 radi u Središnjoj Hrvatskoj (44,1%), 24 u Istočnoj Hrvatskoj (16,6%), 20 ih radi u Dalmaciji (13,8%), 17 osoba u Istri (11,7%), 12 osoba u Zagorju (8,3%), 6 osoba na Kvarneru i 2 osoba u Gorskoj Hrvatskoj.

Što se tiče mjesta rada, 80 ispitanika radi u gradu (55,2%), 50 ispitanika na selu (34,5%) dok njih 15 radi u prigradskim naseljima (10,3%).

## 10.2. Rezultati istraživanja

Stavovi učiteljica i učitelja o robotici prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Stavovi o robotici

Tvrdnja	1 - uopće se ne slažem	2 - ne slažem se	3 - nisam siguran	4 - slažem se	5 - u potpunosti se slažem	Ukupno

<b>1. Integracija robotike od velike je važnosti u obrazovnom procesu</b>	1	4	29	55	56	145
<b>%</b>	0.7	2.8	20	37.9	38.6	100
<b>2. Robotiku je potrebno implementirati u predmetni kurikulum informatike</b>	2	8	31	46	58	145
<b>%</b>	1.4	5.5	21.4	31.7	40	100
<b>3. Robotiku je potrebno implementirati kao izborni predmet u osnovnim školama</b>	5	8	20	33	79	145
<b>%</b>	3.4	5.5	13.8	22.8	54.5	100
<b>4. Primjena robotike u nastavi ovisi o opremljenosti škole</b>	1	1	17	31	95	145
<b>%</b>	0.7	0.7	11.7	21.4	65.5	100

Budući da su tvrdnje koncipirane kao pozitivni stavovi prema robotici, a ispitanici se s njima uglavnom slažu, to znači da su njihovi stavovi pozitivni. Najveće slaganje ili potpuno slaganje postoji kod 4. tvrdnje gdje ispitanici iznose da primjena robotike ovisi o opremljenosti škole čak 126 ispitanika (86,9%). Najveće neslaganje ili uopće ne slaganje na tvrdnjama dva i tri.

Što se tiče ispitanika koji se slažu s uvođenjem robotike njih 112 (77,2%) smatra da je robotiku potrebno implementirati kao izborni predmet u osnovnim školama, a 104 ispitanika (71,7%) smatra kako je robotici mjesto u predmetnom kurikulumu informatike.

Tablica 2. Spremnost i iskustva upotrebe obrazovnih robota

<b>Tvrdnja</b>	<b>1 - uopće se ne slažem</b>	<b>2 - ne slažem se</b>	<b>3 - nisam siguran</b>	<b>4 - slažem se</b>	<b>5 - u potpunosti se slažem</b>	<b>Ukupno</b>
<b>5. Spreman sam za korištenje obrazovnih robota u nastavi</b>	3	6	18	40	78	145

%	2.1	4.1	12.4	27.6	53.8	100.0
<b>6. Koristim obrazovne robote u svojoj nastavi informatike</b>	28	21	30	23	43	145
%	19.3	14.5	20.7	15.9	29.7	100.0
<b>7. Koristim obrazovne robote kao izvanškolsku aktivnost u mojoj školi</b>	39	6	11	12	77	145
%	26.9	4.1	7.6	8.3	53.1	100.0
<b>8. Htio bih jednoga dana koristiti obrazovne robote u nastavi</b>	1	3	13	30	98	145
%	0.7	2.1	9.0	20.7	67.6	100.0

U segmentu spremnost i iskustva upotrebe obrazovnih robota, 118 ispitanika (81,4%) je u spremno na uporabu robota u nastavnim aktivnostima. Njih 66 (45,5%) koristi obrazovne robote u nastavi informatike, dok 89 (61,4%) ispitanika ih koristi kao izvanškolsku aktivnost.

Bez obzira na ispitanike koji uopće ne koriste obrazovne robote u nastavi informatike njih 59 (40,7%) ili kao izvanškolsku aktivnost njih 45 (31%), njih 128 (88,3%) izražava želju da u budućnosti koristi obrazovne robote u svojoj nastavi.

**Prva hipoteza** u ovom istraživanju tvrdi: „Više od 75% učitelja informatike spremno je za korištenje obrazovnih robota u svojim nastavnim aktivnostima“. Na temelju prikupljenih podataka 118 učitelja odnosno 81,4% izražava spremnost za korištenje obrazovnih robota u svojim nastavnim aktivnostima. Stoga se ova hipoteza prihvaća.

**Druga hipoteza** u ovom istraživanju tvrdi: „Učitelji informatike u osnovnim školama češće koriste obrazovne robote kao dio izvanškolske aktivnosti u odnosu na nastavu informatike“. Na temelju prikupljenih podataka, 89 ispitanika odnosno 61,4% koristi obrazovne robote kao dio izvanškolskih aktivnosti u odnosu na 66 njih (45,5%). Stoga ovu hipotezu potvrđujemo kao valjanu.

Tablica 3. Opremljenost i podrška škole

Tvrdnja	1 - uopće se ne slažem	2 - ne slažem se	3 - nisam siguran	4 - slažem se	5 - u potpunosti se slažem	Ukupno
<b>9. Škola u kojoj radim posjeduje obrazovne robote</b>	15	12	12	30	76	145
%	10.3	8.3	8.3	20.7	52.4	100.0
<b>10. Dostupni materijali i resursi koje moja škola nudi za primjenu robotike su adekvatni</b>	23	16	29	42	35	145
%	15.9	11.0	20.0	29.0	24.1	100.0
<b>11. Ocjena koju bih dao upravi škole za podršku prilikom uvođenja robotike u nastavu</b>	8	11	30	29	67	145
%	5.5	7.6	20.7	20.0	46.2	100.0

U segmentu opremljenost i podrška škole 106 (73,1%) škola (zbroj onih koji se slažu i u potpunosti slažu) u kojima rade ispitanici posjeduje obrazovne robote.

Međutim učitelji nisu u potpunosti zadovoljni dostupnim resursima i materijalima koje njihove škole nude za primjenu robotike. Njih 42 ispitanika (29%) nije u potpunosti složno dok njih 29 (20%) nije sigurno da li su materijali koje škola nudi adekvatni, a čak njih 23 (15,9%) nema nikakvu pomoć od svoje škole kada su u pitanju materijali i resursi za provedbu robotike.

Međutim, iako škole posjeduju obrazovne robote, učitelji nisu u potpunosti zadovoljni dostupnim resursima i materijalima koji njihove škole nude za primjenu robotike. Njih 42 ispitanika (29%) nije u potpunosti složno da su materijali koje škola nudi adekvatni, dok njih 29 (20%) nije sigurno da li su resursi dovoljni. Čak njih 23 (15,9%) nema nikakvu pomoć od svoje škole kada su u pitanju materijali i resursi za provedbu robotike.

Pozitivna stvar je što svega 19 ispitanika daje nedovoljan ili dovoljan ocjenu svojoj upravi škole, dok ostalih 126 daje ocjenu dobar, vrlo dobar i odličan, što ukazuje na zadovoljstvo podrškom koju dobivaju u vezi uvođenja robotike u nastavu.

**Treća hipoteza** ovog istraživanja glasi „Više od 50% škola u kojima ispitani učitelji rade posjeduje obrazovne robote“. Na temelju rezultata 73,1% škola u kojima ispitanici rade posjeduje obrazovne robote. Stoga se druga hipoteza prihvaća.

Tablica 4. Prepreke uvođenja robotike

Tvrdnja	1 - Uopće se ne slažem	2 - ne slažem se	3 - nisam siguran	4 - slažem se	5 - u potpunosti se slažem	Ukupno
<b>12. Nedostatak financijskih sredstava je prepreka za uvođenje robotike u mojoj školi</b>	23	21	33	28	40	145
%	15.9	14.5	22.8	19.3	27.6	100.0

<b>13. Nedostatak podrške obrazovnog sustava je prepreka o uvođenje robotike u mojoj školi</b>	22	19	36	25	43	145
<b>%</b>	15.2	13.1	24.8	17.2	29.7	100.0
<b>14. Nedovoljna stručna sprema učitelja je prepreka za uvođenje robotike u mojoj školi</b>	37	18	45	33	12	145
<b>%</b>	25.5	12.4	31.0	22.8	8.3	100.0
<b>15. Nedostatak interesa učitelja i učenika prepreka za uvođenje robotike u mojoj školi</b>	36	26	41	27	15	145
<b>%</b>	24.8	17.9	28.3	18.6	10.3	100.0

U segmentu prepreke uvođenja robotike 68 (46,9%) učitelja (zbroj onih koji se slažu i koji se u potpunosti slažu) smatra da je nedostatak financijskih sredstava i podrške obrazovnog sustava predstavlja prepreku za uvođenje robotike u školama.

S druge strane, 55 (37,9%) učitelja (zbroj onih koji se ne slažu i koji se uopće ne slažu) smatra da nedostatak stručna sprema nije prepreka u njihovoj školi. Slično je i kod tvrdnje 15, gdje 62 (42,7%) učitelja smatra da nedostatak interesa učitelja i učenika u njihovoj školi nije prepreka.

**Četvrta hipoteza** ovog istraživanja glasi “Nedostatak financijskih sredstava i podrške obrazovnog sustava su glavne prepreke za uvođenje robotike u školama“. Na temelju rezultata, većina učitelja (46,9% i 46,9%) smatra da su nedostatak financijskih sredstava i podrške obrazovnog sustava značajnije prepreke u usporedbi sa stručnom spremom učitelja i interesom učitelja i učenika (31% i 28,3%). Stoga se treća hipoteza potvrđuje.

Tablica 5. Procjena učitelja o utjecaju robotike na učenike

<b>Tvrdnja</b>	<b>1 - Uopće se ne slažem</b>	<b>2 - ne slažem se</b>	<b>3 - nisam siguran</b>	<b>4 - slažem se</b>	<b>5 - u potpunosti se slažem</b>	<b>Ukupno</b>
<b>16. Uvođenje robotike u nastavu informatike poboljšava zanimanje i interes učenika za ovaj predmet</b>	1	3	23	45	73	145



%	0.7	2.1	15.9	31.0	50.3	100.0
<b>17. Roboti su korisni za poboljšavanje učenja informatike kod učenika</b>	1	4	29	39	72	145
%	0.7	2.8	20.0	26.9	49.7	100.0
<b>18. Robotika pomaže u razvijanju vještina rješavanja problema kod učenika</b>	-	1	14	34	96	145
%	-	0.7	9.7	23.4	66.2	100.0
<b>19. Robotika pozitivno utječe na razumijevanje informatičkih koncepata kod učenika</b>	1	3	17	37	87	145
%	0.7	2.1	11.7	25.5	60.0	100.0
<b>20. Robotika potiče kreativnost i inovativnost među učenicima</b>	-	1	10	38	96	145
%	-	0.7	6.9	26.2	66.2	100.0
<b>21. Robotika će potaknuti učenike za daljnje istraživanje u području tehnologije</b>	2	-	13	48	82	145
%	1.4	-	9.0	33.1	56.6	100.0

U segmentu utjecaja robotike na učenike, učitelji se uglavnom slažu s tvrdnjama, što znači da robotika pozitivno utječe na učenike.

Najviše se učitelja u potpunosti slaže sa tvrdnjama vezanim za razvijanje vještina rješavanja problema te da robotika potiče kreativnost i inovativnost kod učenika njih čak 96 (66,2%).

Međutim, postoji manji broj učitelja, njih 23 (15,9%) koji nisu sigurni u to hoće li robotika pozitivno utjecati na interes i zanimanje učenika za predmet informatike. Također njih 29 (20%) nije sigurno hoće li robotika pridonijeti u učenju informatike.

Tablica 6. Edukacija o robotici

Tvrdnja	1 - Uopće se ne slažem	2 - ne slažem se	3 - nisam siguran	4 - slažem se	5 - u potpunosti se slažem	Ukupno
---------	------------------------	------------------	-------------------	---------------	----------------------------	--------

<b>22. Bilo bi korisno organizirati radionice i edukacije za učitelje u školi kako bi se osnažila primjena robotike u nastavi</b>	0	1	8	33	103	145
<b>%</b>	-	0.7	5.5	22.8	71.0	100.0
<b>23. Upoznat sam s radionicama koje omogućuju edukaciju iz područja robotike van konteksta škole</b>	14	20	35	31	45	145
<b>%</b>	9.7	13.8	24.1	21.4	31.0	100.0
<b>24. Spreman sam dodatno se educirati kada je u pitanju robotika</b>	-	-	7	34	104	145
<b>%</b>	-	-	4.8	23.4	71.7	100.0

U segmentu edukacija o robotici iznimno visok broj učitelja, njih 136 (93,8%) koji se slažu sa tvrdnjom da bi organiziranje radionica i edukacija za učitelje u školama bilo korisno kako bi se osnažila primjena robotike u nastavi. Također, čak 138 (94,4%) njih je spremno dodatno se educirati kada je u pitanju robotika.

Kada je u pitanju poznavanje radionica koje omogućuju edukaciju iz područja robotike izvan konteksta škole odgovori su podijeljeni. Njih 45 (31%) je u potpunosti upoznato s radionicama, 14 (9,7%) ih nije uopće upoznato, dok 35 (24,1%) njih smatra se dobrim poznavaoce radionica.

**Peta hipoteza** ovog istraživanja glasi „Više od 75% učitelja informatike izražava potrebu za daljnjim obrazovanjem kada je u pitanju robotika“. Na temelju prikupljenih podataka 138 ispitanika odnosno 94,4% izražava spremnost za daljnjim obrazovanjem u kontekstu robotike. Stoga se ova hipoteza potvrđuje.

U tablici 7 i 8 prikazane su po 2 tvrdnje koje su bile potrebne za provjeru ispravnosti treće hipoteze.

Tablica 7. Učitelji informatike koji koriste obrazovne robote u svojoj nastavi i njihov stav o implementaciji robotike kao izborni predmet

	<b>Robotiku je potrebno implementirati kao izborni predmet u osnovnim školama</b>	Ukupno
--	---	--------

		1 – uopće se ne slažem	2 – ne slažem se	3 – nisam siguran	4 – slažem se	5 – u potpunosti se slažem	
<b>Koristim obrazovne robote u svojoj nastavi informatike</b>	<b>1 – uopće se ne slažem</b>	2	2	7	4	13	28
	<b>2 – ne slažem se</b>	1	2	2	6	10	21
	<b>3 – nisam siguran</b>	0	1	1	11	17	30
	<b>4 – slažem se</b>	1	2	3	4	13	23
	<b>5 – u potpunosti se slažem</b>	1	1	7	8	26	43
<b>Ukupno</b>		<b>5</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>33</b>	<b>79</b>	<b>145</b>

Tablica 11 prikazuje stavove učitelja informatike koji koriste obrazovne robote u svojoj nastavi u vezi se implementacijom robotike kao izbornog predmeta u osnovnim školama. Ukupno 56 (26+13+17) ispitanika, koji koriste obrazovne robote povremeno ili redovito, podržava ovu ideju. Također, 23 (10+13) ispitanika koji ne koriste ili rijetko koriste obrazovne robote smatraju da je robotiku potrebno uvesti kao izborni predmet. Tek 2 ispitanika koji ne koriste robote i imaju negativno mišljenje o implementaciji robotike kao izbornog predmeta. Samo 1 ispitanik koristi robote i ima negativan stav prema uvođenju robotike kao izbornog predmeta.

U ukupnom broju, 79 (54,5%) učitelja podržava ideju uvođenja robotike kao izbornog predmeta u osnovne škole, bez obzira na to koriste li obrazovne robote ili ne.

Tablica 8. Učitelji informatike koji koriste obrazovne robote u svojoj nastavi i njihov stav o implementaciji robotike u nastavu informatike

	<b>Robotiku je potrebno implementirati u predmetni kurikulum informatike</b>	<b>Ukupno</b>
--	--	---------------

		1 - uopće se ne slažem	2 - ne slažem se	3 - nisam siguran	4 - slažem se	5 - u potpunosti se slažem	
Koristim obrazovne robote u svojoj nastavi informatike	1 - uopće se ne slažem	1	5	11	6	5	28
	2 - ne slažem se	0	1	3	10	7	21
	3 - nisam siguran	1	0	7	12	10	30
	4 - slažem se	0	1	3	6	13	23
	5 - u potpunosti se slažem	0	1	7	12	23	43
Ukupno		2	8	31	46	58	145

U tablici 12 su prikazani stavovi istih učitelja u vezi s implementacijom robotike u predmetni kurikulum informatike. Njih 46 (23+13+10) ispitanika koji koriste obrazovne robote povremeno ili redovito u svojoj nastavi informatike smatra da je robotiku potrebno implementirati u predmetni kurikulum informatike.

Također, 12 (7+5) ispitanika koji ne koriste ili rijetko koriste robote smatraju da bi robotiku trebalo uvesti u predmetni kurikulum informatike. Postoji 1 ispitanik koji ne koristi robote u svojoj nastavi informatike i ima negativan stav prema uvođenju robotike u predmetni kurikulum informatike, dok 1 ispitanik koji povremeno koristi robote također nema pozitivan stav.

Ukupno gledano, 58 (40%) učitelja podržava implementaciju robotike u predmetni kurikulum informatike, bez obzira na upotrebu obrazovnih robota.

U **šestoj hipotezi** tvrdi se da „Učitelji koji koriste robote u nastavi informatike imaju pozitivniji stav prema implementaciji robotike u nastavu informatike u odnosu na njezinu implementaciju kao izborni predmet.“ Na temelju rezultata iz tablica 7 i 8, njih 46 (31,7%) učitelja koji koriste obrazovne robote podržava implementaciju robotike u predmetni kurikulum informatike, dok 56 (38,6%) učitelja koji koriste obrazovne robote podržava implementaciju robotike kao izbornog predmeta u osnovnim školama. Stoga peta hipoteza nije potvrđena.

### 10.3. Rasprava

U sljedećem djelu rada usporedit ću rezultate istraživanja iz 2021. godine s rezultatima mog vlastitog istraživanja. Diplomski rad po naslovom „Edukativni roboti u obrazovanju“ autorice Hane Drahotusky iz 2021. godine imao je za cilj istražiti interes i spremnost učitelja informatike za uključivanje edukativnih robota u proces učenja i poučavanja nastavnog predmeta Informatike, posebno u višim razredima osnovne škole.

Ključne razlike između prethodnog i mog istraživanja uključuju:

1. **Vještine učitelja:** Prethodno istraživanje usredotočilo se na ispitivanje vještina koje učitelji informatike posjeduju.
2. **Obuhvat nižih razreda:** Za razliku prethodnog istraživanja koje se usredotočilo na više razrede osnovne škole, moje istraživanje obuhvaća i niže razrede.
3. **Primjena robotike izvan nastave informatike:** U mom istraživanju istražujem i korištenje robotike ne samo u nastavi informatike, već i kao dio izvanškolskih aktivnosti.
4. **Usporedba rezultata s prethodnim istraživanjem:** Usporedba će biti provedena kako bi se identificirale promjene u rezultatima tijekom dvogodišnjeg razdoblja.

### **Analiza zajedničkih tvrdnji**

Prema rezultatima prikazanim u tablicama 6 i 7, možemo uočiti da 61,4% učitelja informatike primjenjuje robote kao dio izvanškolskih aktivnosti, dok 45,5% njih koristi robote u svojoj nastavi informatike. Istraživanje od Drahotusky (2021) pokazuje za 2,3% manji postotak učitelja informatike koji koriste obrazovne robote u nastavi informatike. Iako je postotak korištenja obrazovnih robota u nastavi informatike u mojem istraživanju nešto veći, ne možemo govoriti o konkretnom napretku i promjenama u korištenju obrazovnih robota u nastavi informatike u posljednje dvije godine.

Moguće je da učitelji prepoznaju veći potencijal i fleksibilnost u primjeni robota u situacijama koje omogućuju slobodnije istraživanje i eksperimentiranje, nasuprot formalnom obrazovanju. Ovi rezultati mogu sugerirati da postojeći nastavni planovi i programi informatike ne pružaju dovoljno prostora za integraciju obrazovnih robota.

Tablica 9. Tvrdnja 6. Koristim obrazovne robote u svojoj nastavi informatike

Tvrdnja	1 - uopće se ne slažem	2 - ne slažem se	3 - nisam siguran	4 - slažem se	5 - u potpunosti se slažem	Ukupno
<b>6. Koristim obrazovne robote u svojoj nastavi informatike</b>	28	21	30	23	43	145
%	19.3	14.5	20.7	15.9	29.7	100

Tablica 10. Tvrdnja 7. Koristim obrazovne robote kao izvanškolsku aktivnost u mojoj školi

Tvrdnja	1 - uopće se ne slažem	2 - ne slažem se	3 - nisam siguran	4 - slažem se	5 - u potpunosti se slažem	Ukupno
<b>7. Koristim obrazovne robote kao izvanškolsku aktivnost u mojoj školi</b>	39	6	11	12	77	145
%	26.9	4.1	7.6	8.3	53.1	100

U tablici broj 11 prikazani su statistički podaci za tvrdnju broj 8 koja se odnosi na želju učitelja da u budućnosti koriste obrazovne robote u nastavi.

Tablica 11. Tvrdnja 8. Želio bih jednoga dana koristiti obrazovne robote u nastavi – Aritmetička sredina, mod, standardna devijacija

Tvrdnja	Aritmetička sredina	Mod	Std. devijacija
<b>8. Želio bih jednoga dana koristiti obrazovne robote u nastavi</b>	4,52	5	,800

Aritmetička sredina za tvrdnju 8. iznosi 4,52, mod iznosi 5, dok standardna devijacija 0,800.

Kada usporedimo rezultate istraživanja iz 2021. i 2023. godine, uočava se kontinuitet stavova učitelja informatike prema želji za korištenjem obrazovnih robota u nastavi. Minimalne su razlike

u aritmetičkoj sredini i standardnoj devijaciji što ukazuje na stabilnost tih stavova tijekom tog vremenskog razdoblja.

Na temelju ovih rezultata, možemo zaključiti da značajan dio učitelja informatike i dalje iskazuje interes za uključivanje robota u nastavu. Međutim, još uvijek postoje razlozi zbog kojih neki učitelji i dalje oklijevaju koristiti robotiku u svojim nastavnim aktivnostima.

Tablica broj 12 prikazana je tvrdnja broj 5 koja se odnosi na spremnost učitelja za korištenje obrazovnih robota u svojim nastavnim aktivnostima.

Tablica 12: Tvrdnja 5. Spreman sam na korištenje obrazovnih robota u nastavi

		Frekvencije	Postotci	Kumulativni postotci
<b>5. Spreman sam za korištenje obrazovnih robota u nastavi</b>	<b>1 – uopće se slažem se</b>	3	2.1	2.1
	<b>2 – ne slažem se</b>	6	4.1	6.2
	<b>3 – nisam siguran</b>	18	12.4	18.6
	<b>4 – slažem se</b>	40	27.6	46.2
	<b>5 – u potpunosti se slažem</b>	78	53.8	100.0
	<b>Ukupno</b>	145	100.0	

Tek 9 ispitanika (6,2%) od ukupno njih 145 izražava nespremnost za korištenje obrazovnih robota u nastavi, dok 18 njih (12,4%) izražava nesigurnost u svome znanju. Nasuprot tome, značajan broj učitelja, njih 118 (81,4%) smatra kako su spremni te da posjeduju znanja i vještine za korištenje obrazovnih robota u svojim nastavnim aktivnostima.

Učitelji se u usporedbi s rezultatima iz 2021. godine, pokazuju znatno spremnijima i informiranijima za korištenje obrazovnih robota u nastavi. Čak 81,4% učitelja osjeća se spremnim za korištenje obrazovnih robota u svoje nastavne aktivnosti što je napredak od skoro 30% u odnosu na prethodno istraživanje. Ovo je očigledan pokazatelj da su učitelji postali svjesni o potencijalima tehnologije u obrazovanju što otvara perspektive za daljnji razvoj i integraciju robotike u obrazovanje. Napredak u spremnosti učitelja može biti posljedica sudjelovanja u edukacijskim programima, iskustvima drugih kolega te pristupu raznolikim dostupnim informacijama i resursima.

## 11. Zaključak

Robotika, koja se sve više koristi u STEM obrazovanju, otvara nove mogućnosti za unapređenje pedagoških praksi. Kroz praktične i interaktivne metode, očekuje se da će robotika poboljšati angažman učenika, potaknuti njihovu znatiželju i motivaciju za učenje, te istovremeno razvijati ključne vještine za 21. stoljeće.

Analiza rezultata ovog istraživanja pokazuje da postoji značajan interes i podrška učitelja informatike za uvođenje robotike u obrazovni sustav osnovnih škola, bilo da se radi o uvođenju u predmetni kurikulum informatike ili kao izborni predmet. Dobar dio ispitanih učitelja prepoznaje važnost integracije robotike te da su spremni za korištenje obrazovnih robota u nastavi. Osim što ih primjenjuju kao dio nastave informatike, učitelji ih također koriste i kao sredstvo izvanškolskih aktivnosti, pri čemu je izvanškolska primjena češća. Opremljenost škola obrazovnim robotima igra značajnu ulogu u poticanju njihove primjene, ali i nedostatak financijskih sredstava te podrške obrazovnog sustava predstavljaju prepreke koje treba prepoznati i rješavati.

Također, istraživanje je istaknulo pozitivan utjecaj robotike na motivaciju, razumijevanje, kreativnost i daljnje istraživanje tehnologije kod učenika, što dodatno potvrđuje potencijal ove tehnologije za obogatiti učeničko iskustvo. Učitelji prepoznaju potrebu za dodatnom edukacijom iz područja robotike, što ukazuje na njihovu spremnost za kontinuiranim profesionalnim razvojem kako bi kvalitetno integrirali robotiku u nastavni proces.



U usporedbi s istraživanjem iz 2021. primjećuje se mali porast korištenja obrazovnih robota u nastavi informatike, no taj porast još nije dovoljno značajan da bi se smatrao značajnim napretkom. Interes učitelja za primjenu obrazovnih robota ostaje visok, no i dalje postoje prepreke zbog kojih neki učitelji oklijevaju u uvođenju robota u svoj nastavni proces. Iako postoji jasan napredak u spremnosti učitelja informatike za korištenje obrazovnih robota u nastavi u odnosu na prethodno istraživanje, još uvijek postoji prostor za poboljšanja, osobito kada je riječ o pružanju dodatnih edukacija, radionica i podrške učiteljima. Važno je nastaviti s ulaganjima u edukaciju učitelja kao i u obrazovne materijale kako bi se osiguralo da se oni potpuno opreme za učinkovito uključivanje robotike u nastavu.

U tom kontekstu, izuzetno je važno da Ministarstvo znanosti i obrazovanja (MZO), napokon shvati trenutnu situaciju i preuzme inicijativu te pruži podršku i poticaj učiteljima kako bi učenici napokon bili u koraku sa tehnologijama u razvoju kao što je robotika. Značajan korak naprijed u obrazovanju bilo bi uvođenje predmetnog kurikulumu za izbornu nastavu robotike u osnovnim školama. S obzirom na pozitivne rezultate o utjecaju robotike na učenike, integracija ovih tehnologija može značajno doprinijeti modernizaciji nastave i pripremi učenika za budućnost.

## **Literatura**

1. Adarkwah, M., Huang, R., Liu, D., Chen, Y., Zhang, M.A. (2023). Learning for All with AI? 100 Influential Academic Articles of Educational Robots. Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/369743766\\_Learning\\_for\\_All\\_with\\_AI\\_100\\_Influential\\_Academic\\_Articles\\_of\\_Educational\\_Robots](https://www.researchgate.net/publication/369743766_Learning_for_All_with_AI_100_Influential_Academic_Articles_of_Educational_Robots)
2. Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. Dostupno na: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1130924.pdf>
3. Bešlić, B. (2022). Podrška od strane roditelja i učitelja za uključenost djece u STEM obrazovanje. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/399033>
4. Borges, F.M. (2022). The 5 Generation of Robotics. Dostupno na: <https://automatismosmundo.com/en/the-5-generations-of-robotics/>
5. Brlek, V. i Oreški, P. (2020). Edukativni roboti i njihova primjena u obrazovanju. Dostupno na: <https://www.bib.irb.hr/1113057/download/1113057.6-Brlek-Oreski-Edukativni-roboti.pdf>

6. Çam, E. (2022). Research Trends and Features of Robotics Studies in Educational Technology and STEM Education: Data Mining on ERIC Sample. Dostupno na: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2704572>
7. Chaidi, I., Kefalis, C., Papagerasimou, I., Drigas, A. (2021). Educational robotics in Primary Education. Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/353379806\\_Educational\\_robotics\\_in\\_Primary\\_Education\\_A\\_case\\_in\\_Greece](https://www.researchgate.net/publication/353379806_Educational_robotics_in_Primary_Education_A_case_in_Greece)
8. Demir, K. I., Zulfigarova, P. (2022). Robotics Education in Developing Countries: Where do we Start? Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/365838218\\_Robotics\\_Education\\_in\\_Developing\\_Countries\\_Where\\_do\\_we\\_Start?fbclid=IwAR1uKxUCQsVP8wGF8\\_ZH191dwzdxYKPIF4SgbobTftZx1\\_475YRe2OP5\\_QM](https://www.researchgate.net/publication/365838218_Robotics_Education_in_Developing_Countries_Where_do_we_Start?fbclid=IwAR1uKxUCQsVP8wGF8_ZH191dwzdxYKPIF4SgbobTftZx1_475YRe2OP5_QM)
9. Distrelec, (2023). A guide robotics and automation. Dostupno na: <https://knowhow.distrelec.com/wp-content/uploads/2023/01/1st-Edition-of-Roboticsand-Automation-Guide-Distrelec.pdf>
10. Drahotusky, H. (2021). Edukativni roboti u obrazovanju. Dostupno na: <https://repozitorij.unizg.hr/islandora/object/ffzg%3A5012/datastream/PDF/view#page=16&zoom=100,92,333>
11. eMedia (2018). Educational Robotics. Dostupno na: [https://all-digital.org/wpcontent/uploads/2019/12/eMedia\\_Educational\\_Robotics.pdf](https://all-digital.org/wpcontent/uploads/2019/12/eMedia_Educational_Robotics.pdf)
12. FutureJobsForYou, (2022). What is the characteristics od the 4th generation of robots? Dostupno na: <https://www.futurejobsforyou.com/what-is-the-characteristic-of-the-fourthgeneration-of-robots/>
13. Gorakhnath,I., Padmanabhan, J. (2017). Educational Robotics In Teaching Learning Process. Dostupno na: [https://www.academia.edu/38977199/Educational\\_Robotics\\_in\\_Teaching\\_Learning\\_Process](https://www.academia.edu/38977199/Educational_Robotics_in_Teaching_Learning_Process)
14. Getting started with the microbit. Dostupno na: <https://learn.sd61.bc.ca/wp->

<content/uploads/sites/96/2018/04/gettingstartedwiththemicrobit.pdf>

15. Iberdrola, (2020). Educational robots „Do you know how educational robots can help your children to develop?“ Dostupno na: <https://www.iberdrola.com/innovation/educationalrobots>
16. IRIM, Croatia Makers Liga. Dostupno na: <https://croatianmakers.hr/hr/croatian-makers-liga/>
17. Lapov Padovan, Z., Kovačević, S., Purković, D. (2018). Razvoj kurikuluma osnovnoškolske nastave robotike. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/305689>
18. Lego Mindstorms EV3. Dostupno na: <https://www.cmu.edu/roboticsacademy/PDFs/Curriculum/Intro-to-EV3/EV3-teachers-guideWEB.pdf>
19. Meet Meko. Dostupno na: <https://miko.ai/>
20. Mondada, F., Bonani, M. i sur., (2017). Bring Robotics to Formal Education. Dostupno na: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7859350>
21. Mubin, O., Stevens C.J., Shahid S., Al Mahmud, A., Dong, J. (2013). A review od the applicability of Robot in education. Dostupno na: <https://roila.org/wpcontent/uploads/2013/07/209-0015.pdf>
22. MZO, (2018). Škola za život. Dostupno na: [https://skolazazivot.hr/wpcontent/uploads/2020/06/INF\\_kurikulum.pdf](https://skolazazivot.hr/wpcontent/uploads/2020/06/INF_kurikulum.pdf)
23. Nikolić, G. (2015). Razvoj robota i promjene koje oni donose. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/285064>
24. Nikolić, G. (2016). Robotska edukacija „Robotska pismenost“. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/256293>
25. Nikolić, G. (2021). Roboti i nezaposlenost. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/398572>
26. Noh, J., Lee, J. (2019). Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. Educational Technology Research and Development. Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09708-w>.

27. O'Brien, B. (2019). How to choose the right type of robot for your classroom. Dostupno na: <https://meetedison.com/how-to-choose-the-right-robot-for-your-classroom/>
28. Osmo. Dostupno na: <https://www.playosmo.com/en/>
29. Pei, Z., Nie, Y. (2018). Educational Robots: Classification, Characteristics, Application Areas and Problems. Dostupno na: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8719451>
30. Piedade, J., Dorotea, N., Pedro, A., Lacerda Matos, J.F. (2020). On Teaching Programming Fundamentals and Computational Thinking with Educational Robotics: A Didactic Experience with Pre-Service Teachers. Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/343761152\\_On\\_Teaching\\_Programming\\_Fundamentals\\_and\\_Computational\\_Thinking\\_with\\_Educational\\_Robotics\\_A\\_Didactic\\_Experience\\_with\\_Pre-Service\\_Teachers](https://www.researchgate.net/publication/343761152_On_Teaching_Programming_Fundamentals_and_Computational_Thinking_with_Educational_Robotics_A_Didactic_Experience_with_Pre-Service_Teachers)
31. Poslovni.hr, (2023). „Uvodi se novi školski predmet umjesto dosadašnje informatike“ Dostupno na: <https://www.poslovni.hr/hrvatska/uvodi-se-novi-skolski-predmet-umjestodosadasnje-informatike-jedan-je-veliki-prigovor-4389922>
32. Purković, D., Delač, D., Kovačević, S. (2022). Interests of Croatian Primary School Pupils About Elective Technology Teaching and School Activities. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/404859>
33. Raspberry Pi. Dostupno na: [https://www.tutorialspoint.com/raspberry\\_pi/raspberry\\_pi\\_tutorial.pdf](https://www.tutorialspoint.com/raspberry_pi/raspberry_pi_tutorial.pdf)
34. Sapounidis, T. Alimisis, D. (2020). Educational robotics for STEM: A review of technologies and some educational considerations. Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/346588762\\_Educational\\_robotics\\_for\\_STEM\\_A\\_review\\_of\\_technologies\\_and\\_some\\_educational\\_considerations?fbclid=IwAR3NQazJwqgDlvsBgN3KT7Mzi1gWt6fJtdruWMz1xIau6FKKe-KC0YFzw](https://www.researchgate.net/publication/346588762_Educational_robotics_for_STEM_A_review_of_technologies_and_some_educational_considerations?fbclid=IwAR3NQazJwqgDlvsBgN3KT7Mzi1gWt6fJtdruWMz1xIau6FKKe-KC0YFzw)
35. Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., Vergine, C. (2015). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach. Dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815011817>
36. Senteni, A. (2014). The role of New Technologies in Advancing Education and Learning

Motivating Factors for Reforming Education. Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/262112902\\_1\\_The\\_Role\\_of\\_New\\_Technologies\\_in\\_Advancing\\_Education\\_and\\_Learning\\_Motivating\\_Factors\\_for\\_Reforming\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/262112902_1_The_Role_of_New_Technologies_in_Advancing_Education_and_Learning_Motivating_Factors_for_Reforming_Education)

37. Seth, M. i Pathak, R. (2023). STEM education: An interdisciplinary and integrated approach of teaching. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/publication/370229578>
38. Sphero-mini. Dostupno na: <https://sphero.com/products/sphero-mini>
39. Tosheva, E. (2023). Educational robotics in technological education. Dostupno na: [https://www.researchgate.net/publication/369551111\\_Educational\\_robotics\\_in\\_technological\\_education](https://www.researchgate.net/publication/369551111_Educational_robotics_in_technological_education)
40. Uvod o mbotu. Dostupno na: <https://izradi.croatianmakers.hr/lessons/uvodno-o-mbotu/>
41. Velagić, J. (n.d.) Uvod u robotiku. Dostupno na: [https://people.etf.unsa.ba/~jvelagic/laras/dok/Robotika\\_uvod.pdf](https://people.etf.unsa.ba/~jvelagic/laras/dok/Robotika_uvod.pdf)

### **Popis slika:**

Slika 1: Vještine koje učenici razvijaju zahvaljujući obrazovnim robotima (Iberdrola, 2020.)

### **Popis tablica:**

Tablica 1. Stavovi o robotici

Tablica 2. Spremnost i iskustva upotrebe obrazovnih robota

Tablica 3. Opremljenost i podrška škole

Tablica 4. Prepreke uvođenja robotike

Tablica 5. Utjecaj robotike na učenike

Tablica 6. Edukacija o robotici

Tablica 7. Učitelji informatike koji koriste obrazovne robote u svojoj nastavi i njihov stav o implementaciji robotike kao izborni predmet

Tablica 8. Učitelji informatike koji koriste obrazovne robote u svojoj nastavi i njihov stav o implementaciji robotike u nastavu informatike

Tablica 9. Tvrdnja 6. Koristim obrazovne robote u svojoj nastavi informatike

Tablica 10. Tvrdnja 7. Koristim obrazovne robote kao izvanškolsku aktivnost u mojoj školi

Tablica 11. Tvrdnja 8. Želio bih jednoga dana koristiti obrazovne robote u nastavi

Tablica 12: Tvrdnja 5. Spreman sam na korištenje obrazovnih robota u nastavi