

Edukativni roboti u obrazovanju

Drahotusky, Hana

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:131:412761>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



Sveučilište u Zagrebu
Filozofski fakultet
University of Zagreb
Faculty of Humanities
and Social Sciences

Repository / Repozitorij:

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FILOZOFSKI FAKULTET
ODSJEK ZA INFORMACIJSKE I KOMUNIKACIJSKE ZNANOSTI
SMJER NASTAVNIČKA INFORMATIKA
ODSJEK ZA PEDAGOGIJU
Ak. god. 2020./2021.

Hana Drahotusky

**Edukativni roboti u obrazovanju: interes i spremnost
učitelja informatike za uključivanje robota u proces
učenja i poučavanja**

Diplomski rad

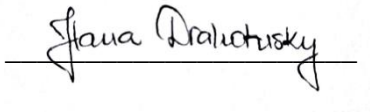
Mentori: dr. sc. Nives Mikelić Preradović, red. prof.

dr. sc. Zoran Horvat, asistent

Zagreb, 2021.

Izjava o akademskoj čestitosti

Izjavljujem da je ovaj rad rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Također izjavljujem da nijedan dio rada nije korišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.



Jana Drahotvsky

Zahvala

Veliku zahvalu dugujem svojoj mentorici dr. sc. Nives Mikelić Preradović na stručnom vodstvu, usmjeravanju, podršci i povjerenju koje mi je, ne samo tijekom pisanja ovoga rada nego i studija, iskazala. Hvala na prilikama koje su mi omogućile da učim i rastem.

Zahvaljujem i mentoru dr. sc. Zoranu Horvatu na svim savjetima i pomoći tijekom izrade ovog rada.

Posebnu zahvalu upućujem mami, tati, Karli i Ivanu što su bezuvjetno vjerovali u mene čak i u trenucima kada ja nisam. Hvala vam na strpljenju, razumijevanju i podršci tijekom svih ovih godina.

Hvala divnim kolegicama i još boljim prijateljicama Ivoni, Katarini i Tereziji što su obogatile ovaj dio mog života i studij učinile lakšim i ljepšim.

Sadržaj

Sadržaj.....	4
1. Uvod	6
2. Promjene u obrazovanju	8
2.1. STEM u obrazovanju	9
2.2. Promjene u nastavi informatike.....	9
2.3. Promjene u nastavi informatike u Hrvatskoj.....	11
2.3.1. Institut za razvoj i inovativnost mladih.....	12
3. Digitalna tehnologija	13
3.1. Digitalna tehnologija u suvremenoj nastavi	13
3.1.1. Edukativni roboti	14
3.1.2. Programiranje pomoću edukativnih robota.....	15
3.1.3. Računalno razmišljanje	16
4. Teorije učenja	17
4.1. Konstruktivistička teorija učenja.....	18
4.1.1. Problemska nastava, projektna nastava i učenje temeljeno na upitima	20
4.2. Konstrukcionistička teorija učenja	21
5. Obrazovanje učitelja informatike	22
5.1. Obrazovanje učitelja informatike o robotici.....	23
5.2. Učitelji informatike u Republici Hrvatskoj.....	25
6. Metodologija istraživanja	30
6.1. Cilj, problem i varijable istraživanja	30
6.2. Sudionici istraživanja	30
6.3. Hipoteze istraživanja	31
6.4. Postupci i instrument istraživanja	31
7. Rezultati istraživanja	32
7.1. Sociodemografska i opća obilježja.....	32

7.2.	Edukativni roboti u nastavi	36
7.3.	Deskriptivna analiza skala interesa te samoprocjene znanja i vještina učitelja	38
7.4.	Rezultati testiranja razlika među ispitanicima s obzirom na odabrane varijable	45
7.4.1.	Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na spol	45
7.4.2.	Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na dob.....	45
7.4.3.	Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na vrstu studija	47
7.4.4.	Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na radni staž	50
7.4.5.	Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na to koriste li edukativne robote u nastavi.....	52
7.4.6.	Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na period uporabe edukativnih robota u nastavi.....	52
7.4.7.	Rezultati korelacijske analize	54
8.	Rasprava	57
9.	Zaključak	61
10.	Literatura	63
	Popis tablica	68
	Prilog.....	70
	Upitnik o stavovima učitelja informatike o korištenju edukativnih robota u nastavi	70
	Sažetak	76
	Summary	77

1. Uvod

Digitalna tehnologija obilježila je 21. stoljeće, a znanstvena otkrića pred obrazovanje postavljaju nove izazove. Posljednjih godina, u školama i na sveučilištima raste interes za STEM (engl. Science, Technology, Engineering and Mathematics) obrazovanje koje podrazumijeva učenje znanstvenih, tehnoloških, inženjerskih i matematičkih koncepata u kontekstima koji im omogućuju povezivanje onoga što uče sa svakodnevnim životom. Kao područje čije pristupe koriste sve ostale znanosti, informatika se ističe kao vodeća znanost u digitalnom dobu te dobiva na važnosti na sve ranijim razinama obrazovanja. Stručnjaci iz područja obrazovanja i informatike ističu kako se pri poučavanju informatike bitno usmjeriti na usvajanje digitalne pismenosti odnosno znanja i vještina vezanih uz informacijsko-komunikacijske tehnologije, no kao jednako bitno ističu učenje temeljnih postavki informatike koje su potrebne da bismo razumjeli na koji način digitalni svijet radi i mogli ta znanja primjenjivati u budućnosti (Caspersen, 2018). Naglasak se stavlja i na transversalne vještine poput kritičkog promišljanja, kreativnosti, računalnog razmišljanja, rješavanja problema koje su pojedincu potrebne da bi u budućnosti bio konkurentan na tržištu rada (Witherspoon i Schunn, 2019).

Promjene posredovane tehnologijom i razvojem znanosti utjecale su i na privatne živote pa tako djeca rođena u 21. stoljeću, Generacija Z i Generacija Alfa, odrastaju uz tehnologiju što utječe na njihov način razmišljanja i učenja (Mikelić Preradović i sur., 2018). Iz tog razloga, potrebno je prilagoditi kurikulume, nastavni plan i program, ali i metode poučavanja zbog čega je izrazito bitno prikladno pripremiti nastavnike. Kako bi se zadovoljile potrebe samih učenika te ih se motiviralo na aktivno sudjelovanje, neizbježan je spoj tradicionalne nastave i digitalne tehnologije (Singh, 2021). Premda se ubrzano razvija, informatika je relativno mlad predmet u školama i kao takav se nosi s brojnim poteškoćama. Postoje razne strategije koje ukazuju na smjer u kojem bi se Informatika kao nastavni predmet trebala razvijati, međutim još uvijek nedostaju istraživanja koja upućuju na to što, kako i kada poučavati i kako obrazovati nastavnike (Caspersen i sur., 2018). Jedno od područja koje iziskuje dodatna istraživanja o tome kako poučavati u okviru nastavnog predmeta Informatike, a prepoznaje se kao izrazito korisno u poučavanju informatičkih koncepata te razvoja vještina računalnog razmišljanja i programiranja, jest robotika.

Uporaba robotike u obrazovanju predstavlja uzbudljiv pristup učenju i omogućava učenicima rješavanje različitih zadataka koji vode razumijevanju koncepata iz svakodnevnog života. S ciljem boljeg razumijevanja trenutnog odnosa učitelja informatike prema uključivanju

edukativnih robota u odgojno-obrazovni proces, ovaj rad usmjeren je na ispitivanje njihovog interesa za robotiku i samoprocjenu vlastitih znanja i vještina potrebnih da bi se edukativni roboti uspješno implementirali u nastavu.

Prvi dio rada obuhvaća opis promjena u obrazovanju s naglaskom na STEM područje i nastavu Informatike; pojmovno određenje digitalnih tehnologija općenito i njihovu ulogu u suvremenoj nastavi; edukativne robote i povezanost s programiranjem i računalnim razmišljanjem i prikaz teorija učenja na kojima se temelji pristup radu s edukativnim robotima u nastavi. Posljednji dio prvog dijela rada pruža kratak prikaz obrazovanja učitelja informatike općenito i o robotici uključujući i obrazovanje učitelja informatike u Hrvatskoj. U drugom dijelu rada opisana je metodologija istraživanja s naznačenim ciljem i problemom istraživanja, nakon čega je raspisan prikaz rezultata. Naposljetku, napisan je osvrt na rezultate istraživanja i zaključak s iznesenim preporukama za praktičnu implikaciju.

2. Promjene u obrazovanju

Ubrzani razvoj znanosti i tehnologije donosi nove izazove za tržište rada i obrazovanje. Europsko obrazovanje zaostaje u osiguravanju pojedincu potrebnih vještina za zapošljavanje i, istovremeno, ne ostvaruje adekvatnu suradnju s poduzećima i zaposlenicima koja bi učenicima približila osjećaj stvarnog radnog okruženja (Europska komisija, 2012). *Europa 2020. Europska strategija za pametan, održiv i uključiv rast* navodi kako države članice Europske unije trebaju svoje kurikulume usmjeriti na „kreativnost, inovacije i poduzetništvo“ (Europska komisija, 2010, str. 11), a kao najbitnije za posjedovanje u 21. stoljeću Europska komisija (2012) navodi transverzalne vještine među kojima posebno ističe vještine vezane uz STEM područje. Kako bi izazovi tržišta rada bili zadovoljeni, potrebno je obrazovati pojedince na području znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike koji će tim izazovima moći odgovoriti (Štuikys i Burbaitė, 2018). Istraživanja pokazuju da se obrazovanje koristi kao sredstvo za poticanje gospodarskog rasta i razvoja te društvene stabilnosti i kulturnog osnaživanja (Brewer, McEwan, 2010; OECD, 2012; Pearsons and The Economist Intelligence Unit, 2012, 2014, svi prema Spajić Vrkaš, Potočnik, 2017). Unatoč tome, javni sustavi obrazovanja uglavnom još uvijek zadržavaju tradicionalne načine obrazovanja, a reforme, koje se u obrazovanju provode diljem svijeta, se i dalje svode na pripremanje učenika za budućnost nastavljanjem onoga što je činjeno u prošlosti (Eguchi, 2014). Međutim, posljednjih se godina posebna pažnja daje STEM obrazovanju: interdisciplinarnom pristupu učenju u kojem se obrazovni sadržaji povezuju sa svakodnevnim životnim situacijama na kojima učenici mogu primijeniti znanja iz znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike. STEM orijentirano obrazovanje postalo je vrlo bitno i za sadašnjost i za budućnost i sa sobom nosi brojne izazove. Ono podrazumijeva motiviranje i uključivanje učenika u STEM orijentiranom učenju, integriranje STEM-orijentiranih aspekata u školski kurikulum, odabiranje prikladnih tehnoloških pomagala, pedagoških metoda i aktivnosti, omogućavanje učenicima istraživanje i rad na rješavanju problema kako bi se potaknulo kritičko i računalno razmišljanje i vještine kolaborativnog učenja za uspješno konkuriranje na tržištu rada (Štuikys i Burbaitė, 2018). Istraživanja o obrazovanju ističu kako je, istovremeno, promocija STEM-a i njegovo integriranje u obrazovanje nemoguće bez pripreme STEM učitelja (National Science and Technology Council, 2013; The Royal Society Science Policy Centre, 2014 prema Jaipal-Jamani, 2016). Kao neka od rješenja, predlažu se obrazovanje učitelja i kontinuirani profesionalni razvoj potpomognut stalnim istraživanjem o obrazovanju učitelja, naročito na području STEM-a kao i osposobljavanje učitelja za uključivanje digitalne tehnologije u proces

učenja i poučavanja što iziskuje preispitivanje postojećih obrazovnih programa o STEM područjima (Jaipal-Jamani, 2016).

2.1. STEM u obrazovanju

STEM je vrlo široko i heterogeno područje znanosti te mu se u kontekstu obrazovanja pristupa na različite načine. Institut za razvoj i inovativnost mladih (IRIM) navodi kako je STEM „alat za postizanje još važnijih kompetencija: ključnih vještina kao što su vještine učenja, rješavanja problema, suradnje, komunikacije, kao i osobina ličnosti kao što su znatiželja, inicijativa, upornost, prilagodljivost te društvena i kulturološka osviještenost“. Jedan specifičan pristup povezan je s ulogom informatike u STEM obrazovanju. Gotovo sva područja znanosti usko su vezana uz informatiku i računalne mogućnosti. Informatics Europe, udruženje sveučilišnih odjela i laboratorija u području informatike, i ACM Europe Working Group on informatics education (2013) ističu kako se informatičko obrazovanje učenika mora sastojati od dva dijela: u prvom je potrebno staviti fokus na korištenje informacijsko-komunikacijskih tehnologija, tj. digitalnu pismenost, a u drugom na učenje temeljnih informatičkih koncepata koji su potrebni da bismo digitalni svijet razumjeli. Vještine korištenja informacijsko-komunikacijskih tehnologija kratkog su vijeka jer kako dolazi do novih otkrića tako dolazi i do njihove promjene, ali usvajanje temelja informatike podrazumijeva i stjecanje znanja koje je primjenjivo neovisno o kojoj generaciji tehnologije se radi. Znanstveni koncepti se mijenjaju i iz tog razloga je potrebno poticati razumijevanje, a ne učenje činjenica kao i znatiželju kod učenika koja će voditi potrebi za stalnim istraživanjem (Štuikys i Burbaitė, 2018). Izvrstan doprinos razvoju navedenih vještina u okviru STEM-a ima robotika za koju je posljednjih godina izražen sve veći interes, a koja omogućuje bolje razumijevanje računalnih koncepata (Noh i Lee, 2019). Korištenje opipljivih objekata, kao što su roboti, u aktivnostima koje se fokusiraju na učenje kroz rješavanje problema vodi višoj razini motivacije kod učenika, ubrzanom razvoju brojnih transverzalnih vještina i općenito povećanju interesa za STEM područja (Saleiro i sur., 2013).

2.2. Promjene u nastavi informatike

Kroz povijest obrazovanja osnovna znanja iz matematike, fizike, kemije, biologije isticala su se kao ona koja su potrebna svakom pojedincu da bi mogao doprinijeti različitim područjima različitih znanosti i konkurirati na tržištu rada. Danas je informatika jedna od znanosti bez čijih znanja nismo spremni živjeti u digitalnom svijetu kao ni obavljati poslove 21. stoljeća zbog čega učenici ne samo da moraju biti digitalno pismeni, nego i razumjeti

ključne informatičke koncepte. Ericsson (2008) u svom radu ističe da je važnost Informatike kao školskog predmeta u stalnom porastu, a kao razloge navodi: informatička znanja su važna za industriju i ekonomiju; informatika vodi povezivanju različitih područja znanosti i kreiranju novih; informatika omogućuje pojedincu da se bavi širokim spektrom zanimanja; informatika pomaže u intelektualnom razvoju i razvoju vještina (kreativnog) rješavanja problema, algoritamskom i logičkom razmišljanju. Informatics Europe i ACM Europe Working Group on informatics education (2013), u okviru izvješća o informatičkom obrazovanju, donose četiri ključne preporuke vezane uz informatičko i digitalno obrazovanje, a temelje se na analizi situacije i iskustava u europskim državama. Prema prvoj preporuci, svi učenici bi trebali imati dostupno obrazovanje na području digitalne pismenosti od najranije dobi, odnosno, upisom u osnovnu školu, a osnovne koncepte trebali bi usvojiti do 12 godine. Obrazovanje za digitalnu pismenost ne bi trebalo podrazumijevati samo digitalne vještine, nego bi se trebale usvojiti i ključne postavke i načini njihova efikasnog, sigurnog i etičkog korištenja. U drugoj preporuci navode da je nužno da se informatika u obrazovnom kontekstu promatra kao nezavisno znanstveno područje koje se poučava i uči radi intrinzičnih intelektualnih i obrazovnih vrijednosti kao i radi njene primjene u ostalim disciplinama. Treća preporuka koju navode jest pokretanje što opširnijeg obrazovanja za učitelje informatike, a ono treba biti poduprto kreativnim rješenjima i razvijeno u suradnji s učiteljima informatike i stručnjacima iz obrazovanja i industrije. Posljednja preporuka navodi da bi se kurikulum nastavnog predmeta informatike trebao oslanjati na znanstvene radove na tu temu, poticati kreativnost i naglašavati kvalitetu. Kao prepreku u ostvarenju kvalitetne nastave informatike prepoznaju nedostatak učitelja i kvalitetnog obrazovanja učitelja informatike, ističu ulogu kreiranja sveobuhvatnih studijskih programa i povezivanje sa stručnjacima iz industrije radi pomoći u poučavanju računalnog razmišljanja i modernih informatičkih koncepata.

2016. godine u SAD-u pokrenuta je inicijativa *CS for all* čiji je glavni cilj bio potaknuti američke učenike od vrtića do srednje škole na učenje informatike i razvoj vještine računalnog razmišljanja ističući da su u budućnosti oni stvaratelji digitalne ekonomije, a ne samo korisnici i da moraju biti aktivni građani u svijetu vođenom tehnologijom (Caspersen i sur., 2018). Na tragu ove inicijative, 2018. godine Informatics Europe i ACM Europe donio je novu strategiju *Informatics for All* u kojoj ističu da informatika nije znanost sama za sebe, nego da se radi o novom pristupu i metodi koja se koristi u svim znanstvenim domenama, a računalno razmišljanje, koje se tijekom učenja informatike razvija, nadopunjuje i doprinosi razvoju drugih znanstvenih disciplina. U strategiji navode kako je u kurikulumu potrebno usmjeriti pažnju na teme koje se tiču podataka, programiranja, algoritama, mreža i interneta, dizajna i

interakcije između računala i čovjeka, sigurnost, privatnost i etičnost. Istovremeno, navode i kako provedena istraživanja pokazuju da većina učitelja nije u dovoljnoj mjeri upoznata s predmetom poučavanja kao i da nemaju dovoljnu potporu u proširivanju vlastitih znanja što pokazuje da je kreiranje kvalitetnog kurikuluma nedovoljan uvjet za ostvarivanje postavljenih ciljeva i učinkovitog informatičkog obrazovanja ako učitelji nisu dobro pripremljeni.

2.3.Promjene u nastavi informatike u Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj, Informatika se do 2006. godine izvodila prema Nastavnom planu i programu tehničke kulture i izborne nastave informatike prema kojoj su učenici Informatiku mogli pohađati kao izborni predmet u višim razredima osnovne škole. Nastavni plan i program za osnovnu školu iz 2006. godine Informatiku je predvidio kao izvannastavnu aktivnost od 1. do 4. razreda, a od 5. do 8. kao izborni predmet (Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa, 2006). 2018. godine, Odlukom o donošenju kurikuluma za nastavni predmet Informatike za osnovne škole i gimnazije u RH, je došlo do promjene pa je tako odlučeno da je Informatika od školske godine 2018./2019. obavezan predmet za učenike 5. i 6. razreda, dok za 7. i 8. ostaje u statusu izbornog predmeta do školske godine 2019./2020. kada će postati obavezni. Osim toga, propisano je da će Informatika ostati izvannastavna aktivnost za učenike od 1. do 4. razreda sve do školske godine 2020./2021. kada će, također, postati izborni predmet. Istim dokumentom, Ministarstvo je propisalo i da će od školske godine 2020./2021. godišnji fond sati izvođenja nastave Informatike biti 70 školskih sati dok je do sada fond sati za Informatiku kao izvannastavnu aktivnost fond bio 35 školskih sati godišnje (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2018). Kako bi se Informatika uvela kao obavezan predmet u škole, potrebno je zadovoljiti informacijsko-tehnološke uvjete za održavanje nastave, zaposliti nove nastavnike i promijeniti sadržaji kurikuluma. U trenutno važećem kurikulumu nastavnog predmeta Informatike za osnovne škole i gimnazije (2018) ističe se, kao i u inicijativama *CS for all* i *Informatics for all*, da „poznavanje informatičkih koncepata kao što su programiranje, algoritmi ili strukture podataka postaje neophodno kako ne bismo bili samo korisnici informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT) nego i stvaratelji.“. Navedeno je šest ciljeva prema kojima će učenici postati informatički pismeni i digitalno mudri, razvijati računalno razmišljanje, vještina rješavanja problema i vještinu programiranja, učinkovito komunicirati i odgovorno koristiti digitalne tehnologije. Realizacija ciljeva predmeta Informatike podijeljena je u četiri domene koje se u osnovnoj školi u različitim omjerima ostvaruju kroz tri ciklusa: e-Društvo, Digitalna pismenost i komunikacija, Računalno razmišljanje i programiranje, Informacije i digitalna tehnologija. Osim kurikularnih izmjena,

nakon analize stanja u školama, osigurana su sredstva za dodatno opremanje škola, nova zapošljavanja ili povećanja opsega poslova kojima se mogu zadužiti i postojeći učitelji. Također, Institut za razvoj i inovativnost mladih je, u suradnji s Ministarstvom znanosti i obrazovanja i CARNET-om-ProMikro, za osnovne škole u Hrvatskoj pribavilo 45 000 mikroročunala kako bi njihovom uporabom u različitim predmetima i izvannastavnim aktivnostima potaknuli razvoj digitalne pismenosti (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2020; IRIM, 2017).

2.3.1. Institut za razvoj i inovativnost mladih

2017. godine, pokrenut je Institut za razvoj i inovativnost mladih u okviru kojega je razvijen i provodi se najveći europski izvannastavni STEM program, program Croatian Makers. U nekoliko projekata programa Croatian Makers sudjeluje više od tisuću škola, udruga, knjižnica i drugih ustanova s uključenih ukupno više od 200 000 djece samo u Hrvatskoj i osigurana je izobrazba za više od 3500 edukatora. Najpoznatiji projekt je uvođenje programiranja u hrvatske osnovne škole kojim je donirano više od 25 000 uređaja za programiranje u više od 1000 obrazovnih ustanova. U suradnji s Ministarstvom znanosti i obrazovanja, svim učenicima 6. razreda isporučen je uređaj micro:bit i educirano je više od 2500 učitelja kroz predmetne radionice o primjeni mikroročunala u raznim predmetima. Najveći broj polaznika bili su učitelji informatike, čak 42%. Podučavanje učitelja bilo je ključni element projekata jer velika većina prije toga nije nikad ili je rijetko programirala. Na kraju uvodne radionice, ispitali su zainteresiranost i zadovoljstvo učitelja koji su iskazali visoku razinu interesa za korištenje digitalne tehnologije u nastavi i mikroročunala te, iako se velik broj izjasnio da nikada prije nije programirao ili je programirao vrlo rijetko, velika većina planira koristiti mikroročunala u nastavi nakon radionice.

U suradnji s Hrvatskom akademskom i istraživačkom mrežom CARNet, u 85% osnovnih škola uvedeno je računalstvo u 6. razrede čime je programiranje učinkovito uvedeno u hrvatske osnovne škole. Unutar projekta Croatian Makers, organizirana je i Croatian Makers robotička liga u kojoj sudjeluje 600 škola i neprofitnih organizacija s više od 12 000 djece uz doniranih 3000 robota čime čini najveće takvo natjecanje u Europskoj uniji.

Uz pomoć IRIM-a, djeca i odrasli u Hrvatskoj dobili su mogućnost razvijanja digitalne pismenosti, programiranja, robotike i ostalih STEM područja kroz inovativne pristupe učenju i poučavanju kojima istovremeno potiču i razvoj vještina učenja, rješavanja problema, kreativnosti i upornosti (IRIM, 2020).

3. Digitalna tehnologija

Digitalna tehnologija je postala sastavni dio ljudskog života. Prema Okviru za digitalne kompetencije (2016), digitalne tehnologije podrazumijevaju „svaki proizvod koji se može koristiti za stvaranje, pregled, prijenos, kreiranje, pohranjivanje, trgovinu, preuzimanje, slanje i primanje informacija u digitalnom obliku“ (Žuvić i sur., 2016, str. 110). Kao primjere, navode osobna računala, digitalnu televiziju, robote i sl. Osim što ju promatramo kao sredstvo komunikacije, ona utječe na promjene u načinima učenja i poučavanja u učionici.

3.1. Digitalna tehnologija u suvremenoj nastavi

Generacije 21. stoljeća, Generacija Z i Generacija Alfa rođeni su i odrastaju uz tehnologiju što utječe na njihov način razmišljanja i obrade informacija koje zaprimaju. Generacije današnjice traže brze odgovore, brze povratne informacije zbog čega njihovo učenje zahtijeva dinamičnost i visoku razinu interaktivnosti. Ovakav pristup učenju kod učenika izaziva veći interes i pažnju za sadržaj učenja (Mikelić Preradović i sur., 2018.). Zadovoljavanje njihovih interesa i motiviranja na aktivno sudjelovanje, danas je vrlo teško bez korištenja računalnih tehnologija zbog čega je spoj tradicionalne nastave i digitalne tehnologije gotovo neizbježan (Singh, 2021). Prema Matijević i Topolovčan (2017, str. 37), digitalna tehnologija postala je dijelom suvremene okoline učenja u kojoj one trebaju biti „u službi učenika i njegovog konstruktivističkog učenja jer omogućava učenje istraživanjem problema, učenje igrom te projektno i suradničko učenje“.

U trenutku korištenja funkcionalnosti digitalnih tehnologija u svrhu ostvarenje ciljeva i ishoda učenja kroz aktivnosti učenika, digitalna tehnologija poprima obrazovnu vrijednost i tada možemo govoriti o obrazovnim tehnologijama. Obrazovne tehnologije oslanjaju se na uporabu medija poput računala, audiovizualnih medija i nekih drugih hardvera i softvera u obrazovne svrhe s ciljem unaprjeđenja procesa učenja i poučavanja. Kroz njihovu uporabu u nastavi, medij u didaktičkom smislu možemo promatrati kao „predmet, katkad i osobu, koji može uskladištiti, prenositi i prezentirati neke podatke i informacije, ali i na alate kojima se obavljaju određeni radni zadaci“ (Dasović, Rakijašić i Tomić, 2018, str. 8). Osim što učiteljima omogućuje korištenje novih pedagoških pristupa da bi učenike motivirali za učenje na najrazličitije načine i kako bi, istovremeno, učinkovitije i efikasnije upravljali procesom poučavanja, učenici imaju priliku učiti efikasnije i ugodnije na njima blizak način (Štuikys i Burbaitė, 2018). Korištenje digitalnih tehnologija može poboljšati kvalitetu nastave, ali sama tehnologija nije dostatna, nego nužno zahtjeva utvrđivanje njena pravilnog korištenja kako bi

se iskoristile prednosti koje tehnologija pruža (Singh, 2021). Njome obrazovni proces možemo učiniti učinkovitijim i ekonomičnijim (BECTA, 2003; Moseley i sur., 1999; Watson, 1993; Weaver, 2000; Wenglinsky, 1998, prema Mikelić Preradović i sur., 2018), no učinkovitost ovisi o korištenju inovativnih pristupa i korištenju digitalnih tehnologija na prikladan način jer samo korištenje tehnologije nije dovoljno za poboljšanje obrazovnog procesa (Higgins i sur., 2012 prema Mikelić Preradović i sur., 2018). Potrebno je voditi brigu o tome da uporabom tehnologije u obrazovnom procesu nastojimo dodatno poboljšati obrazovni proces u kojem i dalje središnju ulogu ima učenik, a učitelj vodi i prati njegove aktivnosti (Dasović Rakijašić i Tomić, 2018).

3.1.1. Edukativni roboti

Roboti u obrazovanju jedan su od najboljih tehnoloških i obrazovnih alata za integriranje samoučinkovitosti, kreativnosti, razvoja vještina programiranja, računalnog razmišljanja i inženjerstva. Korištenje robota u nastavi učenicima pruža mogućnost da se bolje upoznaju s inovativnim tehnološkim postignućima i potiče na vlastito uključivanje u proces stvaranja čime postaju prvenstveno kreatori pa tek onda korisnici tehnologija s kojima će se susresti u budućnosti (Eguchi, 2014). Istraživanja pokazuju da uporaba edukativnih robota omogućuje raniji razvoj STEM vještina nego je to očekivano i razvija učenikovo samopouzdanje i interes za STEM područje (Nugent i sur., 2015; Park, 2015; Rogers i Portsmore, 2004 prema Jaipal-Jamani i Angeli, 2016). Aktivnosti koje uključuju edukativne robote usmjerene su na razvoj tehničkog znanja i vještina učenika pomoću konstruiranja i programiranja robota (Frangou i sur., 2008). Učenje robotike ili s robotima prati konstruktivističku teoriju učenja prema kojoj učenici kroz vlastito iskustvo, posredstvom učitelja, razvijaju znanja u okviru kooperativnog okruženja za učenje koje naglašava učenikovu uključenost. Na taj način, korištenje edukativnih robota u nastavi obogaćuje nastavu kroz ostvarivanje ishoda učenja na inovativan način (Frangou i sur. 2008). Najčešće se ono odvija kroz uporabu edukativnih robota kao nastavnih pomagala za projektno učenje pri čemu su STEM vještine, vještine programiranja, računalnog razmišljanja i inženjerstva integrirana u jedan projekt. Robotika omogućuje učenicima da istražuju na koje se načine tehnologija primjenjuje i uključuje u svakodnevne živote, a edukativni roboti da propituju i promišljaju o tehnologiji. Kroz dizajniranje, konstruiranje i programiranje robota, učenici upoznaju načine rada tehnologije te, istovremeno, primjenjuju naučeno na njima prilagođen način. Edukativne robote kao nastavno pomagalo odlikuje karakteristika iskustvenog učenja što motivira učenike da stječu nova znanja i vještine te se pritom izražavaju, rješavaju probleme, razmišljaju kritički i inovativno.

Jaipal-Jamani i Angeli (2016), pozivajući se na niz istraživanja, ističu kako korištenje robota u nastavi pozitivno utječe na razvoj vještine računalnog razmišljanja. Osim toga, ono potiče razvoj kreativnosti, kritičkog promišljanja i vještine rješavanja problema (Noh i Lee, 2019). Uvođenje robotike u nastavu rezultira učinkovitim uključivanjem učenika u učenje STEM koncepata, programiranje, računalno razmišljanje i inženjerstvo, odnosno, znanja i vještina koje su im potrebne u budućnosti (Eguchi, 2014). Međutim, pri integriranju edukativnih robota nužno je koristiti primjerene metode učenja i poučavanja koje su u skladu s kurikulumom kako bi se ostvario njihov potpuni potencijal (Arlegui i sur. 2008).

3.1.2. Programiranje pomoću edukativnih robota

U posljednje se vrijeme sve više promiče obrazovanje na području programiranja. Poučavanje programiranja omogućuje lakše shvaćanje osnovnih koncepata i principa računalne znanosti te potiče razmišljanja višeg reda. Kao takvo, njegovo učenje može biti vrlo kompleksno i teško zbog čega početnici nerijetko imaju poteškoća. Korištenjem robota pri poučavanju programiranja, učenici imaju mogućnost vizualizirati i fizički doživjeti koncepte koji bi im inače djelovali vrlo apstraktno (Noh i Lee, 2019). Korištenje različitih pristupa programiranju robota predstavlja jednostavan način razvoja naprednih programerskih vještina kao i motiviranja učenika da ispituju i testiraju kompleksne modele i programske paradigme (Arlegui i sur, 2008). Noh i Lee (2018) predlažu pet koraka nastavnog procesa programiranja robota: razumijevanje problema, razumijevanje programskog jezika i robota, rješavanje problema, samostalno rješavanje problema i refleksiju. Razumijevanje problema podrazumijeva formuliranje ishoda učenja i identificiranje problema. Razumijevanje programskog jezika i robota obuhvaća proces učenja programskih jezika i rada s robotom nakon čega bi učenici trebali biti u mogućnosti objasniti na koji način radi koji blok koda kao i sam robot. Treći korak se odnosi na rješavanje problema pri čemu dolazi do organizacije postojećih znanja i pisanja koda kao i otklanjanje nastalih pogrešaka kako bi se došlo do rješenja te smišljanja novih načina rješenja problema. Četvrti korak od učenika zahtjeva da postojeći problem riješi samostalno bez učiteljevog vođenja kroz proces, a peti podrazumijeva refleksiju pri čemu učenici razmjenjuju ideje, komentiraju prednosti i nedostatke kao i zanimljivosti koje su se prilikom rješavanja problema odvile.

Uz kreativnost, kritičko razmišljanje i vještine rješavanja problema koje se učenjem programiranja razvijaju, kao jedna od ključnih vještina 21. stoljeća, koja se također razvija učenjem programiranja, navodi se računalno razmišljanje. Poučavanje učenika računalnom

razmišljanju pomaže razvoju njihovih računalnih vještina u budućnosti zbog čega bi se trebalo vrednovati kao bitna komponenta učenja programiranja (Noh i Lee, 2019).

3.1.3. Računalno razmišljanje

U obrazovnom kontekstu, računalno razmišljanje posljednjih godina postaje važnom temom radova brojnih znanstvenika diljem svijeta, a uključuje stavove i vještine koje bi svi, ne samo informatičari, trebali usvojiti i koristiti. Wing (2006) u svom radu navodi kako računalno razmišljanje podrazumijeva niz mentalnih alata koji reflektiraju širinu računalne znanosti: rješavanje problema, dizajniranje sistema i razumijevanje ljudskog ponašanja. Pri rješavanju problema, postavljamo si pitanja poput: Koliko teško je taj problem riješiti?, Koji je najbolji način da ga riješimo? ili Je li doneseno rješenje dovoljno dobro?. Računalnim razmišljanjem imamo mogućnost preformulirati naizgled težak problem u problem koji bismo znali riješiti pomoću redukcije, ugradnje, transformacije ili simulacije. Ono je fundamentalna vještina koja se temelji na načinu na koji ljudi razmišljaju i rješavanju probleme, a proizlazi iz međusobnog nadopunjavanja i kombiniranja matematičkog i inženjerskog razmišljanja. González i sur. (2018, str. 519), sintetizirajući nekoliko postojećih definicija, definiraju računalno razmišljanje kao „kolaborativnu rezoluciju složenih problema, neovisno o tehnološkoj potpori koja se koristi. Računalno razmišljanje nudi novi jezik i orijentaciju za rješavanje problema u brojnim sferama života, šire od računalne znanosti.“. Eguchi (2014) računalno razmišljanje definira kao metodu rješavanja problema koja pritom koristi tehnike uobičajeno korištene kod računalnih znanstvenika. Na tragu navedenih definicija, Piedade (2020) sintetizira definicije nekoliko autora i povezuje računalno razmišljanje s vještinama rješavanja problema, razumijevanja problema, definiranja problema, apstrakcije, logičkog razmišljanja, otklanjanja pogrešaka, prepoznavanja uzoraka, efikasnog upravljanja informacijama i tehnologijama. Istovremeno, naglašava kako su ove vještine usko povezane s vještinama rješavanja problema, kritičkog razmišljanja, kreativnosti, komunikacije, inovacije, kolaboracije i digitalnih vještina koje su prepoznate kao ključne u 21. stoljeću.

Vještinu računalnog razmišljanja sve češće se promatra i kao važnu sastavnicu STEM učenja i poučavanja u osnovnim i srednjim školama. S obzirom na to da je ekonomija pod velikim utjecajem tehnoloških industrija, usvajanje računalnog razmišljanja je ključno za ostvarivanje uspjeha nove generacije učenika. U nedostatku objedinjene definicije računalnog razmišljanja, u literaturi se pronalazi set temeljnih koncepata i kompetencija koje računalno razmišljanje podrazumijeva: apstrakcija, algoritamsko razmišljanje, dekompozicija, generalizacija, logička analiza i evaluacija (González i sur., 2018).

Tablica 1 Koncepti i kompetencije računalnog razmišljanja (González i sur., 2018)

KONCEPTI RAČUNALNOG RAZMIŠLJANJA	KOMPETENCIJE RAČUNALNOG RAZMIŠLJANJA
APSTRAKCIJA	suočavanje sa složenošću smanjenjem nepotrebnih detalja
ALGORITAM	prepoznavanje procesa i sekvenci događaja
DEKOMPOZICIJA	razdvajanje složenih artefakata, procesa i sistema u njegove sastavnice
GENERALIZACIJA	identificiranje uzoraka i sličnosti između artefakata, procesa i sistema
LOGIČKA ANALIZA	primjenjivanje i interpretiranje Boolove algebre
EVALUACIJA	sistematično (kroz kriterije i heuristiku) donošenje potkrijepljenih vrijednosnih prosudbi

S obzirom na ulogu koju računalno i algoritamsko razmišljanje kao vještine zauzimaju u društvu, postavlja se pitanje na koji način unaprijediti i njihov razvoj. Brojna istraživanja potvrđuju pozitivan učinak programiranja pomoću robota na razvoj kreativnost i računalnog razmišljanja (Atmatzidou i Demetriadis, 2016; Sullivan i Heffernan, 2016; Buitrago Florez i sur., 2017; Jun i sur., 2017; Noh i Lee, 2021). Korištenje edukativnih robota pritom omogućava jednostavnije razumijevanje apstraktnih koncepata kreiranja koda i uočavanje načina primjene računalnih koncepata na probleme svakodnevnog života. Informatika u osnovnim i srednjim školama može doprinijeti ovom cilju, ali poučavanje učenika algoritmima može biti izazovan zadatak (Káta, 2014).

4. Teorije učenja

Prema Batesu (2014), većina učitelja svoje iskustvo poučavanja ne bazira na dokazima koji proizlaze iz empirijskih istraživanja ili istraživanja koja potvrđuju efikasnost različitih pristupima učenja i poučavanja. Pišući o toj temi, ističe sljedeće:

„Postoji impresivan niz dokaza o tome kako metode poučavanja i dizajn kurikuluma mogu utjecati na dubinsko, autonomno i reflektivno učenje. Ipak, većina učitelja uglavnom nije upoznata s ovakvim učenjem, a nastavne prakse i planiranje kurikuluma obilježeni su tradicijom više nego dokazima proizašlima iz istraživanja. Kao rezultat toga, nastava u velikoj mjeri ostaje didaktička, ocjenjivanje učenikovog rada trivijalno, a kurikulumi naglašavaju pokrivenost sadržaja, umjesto stjecanje doživotnih i cjeloživotnih vještina učenja.“ (Knapper, 2010, str 299 prema Bates, 2014).

Život u digitalnom dobu zahtijeva preispitivanje toga što i na koji način je potrebno poučavati. Za poučavanje informatike i korištenje tehnologija u nastavi, izrazito su bitne konstruktivistička i konstrukcionistička teorija učenja.

4.1. Konstruktivistička teorija učenja

Konstruktivistička teorija učenja razvijena je prema teoriji kognitivnog razvoja Jeana Piageta, teoriji socijalnog konstruktivizma Leva Vygotskyja i Johna Deweya te teoriji socijalne spoznaje Jeana Lavea i Etennea Wegnera (Dobrosovestnova, 2019). Prema Piagetu, konstruktivizam promatra znanje kao iskustvo koje se stječe kroz interakciju sa svijetom, ljudima i stvarima (González i sur., 2018). Radi se o pristupu učenju i poučavanju temeljenom na premisi da je znanje rezultat 'mentalne konstrukcije', odnosno, da učenici uče tako da nove informacije povezuju s onime što znaju od ranije (Olsugen, 2015). Topolovčan, i sur. (2017) objašnjavaju kako je, gledajući na konstruktivizam kao psihologijsku teoriju učenja, glavna premisa da „se proces učenja događa zahvaljujući ljudskim aktivnostima, upotrebljavanjem predmetima, interakcijom s fizičkom i društvenom okolinom“ (str. 13). Kada pristupamo nečemu novomu, moramo to povezati s već postojećim idejama i iskustvom, a kako bismo to mogli, potrebno je postavljati pitanja, istraživati i procjenjivati što već znamo i tako postati aktivni kreatori našeg vlastitog znanja (Olsugen, 2015).

S aspekta didaktičke teorije, konstruktivizam se usmjerava na obilježja i načine organiziranja nastave, tj. procesa učenja i poučavanja pri čemu se naglasak stavlja na aktivnost učenika što je u suprotnosti s uobičajenom paradigmom razredno-predmetnog sustava u kojoj su učenici pasivni sudionici nastave (Topolovčan i sur., 2017). Konstruktivističko učenje je nelinearni proces izgradnje spoznaje u kojem učenik samostalno regulira i interpretira događaje oko sebe kroz aktivan međuodnos s okolinom (Fosnot i Perry, 2005 prema Topolovčan i sur., 2017). U tom kontekstu, nastava učeniku, u vlastitom procesu učenja, služi kao potpora, poticaj i savjetovanje (Palekčić, 2002, Babić, 2007 prema Topolovčan i sur., 2017), a uloga učitelja je „organizirati aktivnosti učenja, iskustva učenja i okolinu u kojoj se učenje treba događati“ (Topolovčan i sur., 2017, str 14). Proces učenja i poučavanja obilježen je smislenim aktivnostima kroz koje učenici, uz pomoć i suradnju s drugima, imaju mogućnost steći nova znanja te ih povezati s prijašnjim iskustvima, vlastitim interesima, motivima ili svojom osobnošću (Vrkić Dimić, 2011), a organizator, moderator i suradnik u provođenju tih aktivnosti je učitelj koji se, u okviru konstruktivizma, odmakao od pozicije predavača.

Brooks i Brooks (1993 prema Olsugen, 2015) su na temelju analize literature kreirali nekoliko deskriptora konstruktivističkog učitelja:

- potiče i prihvaća autonomiju i inicijativu učenika
- koristi različite materijale, uključujući sirove podatke, primarne izvore i interaktivne materijale te potiče učenike na njihovo korištenje
- raspituje se o učenikovom razumijevanju pojmova ili koncepata prije nego podijeli vlastito razumijevanje istih
- potiče učenika na sudjelovanje u dijalogu s učiteljem i ostalim učenicima
- potiče učenika za uključivanje postavljanjem promišljenih, otvorenih pitanja te da se ispituju međusobno
- uključuje učenike u iskustva kontradiktorna početnim stajalištima ili razumijevanjima i potiču diskusiju
- osigurava vrijeme učeniku za konstruiranje veza i metafora
- procjenjuje razumijevanje učenika primjenom i izvođenjem zadataka otvorenog tipa.

Na temelju ovih deskriptora, zaključujemo kako je primarna odgovornost učitelja stvarati i održavati suradničko okruženje za rješavanje problema pri čemu učenici mogu kreirati vlastita znanja, a učitelji ih usmjeravaju u tom procesu (Olsugen, 2015). Potrebno je odmaknuti se od tradicionalnog poimanja nastave, uvesti promjene u praksi i odnosu prema kurikulumu kao i ulogama koje učitelji i učenici imaju u procesu učenja i poučavanja (Vrkić Dimić, 2011). Međutim, učiteljski studiji i dalje obrazuju učitelje za realiziranje frontalno-predavačke nastave, a ne konstruktivističke, unatoč utvrđenim spoznajama i rješenjima koje nudi konstruktivizam (Topolovčan i sur., 2017).

Kada govorimo o konstruktivističkim aktivnostima i projektima koji uključuju edukativne robote, Resnick i Ocko (1990 prema Dobrosovestnova, 2019) predlažu aktivnosti koje učenike uključuju kao aktivne sudionike što im daje veći osjećaj kontrole i odgovornosti za proces učenja. Osim toga, navode poticanje kreativnog rješavanja problema, interdisciplinarnost, pomaganje učenicima da razmišljaju o tome kako drugi ljudi razmišljaju s ciljem razvoja vizije kako će drugi koristiti stvari koje oni kreiraju, omogućavanje refleksije i suradnje te ostavljanje prostora za razvoj i ostvarivanje novih ideja. Frangou i sur. (2008) navode ove principe i proširuju ih pa izvode nekoliko zaključaka o kreiranju aktivnosti učenja i poučavanja koje uključuju edukativne robote:

- suradničke aktivnosti trebaju se izvoditi učenici koji rade u skupinama u kojima svi članovi sudjeluju jednako i ravnopravno jer je znanje rezultat organizirane rasprave i suradnje

- aktivnosti učenja trebaju biti eksperimentalne, praktične i istraživačke jer se znanje stječe kroz niz zadataka u kojima učenici otkrivaju i nadograđuju postojeća znanja
- aktivnosti učenja trebaju kultivirati učeničke metakognitivne vještine poput refleksije, samoregulacije i samoprocjene.

4.1.1. Problemska nastava, projektna nastava i učenje temeljeno na upitima

U usporedbi s tradicionalnim metodama poučavanja, problemsko učenje (*problem-based learning*) se pokazalo kao uspješnije u poticanju intrinzične motivacije i stjecanju dugoročnih znanja. Radi se o didaktičkoj strategiji utemeljenoj na konstruktivističkom pristupu učenja i poučavanja. Temeljni princip problemskog učenja jest učenje kroz proces rješavanja autentičnih svakodnevnih problema (Psycharis i sur., 2008). Radi se o individualiziranom procesu poučavanja pri čemu je ono usmjereno na učenika. Prilikom rješavanja problema, učenik ima mogućnost samostalno prepoznati problem, njegove karakteristike i definirati ga te potom iskoristiti informacije i vještine koje posjeduje kako bi ga riješio, samostalno ili u suradnji s drugim učenicima. Ovaj pristup učenju, učeniku omogućuje lakše prisjećanje informacija u trenutku kada se u budućnosti susretne sa sličnim ili jednakim problemom (Barrows i Tamblyn, 1980). Sukladno s navedenim, Koludrović (2018) izvodi nekoliko odrednica problemske nastave nastava je usmjerena na učenje, a ne poučavanje; učenik preuzima odgovornost za proces učenja; nastavnik je moderator procesa učenja; naučeno mora biti primjenjivo u svakodnevnim životnim situacijama; učenje se ostvaruje kroz suradništvo; problemsko učenje je multidisciplinarno i transdisciplinarno te doprinosi kvaliteti nastavnog ozračja. Problemska nastava potiče učenike na pronalazke inovativnih rješenja pri čemu prolaze kroz proces složenog razmišljanja s ciljem rješavanja problema (Štuikys i Burbaitė, 2018). Edukativni roboti učiteljima pružaju mogućnost uključivanja učenika u zadatke rješavanja problema i otvaraju prostor za kreativne pristupe pri njihovom rješavanju što povećava učenikovu motivaciju i rezultira bržim razvojem vještina i jednostavnijim usvajanjem znanja (Khanlari, 2014).

Uporaba edukativnih robota u nastavi može biti metodološki vrlo zahtjevna aktivnost. Još jedna prikladna strategija za organiziranje aktivnosti pri radu s edukativnim robotima jest projektno učenje (*project-based learning*). Ono obuhvaća aktivnosti učenja koje su dugoročne, interdisciplinarne, usmjerene na učenika i povezane sa stvarnim životnim problemima. Projektno učenje kultivira različite vještine poput praćenja napretka u radu, suradnje s drugima, donošenje promišljenih odluka, preuzimanje inicijative te rješavanje složenih problema (Frangou i sur., 2008). Prema Matijeviću (2008), projektno učenje proizlazi iz plana i

usmjereno je ostvarenju ciljeva. Organizacija je podijeljena u pet faza: (a) faza uključivanja u kojoj učitelj i učenici istražuju i definiraju problem koji će projekt adresirati, (b) faza istraživanja u kojoj se kroz aktivnosti predstavljaju znanja, vještine i alati koji će se koristiti, (c) faza ispitivanja temeljena na pitanjima koja se tiču postojećeg problema, (d) faza kreiranja u kojoj učenici u manjim grupama kreiraju rješenja problema i (e) faza evaluacije u kojoj svaka od grupa prezentira njihov rad i dobiva povratne informacije (Frangou i sur., 2008).

Osim problemskog i projektnog učenja, bitan element STEM kurikulumu predstavlja inkorporacija i učenja postavljanjem upita (*inquiry-based learning*) u procese učenja i poučavanja. Učenje postavljanjem upita također je dio konstruktivističke teorije učenja. Učenik tijekom otkrivanja novog znanja uključuje svoje trenutno i prethodno razumijevanje. Novo znanje treba kontinuirano asimilirati, uskladiti s postojećim i povezati s prijašnjim iskustvima. Učenje i poučavanje postavljanjem upita učenicima pruža priliku da istraže i razumiju svijet oko sebe kroz vlastito iskustvo i na temelju vlastitog kritičkog i kreativnog razmišljanja. (Štuikys i Burbaitè, 2018).

4.2. Konstrukcionistička teorija učenja

Promjene u nastavi potaknulo je implementiranje digitalnih tehnologija i novih medija u procese učenja i poučavanja. Istovremeno, sam pristup tehnologijama tijekom nastave nije dovoljan kako bi se proces učenja i dogodio, nego su potrebni prikladni obrazovni pristupi, metode poučavanja, kurikulum i obrazovno okruženje (Alimisis, Kynigos, 2009). 1980. godine Papert je „razvio konstruktivizam u praktičnoj varijanti potpomognut računalom“ (Vrkić Dimić, 2011, str. 78) pod nazivom konstrukcionizam (Kretchmar, 2008 prema Vrkić Dimić, 2011) kao ideju izgradnje znanja u kontekstu gdje učenik svjesno sudjeluje u izgradnji opipljivog objekta. Uloga učitelja je pritom ponuditi učeniku mogućnost sudjelovanja u praktičnim, iskustvenim istraživanjima i pružiti alate za izgradnju znanja u razrednom okruženju. Papert je konstrukcionizam vidio jednim od načina na koji se razmišljanje može manifestirati, a postaje sve relevantniji jer su digitalne tehnologije omogućile da više učenika istovremeno ima pristup izgradnji nekog objekta ili entiteta što se posebno ističe u radu s mehaničkim tehnologijama i robotikom gdje se ova percepcija vrlo dobro uklapa u aktivnosti konstruiranja robota i programa za njihovo upravljanje. Alimisis i Kynigos (2006) u svom radu ističu kako robote smatramo integralnim dijelom konstrukcionizma jer je upravljanje robotom učenicima zanimljivo, a istovremeno dobivaju povratne informacije iz aktivnosti i namjera kojima nastoje kontrolirati robota ili njihovu okolinu te tako usvajaju znanja. Korištenje robota omogućuje učenicima da razumiju na koji način ljudi upravljaju strojevima, semantiku sučelja

kojima se upravljanje vrši te bolje razumijevanje načina funkcioniranja uređaja koje svakodnevno koriste što utječe na povećanje intrinzične motivacije kod učenika za učenje i rješavanje problema.

5. Obrazovanje učitelja informatike

U okviru strategije *Informatics for All* ističe se važnost kvalitetno obrazovanih nastavnika kao uvjeta za ostvarenje obrazovnih ciljeva. Informatiku bi trebali poučavati učitelji koji su stekli informatičko obrazovanje, ali i prikladne pedagoško-didaktičko-metodičke kompetencije. Kako bi prenijeli znanja učenicima, učitelji trebaju imati široko znanje o području poučavanja. U izvješću *Informatics Education: Europe cannot afford to miss the boat* (2013) se ističe problem nedostatka učitelja informatike u Europi te potreba za kratkoročnim i dugoročnim inicijativama kojima će se problem obrazovanja učitelja informatike riješiti. Na jednakom tragu, Caspersen i sur. (2018) tvrde kako postoji veliki problem pronalaska učitelja informatike s obzirom na to da velika većina obrazovanih informatičara posao pronalazi van sektora obrazovanja zbog velike razlike u plaćama što, zbog zadovoljavanja potreba tržišta, rezultira snižavanjem standarda u profesiji učitelja i nastavnika informatike.

U brojnim državama obrazovanje učitelja podrazumijeva širok spektar načina na koji netko može postati učiteljem ili nastavnikom. Kako je Informatika relativno mlad predmet koji u školskom kurikulumu postepeno dobiva na važnosti, obrazovanju učitelja informatike još uvijek nedostaje tradicija. Brojne države imaju problem s uvođenjem Informatike kao izbornog predmeta u školske kurikulume i/ili pronalaženjem učitelja informatike. Iz tog razloga, omogućavajući razne dodatne izobrazbe, na mjesto učitelja informatike zapošljavaju se stručnjaci različitih područja. Istovremeno, postojeći se studiji Informatike razlikuju se s obzirom na programe i ishode učenja što u konačnici rezultira različitim polazištima i pristupima procesu učenja i poučavanja u praksi (Hubweiser, P. i sur., 2010). Kako za svaki predmet, predmetna, teorijska i praktična, i pedagoška znanja ključna su i za Informatiku. Prema strategiji *Informatics for All*, učitelji informatike trebali bi imati završen studij Informatike koji sadrži jezgru znanja o predmetu i metodološki specifične predmete koji će pružiti pedagoška znanja potrebna za područje. Najbitniju ulogu i najveću odgovornost imaju visokoobrazovne ustanove koje nude programe obrazovanja učitelja informatike koje bi se trebalo poticati da prošire svoje programe i na diplomatske razine kako bi se povećale mogućnosti ulaska u sustav informatičkog obrazovanja, ali i da omoguće nove oblike profesionalnog usavršavanja tijekom radnog staža. Osim toga, potrebno je i osigurati mreže

podrške učiteljima na regionalnoj, nacionalnoj i internacionalnoj razini kako bi učitelji informatike međusobno mogli komunicirati putem online foruma, dijeliti nastavne materijale, radionice, iskustava i sl. i tako unaprjeđivati svoj odgojno-obrazovni rad. U ovom trenutku, cilj informatičkog obrazovanja jest „kreirati suvremene zanimljive i izazovne kurikule, pronaći efikasne metode poučavanja i alate za sve razine obrazovanja i pronaći efikasne načine obrazovanja učitelja, odnosno znanja koja se odnose na pedagoški aspekt poučavanja.“ (Caspersen i sur., 2018, str. 10). Jednako tako, potrebno je i povećati naglasak na tehnologije i inženjerstvo koje je nerijetko izostavljeno iz studijskih programa i tako pripremiti učitelje za poučavanje informatike koristeći robote i promoviranje razvoja STEM vještina (NSTC, 2013 prema Jaipal-Jamani i Angeli, 2016). Kako bi se povećao broj korištenja robota u obrazovne svrhe, potrebno je pripremiti učitelje za njihovo korištenje i omogućiti im da razviju samopouzdanje u njihovu korištenju kako bi ono bilo ugodnije i učinkovitije (Jaipal-Jamani i Angeli, 2016). Iako postoje brojna istraživanja o metodama poučavanja informatike na višim i visokim razinama obrazovanja, nedovoljan je broj onih koja se odnose na niže razine (Caspersen i sur., 2018) kao i broj onih koji ispituju razvoj znanja i vještina učitelja o STEM području i edukativnim robotima i njihovoj primjeni u nastavi (Jaipal-Jamani i Angeli, 2016). Iz tog razloga, potrebno je istražiti poteškoće koje postoje u poučavanju informatike, poglavito na osnovnoškolskoj razini, kao i koje metode se pokazuju kao prikladne i efikasne.

5.1. Obrazovanje učitelja informatike o robotici

Korištenje edukativnih robota u nastavi posljednjih godina je u velikom porastu što rezultira sve većom potrebom za razvojem i unaprjeđivanjem obrazovanja učitelja na području robotike. Prema izvješću Odbora za industriju, istraživanje i energiju Europskog parlamenta o Europskoj industrijskoj politici o umjetnoj inteligenciji i robotici (2019), potrebno je prilagoditi obrazovne programe, kreirati nove oblike učenja i u njih integrirati nove tehnologije. Poseban naglasak stavljen je na razvoj digitalnih vještina, uključujući i programiranje, kroz sve razine obrazovanja. U istraživanju koje su proveli, Sisman i Kucuk (2019) navode kako je velik broj učitelja nesvjestan prednosti koje korištenje edukativnih robota u nastavi nosi i da je najveći dio onih koji su takvog stava nedovoljno upućeni i pripremljeni za njihovo korištenje u procesu učenja i poučavanja. Nedostatak spremnosti vide u nedovoljnom broju specijaliziranih programa u obrazovnim institucijama ili lošeg sadržaja postojećih programa koji su usmjereni na obrazovanje o robotici. Schina i sur. (2020) provele su metaanalizu o postojećoj izobrazbi učitelja o edukativnoj robotici. Rezultati su pokazali kako većina istraživanja utvrđuje da ne postoje uvjeti za završavanje pojedine izobrazbe vezane uz edukativne robote osim, primjerice,

dovoljnog broja dolazaka što postavlja pitanje o kvaliteti usvojenosti sadržaja i ostvarenja ishoda. Ipak, kod nekih programa javlja se završnost u obliku dizajniranja robota, kreiranja programa, instrukcijskih materijala poput nastavnog plana, pedagoških projekata, kreiranje multidisciplinarnih aktivnosti i sl. Od ukupnog broja znanstvenih radova koje su obradile, 21% izvješćuje o uvjetu izvođenja robotičkih aktivnosti u nastavi tijekom izobrazbe radi povezivanja teorije i postojećih znanja s praktičnim radom. Trajanje obrazovnih programa je u rasponu od jednog dana do programa koji ukupno traju više od 39 sati, a raspoređeni su kroz određeni vremenski period. Naglašavaju kako su programi dužeg trajanja s uvjetima većima od prisustva i sudjelovanja u aktivnostima nužni da bi došlo do porasta volje i motivacije učitelja za korištenje edukativnih robota u nastavi. Ističu da se programi baziraju na konstruktivističkim i konstrukcionističkim teorijama učenja i da se koriste problemskom nastavnom, projektnom nastavom, učenjem temeljenom na upitima i učenjem usmjerenim na učenika. Osim toga, na temelju radova koje su analizirale, kreirale su tablicu s istaknutim najboljim praksama vezanima uz suradnju, praktičan rad, materijale, pedagogiju te pružanje povratnih informacija pri obrazovanju učitelja za korištenje edukativnih robota. Potrebno je poticati suradnju te povezati učitelje koji rade s edukativnim robotima radi razmjene iskustava, aktivnosti i rješenja; omogućiti praćenje aktivnosti drugih učitelja ili kolega kako bi se upoznali s novim oblicima i pristupima učenju i poučavanju; pružiti im mogućnost da tijekom obrazovanja ne uče samo teoriju, nego i vježbaju s edukativnim robotima primjenjujući pritom usvojena znanja; osigurati dovoljno vremena za obrazovni program kako bi se učitelji upoznali s alatima koje koriste, programiranjem i srodnim aktivnostima; inkorporirati aktivnosti s edukativnim robotima u škole; omogućiti robotičke setove za učioničku nastavu; omogućiti obrazovne materijale za učitelje; kreirati baze podataka s robotičkim aktivnostima; obučiti učitelje pedagoškim strategijama koje se koriste u radu s robotima, inovativnim didaktičkim metodologijama, najboljim primjerima aktivnosti i načinima na koji su edukativni roboti već implementirani u neka područja znanosti; pružati im povratne informacije o nastavnim pripremama koje kreiraju tijekom izobrazbe i potporu kroz praćenje njihovog odgojno-obrazovnog rada te pomoći u izvedbi aktivnosti.

Kada govorimo o razvoju pojedinih vještina, Jaipal-Jamani i Angeli (2016) svojim istraživanjem dokazuju da je sudjelovanje budućih učitelja u robotičkim aktivnostima povećalo interes za robotiku, samoučinkovitost u poučavanju kroz robotiku, razvilo razumijevanja znanstvenih koncepata i vještina računalnog razmišljanja. Yadav i sur. (2014) ističu kako je

promoviranje i poticanje razvoja računalnog razmišljanja kod učitelja izrazito bitno s obzirom na to da poučavanje istoga dobiva sve bitniju poziciju u obrazovanju.

5.2. Učitelji informatike u Republici Hrvatskoj

Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi (2020) propisuje uvjete za zasnivanje radnog odnosa na mjestu predmetnog nastavnika što podrazumijeva i mjesto učitelja informatike. Prema članku 105. Zakona, poslove učitelja predmetne nastave u osnovnoj školi može primarno obavljati pojedinac koji je završio diplomski ili integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij nastavničkog smjera odgovarajućeg nastavnog predmeta. Ako takva osoba nije pristupila natječaju, škola može zaposliti i pojedinca koji je završio diplomski ili integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij, odnosno specijalistički diplomski studij odgovarajuće vrste, a koji je pritom stekao potrebne pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičke kompetencije. U ovu kategoriju spadaju i pojedinci koji su završili i četverogodišnji dodiplomski stručni studij razredne nastave ili integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij primarnog obrazovanja, a imaju završen pojačani program ili modul za izvođenje nastave odgovarajućeg nastavnog predmeta. Ako se ne javi nitko tko zadovoljava uvjete prve ili druge kategorije, škola može zaposliti osobu sa završenim preddiplomskim sveučilišnim ili stručnim studijem, a koja ima stečene pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičke kompetencije.

Na Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnim i srednjim školama nadovezuje se Pravilnik o odgovarajućoj vrsti obrazovanja učitelja i stručnih suradnika u osnovnoj školi (2019) prema kojem čak 38 studijskih programa i smjerova zadovoljava uvjete za postajanjem učiteljem informatike što Informatiku čini drugim osnovnoškolskim predmetom po broju zadovoljavajućih studijskih programa i smjerova iza Glazbene kulture gdje se studijski programi i smjerovi razlikuju s obzirom na glazbalo koje čini jezgru studija. Studijskih programa i smjerova koji zadovoljavaju uvjete iz točke a) članka 105. stavka 6. Zakona ima 7, iz točke b) 23, a točke c) 8. Među navedenim programima i smjerovima, nakon samo dva studija stječe se akademski naziv *magistra edukacije informatike*, jednog *profesor informatike*, jednog *magistar edukacije informacijskih znanosti*, a ostali u kategoriji a) su u dvopredmetnoj kombinaciji s nekim drugim srodnim područjem poput matematike, fizike, tehničke kulture ili politehnike. Kategorija b) obuhvaća *magistre informatike*, *diplomirane informatičare*, *magistre informatologije*, ali i *magistre matematike*, *inženjere matematike*, *inženjere elektrotehnike*, *stručne specijaliste inženjere računarstva*, *stručne specijaliste inženjere politehnike*, *stručne specijaliste IT managementa*, *magistre primarnog obrazovanja*, *diplomirane učitelje razredne nastave s pojačanim programom Informatike* i sl. Kategorija c)

odnosi se na učitelje informatike koji su završili preddiplomski studij pa time imaju titule *prvostupnika informatike, informacijskih znanosti ili računarstva*, odnosno u dvopredmetnoj kombinaciji *prvostupnike matematike i informatike, matematike i računarstva, fizike i informatike* ili *elektrotehnike i informacijske tehnologije*.

Tablica 2 Odgovarajuća vrsta obrazovanja učitelja informatike (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2018)

TOČKE	STUDIJSKI PROGRAM I SMJER	VRSTA I RAZINA STUDIJA	STEČENI AKADEMSKI NAZIV
a)	Informatika <i>smjer: nastavnički</i>	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar edukacije informatike</i>
		– sveučilišni dodiplomski studij	<i>profesor informatike</i>
	Fizika i informatika <i>smjer: nastavnički</i>	– integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij – diplomski sveučilišni studij	<i>magistar edukacije fizike i informatike</i>
		– sveučilišni dodiplomski studij	<i>profesor fizike i informatike</i> <i>profesor fizike i tehničke kulture s informatikom</i> <i>profesor fizike i tehnike s informatikom</i>
	Informatika u obrazovanju	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar edukacije informatike</i>
	Informatika i tehnika <i>smjer: nastavnički</i>	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar edukacije informatike i tehnike</i>
		– sveučilišni dodiplomski studij	<i>profesor informatike i tehničke kulture</i>
	Politehnika i informatika <i>smjer: nastavnički</i>	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar edukacije politehnike i informatike</i>
	Informacijske znanosti <i>smjer: nastavnički</i>	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar edukacije informacijskih znanost</i>
	Matematika i informatika <i>smjer: nastavnički</i>	– integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij – diplomski sveučilišni studij	<i>magistar edukacije matematike i informatike</i>
– sveučilišni dodiplomski studij		<i>profesor matematike i informatike</i> <i>profesor matematike (usmjerenje informatika)</i>	
b)	Informatika	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar informatike</i>
		– sveučilišni dodiplomski studij	<i>diplomirani informatičar</i>
	Informacijske znanosti <i>smjerovi: Informatika (istraživački), Informatologija</i>	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar informacijskih znanost</i>
		Informacijsko i programsko inženjerstvo	– diplomski sveučilišni studij

Baze podataka i baze znanja	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar informatike</i>
Informatologija	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar informatologije</i>
Informacijske tehnologije	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar informacijske tehnologije</i>
Računarstvo i matematika	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar računarstva i matematike</i>
	– sveučilišni dodiplomski studij	<i>diplomirani inženjer matematike, usmjerenje Računarstvo</i>
Matematika <i>smjerovi: Matematika i računarstvo, Računarski, Računarstvo</i>	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar matematike</i>
	– sveučilišni dodiplomski studij	<i>diplomirani inženjer matematike (sva usmjerenja osim teorijske matematike)</i>
Računarstvo	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar inženjer računarstva</i>
Informacijska i komunikacijska tehnologija	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar inženjer informacijske i komunikacijske tehnologije</i>
Organizacija poslovnih sustava	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar informatike</i>
Politehnika i informatika	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar politehnike i informatike</i>
	– sveučilišni dodiplomski studij	<i>profesor politehnike profesor PTO-a</i>
Elektrotehnika i informacijska tehnologija	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar inženjer elektronike i informacijske tehnologije magistar inženjer elektrotehnike i informacijske tehnologije</i>
Elektrotehnika	– diplomski sveučilišni studij	<i>magistar inženjer elektrotehnike</i>
	– sveučilišni diplomski studij	<i>diplomirani inženjer elektrotehnike</i>
Primijenjena matematika	– diplomski sveučilišni studij	– <i>magistar matematike</i>
Matematička statistika	– diplomski sveučilišni studij	– <i>magistar matematike</i>
Informacijski sustavi	– specijalistički diplomski stručni studij	<i>stručni specijalist inženjer informacijskih tehnologija</i>
Politehnika <i>smjer: Informatika</i>	– specijalistički diplomski stručni studij	<i>stručni specijalist inženjer informacijskih tehnologija</i>
Primijenjeno računarstvo	– specijalistički diplomski stručni studij	<i>stručni specijalist inženjer računarstva</i>
Politehnika <i>smjer: Informacijske tehnologije</i>	– specijalistički diplomski stručni studij	<i>stručni specijalist inženjer politehnike</i>
Informacijska tehnologija u poslovnim sustavima	– specijalistički diplomski stručni studij	<i>stručni specijalist poslovnih informacijskih sustava</i>

	IT menadžment	– specijalistički diplomski stručni studij	<i>stručni specijalist IT managementa</i>
	Učiteljski studij	– integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij	<i>magistar primarnog obrazovanja (Modul Informatike razvidan je iz Dopunske isprave o studiju)</i>
		– četverogodišnji dodiplomski stručni studij	<i>diplomirani učitelj razredne nastave s pojačanim programom iz nastavnoga predmeta Informatike</i>
c)	Informatika	– preddiplomski sveučilišni studij	<i>sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) informatike</i>
	Informacijske znanosti	– preddiplomski sveučilišni studij	<i>sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) informacijskih znanosti</i>
	Informacijski sustavi	– preddiplomski sveučilišni studij	<i>sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) informatike</i>
	Računarstvo	– preddiplomski sveučilišni studij	<i>sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) računarstva</i>
	Matematika i informatika	– preddiplomski sveučilišni studij	<i>sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) matematike i informatike</i>
	Matematika i računarstvo	– preddiplomski sveučilišni studij	<i>sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) matematike i računarstva</i>
	Fizika i informatika	– preddiplomski sveučilišni studij	<i>sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) fizike i informatike</i>
	Elektrotehnika i informacijska tehnologija	– preddiplomski sveučilišni studij	<i>sveučilišni prvostupnik (baccalaureus) elektrotehnike i informacijske tehnologije</i>

Očito je kako su Pravilnikom definirane različite vrste obrazovanja koje zadovoljavaju uvjete zapošljavanja na mjestu učitelja informatike na temelju čega možemo zaključiti da na poziciji učitelja informatike rade osobe raznih profila, stručnih i pedagoških znanja i vještina te samim time vjerojatno postoji razlika u kvaliteti i uspješnosti izvođenja nastave i znanjima kojima učenici po završetku određene razine obrazovanja raspolažu.

Kada o govorimo o obrazovanju učitelja informatike za korištenje edukativnih robota u nastavi, nijedan studij nastavničke informatike u Republici Hrvatskoj ne uključuje obavezne kolegije iz područja robotike dok jedino Fakultet organizacije i informatike Sveučilišta u Zagrebu u svom programu studija Informatika u obrazovanju ima jedan izborni kolegij vezan uz robotiku pod nazivom Edukacijski roboti i mikroracunala. Prema ishodima kolegija, studenti će razumjeti sastavne komponente kibernetско-fizičkih sustava i edukacijskih robota, osnova robotike, primjenjivati metodičke pristupe poučavanja, razumjeti izazove natjecanja s robotima, izazove u dizajnu sustava, moći izraditi detaljne instrukcije za izradu robota i

mikroročunala, primijeniti ih u razvoju kritičkog razmišljanja, timskog rada, kreativnosti i rješavanju problemskih zadataka i dr. Uz njega, studenti preddiplomskog studija na istom fakultetu obavezni su slušati dva kolegija iz programiranja (Fakultet organizacije i informatike, 2021).

Diplomski studij informacijskih znanosti smjer Informatika (nastavnički) Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu ne nudi nijedan kolegij vezan uz robotiku, edukativne robote ili programiranje dok na preddiplomskom studiju informacijskih znanosti jednopredmetni studenti obavezni su slušati kolegije Algoritmi i strukture podataka i Napredno programiranje te imaju nekoliko izbornih kolegija u okviru kojih mogu razvijati svoje programerske vještine i računalno razmišljanje poput Napredno programiranje web aplikacija, Obrada teksta i jezika ili Osnove web dizajna (Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2021).

Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu nudi program diplomskog sveučilišnog studija nastavničkog smjera Matematike i informatike. U okviru tog programa među kompetencijama koje se stječu završetkom studija navode „znanja, vještine i vještina oblikovanja i analize algoritama, strukturnog i objektno-orijentiranog programiranja“. Navedene kompetencije ostvaruju se kroz kolegije poput Objektno programiranje, Oblikovanje i analiza algoritama te Programski jezici i oprema za nastavu programiranja u školama. Kolegij Programski jezici i oprema za nastavu programiranja u školama osposobljava studente za rad s programskim jezicima i opremom, kritički vrednuju i odabiru alate i opremu, organiziranje nastave s uključenim radom s fizičkim objektima među kojima navode mikrokontrolere, korištenje programa za programiranje spajanjem blokova i sl. (Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2021)

Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu u okviru svog integriranog preddiplomskog i diplomskog studija nudi stjecanje dodatnih kompetencija u sklopu modula Informatike gdje su studenti obavezni slušati kolegije Programiranje i Programiranje edukacijskih programskih paketa. Ipak, prema opisu kolegija, ishodima i navedenoj literaturi, zaključuje se kako kolegiji sadržajno ne obuhvaćaju robotiku i edukacijske robote, nego programiranje i uključivanje multimedija općenito (Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2021).

Fakultet odgojnih i obrazovnih znanosti Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku u okviru svog Učiteljskog studija – modul Informatika obvezuje studente na slušanje i polaganje kolegija Algoritmi i strukture podataka i Programski jezik LOGO. Kolegiji podrazumijevaju kreiranje algoritama, razumijevanje logike programiranja i programiranje jednostavnijih kodova. Također ne postoji nijedan kolegij koji svojim sadržajem pokriva područje robotike i korištenja edukativnih robota u nastavi (Fakultet odgojnih i obrazovnih znanosti, 2021).

6. Metodologija istraživanja

6.1. Cilj, problem i varijable istraživanja

Cilj istraživanja je ispitati interes i spremnost učitelja informatike za uključivanje edukativnih robota u proces učenja i poučavanja nastavnog predmeta Informatike u višim razredima osnovne škole. Problem istraživanja usmjeren je na utvrđivanje razlika između učitelja informatike u interesu za robotiku, vještinama programiranja i računalnog razmišljanja, znanjima o robotici i samopouzdanju za njihovo korištenje s obzirom na sociodemografska obilježja i čimbenike koji utječu na interes i samopouzdanje za uporabu edukativnih robota u procesu učenja i poučavanja nastavnog predmeta Informatike.

U ovom istraživanju, razlikujemo nekoliko nezavisnih i zavisnih varijabli. Nezavisne varijable odnose se na sociodemografska i opća obilježja ispitanika: spol, dob, završeni fakultet, završena vrsta studija, učestalost sudjelovanja u neformalnim i informalnim oblicima učenja i uporaba edukativnih robota u nastavi. Zavisne varijable uključuju interes za robotiku, samoprocjenu vlastitih vještina računalnog razmišljanja i programiranja, samoprocjenu znanja o robotici i samopouzdanja učitelja za njihovu uporabu u nastavi informatike.

6.2. Sudionici istraživanja

Ciljana skupina ispitanika bili su učitelji informatike koji rade u predmetnoj nastavi od petog do osmog razreda osnovnih škola. U istraživanju je sudjelovalo 164 učitelja informatike. Na pitanje vezano uz ustanovu završenog studija, odgovor je dalo 145 učitelja.

Od 164 ispitanika, 108 je ženskih ispitanica (65,9%), 54 ispitanika (32,9%), jedna osoba nebinarna (0,6%) i jedna se osoba deklarirala kao 'čovjek' (0,6%). S obzirom na dob, struktura ispitanika bila je: 7,5% do 25 godina, 22,6% od 25 do 30 godina, 37,8% učitelja između 30 i 40 godina, 19,5% od 40 do 50 godina te 12,25 učitelja u dobi od 50 i više godina. Najveći broj ispitanika ima manje od 5 godina radnog staža, njih 56 (34,1%), 44 ispitanika (26,8%) ima od 10 do 20 godina radnog staža, 30 ispitanika (18,3%) ima od 5 do 10 godina radnog staža, 27 ispitanika (16,5%) od 20 do 30, a njih 7 (4,3%) 30 i više godina radnog staža.

S obzirom na vrstu završenog studija, 94 ispitanika (57,3%) završilo je diplomski sveučilišni studij, 37 ispitanika (22,6%) završilo je integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij, 19 ispitanika (11,6%) sveučilišni dodiplomski studij (predbolonjski), 8 ispitanika (4,9%) specijalistički diplomski stručni studij, a 6 ispitanika (3,7%) preddiplomski sveučilišni studij.

6.3. Hipoteze istraživanja

U skladu s teorijskim pregledom literature, predmetom i ciljem istraživanja, postavljene su sljedeće hipoteze:

H1: Postoje statistički značajne razlike u interesu i samoprocjeni vještina, znanja i samopouzdanja učitelja s obzirom na sociodemografska obilježja.

H2: Postoje statistički značajne razlike u interesu i samoprocjeni vještina, znanja i samopouzdanja učitelja s obzirom na uključenost edukativnih robota u njihove nastavne aktivnosti.

H3: Postoji statistički značajna povezanost između interesa učitelja za robotiku i samoprocjene vještina, znanja i samopouzdanja.

H4: Postoji statistički značajna povezanost između samopouzdanja učitelja za korištenje edukativnih robota u nastavi i samoprocjene vještina i znanja.

6.4. Postupci i instrument istraživanja

Istraživanje je provedeno kvantitativnom metodologijom, online upitnikom koncipiranim u pet dijelova: sociodemografski i opći podaci, skala procjene interesa za robotiku, skala procjene vlastitog znanja na području računalnog razmišljanja i programiranja, skala procjene vlastitog znanja o robotici i skala procjene samopouzdanja za korištenje edukativnih robota u nastavi. Istraživanje je provedeno putem Google obrasca. Svi podaci prikupljeni ovim upitnikom analizirani su pomoću statističkog programa za obradu podataka IBM SPSS i prikazani parametrima deskriptivne statistike. U analizi podataka koristio se t-test za nezavisne uzorke, jednosmjerna analiza varijance (ANOVA), post-hoc Scheffe testovi i provedena je Pearsonova korelacijska analiza.

Prvim dijelom upitnika obuhvaćeni su sociodemografski i opći podaci o spolu, dobi, ustanovi završenog studija, vrsti završenog studija, godinama radnog staža, učestalosti profesionalnog razvoja i podaci o korištenju edukativnih robota u nastavi.

Preostala četiri dijela upitnika čine skale procjene kreirane po uzoru na Piedade, J., Dorotea, N., Pedro, A., Matos, J.F. (2020) *On Teaching Programming Fundamentals and Computational Thinking with Educational Robotics: A Didactic Experience with Pre-Service Teacher* i Jaipal-Jamani, K., Angeli, C. (2017). *Effect of Robotics on Elementary Preservice Teachers' Self-Efficacy, Science Learning, and Computational Thinking* uz dozvolu autora.

Čestice u obliku tvrdnji grupirane su prema kategorijama pri čemu su ispitanici svoje slaganje s njima izjašnjavali pomoću Likertove skale na ljestvici od pet stupnjeva (1 = uopće se ne slažem; 2 = djelomično se ne slažem; 3 = niti se slažem niti se ne slažem; 4 = djelomično se slažem; 5 = u potpunosti se slažem).

Interes učitelja za robotiku ispitan je kroz 6 čestica (*Prilog 1*) koje su zbrojene u varijablu 'Interes za robotiku'. Pouzdanost skale provjerena je koeficijentima unutrašnje konzistencije tipa Cronbach alpha pri čemu je skala pokazala zadovoljavajuću pouzdanost koeficijenta $\alpha=0,78$.

Procjena vještina računalnog razmišljanja i programiranja provedena je kroz 13 čestica koje su zbrojene u dvije različite varijable „Vještina računalnog razmišljanja“ i „Vještina programiranja“. Pouzdanost skale provjerena je koeficijentima unutrašnje konzistencije tipa Cronbach alpha pri čemu je kod prve varijable koeficijent iznosio $\alpha=0,81$, a druge $\alpha=0,83$ što dokazuje vrlo dobru pouzdanost.

Samoprocjena znanja o robotici provedena je kroz 6 čestica. Tvrdnje su zbrojene u jednu varijablu „Znanja o robotima“ te je izračunat koeficijent pouzdanosti $\alpha=0,92$ zbog čega pouzdanost smatramo izvrsnom.

Posljednji dio upitnika odnosio se na samoprocjenu vlastite samopouzdanja za korištenje robota u nastavi informatike i sačinjen je od 6 čestica. One su također zbrojene u jednu varijablu naziva „Samopouzdanje za rad s robotima“. Provjerena je vrijednost Cronbach alpha koeficijenta pri čemu je koeficijent pouzdanosti poprimio vrijednost $\alpha=0,91$.

7. Rezultati istraživanja

7.1.Sociodemografska i opća obilježja

U istraživanju je sudjelovalo 164 učitelja informatike viših razreda osnovne škole. Od 164 ispitanika, 108 je ženskih ispitanica (65,9%), 54 ispitanika (32,9%), jedna osoba se deklarirala kao nebinarna (0,6%) i jedna kao 'čovjek' (0,6%). S obzirom na dob, struktura ispitanika bila je: 7,5% do 25 godina, 22,6% od 25 do 30 godina, 37,8% učitelja između 30 i 40 godina, 19,5% od 40 do 50 godina te 12,25 učitelja u dobi od 50 i više godina.

Tablica 3 Struktura ispitanika s obzirom na ustanovu završenog studija

Ustanova završenog studija	Frekvencija	Postotak
Učiteljski fakultet	42	28,97
Fakultet organizacije i informatike, Sveučilište u Zagrebu	21	14,48
Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu	11	7,57
Fakultet odgojnih i obrazovnih znanosti, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku	10	6,90
Filozofski fakultet, Sveučilište u Rijeci	9	6,21
Filozofski fakultet, Sveučilište u Zagrebu	5	3,45
Odjel za informatiku, Sveučilište u Rijeci	5	3,45
Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Splitu	5	3,45
Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu	4	2,76
Fakultet informatike, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli	4	2,76
Odjel za fiziku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku	3	2,07
Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Splitu	2	1,38
Filozofski fakultet, Sveučilište u Osijeku	2	1,38
Filozofski fakultet, Sveučilište u Splitu	2	1,38
Odjel za matematiku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku	2	1,38
Odjel za matematiku, Sveučilište u Rijeci	2	1,38
Pedagoška akademija	2	1,38
Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu	2	1,38
Veleučilište u Rijeci	2	1,38
Elektrotehnički fakultet, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku	1	0,69
Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu	1	0,69
Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu	1	0,69
Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu	1	0,69
Odjel za elektrotehniku i računarstvo, Sveučilište u Dubrovniku	1	0,69

Odjel za politehniku, Sveučilište u Rijeci	1	0,69
Sveučilište u Zadru	1	0,69
Tehničko veleučilište u Zagrebu	1	0,69
Tekstilno-tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu	1	0,69
Visoka škola informacijske tehnologije	1	0,69
Ukupno	145	100

Struktura ispitanika prema ustanovi završenog studija ukazuje na visoku razinu heterogenosti skupine s obzirom na navedeni faktor. Najveći broj učitelja informatike završio je Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, njih 42 (28,97%). Duplo manje ispitanika, njih 21 (14,48%) završilo je Fakultet organizacije i informatike Sveučilišta u Zagrebu, a iza njih slijede Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu s 11 (7,57%) ispitanika i Fakultet odgojnih i obrazovnih znanosti Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku s 10 ispitanika (6,90%). Ostale navedene fakultete i sveučilišta završilo je manje od 10 ispitanika, odnosno manje od 6,50% od ukupnog broja ispitanika učitelja informatike.

Tablica 4 Struktura ispitanika s obzirom na vrstu završenog studija

	Frekvencije	Postotci
sveučilišni dodiplomski studij (predbolonjski)	19	11,6
preddiplomski sveučilišni studij	6	3,7
diplomski sveučilišni studij	94	57,3
integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij	37	22,6
specijalistički diplomski stručni studij	8	4,9
Ukupno	164	100,0

Što se tiče vrste završenog studija, 94 ispitanika (57,3%) završilo je diplomski sveučilišni studij, 37 ispitanika (22,6%) završilo je integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij, 19 ispitanika (11,6%) sveučilišni dodiplomski studij (predbolonjski), 8 ispitanika (4,9%) specijalistički diplomski stručni studij, a 6 ispitanika (3,7%) preddiplomski sveučilišni studij.

Tablica 5 Broj ispitanika s obzirom na učestalost sudjelovanja u neformalnim i informalnim oblicima učenja

	Frekvencije	Postotci
Nikad/skoro nikad	1	0,6
Rijetko	4	2,4
Povremeno	46	28,0
Često	80	48,8
Dosta često	33	20,1
Ukupno	164	100,0

U tablici 5, prikazano je koliko učestalo ispitanici učitelji informatike sudjeluju u neformalnim i informalnim oblicima učenja kao oblicima profesionalnog razvoja. Vidljivo je kako većinski broj ispitanika, 68,9%, često ili dosta često sudjeluje u nekom od oblika neformalnog i informalnog oblika učenja. U ovim oblicima profesionalnog razvoja, povremeno sudjeluje 28% ispitanika, a svega 3% rijetko ili nikad/skoro nikad.

Tablica 6 Struktura ispitanika s obzirom na radni staž

	Frekvencije	Postotci
manje od 5 godina	56	34,1
5 do 10 godina	30	18,3
10 do 20 godina	44	26,8
20 do 30 godina	27	16,5
30 i više	7	4,3
Ukupno	164	100,0

Najveći broj ispitanika ima manje od 5 godina radnog staža, njih 56 (34,1%), 44 ispitanika (26,8%) ima od 10 do 20 godina radnog staža, 30 ispitanika (18,3%) ima od 5 do 10 godina radnog staža, 27 ispitanika (16,5%) od 20 do 30, a njih 7 (4,3%) 30 i više godina radnog staža.

7.2. Edukativni roboti u nastavi

Tablica 7 Struktura ispitanika koji (ne)koriste edukativne robote u nastavi s obzirom na spol

		Koristite li edukativne robote u nastavi?		Ukupno
		Da	Ne	
Spol	Ženski	45 (41,7%)	63 (58,3%)	108
	Muški	26 (48,1%)	28 (51,9%)	54
	ostalo	0	2 (100%)	2
Ukupno		71	93	164

Od ukupno 164 ispitana učitelja informatike, njih 71 koristi edukativne robote u nastavi što čini 43,3%. Njih 93, 56,7%, ne koristi edukativne robote u procesu učenja i poučavanja. Pokazalo se kako, od ukupnog uzorka ženskih ispitanica, njih 41,7% koristi edukativne robote u nastavi u odnosu na njih 58,3% koje ne koriste. Kod muških ispitanika, rezultati pokazuju da njih 48,1% koristi, a 51,9% ne koristi edukativne robote.

Tablica 8 Struktura ispitanika koji (ne)koriste edukativne robote u nastavi s obzirom na vrstu završenog studija

		Koristite li edukativne robote u nastavi?		Ukupno
		Da	Ne	
Vrsta završenog studija	sveučilišni dodiplomski (prebolonjski)	12 (63,2%)	7 (36,8%)	19
	preddiplomski sveučilišni studij	3 (50%)	3 (50%)	6
	diplomski sveučilišni studij	40 (42,6%)	54 (57,4%)	94
	integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij	13 (35,1%)	24 (64,9%)	37
	specijalistički diplomski stručni studij	3 (37,5%)	5 (62,5%)	8
Ukupno		71	93	164

Kao što je vidljivo u tablici 8, s obzirom na završenu vrstu studija, ispitanici sa završenim sveučilišnim dodiplomskim studijem češće koriste edukativne robote u nastavi od ostalih. Njih 12 koristi edukativne robote u nastavi što čini 63,2%, dok njih 7, 36,85%, ne. Polovica ispitanika sa završenim preddiplomskim sveučilišnim studijem koristi edukativne robote, dok je među ispitanicima sa završenim diplomskim sveučilišnim studijem 42,6%, odnosno 40 ispitanika, koji ih koriste. Ispitanici sa završenim integriranim preddiplomskim i

diplomskim sveučilišnim studijem najrjeđe koriste edukativne robote u nastavi, svega njih 13 od 37, 35,1%. Slična je situacija i sa specijalističkim diplomskim stručnim studijem gdje je 37,5% ispitanih potvrdilo korištenje edukativnih robota u učenju i poučavanju informatike.

Tablica 9 Struktura ispitanika koji (ne)koriste edukativne robote u nastavi informatike s obzirom na godine radnog staža

		Koristite li edukativne robote u nastavi?		Ukupno
		Da	Ne	
Godine radnog staža	manje od pet godina	17 (30,4%)	39 (69,6%)	56
	5 do 10 godina	17 (56,7%)	13 (43,3%)	30
	10 do 20 godina	21 (47,7%)	23 (52,3%)	44
	20 do 30 godina	12 (44,4%)	15 (55,6%)	27
	30 i više godina	4 (57,1%)	3 (42,9%)	7
Ukupno		71	93	164

Prema tablici 9, s obzirom na godine radnog staža, edukativne robote u nastavi najrjeđe koriste ispitanici s manje od 5 godina radnog staža. Svega njih 17, 30,4% izjasnilo se kako ih koristi u procesu učenja i poučavanja, a njih 39, 69,6%, ne. Vidljiv je porast u korištenju edukativnih robota kod ispitanika čiji je radni staž između 5 i 10 godina radnog staža njih 17, 56,7% koristi, a 13, 43,3% ne koristi edukativne robote u nastavi. Jedina skupina ispitanika kod koje je prema rezultatima češća pojavnost edukativnih robota u nastavi, nego kod onih s 5 do 10 godina radnog staža, jest s 30 i više godina radnog staža gdje je omjer 57,1% naprema 42,9%.

Tablica 10 Broj ispitanika s obzirom na period uporabe edukativnih robota u nastavi

	Frekvencije	Postotci
manje od godinu dana	17	23,9
1 do 2 godine	15	21,1
2 do 5 godina	27	38,0
više od 5 godina	12	16,9
Ukupno	71	100,0

Od 71 ispitanika koji koriste edukativne robote u procesu učenja i poučavanja, najveći je postotak onih koji ih koriste između 2 i 5 godina, njih 27, odnosno 38%. 23,9% ispitanika ih koristi manje od godinu dana. 21,1% od 1 do 2 godine, a njih 16,9% koristi edukativne robote u nastavi informatike više od 5 godina.

7.3. Deskriptivna analiza skala interesa i samoprocjene znanja i vještina učitelja

U ostatku upitnika, pomoću Likertove skale od pet stupnjeva, ispitivao se interes za robotiku, samoprocjena vještina računalnog razmišljanja, programiranja, znanja o robotici te samopouzdanja. Pomoću peterostupanjske ljestvice (1 = uopće se ne slažem; 2 = djelomično se ne slažem; 3 = niti se slažem niti se ne slažem; 4 = djelomično se slažem; 5 = u potpunosti se slažem) ispitanici su izražavali vlastito slaganje s navedenim tvrdnjama. U tablici 11 nalazi se analiza slaganja učitelja informatike s tvrdnjama vezanima uz procjenu vlastitog interesa za robotiku i njima dodijeljenim podacima o aritmetičkoj sredini, modu i standardnoj devijaciji s obzirom na dobivene odgovore.

Tablica 11 Interes učitelja za robotiku

R. br.	Tvrdnja	Aritmetička sredina	Mod	Std. devijacija
1.1.	Volim učiti o novim tehnologijama poput robotike.	4,54	5	,77
1.2.	Volim koristiti znanstvene metode pri rješavanju problema.	4,41	5	,72
1.3.	Volim koristiti matematičke formule i izračune pri rješavanju problema.	4,17	5	,98
1.4.	Htio/htjela bih znati više o području STEM-a (eng. science, technology, engineering, mathematics).	4,47	5	,78
1.5.	Učenje o robotima i robotici smatram zanimljivim.	4,72	5	,58
1.6.	Htio/htjela bih koristiti robotiku u svojoj nastavi.	4,48	5	,86

Prema rezultatima upitnika, kod učitelja informatike prisutna je visoka razina interesa za robotiku. S obzirom na to da je robotika relativno novo područje znanosti čiji su potencijali korištenja u nastavi Informatike široki i još uvijek se otkrivaju, to je donekle očekivano. Iako je najviša razina slaganja ispitanika prisutna u tvrdnjama 1.5 i 1.1., primjećujemo kako je ipak ona nešto niža kod tvrdnje 1.6. koja se odnosi na želju za uključivanje robota u nastavu. Također, kod tvrdnje 1.6 možemo primijetiti i veću razinu disperzije odgovora s obzirom na to da je standardna devijacija nešto viša, 0,86, u odnosu na standardnu devijaciju ostalih tvrdnji

iz čega možemo zaključiti da, unatoč tome što učitelji pokazuju interes za robotiku, postoje određene prepreke zbog kojih ih određena skupina ispitanika ne bi uključila u svoju nastavu.

Tablica 12 Htio/htjela bih koristiti robotiku u svojoj nastavi.

1.6. Htio/htjela bih koristiti robotiku u svojoj nastavi.			
	Frekvencije	Postotci	Kumulativni postotci
Uopće se ne slažem	2	1,2	1,2
Djelomično se ne slažem	4	2,4	3,7
Niti se slažem niti se ne slažem	15	9,1	12,8
Djelomično se slažem	35	21,3	34,1
U potpunosti se slažem	108	65,9	100
Ukupno	164	100,00	

Prema podacima iz tablice 12, vidimo kako je 12,8% učitelja izrazilo svoje neslaganje ili nesigurnost po pitanju uključivanja robotike u njihovu nastavu od čega se samo dva ispitanika s tim uopće ne slažu. Čak 87,2% njih složilo s izjavom da bi robotiku htjeli koristiti u svojoj nastavi što, u skladu s ostalim rezultatima, ukazuje na to da su učitelji voljni obrazovati se i primijeniti naučeno u svom procesu učenja i poučavanja informatike. Ostaje upitno što je razlog apsolutnog ili djelomičnog neslaganja dijela ispitanika s uključivanjem edukativnih robota u nastavu Informatike.

U tablici 13 pronalazimo podatke koji se prikazuju aritmetičku sredinu, mod i standardnu devijaciju datih odgovora na tvrdnje koje se tiču samoprocjene ispitanika o vještini računalnog razmišljanja i programiranja.

Tablica 13 Samoprocjena vještina računalnog razmišljanja i programiranja

R. br.	Tvrdnja	Aritmetička sredina	Mod	Std. devijacija
2.1.	Pažljivo analiziram problem prije nego ga pokušam riješiti.	4,49	5	,67
2.2.	Prije početka rješavanja problema, razvijam plan rješavanja problema.	4,26	5	,85
2.3.	Pri rješavanju problema, idem korak po korak kako bih došao/došla do rješenja.	4,57	5	,66
2.4.	Pri rješavanju problema, minimiziram broj koraka uklanjanjem nepotrebnih.	4,27	5	,80
2.5.	Provjeravam ispravnost rješenja, kritički vrednujem i preuređujem rješenje problema ako je potrebno.	4,51	5	,71
2.6.	Kako bih riješio/riješila kompleksan problem, rastavljam ga na manje potprobleme.	4,48	5	,68
2.7.	Volim čuti savjete drugih pri donošenju odluke kako pristupiti nekom zadatku ili problemu.	4,61	5	,59
2.8.	Volim rješavati problem u timu.	4,22	5	,91
2.9.	Kada rješavam problem u timu, članove tima pitam za pomoć ako naiđem na prepreku ili nešto ne razumijem.	4,46	5	,73
2.10.	Znam razviti algoritam i stvoriti program u odabranom programskom jeziku rješavajući problem uporabom strukture grananja i ponavljanja.	4,43	5	,82
2.11.	Koristim se različitim programskim paradigmama za rješavanje problema iz svakodnevnog života.	4,04	4	,91
2.12.	Znam stvoriti programsko rješenje za problem iz svakodnevnog života, predstaviti ga i vrednovati.	4,15	5	,88
2.13.	Uvjeren/uvjeren sam da mogu naučiti nove načine upravljanja nekim robotom.	4,55	5	,73
2.14.	Ako u radu naiđem na softverski problem, vjerujem da ga mogu samostalno riješiti.	4,05	4	,88

Kao i u tablici 11, primjećujemo da ispitanici svoje vještina računalnog razmišljanja i programiranja i spremnosti za timski rad na temelju zadanih tvrdnji procjenjuju vrlo visoko, kao i interes, i da je njihova prosječna procjena vlastitih vještina računalnog razmišljanja i programiranja bila 5 kod svih tvrdnji osim 2.11. i 2.14. gdje je prosječan odgovor 4 (Slažem se). Najviša razina slaganja prisutna je kod tvrdnje 2.7. koja se odnosi na samoprocjenu spremnosti za sudjelovanje u timskom radu prema kojoj su učitelji voljni zatražiti savjet u trenutku kada se suoče s problemom što je i očekivano s obzirom na to da učiteljski posao

podrazumijeva zajedničko djelovanje učiteljskog kolektiva, stručnih suradnika i roditelja u korist razvoja svakog pojedinog učenika.

Tablica 14 Pri rješavanju problema, idem korak po korak kako bih došao/došla do rješenja.

2.3. Pri rješavanju problema, idem korak po korak kako bih došao/došla do rješenja.			
	Frekvencije	Postotci	Kumulativni postotci
Uopće se ne slažem	0	0	0
Djelomično se ne slažem	2	1,2	1,2
Niti se slažem niti se ne slažem	9	5,5	6,7
Djelomično se slažem	46	28	34,8
U potpunosti se slažem	107	65,2	100
Ukupno	164	100,00	

Istovremeno, među tvrdnjama koje se odnose na samoprocjenu računalnog razmišljanja, najviša aritmetička sredina i najniža standardna devijacija prisutna je kod tvrdnje 2.3. pri čemu se čak 93,2% učitelja u potpunosti ili djelomično složilo s tom tvrdnjom pri samoprocjeni vlastitog pristupa rješavanju problema. Samo 11 učitelja, 6,7%, je neutralno ili se djelomično ne slaže s tom tvrdnjom. Tvrdnje koje se odnose na programiranje imaju nižu razinu slaganja u odnosu na tvrdnje vezane uz računalno razmišljanje, no pozitivna je činjenica da najvišu aritmetičku sredinu ima tvrdnja 2.13. iz koje se iščitava da se većina ispitanih učitelja smatra sposobnima za naučiti nove načine upravljanja robotom.

Tablica 15 Samoprocjena znanja o robotici

R. br.	Tvrdnja	Aritmetička sredina	Mod	Std. devijacija
3.1.	Imam dovoljno znanja iz programiranja za korištenje edukativnih robota u aktivnostima učenja i poučavanja.	3,71	4	1,01
3.2.	Imam dovoljno znanja o robotici za koristiti je u aktivnostima učenja i poučavanja.	3,57	3	1,14
3.3.	Imam dovoljno znanja o inženjerstvu i procesu dizajniranja koje se odnosi na robotiku.	3,05	3	1,07
3.4.	Imam dovoljno znanja za odabir najprikladnijeg robota za aktivnosti učenja i poučavanja s obzirom na dob učenika.	3,51	4	1,09
3.5.	Imam dovoljno znanja za analizu pedagoškog potencijala različitih tipova robota.	3,46	4	1,05
3.6.	Imam dovoljno znanja o grafičkim softverima za programiranje spajanjem blokova koda koji se mogu koristiti za poučavanje programiranja.	3,75	4	1,16

Prema podacima dostupnima u tablici 15, možemo zaključiti kako se, u odnosu na procjene interesa za robotiku te vlastitih vještina računalnog razmišljanja i programiranja, ispitani učitelji rjeđe slažu s navedenim tvrdnjama koje se tiču samoprocjene vlastitog znanja o robotici. Najčešći odgovori bili su Niti se slažem niti se ne slažem ili Djelomično se slažem. Najvišu aritmetičku sredinu imaju izjave 3.1. i 3.6. koje su međusobno povezane s obzirom na to da se odnose na programske vještine nužne za uporabu edukativnih robota u nastavi. Većina učitelja djelomično se slaže s tvrdnjama da imaju dovoljno znanja iz programiranja kao i znanja o softverima koji omogućuju programiranje spajanjem blokova. Najnižu aritmetičku sredinu očekivano ima tvrdnja 3.3. Kod iste je najčešći odgovor ispitanika bio Niti se slažem niti se ne slažem. Mogući uzrok toga jest što većina studijskih programa, po čijem završetku se može postati učiteljem informatike, ne sadrži ishode koji podrazumijevaju znanja iz inženjerstva i procesa dizajniranja pa samim time učitelji nerijetko nisu imali priliku formalno se obrazovati o istima (Fakultet informatike u Puli, 2021; Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2021; Odjel za informatiku Sveučilišta u Rijeci, 2021; Odjel za matematiku Sveučilište J.J.S. u Osijeku, 2021; Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2021; Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2021).

Tablica 16 Imam dovoljno znanja o robotici za koristiti je u aktivnostima učenja i poučavanja.

3.2. Imam dovoljno znanja o robotici za koristiti je u aktivnostima učenja i poučavanja.			
	Frekvencije	Postotci	Kumulativni postotci
Uopće se ne slažem	9	5,5	5,5
Djelomično se ne slažem	17	10,4	15,9
Niti se slažem niti se ne slažem	51	31,1	47,0
Djelomično se slažem	46	28	75,0
U potpunosti se slažem	41	25	100
Ukupno	164	100,00	

Druga tvrdnja u ovom tijelu upitnika gdje se najčešće ponavlja vrijednost 3 (Niti se slažem niti se ne slažem) jest tvrdnja 3.2. 15,9% učitelja, njih 26, smatra kako se uopće ili djelomično ne slaže s tim da posjeduje dovoljno znanja o robotici da bi ju koristili u aktivnostima učenja i poučavanja nastavnog predmeta Informatike, dok se njih čak 31,1%, 51 ispitanik, niti slaže niti ne slaže s navedenom tvrdnjom. 53% ispitanih učitelja se djelomično ili u potpunosti slaže s tim da imaju dovoljno znanja o robotici da bi ju koristili u nastavi. S obzirom na visok postotak onih koji su neutralni ili se pak ne slažu s tvrdnjom 3.2., postavlja se pitanje što je uzrok razlike u znanju između onih koji su se u potpunosti složili s ovom tvrdnjom i onih koji nisu, radi li se o razlici u formalnom obrazovanju, stručnom usavršavanju, profesionalnom razvoju, radnom stažu ili nečemu drugome.

Tablica 17 Samoprocjena samopouzdanja za rad s robotima

R. br.	Tvrdnja	Aritmetička sredina	Mod	Std. devijacija
4.1.	Siguran/sigurna sam da imam vještine potrebne za korištenje robotike u nastavi.	3,94	5	,98
4.2.	Siguran/sigurna sam da mogu angažirati svoje učenike da sudjeluju u projektima temeljenima na robotici.	4,08	5	,88
4.3.	Siguran/sigurna sam da mogu pomoći svojim učenicima ako imaju poteškoća s robotikom.	3,93	4	,94
4.4.	Siguran/sigurna sam da mogu planirati i dizajnirati proces učenja i poučavanja s robotima.	3,87	4	,97
4.5.	Siguran/sigurna sam da mogu poučavati informatiku uključujući različite tipove robota.	4,04	5	,94
4.6.	Siguran/sigurna sam da mogu ocijeniti učenikova postignuća u robotičkim aktivnostima.	4,07	4	,89

Tablica 18 Stav o korištenju robota u nastavi

R. br.	Tvrdnja	Aritmetička sredina	Mod	Std. devijacija
4.7.	Siguran/sigurna sam da je korištenje robota dobra metoda za poučavanje informatičkih koncepata.	4,38	5	,81

Na skalama procjene samopouzdanja, ispitanici su također iskazali višu razinu slaganja s tvrdnjama. Kako je vidljivo u tablici 17, s obzirom na aritmetičku sredinu, više razine slaganja od tvrdnje 4.1. do 4.6. imaju tvrdnje 4.2., 4.5. i 4.6. prema kojima učitelji procjenjuju da mogu angažirati učenike, poučavati i ocijeniti u njihovom radu s robotima. Niže aritmetičke sredine imaju tvrdnje 4.1, 4.3 i 4.4. koje se odnose na aktivnosti koje zahtijevaju znanje o robotima kao i o uključivanju istih u nastavni proces. Najnižu razinu slaganja ima tvrdnja 4.4. s kojom se 6,7% nastavnika uopće ili djelomično ne slaže, a njih 47, 28,7%, se izjasnilo neutralno pri procjeni vlastitih vještina planiranja i dizajniranja procesa učenja i poučavanja s robotima. 64,6% ispitanika se djelomično ili u potpunosti slaže s tvrdnjom. U odnosu na ostale tvrdnje, možemo zaključiti kako učitelji ipak imaju veće samopouzdanje u svoje opće pedagoško-didaktičko-metodičke kompetencije, nego stručne kada govorimo o radu s robotima.

Tablica 19 Siguran/sigurna sam da mogu planirati i dizajnirati proces učenja i poučavanja s robotima.

4.4. Siguran/sigurna sam da mogu planirati i dizajnirati proces učenja i poučavanja s robotima.			
	Frekvencije	Postotci	Kumulativni postotci
Uopće se ne slažem	3	1,8	1,8
Djelomično se ne slažem	8	4,9	6,7
Niti se slažem niti se ne slažem	47	28,7	35,4
Djelomično se slažem	55	33,5	68,9
U potpunosti se slažem	51	31,1	100
Ukupno	164	100,00	

Posljednja tvrdnja, 4.7, koja se odnosi na perspektivu učitelja o učinkovitosti metode korištenja robota u nastavi također ima visoku razinu slaganja ispitanika prema čemu zaključujemo kako, u većoj mjeri, učitelji informatike smatraju kako je korištenje robota dobra metoda za učenje i poučavanje nastavnog predmeta Informatike.

7.4. Rezultati testiranja razlika među ispitanicima s obzirom na odabrane varijable

Prije analize pomoću T-testa, jednosmjerne analize varijance One-way ANOVA i post-hoc testova, tvrdnje Likertovih skala su prema nekoliko kategorija zbrojene u nove zavisne varijable: interes za robotiku, vještina računalnog razmišljanja, vještina programiranja, znanje o robotici i samopouzdanje za rad s robotima.

7.4.1. Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na spol

Kako bi se utvrdile statistički značajne razlike s obzirom na spol, korištene su zbrojene zavisne varijable. Analizom rezultata utvrđena je statistički značajna razlika na razini 0,05 u interesu za robotiku i vještine programiranja s obzirom na spol. Kod ostalih varijabli nije utvrđena statistički značajna razlika. S obzirom na dobivene rezultate, zaključujemo kako je interes veći kod žena (AS=18,51), nego kod muškaraca (AS=17,70). Istovremeno, muškarci procjenjuju svoju vještinu programiranja boljima (AS=22,07), nego žene (AS=20,82).

Tablica 20 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na spol

	Spol	N	AS	SD	t	p
Interes za robotiku	Ž	108	18,51	2,24	2,129	,035*
	M	54	17,70	2,34		
Vještina računalnog razmišljanja	Ž	108	22,18	2,75	,369	,713
	M	54	22,01	2,64		
Vještina programiranja	Ž	108	20,82	3,32	-2,383	,018*
	M	54	22,07	2,83		
Znanje o robotici	Ž	108	20,63	5,36	-1,451	,149
	M	54	21,93	5,36		
Samopouzdanje za rad s robotima	Ž	108	28,12	5,13	-,628	,531
	M	54	28,67	5,4		

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

7.4.2. Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na dob

S obzirom na dob ispitanika, jedina statistički značajna razlika na razini od 0,05 utvrđena je između učitelja informatike u znanju o robotici pri čemu svoje znanje, u prosjeku,

najvišim stupnjem slaganja najčešće procjenjuju ispitanici s 50 i više godina (AS=24,15), a iza njih su oni u dobi do 25 godina (AS=22,31). Pritom, svoje znanje o robotici najnižim stupnjem slaganja procjenjuju ispitanici u dobi od 25 do 30 godina starosti (AS=19,59).

Prema rezultatima vidljivima u tablici, primjećujemo kako je najviša razina interesa prisutna kod učitelja do 25 godina starosti te je vidljivo opadanje u odnosu na povećanje dobi ispitanika pa je tako najniži interes kod ispitanika s 50 i više godina. Osim interesa najvišu aritmetičku sredinu, u odnosu na ostale ispitanike, ispitanici mlađi od 25 godina imaju i pri samoprocjeni vještine računalnog razmišljanja (AS=22,31), vještine programiranja (AS=22,62) i samoprocjeni samopouzdanja za korištenje edukativnih robota u nastavi (AS=30,85), odnosno pri svim ostalim varijablama osim znanja o robotima čemu su, možemo zaključiti, mogući uzrok promjene koje su kroz određeni vremenski period nastupile u studijskim programima koje su završili zbog čega su spremniji za nove i modernije pristupe procesu učenja i poučavanja u odnosu na druge ispitanike ili pak nedostatak iskustva kroz koje bi prepoznali prostor u kojem bi svoje znanje i vještine mogli nadograđivati.

S obzirom na postojanje više grupa ispitanika prema dobi, proveden je post-hoc Scheffe test pomoću kako bi se utvrdilo između kojih grupa nastavnika je ustanovljena razlika u znanju o robotici. Iako je analiza varijance ukazala na postojanje statistički značajne razlike, post-hoc Scheffe analizom nije utvrđena razlika između grupa ispitanika.

Tablica 21 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na dob

	Dob	AS	F	p
Interes za robotiku	do 25 godina	18,92		
	25 do 30 godina	18,46		
	30 do 40 godina	18,21	,721	,578
	40 do 50 godina	17,91		
	50 i više	17,75		
Vještina računalnog razmišljanja	do 25 godina	22,31		
	25 do 30 godina	21,97		
	30 do 40 godina	22,07	,094	,984
	40 do 50 godina	21,98		
	50 i više	21,60		
Vještina programiranja	do 25 godina	22,62		
	25 do 30 godina	21,19		
	30 do 40 godina	20,66	1,184	,320
	40 do 50 godina	21,50		
	50 i više	21,6		
Znanje o robotici	do 25 godina	22,31		
	25 do 30 godina	19,59		
	30 do 40 godina	20,97	2,650	,035*
	40 do 50 godina	20,44		
	50 i više	24,15		
Samopouzdanje za rad s robotima	do 25 godina	30,85		
	25 do 30 godina	27,89		
	30 do 40 godina	28,10	1,224	,303
	40 do 50 godina	27,53		
	50 i više	29,30		

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

7.4.3. Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na vrstu studija

U Tablici 22 prikazani su rezultati jednosmjerne analize varijance prema kojima smo utvrdili da ne postoje statistički značajne razlike između ispitanika s obzirom na vrstu

završenog studija za nijednu od navedenih varijabli. Ono što možemo utvrditi na temelju podataka o aritmetičkim sredinama odgovora skupina ispitanika s obzirom na vrstu završenog studija, najniže razine slaganja sa svim varijablama imaju ispitanici sa završenim preddiplomskim sveučilišnim studijem. Najviša razlika u odnosu na druge skupine ispitanika vidljiva je pri samoprocjeni znanja o robotici pri kojoj učitelji sa završenim preddiplomskim sveučilišnim studijem imaju prosječnu aritmetičku sredinu odgovora $AS=16,83$, dok je najviša $AS=22,89$, a odnosi se na odgovore učitelja sa završenim sveučilišnim dodiplomskim studijem.

Tablica 22 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na vrstu studija

	Dob	AS	F	p
Interes za robotiku	sveučilišni dodiplomski (predbolonjski)	18,53		
	preddiplomski sveučilišni studij	16,17		
	diplomski sveučilišni studij	18,01	2,654	,087
	integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij	19,00		
	specijalistički diplomski stručni studij	17,63		
Vještina računalnog razmišljanja	sveučilišni dodiplomski (predbolonjski)	22,52		
	preddiplomski sveučilišni studij	20,67		
	diplomski sveučilišni studij	22,21	,645	,631
	integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij	21,84		
	specijalistički diplomski stručni studij	21,88		
Vještina programiranja	sveučilišni dodiplomski (predbolonjski)	21,67		
	preddiplomski sveučilišni studij	20,33		
	diplomski sveučilišni studij	21,12	,240	,915
	integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij	21,09		
	specijalistički diplomski stručni studij	21,38		
Znanje o robotici	sveučilišni dodiplomski (predbolonjski)	22,89		
	preddiplomski sveučilišni studij	16,83		
	diplomski sveučilišni studij	20,90	1,479	,211
	integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij	21,19		
	specijalistički diplomski stručni studij	20,88		
Samopouzdanje za rad s robotima	sveučilišni dodiplomski (predbolonjski)	29,67		
	preddiplomski sveučilišni studij	26,00		
	diplomski sveučilišni studij	28,11	,708	,587
	integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij	28,60		
	specijalistički diplomski stručni studij	27,75		

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

7.4.4. Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na radni staž

Kao ni pri analizi odgovora s obzirom na vrstu završenog studija ni s obzirom na radni staž ne postoji statistički značajna razlika u odgovorima skupina ispitanika. Usporedbom aritmetičkih sredina, interes za robotiku najviši je kod ispitanika s manje od 5 godina radnog staža (AS=18,64), a najniži kod učitelja s 30 i više godina radnog staža (AS=17,00). Najviši stupanj slaganja s tvrdnjama vezanima uz samoprocjenu vještine računalnog razmišljanja iskazuju ispitanici s 30 i više godina radnog staža (AS=22,86), dok najniži ispitanici s manje od 5 godina radnog staža (AS=21,88). Kod preostale tri varijable vještina programiranja, znanje o robotici i samopouzdanja pri radu s robotima u nastavi, najviši stupanj slaganja prema s tvrdnjama obuhvaćenima kroz navedene varijable ima skupina ispitanika s 20 do 30 godina, a najniži skupina s 10 do 20 godina radnog staža.

Tablica 23 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na radni staž

	Dob	AS	F	p
Interes za robotiku	manje od 5 godina	18,64		
	5 do 10 godina	18,03		
	10 do 20 godina	18,09	1,062	,377
	20 do 30 godina	18,00		
	30 i više	17,00		
Vještina računalnog razmišljanja	manje od 5 godina	21,88		
	5 do 10 godina	22,23		
	10 do 20 godina	22,11	,238	,916
	20 do 30 godina	22,15		
	30 i više	22,86		
Vještina programiranja	manje od 5 godina	21,55		
	5 do 10 godina	20,83		
	10 do 20 godina	20,68	,746	,562
	20 do 30 godina	21,77		
	30 i više	21,29		
Znanje o robotici	manje od 5 godina	20,30		
	5 do 10 godina	21,43		
	10 do 20 godina	19,98	2,331	,058
	20 do 30 godina	23,55		
	30 i više	22,43		
Samopouzdanje za rad s robotima	manje od 5 godina	28,70		
	5 do 10 godina	28,80		
	10 do 20 godina	26,80	1,352	,275
	20 do 30 godina	29,33		
	30 i više	27,75		

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

7.4.5. Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na to koriste li edukativne robote u nastavi

T-testom utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike kod svih varijabli osim kod samoprocjene vještine računalnog razmišljanja. Iz tablice 24 možemo iščitati kako su više razine slaganja kod svih varijabli, prema aritmetičkoj sredini, prisutne kod ispitanika koji koriste edukativne robote u nastavi što je i očekivano s obzirom na iskustvo koje su stekli i znanja koja su imali priliku usvojiti kroz korištenje edukativnih robota. Po pitanju interesa za robotiku, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika na razini od 0,01. Pri samoprocjeni vještine programiranja, prisutna je statistički značajna razlika na razini od 0,05, a znanja o robotici i samopouzdanja pri korištenju edukativnih robota u nastavi na razini od 0,001.

Tablica 24 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na to koriste li edukativne robote u nastavi

		N	AS	SD	t	p
Interes za robotiku	Da	71	18,80	1,83	3,031	,003**
	Ne	93	17,75	2,61		
Vještina računalnog razmišljanja	Da	71	22,21	2,51	,483	,629
	Ne	93	22,00	2,96		
Vještina programiranja	Da	71	21,78	2,52	2,041	,043*
	Ne	93	20,79	3,69		
Znanje o robotici	Da	71	22,75	4,42	3,740	,000***
	Ne	93	19,75	5,83		
Samopouzdanje za rad s robotima	Da	71	30,30	4,01	4,723	,000***
	Ne	93	26,79	5,51		

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

7.4.6. Razlike u samoprocjenama učitelja s obzirom na period uporabe edukativnih robota u nastavi

U tablici 25 izdvojeni su rezultati analize varijance trajnosti korištenja edukativnih robota u nastavi Informatike s obzirom na odgovore koje su putem upitnika pružili samo ispitanici koji koriste edukativne robote u nastavi. Utvrđena je statistički značajna razlika na razini od 0,05 i 0,01 u znanju o robotima i samopouzdanju za rad s robotima. Najniže razine slaganja s tvrdnjama zbrojenima u varijable pritom su iskazali ispitanici koji koriste edukativne

robote u nastavi manje od godinu dana i od 1 do 2 godine, dok su najviše razine slaganja iskazali učitelji koji edukativne robote koriste više od 5 godina. Post-hoc Scheffe testom utvrđena je statistički značajna razlika u znanju o robotici između učitelja koji edukativne robote u nastavi koriste više od pet godina i učitelja koji edukativne robote koriste između 1 do 2 godine na razini od 0,01, odnosno manje od godinu dana na razini od 0.05 pri čemu nastavnici s više godina iskustva svoje znanje procjenjuju kao boljim, nego što procjenjuju učitelji s manje godina iskustva. Istovremeno, post-hoc test pokazao je da postoji statistički značajna razlika u samopouzdanju između onih koji koriste edukativne robote više od 5 godina i onih koji koriste manje od godine dana na razini od 0,05 pri čemu učitelji koji koriste edukativne robote više od 5 godina pokazuju višu razinu samopouzdanja.

Tablica 25 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na period uporabe edukativnih robota u nastavi

	Dob	AS	F	p
Interes za robotiku	manje od godinu dana	18,88		
	1 do 2 godine	18,53		
	2 do 5 godina	18,56	1,017	,391
	više od pet godina	18,58		
Vještina računalnog razmišljanja	manje od godinu dana	22,94		
	1 do 2 godine	20,87		
	2 do 5 godina	22,44	2,101	,165
	više od pet godina	22,33		
Vještina programiranja	manje od godinu dana	21,70		
	1 do 2 godine	20,93		
	2 do 5 godina	22,00	,893	,449
	više od pet godina	22,42		
Znanje o robotici	manje od godinu dana	21,06		
	1 do 2 godine	20,87		
	2 do 5 godina	23,22	5,474	,002**
	više od pet godina	26,42		
Samopouzdanje za rad s robotima	manje od godinu dana	28,59		
	1 do 2 godine	29,47		
	2 do 5 godina	30,74	3,117	,032*
	više od pet godina	32,75		

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

7.4.7. Rezultati korelacijske analize

Pri utvrđivanju povezanosti varijabli, korišten je Pearsonov koeficijent korelacije. Provedenim analizama prikazane su korelacije samoprocjene interesa i samopouzdanja ispitanika sa samoprocjenama znanja i vještina vezanih uz uporabu edukativnih robota pri čemu je u analizi naglasak stavljen na rezultate jačeg intenziteta povezanosti.

Provedbom korelacijske analize, čiji su rezultati prikazani u tablici 26, utvrđena je statistički značajna korelacija između interesa za robotiku i svih navedenih varijabli pri čemu

je najviša razina povezanosti ($r=0,465$) utvrđena između interesa za robotiku i samopouzdanja koja je srednje jakog intenziteta. Premda postoji statistički značajna povezanost između interesa i samoprocjene vještina i znanja s vjerojatnošću od 99% i 99,9% da ista postoji u populaciji, te su povezanosti uglavnom slabog intenziteta. Drugim riječima, učitelji koji iskazuju veći interes za robotiku imaju višu razinu samopouzdanja u sposobnost dizajniranja procesa učenja i poučavanja s robotima i vjeruju da tako mogu angažirati učenike u nastavi, dok je povezanost interesa sa samoprocjenama vještina i znanja o robotici prisutna, ali nešto slabijeg intenziteta povezanosti.

Tablica 26 Korelacijska analiza povezanosti interesa za robotiku sa samoprocjenom vještina računalnog razmišljanja, programiranja i znanja o robotici

		Vještina računalnog razmišljanja	Vještina programiranja	Znanje o robotici	Samopouzdanje za rad s robotima
Interes za robotiku	r	,228**	,367***	,332***	,465***
	p	,003	,000	,000	,000

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Iz zbrojene varijable Interes, izdvojena je tvrdnja 1.6. te je u tablici 27 prikazana korelacija sa samoprocjenama vještina i znanja. U rezultatima možemo iščitati da postoji statistički značajna korelacija na razini od 0,01 između vještine programiranja i znanja o robotici sa željom za korištenje robotike u nastavi. Povezanost između želje za korištenjem edukativnih robota i samoprocjene vještine programiranja slabog je intenziteta ($r=0,258$) jednako kao i povezanost sa znanjem o robotici ($r=0,308$) koja je ipak nešto veća. Istovremeno, utvrđena je i statistički značajna povezanost između želje za korištenjem robotike u nastavi i samopouzdanja za rad s robotima na razini 0,001 srednje jakog intenziteta ($r=0,458$). Prema navedenom, možemo zaključiti kako učitelji s višom razinom samopouzdanja češće iskazuju želju za korištenjem robotike u nastavi i da je, iako postoji statistički značajna povezanost, samoprocjena vještine programiranja i znanja o robotici slabije povezana sa željom za korištenje robotike u nastavi.

Tablica 27 Korelacijska analiza povezanosti interesa za korištenje robotike sa samoprocjenama vještina i znanja

		Vještina računalnog razmišljanja	Vještina programiranja	Znanje o robotici	Samopouzdanje za rad s robotima
1.6. Htio/htjela bih koristiti robotiku u svojoj nastavi.	r	,124	,258**	,308***	,458***
	p	,114	,001	,000	,000

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

Tablicom 28 prikazani su podaci korelacijske analize povezanosti samopouzdanja učitelja informatike za korištenje edukativnih robota u nastavi s njihovom samoprocjenom vještina računalnog razmišljanja, programiranja i znanja o robotici te je utvrđena statistički značajna povezanost svih odabranih varijabli sa samopouzdanjem. Najveći intenzitet povezanosti utvrđen je između samopouzdanja za rad s robotima i znanja o robotici ($r=0,75$) što znači da učitelji koji procjenjuju svoje znanje visokim imaju i višu razinu samopouzdanja. Nešto niža povezanost, srednje jakog intenziteta, utvrđena je sa samoprocjenom vještine programiranja ($r=0,534$) prema čemu možemo zaključiti da, osim znanja o robotici, na samopouzdanje pozitivno utječe i razvijena vještina programiranja. Na znatno nižoj razini utvrđena je i statistički značajna povezanost slabog intenziteta između vještine računalnog razmišljanja i samopouzdanja za rad s robotima ($r=0,196$) zbog čega je samoprocjena vještine računalnog razmišljanja slabiji prediktor samopouzdanja za rad s robotima.

Tablica 28 Korelacijska analiza povezanosti samopouzdanje za korištenje edukativnih robota u nastavi sa samoprocjenom vještina računalnog razmišljanja, programiranja i znanja o robotici

		Vještina računalnog razmišljanja	Vještina programiranja	Znanje o robotici
Samopouzdanje za rad s robotima	r	,196*	,534***	,750***
	p	,012	,000	,000

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

8. Rasprava

Provedenim istraživanjem nastojao se utvrditi interes i spremnost učitelja informatike za korištenje edukativnih robota u procesu učenja i poučavanja informatike kroz ispitivanje njihova interesa, samoprocjene njihovih vještina računalnog razmišljanja, programiranja i znanja o robotima te samopouzdanja za rad s edukativnim robotima. Istraživanjem su ispitane razlike u prikupljenim odgovorima s obzirom na sociodemografska obilježja ispitanika te povezanost između interesa i samopouzdanja sa samoprocjenama vještina i znanja učitelja.

H1: Postoje statistički značajne razlike u interesu i samoprocjeni vještina, znanja i samopouzdanja učitelja s obzirom na sociodemografska obilježja.

Analiza rezultata pokazala je da postoji statistički značajna razlika u odgovorima ispitanika s obzirom na spol u interesu i samoprocjeni vještine programiranja. Pritom interes za robotiku i edukativne robote u većoj mjeri iskazuju žene od muškaraca, dok muškarci procjenjuju svoju vještinu programiranja kao bolje nego žene. Da učiteljice informatike u Hrvatskoj češće pribjegavaju izradi novih i poboljšanju postojećih nastavnih planova i programa, korištenju novih tehnologija kao i usvajanju znanja koja su primjenjiva u svakodnevnom životu, nego učitelji informatike potvrđuje i Pinjušić (2015) u svom istraživanju. Sisman i Kucuk (2019) u svom istraživanju zaključuju da učitelji pokazuju nižu razinu uključenosti i da im je potrebno duže vrijeme za rješavanje aktivnosti s robotima, nego je potrebno učiteljicama. Do sličnog zaključka dolaze i Kim i sur. (2015) navodeći kako je studenticama učiteljskog studija u radu s robotima bilo potrebno manje pomoći, nego učiteljima. S druge strane, žene procjenjuju svoju vještinu računalnog razmišljanja boljima u odnosu na procjene muških ispitanika, a muškarci, u prosjeku, ocjenjuju vlastito znanje o robotici i samopouzdanje za njihovo korištenje višim ocjenama od žena. Ipak, nisu utvrđene statistički značajne razlike među ovim varijablama.

S obzirom na dob, utvrđena je statistički značajna razlika jedino u samoprocjeni znanja o robotima gdje su ispitanici stariji od 50 godina procijenili svoje znanje višim stupnjevima slaganja u odnosu na mlađe ispitanike. U ostalim varijablama, nije utvrđena statistički značajna razlika kao što nije utvrđena ni statistički značajna razlika s obzirom na vrstu završenog studija i godine radnog staža ispitanika. Ipak, Papadakis i sur. (2021) su svojim istraživanjem utvrdili kako stariji učitelji informatike kao i oni s više godina radnog staža i nižom razinom znanja imaju negativniji stav, odnosno skeptičniji su prema uporabi edukativnih robota u nastavi. Premda ne postoji statistički značajna razlika, prema dobivenim rezultatima u ovom je istraživanju također vidljivo opadanje interesa ispitanika s porastom dobi i radnog staža.

Istovremeno, Papadakis i sur. (2021) utvrđuju da ne postoji statistički značajna razlika između učitelja s prvostupničkim i magistarskim diplomama što se podudara i s rezultatima dobivenima u ovom istraživanju gdje ne postoji statistički značajna razlika, no unatoč tome potrebno je naglasiti da su učitelji sa završenim preddiplomskim studijem ostvarili niže rezultate u svim varijablama u odnosu na ostale vrste studija.

H2: Postoje statistički značajne razlike u interesu i samoprocjeni vještina, znanja i samopouzdanja učitelja s obzirom na uključenost edukativnih robota u njihove nastavne aktivnosti.

Iz rezultata istraživanja vidljiva je statistički značajna razlika kod vještine programiranja, samoprocjene interesa za robotiku i samoprocjene znanja i samopouzdanja za rad s robotima u nastavi pri čemu učitelji koji koriste edukativne robote u nastavi svoj interes, vještine, znanja i učinkovitost procjenjuju višim razinama slaganja s tvrdnjama od onih koji ih ne koriste u nastavi. Najveća razlika se očituje u razini samopouzdanja za rad s robotima pri čemu je ona najniža kod učitelja koji edukativne robote u nastavi koriste manje od godinu dana, a najviša kod onih koji ih koriste duže od pet godina.

Nije utvrđena statistički značajna razlika u samoprocjenama vještine računalnog razmišljanja između ispitanika koji koriste i ne koriste edukativne robote u nastavi. Ovisno o trajnosti korištenja edukativnih robota u nastavi, najviše razine znanja o robotici i samopouzdanja za rad s robotima u nastavi pokazuju ispitanici koji edukativne robote u nastavi koriste duže od pet godina, a najniže oni koji ih koriste manje od jedne, odnosno dvije godine.

Jaipal-Jamani i Angeli (2016) su u svom istraživanju, nakon provedenih edukacija o korištenju edukativnih robota u nastavi, utvrdile povećanje razine interesa, znanja o edukativnim robotima, samopouzdanja za poučavanje pomoću edukativnih robota i vještina računalnog razmišljanja. Njihovi rezultati u skladu su i s rezultatima do kojih su istraživanjem došli Piedade i sur. (2020). Oni su također proveli radionice o korištenju edukativnih robota na kraju kojih su proveli jednako istraživanje. Rezultati istraživanja su pokazali visoku razinu interesa, samopouzdanja, znanja i vještina rješavanja problema. Na jednakom tragu, Kim i sur. (2015) su u svom istraživanju zaključili kako robotičke aktivnosti za studente tijekom učiteljskog studija doprinose razvoju interesa i više razine uživanja u njima što je utječe na ponašajno i kognitivno uključivanje budućih učitelja u STEM aktivnosti i želje za njihovu implementaciju u nastavi.

H3: Postoji statistički značajna povezanost između interesa učitelja za robotiku i samoprocjene vještina, znanja i samopouzdanja.

Rezultati istraživanja utvrdili su statistički značajnu korelaciju između svih navedenih varijabli. Povezanost između interesa za robotiku i samoprocjene vještina računalnog razmišljanja, programiranja i znanja o robotici slabijeg je intenziteta što ukazuje na prisutnost, no slabiji su prediktor pojave interesa od samopouzdanja za rad s robotima gdje je utvrđena najviša razina povezanosti ($r=0.465$). Slično istraživanje proveli su i Piedade i sur. (2020) nakon didaktičkih radionica o radu s edukativnim robotima sa studentima učiteljskog studija. Na temelju rezultata upitnika, utvrdili su statistički značajnu povezanost srednje jakog intenziteta između interesa i samoprocjene vještine rješavanja problema, znanja o edukativnim robotima i samopouzdanja. Zaključili su kako je interes za robotiku prediktor rezultata samoprocjena vještina i znanja o edukativnim robotima kao i da je uporaba edukativnih robota odlična strategija za upoznavanje studenata s programiranjem i razvojem vještina računalnog razmišljanja i razmišljanjem o mogućim pedagoškim pristupima koje su učili u teoriji, a koje pomoću robota mogu upotrijebiti u svojoj nastavi. Jaipal-Jamani i Angeli (2016) su ispitale interes prije i nakon provođenja robotičkih aktivnosti i zaključile kako su iste dovele do povećanja interesa ispitanika. Papadakis i sur. (2021) svojim su istraživanjem utvrdili statistički značajnu povezanost pozitivnog stava s korištenjem edukativnih robota u nastavi i znanja o robotici pri čemu oni koji posjeduju više razine znanja imaju pozitivniji stav prema korištenju robota u edukativne svrhe.

Iako je utvrđena statistički značajna povezanost, rezultati ovog istraživanja ukazuju na slabu povezanost interesa za robotiku i samoprocjene znanja i vještina, no jaku povezanost sa samopouzdanjem za rad s robotima. Možemo reći da su rezultati u skladu s rezultatima sličnih istraživanja kojima je povezanost utvrđena, a iz kojih proizlazi zaključak da ulaganje u obrazovanje učitelja o robotici, odnosno razvoj povezanih znanja i vještina, pozitivno utječe na njihov interes za korištenje edukativnih robota u obrazovne svrhe.

H4: Postoji statistički značajna povezanost između samopouzdanja za korištenje edukativnih robota u nastavi i samoprocjene vještina i znanja.

Prema rezultatima istraživanja, utvrđujemo statistički značajnu povezanost između samoprocjene samopouzdanja za korištenje edukativnih robota u nastavi i vještine računalnog razmišljanja, vještine programiranja i znanja o robotici. Povezanost s vještinama računalnog razmišljanja slabijeg je intenziteta, međutim, povezanost vještine programiranja i znanja o

robotici sa samopouzdanjem za korištenje robota je visoka. Do sličnih rezultata dolaze i Piedade i sur. (2020) koji su u svom istraživanju zaključili kako postoji statistički značajna visoka razina povezanosti samopouzdanja za korištenje edukativnih robota u nastavi s interesom za robotiku, vještinama rješavanja problema i znanjem o edukativnim robotima. Jaipal-Jamani i Angeli (2016) u svom istraživanju zaključuju kako je rad studenata s edukativnim robotima pozitivno utjecao na njihova uvjerenja o vještinama izvršavanja zadataka pri radu s robotima tako utjecao na njihovo samopouzdanje. Prije aktivnosti s robotima, 50% ispitanika je vjerovalo da bi mogli koristiti edukativne robote pri učenju i poučavanju, dok je nakon aktivnosti, postotak porastao na 85%. Istraživanje koje su proveli prije i nakon aktivnosti, ukazalo je povećanje interesa, povećano razumijevanje osnovnih robotičkih koncepata, višu razinu znanja i vještina računalnog razmišljanja što je pozitivno utjecalo na razinu samopouzdanja za korištenje edukativnih robota tijekom učenja i poučavanja u budućnosti.

Drugim riječima, razvoj vještina programiranja i računalnog razmišljanja kao i usvajanje stručnih i pedagoških znanja vezanih uz robotiku pozitivno utječe na samopouzdanje učitelja informatike za rad s edukativnim robotima što, posljedično, povećava interes učitelja za uporabu robotike u nastavi.

9. Zaključak

Učitelji igraju kritičnu ulogu u razvoju učenika. Strategije, metode i principi koje koriste u nastavi utječu na kvalitetu procesa poučavanja i učenja pa samim time i na razvoj učenika, a izazovi digitalnog doba s kojima se susrećemo učitelje nerijetko mogu dovoditi do nesigurnosti i osjećaja nespremnosti da na njih u okviru nastave odgovore na efikasan način. Kao neke od ključnih vještina 21. stoljeća ističu se vještine kreativnosti, kritičkog promišljanja, računalnog razmišljanja i programiranja zbog čega je poseban fokus stavljen na učitelje informatike koji kroz poučavanje informatike uporabom novih tehnologija imaju široke mogućnosti njihovog poticanja. Kao sve popularniji obrazovni alat u nastavi informatike koji doprinosi razvoju navedenih vještina, a novim generacijama čini učenje zanimljivijim, koriste se edukativni roboti. U Hrvatskoj postoji 38 studijskih programa koji zadovoljavaju uvjete postajanja učiteljem ili nastavnikom informatike, ipak, u najvećem broju, ne obuhvaćaju obrazovanje na području robotike, edukativnih robota i metodika njihove uporabe u nastavi.

Ovim istraživanjem nastojao se ispitati interes i spremnost učitelja informatike za uključivanje edukativnih robota u proces učenja i poučavanja nastavnog predmeta informatike u višim razredima osnovne škole. Provedene analize dokazuju kako se među sociodemografskim obilježjima kao značajan prediktor interesa pokazao spol ispitanika pri čemu učiteljice iskazuju veći interes za uporabu edukativnih robota od učitelja informatike, a učitelji imaju više samoprocjene po pitanju vlastite vještine programiranja od učiteljica. Također, oni starije dobi i više godina radnog staža procjenjuju svoje znanje o robotici boljim od ostalih ispitanika, no interes za njihovu uporabu u nastavi je manji. Očituju se velike razlike u interesu, vještini programiranja, znanjima o robotima i samopouzdanju za njihovo korištenje između onih učitelja koji ih već koriste i onih koji ih ne koriste u nastavi zbog čega možemo zaključiti da uporaba edukativnih robota pozitivno utječe na interes i spremnost učitelja za njihovo korištenje te da bi integriranje obrazovnih sadržaja vezanih uz robotiku u studijske programe informatike nastavničkog usmjerenja utjecao na njihovu stručnu i pedagošku spremnost.

Korelacijskom analizom utvrđena je statistički značajna povezanost interesa i vještina programiranja, računalnog razmišljanja i znanja o robotima slabijeg intenziteta i umjerene razine povezanosti interesa sa samopouzdanjem pri čemu se ističe povezanost želje za korištenjem robota u nastavi sa samopouzdanjem ispitanika za njihovo korištenje. Samopouzdanje za korištenje edukativnih robota u nastavi statistički je značajno povezano na umjerenoj i visokoj razini s vještinom programiranja i znanja o robotici. Iz tog razloga,

zaključujemo kako bi jačanje vještina programiranja i računalnog razmišljanja kao i povećanja opsega znanja o robotici kod učitelja informatike pozitivno utjecalo na njihovo samopouzdanje za obogaćivanje vlastite nastave uključivanjem edukativnih robota te probudilo interes za njihovo uključivanje u nastavu.

Prije uključivanja edukativnih robota u nastavu i kreiranja školskih kurikuluma koji će prilagoditi i usmjeriti njihovu uporabu u procesu učenja i poučavanja, nužno je prepoznati izazove s kojima se učitelji informatike pri njihovoj uporabi susreću i usmjeriti se na obrazovanje učitelja i kreiranje studijskih programa i programa profesionalnog usavršavanja koji obuhvaćaju poučavanje robotike, programiranja, računalnog razmišljanja, metoda i strategija učenja i poučavanja pomoću novih tehnologija kako bi učitelji informatike razvili svoje vještine računalnog razmišljanja i programiranja i proširili vlastita znanja o robotici i tako izgradili vlastito samopouzdanje koje će pobuditi interes za korištenje edukativnih robota i, u konačnici, iste učinkovito integrirali u nastavu.

10. Literatura

1. Alimisis, D. i Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education. *Teacher education on robotic-enhanced constructivist pedagogical methods*, 11-26.
2. Arlegui, J., Menegatti, E., Moro, M., Pina, A. (2008). Robotics, Computer Science curricula and Interdisciplinary activities. In: *Proceedings of the SIMPAR 2008 conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*. Venice, Italy, 10-21.
3. Barrows, H. S. i Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer Publishing Company, Inc.
4. Bates, A.W. (2015). *Teaching in Digital Age – Second Edition*. Vancouver, B.C. Tony Bates Associates Ltd. Preuzeto s: <https://core.ac.uk/download/pdf/217323047.pdf>
5. Buitrago Flórez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., Danies, G. (2017). *Changing a Generation's Way of Thinking: Teaching Computational Thinking Through Programming*. *Review of Educational Research*, 87(4), 834-860.
6. Caspersen, M. E., Gal-Ezer, J., McGettrick, A., Nardelli, E. (2018). *Informatics for all the strategy*. ACM.
7. Dasović Rakijašić, D. i Tomić, V. (2018). *Digitalne tehnologije u planiranju kurikuluma - priručnik*. Zagreb: Algebra
8. Deci, E.L., Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum, New York.
9. Dobrosovestnova, A. (2019). *Constructivism in Educational Robotics. Interpretations and Challenges (Diplomski rad)*. Wien, Universität Wien.
10. Eguchi, A. (2014). Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation. U *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics and 5th International Conference Robotics in Education*, Padova, Italy, 27-34.
11. Ericson, B. (2008). *Ensuring exemplary teaching in an essential discipline. Addressing the crisis in computer science teacher certification*. New York, NY: ACM
12. Europska komisija (2010). *Europa 2020. Strategija za pametan, održiv i uključiv rast*. Bruxelles: Europska komisija.
13. European Commission (2012). *Rethinking education: Investing in skills for better socio-economic outcomes*. Strasbourg: European Commission.
14. Fakultet informatike u Puli (2021). *Diplomski sveučilišni studij Informatika*. Preuzeto 30.8.2021. s: https://fipu.unipu.hr/fipu/studijски_programi/diplomski_sveucilisni_studij_informatika

15. Fakultet organizacije i informatike (2021). *Informatika u obrazovanju*. Preuzeto 30.8.2021. s: <https://nastava.foi.hr/study/IUO>
16. Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti (2021). *Studijski programi i programi učenja*. Preuzeto 30.8.2021. s: <https://www.foozos.hr/studiji/studijski-programi-i-ishodi-ucenja>
17. Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (2021). *Informacijske znanosti, smjer Informatika (nastavnički)*. Preuzeto 30.8.2021. s: <http://theta.ffzg.hr/ECTS/Studij/Index/1172>
18. Frangou, S., Papanikolaou, K., Aravecchia, L., Montel, L., Ionita, S., Arlegui, J., ... Pagello, I. (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. U: *Workshop Proceedings of simpar*, 54-65.
19. Gander, W., Petit, A., Berry, G., Demo, B., Vahrenhold, J., McGettrick, A., Boyle, R., Drechsler, M., Mendelson, A., Stephenson, C., Ghezzi, C., Meyer, B. (2013). *Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat*. ACM Europe: Informatics Education Report. New York.
20. González, K., Rubio, C., Escandell, M. O. (2018). Children theoretical framework to learn computational thinking. U M. Carmo (Ed.), *Education and New Development*. Lisbon: InScience Press, 518-522.
21. Gülseçen, S. i Kubat, A. (2006). Teaching ICT to Teacher Candidates Using PBL: A Qualitative and Quantitative Evaluation. *Educational Technology & Society*, 9 (2), 96-106.
22. Hubwieser, P., Armoni, M., Brinda, T., Dagiene, V., Diethelm, I., Giannakos, M., Knobelsdorf, M., Magenheim, J., Mittermeir, R., Schubert, S.E. (2011). *Computer science/informatics in secondary education*. ITiCSE-WGR '11.
23. *Informatics Education: Europe Cannot Afford to Miss the Boat* (2013). Report of the joint Informatics Europe & ACM Europe Working Group on Informatics Education.
24. Institut za razvoj i inovativnost mladih (IRIM). Preuzeto 30.8.2021. s <https://croatianmakers.hr/hr/o-nama/>
25. Jaipal-Jamani, K., Angeli, C. (2017). Effect of Robotics on Elementary Preservice Teachers' Self-Efficacy, Science Learning, and Computational Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 175-192.
26. Jun, S., Han, S., Kim, S. (2017). Effect of design-based learning on improving computational thinking. *Behaviour & Information Technology*, 36(1), 43-53.
27. Kátai, Z., Tóth, L., Adorjáni, A. K. (2014). Multi-Sensory Informatics Education. *Informatics Educ*, 13, 225-240.

28. Khanlari, A. (2014). *Teachers' perceptions of using robotics in primary/elementary schools in Newfoundland and Labrador* (Doktorska disertacija). Memorial University of Newfoundland.
29. Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education, 91*, 14-31.
30. Koludrović, M. (2018). Problemsko učenje u obrazovanju odraslih. Zbornik radova 8. Međunarodne konferencije o obrazovanju odraslih: Upravljanje kvalitetom u obrazovanju odraslih. Zagreb, 30.11.-2.12.2018. Zagreb: Agencija za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih i Hrvatsko andragoško društvo, 104-111.
31. Matijević, M. (2008). Projektno učenje i nastava. U: Drandić, B. (ed.) *Nastavnički suputnik*. Zagreb: Znamen, 188-225.
32. Matijević, M., Topolovčan, T. (2017). *Multimedijska didaktika*. Zagreb: Školska knjiga
33. Mikelić Preradović, N., Babić, M., Jelača, B., Kolarić, D. i Nikolić, V. (2018). *Integracija digitalne tehnologije u učenje i poučavanje i poslovanje škole*. Zagreb: Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNET.
34. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2006). *Nastavni plan i program za osnovnu školu*. Preuzeto s: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_09_102_2319.html
35. Ministarstvo znanosti i obrazovanja (2018). *Odluka o donošenju kurikuluma za nastavni predmet informatike za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj*. Preuzeto 30.8.2021. s: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_03_22_436.html
36. Ministarstvo znanosti i obrazovanja (2018). Pravilnik o odgovarajućoj vrsti obrazovanja učitelja i stručnih suradnika u osnovnoj školi. Preuzeto 30.8.2021. s: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_6_137.html
37. Ministarstvo znanosti i obrazovanja (2020). *IRIM-u Googleova potpora od 400.000 dolara za Digitalnoga građanina 2.0 u četiri države regije* [Blog post]. Preuzeto 30.8.2021. s <https://mzo.gov.hr/vijesti/irim-u-googleova-potpورا-od-400-000-dolara-za-digitalnoga-gradjanina-2-0-u-cetiri-drzave-regije/3526>
38. Noh, J., Lee, J. (2018). Design of a SW educational program using robots: Focused on computational thinking and creative problem solving abilities of elementary school students. *Journal of Educational Technology, 34*(1), 1–37.
39. Noh, J., Lee, J. (2020). Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. *Education Tech Research Dev* 68, 463–484.

40. Odjel za informatiku Sveučilišta u Rijeci (2021). *Diplomski studij*. Preuzeto 30.8.2021. s: <https://www.inf.uniri.hr/studiji/diplomski-studij>
41. Odjel za matematiku Sveučilišta J.J. Strossmayera (2021). *Sveučilišni nastavnički studij matematike i informatike*. Preuzeto 30.8.2021. s: <https://www.mathos.unios.hr/index.php/nastava/integrirani-nastavnicki-studij/studijski-program-nastavnicki>
42. Olusegun, S., Bada, S.O. (2015). Constructivism learning theory: A paradigm for teaching and learning. *Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66-70.
43. Papadakis, S., Vaiopoulou, J., Sifaki, E., Stamovlasis, D., Kalogiannakis, M. (2021). Attitudes towards the Use of Educational Robotics: Exploring Pre-Service and In-Service Early Childhood Teacher Profiles. *Educ. Sci.*, 11, 204.
44. Piedade, J., Dorotea, N., Pedro, A., Matos, J. F. (2020). On Teaching Programming Fundamentals and Computational Thinking with Educational Robotics: A Didactic Experience with Pre-Service Teachers. *Education Sciences*, 10(9), 214.
45. Pinjušić, P. (2015). IKT kompetencije učitelja informatike u osnovnim školama Istočne i Središnje Hrvatske (Diplomski rad). Odjel za fiziku, Osijek, Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera Osijek.
46. Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *NCB University Press*, 9(5), 113–118.
47. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (2021). *Diplomski sveučilišni studij matematika i informatika; smjer nastavnički*. Preuzeto 30.8.2021. s: https://www.pmf.unizg.hr/math/studiji/diplomski_sveucilisni_studij_matematika_i_informatika_smjer_nastavnicki
48. Psycharis, S., Makri-Botsari, E., Xynogalas, G. (2008). The use of Educational Robotics for the teaching of Physics and its relation to self-esteem. In: *Proceedings of the SIMPAR 2008 conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*. Venice, Italy, 132-142.
49. Saleiro, M., Carmo, B., Rodrigues, J. M. F., du Buf, J. M. H. (2013). A Low-Cost Classroom-Oriented Educational Robotics System. *Lecture Notes in Computer Science*, 74–83.
50. Schina, D., Esteve-González, V. & Usart, M. (2021). An overview of teacher training programs in educational robotics: characteristics, best practices and recommendations. *Educ Inf Technol*, 26, 2831–2852.

51. Singh M. N. (2021). Inroad of Digital Technology in Education: Age of Digital Classroom. *Higher Education for the Future*, 8(1), 20-30.
52. Sisman, B., & Kucuk, S. (2019). Educational robotics course: Examination of educational potentials and preservice teachers' experiences. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(2), 510–531.
53. Spajić Vrkaš, V., Potočnik, D. (2017), Mladi i obrazovanje pred izazovima globalne konkurentnosti. U Spajić Vrkaš, V., Ilišin, V. (ur.), *Generacija osujećenih: mladi u Hrvatskoj na početku 21. stoljeća*, 75-141.
54. Sullivan, F. R., & Heffernan, J. (2016). Robotic Construction Kits as Computational Manipulatives for Learning in the STEM Disciplines. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(2), 105–128.
55. Štuikys, V., Burbaitė, R. (2018). *Smart STEM-Driven Computer Science Education*. Springer International Publishing.
56. Topolovčan, T., Rajić, V., Matijević, M. (2017). *Konstruktivistička nastava: teorija i empirijska istraživanja*. Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
57. Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (2021). *Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij – Učiteljski studij*. Preuzeto 30.8.2021. s: https://www.pmf.unizg.hr/math/studiji/diplomski_sveucilisni_studij_matematika_i_informatika_smjer_nastavnicki
58. Vrkić Dimić, J. (2011). Učenje kroz prizmu socijalnog konstruktivizma. *Acta Iadertina*, 8 (1), 0-0.
59. Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
60. Witherspoon, E. B., Schunn, C. D. (2019). Teachers' goals predict computational thinking gains in robotics. *Information and Learning Sciences*.
61. Zakon o odgoju i obrazovanju u osnovnoj i srednjoj školi NN/87 (NN 94/21). Preuzeto 30.8.2021. s: <https://www.zakon.hr/z/317/Zakon-o-odgoju-i-obrazovanju-u-osnovnoj-i-srednjoj-%C5%A1koli>
62. Žuvić M., Brečko B., Krelja Kurelović E., Galošević D., Pintarić N. (2016). *Okvir za digitalne kompetencije korisnika u školi: učitelja/nastavnika i stručnih suradnika, ravnatelja te administrativnih djelatnika*. Zagreb: CARNET.

Popis tablica

Tablica 1 Koncepti i kompetencije računalnog razmišljanja (González i sur., 2018).....	17
Tablica 2 Odgovarajuća vrsta obrazovanja učitelja informatike (Ministarstvo znanosti i obrazovanja, 2018).....	26
Tablica 3 Struktura ispitanika s obzirom na ustanovu završenog studija	33
Tablica 4 Struktura ispitanika s obzirom na vrstu završenog studija.....	34
Tablica 5 Broj ispitanika s obzirom na učestalost sudjelovanja u neformalnim i informalnim oblicima učenja	35
Tablica 6 Struktura ispitanika s obzirom na radni staž	35
Tablica 7 Struktura ispitanika koji (ne)koriste edukativne robote u nastavi s obzirom na spol	36
Tablica 8 Struktura ispitanika koji (ne)koriste edukativne robote u nastavi s obzirom na vrstu završenog studija.....	36
Tablica 9 Struktura ispitanika koji (ne)koriste edukativne robote u nastavi informatike s obzirom na godine radnog staža	37
Tablica 10 Broj ispitanika s obzirom na period uporabe edukativnih robota u nastavi.....	37
Tablica 11 Interes učitelja za robotiku.....	38
Tablica 12 Htio/htjela bih koristiti robotiku u svojoj nastavi.	39
Tablica 13 Samoprocjena vještina računalnog razmišljanja i programiranja	40
Tablica 14 Pri rješavanju problema, idem korak po korak kako bih došao/došla do rješenja.	41
Tablica 15 Samoprocjena znanja o robotici.....	42
Tablica 16 Imam dovoljno znanja o robotici za koristiti je u aktivnostima učenja i poučavanja.	43
Tablica 17 Samoprocjena samopouzdanja za rad s robotima	43
Tablica 18 Stav o korištenju robota u nastavi.....	44
Tablica 19 Siguran/sigurna sam da mogu planirati i dizajnirati proces učenja i poučavanja s robotima.	44
Tablica 20 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na spol.....	45
Tablica 21 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na dob.....	47
Tablica 22 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na vrstu studija.....	49

Tablica 23 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na radni staž	51
Tablica 24 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na to koriste li edukativne robote u nastavi	52
Tablica 25 Razlike u samoprocjeni interesa, vještina, znanja i samopouzdanja s obzirom na period uporabe edukativnih robota u nastavi	54
Tablica 26 Korelacijska analiza povezanosti interesa za robotiku sa samoprocjenom vještina računalnog razmišljanja, programiranja i znanja o robotici.....	55
Tablica 27 Korelacijska analiza povezanosti interesa za korištenje robotike sa samoprocjenama vještina i znanja	56
Tablica 28 Korelacijska analiza povezanosti samopouzdanje za korištenje edukativnih robota u nastavi sa samoprocjenom vještina računalnog razmišljanja, programiranja i znanja o robotici	56

Prilog

Upitnik o stavovima učitelja informatike o korištenju edukativnih robota u nastavi

Drage učiteljice i dragi učitelji informatike,

pred Vama je anketa koja se koristi za istraživanje u sklopu diplomskog rada na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Odsjeku za informacijske znanosti i Odsjeku za pedagogiju.

Cilj ankete je istražiti interes i spremnost učitelja informatike viših razreda osnovne škole za korištenje edukativnih robota u aktivnostima učenja i poučavanja nastavnog predmeta Informatike.

Odgovori prikupljeni ovim istraživanjem bit će obrađeni i prikazani isključivo kao skupni podaci te se jamči anonimnost sudionika istraživanja. U anketi nema točnih i netočnih odgovora te u bilo kojem trenutku možete odustati od daljnjeg ispunjavanja.

Za ispunjavanje ankete potrebno je od 5 do 10 minuta.

Unaprijed Vam zahvaljujem na sudjelovanju!

Hana Josić

studentica diplomskog studija Informatike i Pedagogije

Filozofski fakultet

Sveučilište u Zagrebu

Ova anketa napravljena je po uzoru na Piedade, J., Dorotea, N., Pedro, A., Matos, J.F. 'On Teaching Programming Fundamentals and Computational Thinking with Educational Robotics: A Didactic Experience with Pre-Service Teachers' uz dozvolu autora.

1. SPOL:

- muški
- ženski
- ostalo

2. DOB:

- do 25 godina
- 25 do 30 godina
- 30 do 40 godina
- 40 do 50 godina
- 50 i više godina

3. Ustanova završenog studija:

- Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu
- Filozofski fakultet, Sveučilište u Rijeci
- Filozofski fakultet, Sveučilište u Zagrebu
- Fakultet organizacije i informatike, Sveučilište u Zagrebu
- Fakultet odgojnih i obrazovnih znanosti, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
- Odjel za informatiku, Sveučilište u Rijeci
- Odjel za matematiku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku
- Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Splitu
- Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
- Učiteljski fakultet, Sveučilište u Zagrebu
- Pedagoška akademija
- ništa od navedenoga

4. Ako ste na prethodno pitanje odgovorili 'Ništa od navedenoga', napišite ustanovu završenog studija.

5. Vrsta završenog studija:

- sveučilišni dodiplomski studij (predbolonjski)
- preddiplomski sveučilišni studij
- diplomski sveučilišni studij
- integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij
- specijalistički diplomski stručni studij

6. Koliko često sudjelujete u neformalnim i informalnim oblicima učenja?

- nikad/skoro nikad
- rijetko

- povremeno
- često
- dosta često

7. Godine radnog staža:

- manje od 5 godina
- 5 do 10 godina
- 10 do 20 godina
- 20 do 30 godina
- 30 i više

8. Koristite li edukativne robote u nastavi?

- Da
- Ne

9. Ako ste na prethodno pitanje odgovorili s 'Da', koliko dugo ih koristite?

- manje od godinu dana
- 1 do 2 godine
- 2 do 5 godina
- više od 5 godina

Interes za robotiku

Sljedeće tvrdnje odnose se na Vaš interes za robotiku i edukativne robote.

Na priloženoj skali procijenite u kojoj mjeri se navedena tvrdnja odnosi na Vas pri čemu brojevi imaju sljedeća značenja:

- 1 - Uopće se ne slažem
- 2 - Djelomično se ne slažem
- 3 - Niti se slažem niti se ne slažem
- 4 - Djelomično se slažem
- 5 - U potpunosti se slažem

R. br.	Tvrdnja	Skala
1.1.	Volim učiti o novim tehnologijama poput robotike.	1 2 3 4 5
1.2.	Volim koristiti znanstvene metode pri rješavanju problema.	1 2 3 4 5
1.3.	Volim koristiti matematičke formule i izračune pri rješavanju problema.	1 2 3 4 5
1.4.	Htio/htjela bih znati više o području STEM-a (eng. science, technology, engineering, mathematics).	1 2 3 4 5
1.5.	Učenje o robotima i robotici smatram zanimljivim.	1 2 3 4 5
1.6.	Htio/htjela bih koristiti robotiku u svojoj nastavi.	1 2 3 4 5

Računalno razmišljanje i programiranje

Sljedeće tvrdnje odnose se na računalno razmišljanje i programiranje.

Na priloženoj skali procijenite u kojoj mjeri se navedena tvrdnja odnosi na Vas pri čemu brojevi imaju sljedeća značenja:

1 - Uopće se ne slažem

4 - Djelomično se slažem

2 - Djelomično se ne slažem

5 - U potpunosti se slažem

3 - Niti se slažem niti se ne slažem

R. br.	Tvrdnja	Skala
2.1.	Pažljivo analiziram problem prije nego ga pokušam riješiti.	1 2 3 4 5
2.2.	Prije početka rješavanja problema, razvijam plan rješavanja problema.	1 2 3 4 5
2.3.	Pri rješavanju problema, idem korak po korak kako bih došao/došla do rješenja.	1 2 3 4 5
2.4.	Pri rješavanju problema, minimiziram broj koraka uklanjanjem nepotrebnih.	1 2 3 4 5
2.5.	Provjeravam ispravnost rješenja, kritički vrednujem i preuređujem rješenje problema ako je potrebno.	1 2 3 4 5
2.6.	Kako bih riješio/riješila kompleksan problem, rastavljam ga na manje potprobleme.	1 2 3 4 5
2.7.	Volim čuti savjete drugih pri donošenju odluke kako pristupiti nekom zadatku ili problemu.	1 2 3 4 5
2.8.	Volim rješavati problem u timu.	1 2 3 4 5
2.9.	Kada rješavam problem u timu, članove tima pitam za pomoć ako nađem na prepreku ili nešto ne razumijem.	1 2 3 4 5
2.10.	Znam razviti algoritam i stvoriti program u odabranom programskom jeziku rješavajući problem uporabom strukture grananja i ponavljanja.	1 2 3 4 5
2.11.	Koristim se različitim programskim paradigmatama za rješavanje problema iz svakodnevnog života.	1 2 3 4 5
2.12.	Znam stvoriti programsko rješenje za problem iz svakodnevnog života, predstaviti ga i vrednovati.	1 2 3 4 5
2.13.	Uvjeren/uvjerena sam da mogu naučiti nove načine upravljanja nekim robotom.	1 2 3 4 5
2.14.	Ako u radu nađem na softverski problem, vjerujem da ga mogu samostalno riješiti.	1 2 3 4 5

Znanje o robotici

Sljedeće tvrdnje odnose se na samoprocjenu vlastitog znanja o robotici.

Na priloženoj skali procijenite u kojoj mjeri se navedena tvrdnja odnosi na Vas pri čemu brojevi imaju sljedeća značenja:

- 1 - Uopće se ne slažem
2 - Djelomično se ne slažem
3 - Niti se slažem niti se ne slažem
4 - Djelomično se slažem
5 - U potpunosti se slažem

R. br.	Tvrdnja	Skala
3.1.	Imam dovoljno znanja iz programiranja za korištenje edukativnih robota u aktivnostima učenja i poučavanja.	1 2 3 4 5
3.2.	Imam dovoljno znanja o robotici za koristiti je u aktivnostima učenja i poučavanja.	1 2 3 4 5
3.3.	Imam dovoljno znanja o inženjerstvu i procesu dizajniranja koje se odnosi na robotiku.	1 2 3 4 5
3.4.	Imam dovoljno znanja za odabir najprikladnijeg robota za aktivnosti učenja i poučavanja s obzirom na dob učenika.	1 2 3 4 5
3.5.	Imam dovoljno znanja za analizu pedagoškog potencijala različitih tipova robota.	1 2 3 4 5
3.6.	Imam dovoljno znanja o grafičkim softverima za programiranje spajanjem blokova koda koji se mogu koristiti za poučavanje programiranja.	1 2 3 4 5

Samopouzdanja

Sljedeće tvrdnje odnose se na Vašu procjenu samopouzdanja za korištenje robota u nastavi informatike.

Na priloženoj skali procijenite u kojoj mjeri se navedena tvrdnja odnosi na Vas pri čemu brojevi imaju sljedeća značenja:

- 1 - Uopće se ne slažem
2 - Djelomično se ne slažem
3 - Niti se slažem niti se ne slažem
4 - Djelomično se slažem
5 - U potpunosti se slažem

R. br.	Tvrdnja	Skala
4.1.	Siguran/sigurna sam da imam vještine potrebne za korištenje robotike u nastavi.	1 2 3 4 5
4.2.	Siguran/sigurna sam da mogu angažirati svoje učenike da sudjeluju u projektima temeljenima na robotici.	1 2 3 4 5
4.3.	Siguran/sigurna sam da mogu pomoći svojim učenicima ako imaju poteškoća s robotikom.	1 2 3 4 5
4.4.	Siguran/sigurna sam da mogu planirati i dizajnirati proces učenja i poučavanja s robotima.	1 2 3 4 5
4.5.	Siguran/sigurna sam da mogu poučavati informatiku uključujući različite tipove robota.	1 2 3 4 5
4.6.	Siguran/sigurna sam da mogu ocijeniti učenikova postignuća u robotičkim aktivnostima.	1 2 3 4 5
4.7.	Siguran/sigurna sam da je korištenje robota dobra metoda za poučavanje informatičkih koncepata.	1 2 3 4 5

Sažetak

Ubrzani razvoj znanosti i tehnologije postavlja nove izazove pred tržište rada i obrazovanje. Poseban naglasak stavlja se na STEM obrazovanje kojim se učenike nastoji osposobiti znanjima i vještinama potrebnima u 21. stoljeću, a u okviru kojeg obrazovanje na području informatike i razvoj vještina programiranja i računalnog razmišljanja igraju ključnu ulogu. U aktivnostima nastave Informatike, sve češće se kao obrazovni alat koriste edukativni roboti. Cilj ovog istraživanja je ispitati interes i spremnost učitelja informatike za uključivanje edukativnih robota u proces učenja i poučavanja nastavnog predmeta Informatike u višim razredima osnovne škole. Istraživanje je provedeno online anketnim upitnikom na uzorku od 164 učitelja informatike. Rezultati istraživanja pokazuju statistički značajnu razliku između interesa za korištenje edukativnih robota i vještini programiranja prema spolu te znanju o robotici s obzirom na dob ispitanika. Utvrđena je i razlika u interesu, samoprocjenama vještina programiranja, znanja o robotici i samopouzdanja za njihovo korištenje u nastavi s obzirom na to koristi li ispitanik edukativne robote u nastavi. Korelacijskom analizom ustanovljena je povezanost interesa za edukativne robote i samopouzdanja za njihovo korištenje u nastavi sa samoprocjenama znanja i vještina. Rezultati istraživanja ukazuju na važnost stručne i pedagoške pripreme učitelja na području robotike, programiranja i računalnog razmišljanja radi učinkovitije implementacije novih tehnologija u proces učenja i poučavanja nastavnog predmeta Informatike.

Ključne riječi: obrazovanje učitelja informatike, robotika, računalno razmišljanje, programiranje

Summary

The rapid development of science and technology poses new challenges to the labor market and education. Particular emphasis is placed on STEM education, which aims to equip students with the knowledge and skills needed in the 21st century, with Informatics education and the development of programming and computer thinking skills playing a key role. In Informatics education, educational robots are increasingly being used as teaching tools. The aim of this paper was to investigate the interest and readiness of Informatics teachers in incorporating educational robots in the process of learning and teaching the subject of Informatics in the upper classes. The study was conducted using an online survey of a sample of 164 Informatics teachers. The results of the study showed a statistically significant difference between interest in using educational robots and programming skills by gender and knowledge about robotics with regard to the age of the respondents. A difference was found between interest, self-assessment of programming skills, knowledge of robotics and confidence for their use in education in relation to whether the respondent uses educational robots in education. A Pearson correlation analysis revealed a relationship between self-confidence and self-assessment of knowledge of robotics and programming skills. The results of the study indicate the importance of professional and pedagogical preparation of informatics teachers in the field of robotics, programming, and computational thinking in order to more effectively incorporate new technologies into the process of learning and teaching the subject of Informatics.

Key words: robotics, computational thinking, programming, education of Informatics teachers