Edukacijski roboti

Lenić, Monika

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:137:434649

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Image not found or type unknown *Repository / Repozitorij:*

Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet Informatike

MONIKA LENIĆ

EDUKACIJSKI ROBOTI

Diplomski rad

Pula, srpanj, 2021.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet Informatike

MONIKA LENIĆ

EDUKACIJSKI ROBOTI

Diplomski rad

JMBAG: 0303069685, redovita studentica

Studijski smjer: Informatika

Predmet: Sustavi elektronskog učenja

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Infomacijske i komunikacijske znanosti

Znanstvena grana: Informacijski sustavi i informatologija

Mentor: Doc. dr. sc. Snježana Babić

Pula, srpanj, 2021.

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

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

Student

_____

U Puli, _____, _____ godine

IZJAVA

o korištenju autorskog djela

Ja, Monika Lenić dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile

u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom Edukacijski roboti koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, _____ (datum)

Potpis

_____

Sadržaj:

1. UVOD 1
2. EDUKACIJA 2
2.1. Informatička edukacija 2
2.2. Robotska edukacija 3
3. EDUKACIJSKI ROBOT 4
3.1. Povijesni razvoj edukacijskog robota 4
3.2. Općenito o edukacijskom robotu 6
3.3. Klasifikacija edukacijskog robota 7
3.4. Karakteristike edukacijskog robota 10
3.5. Područje primjene edukacijskih robota 14
3.6. Problem primjene edukacijskog robota 16
3.7. Najpopularniji edukacijski roboti 18
3.7.1. NAO 18
3.7.2. Pepper 20
3.7.3. Yuki 22
3.8. Kako odabrati primjerenog edukacijskog robota u nastavi? 23
3.9. Budućnost edukacijskog robota 24
4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA VEZANIH UZ PREDNOSTI I NEDOSTATKE EDUKACIJSKIH ROBOTA 25
4.1. Prednosti edukacijskih robota 25
4.2. Nedostaci edukacijskih robota 27
5. ISTRAŽIVANJE PERCEPCIJE SREDNJOŠKOLSKIH NASTAVNIKA PREMA KORIŠTENJU EDUKACIJSKIH ROBOTA U NASTAVI 29
5.1. Metodologija istraživanja 29
5.1.1. Cilj i metode istraživanja 29
5.1.2. Procedura i anketni upitnik u istraživanju 29
5.1.3. Uzorak ispitanika 31
5.2. Rezultati istraživanja 37
6. ZAKLJUČAK 45
7. POPIS LITERATURE 46
8. POPIS SLIKA 54
9. POPIS TABLICA 56
10. PRILOZI 57
SAŽETAK 61
ABSTRACT 62

1. UVOD

Desetljećima digitalizacija mijenja svijet u kojem danas živimo. Informacijsko-komunikacijske tehnologije se brzo šire i ulaze u sve sfere ljudskog života pa tako i u nastavu. Zbog svojih mogućnosti, ali i neiscrpnih prednosti, informacijsko-komunikacijske tehnologije imaju velik utjecaj na napredak i razvitak današnjeg društva. Paralelno s razvojem potrebno je tehnologiju upotrijebiti i u obrazovnom procesu, kao primjer navedenog inovacija su roboti za koje se smatra da su pokretači promjena u gospodarstvu koje će obilježiti 21. stoljeće. Kako bi tehnologija eksponencijalno rasla, društvo i obrazovni sustav trebaju se prilagoditi. Zahvaljujući edukacijskim robotima motivacija učenika se podiže na višu razinu, te im je omogućeno analitičko zaključivanje, strateško rješavanje problema i računalno razmišljanje. Roboti su korisni i kod djece s autizmom, nedostatkom pažnje i djece s razvojnim poremećajima, oni im pružaju lakše razvijanje socijalnih vještina. Danas se edukacijski roboti sve češće koriste u nastavi, te učenicima pružaju nadahnuće i personalizirano učenje.

Svrha ovog diplomskog rada je upoznati se s pojmom edukacijskog robota, primjerima njegove upotrebe u obrazovanju te rezultatima kratkog istraživanja vezano uz percepciju nastavnika. Rad se sastoji od šest poglavlja koja sadrže teorijsku i empirijsku analizu. Poglavlja su pojedinačno i detaljno razrađena te pružaju potpunu informaciju o pisanoj temi. U teorijskom dijelu je objašnjen pojam edukacije, edukacijskih robota od njihovog povijesnog razvoja pa do primjene u hrvatskom obrazovanju.

Empirijski dio rada izrađen je na temelju analize anketnog upitnika. Provedeno je istraživanje u kojem je sudjelovalo 154 profesora/nastavnika srednjih škola u Republici Hrvatskoj. Rezultati istraživanja pokazali su da ispitanici žele upotrebljavati edukacijske robote u nastavi, ali da postoji niz barijera koje ih sprječavaju u tome.

2. EDUKACIJA

U okviru ovog poglavlja dano je objašnjenje pojmova informatičke i robotske edukacije.

2.1. Informatička edukacija

Edukacija je prenošenje općih i radnih iskustava, znanja te društvenih normi i vrijednosti s prethodnih naraštaja na mlađe, kao stečevinu ljudske kulture i civilizacije zbog razvoja i obogaćivanja ljudskog društva (Jakić, 2019). Informatička pismenost definira se kao sposobnost korištenja računala i računalnih programa (Nadrljanski, 2006). Takva pismenost danas je postala ključ za postizanje produktivnosti u razvoju društva. Prema autoru Božić (2020) informatička pismenost se ostvaruje kroz upotrebu računalnih sustava, mreža i programa.

Obrazovanje je jedan od najvažnijih čimbenika odgovornih za razvoj društva te je bitna njegova prilagodba promjenama koje donosi današnje informacijsko doba (Nadrljanski, 2006). U posljednjim desetljećima svi aspekti ljudskog života su umreženi i povezani s računalima. Informatička edukacija i pismenost više nisu prednost samo u nastavi, nego i u razvoju uspješnog čovjeka (Mihovec, 2020). Era informatike donosi promjene u cijelom društvu, mijenja se način kako djelujemo, komuniciramo, mislimo, mijenjaju se metode učenja i poučavanja (Mihovec, 2020). Hamidi i suradnici (2011) smatraju da bismo za razvoj ljudskog društva trebali pogledati škole te kako napreduje obrazovanje.

2.2. Robotska edukacija

Robotska edukacija podrazumijeva podučavanje, projektiranje, analizu, primjenu i rad edukacijskih robota. Ova vrsta edukacije je inovacija u školama, može se podučavati od osnovne škole do postdiplomskih programa. Kada se spominje pojam „robotska edukacija“ ne misli se samo na edukaciju o robotima, već i na edukaciju s njima (Mubin, 2013). Rad s robotima može se također koristiti za motiviranje i olakšavanje podučavanja drugih, često temeljnih tema, poput računalnog programiranja, umjetne inteligencije ili inženjerskog dizajna.

Oblik edukacije s robotima je višeslojan, on u početku obuhvaća jednostavno slaganje različitih objekata iz setova pri čemu se razvija mašta učenika. Daljnji koraci u edukaciji su složeniji i zahtjevaju upotrebu elektronike i jednostavnijih programskih jezika. Kroz postupak izrade robota stječe se znanje iz raznih područja od strojarstva, elektronike do informatike (Nikolić, 2016).

Pri poučavanju robotske edukacije nužno je shvatiti da je robotsku edukaciju dobro uvoditi postepeno i da ju treba uvesti u što ranijoj dječjoj dobi u nastavu kako bi učenici prihvatili istu. Učenici tijekom upoznavanja s robotima započinju razvijati svoju maštu, omogućene su im razne igre koje nude jednostavne matematičke operacije. Mayer (2013) učenje pomoću robota opisao je kao „situacije učenja u kojima iskustvo učenja stvaramo pomoću fizičkih uređaja kao što su računalo i internet“.

Prema znanstvenicima Brlek i Oreški (2020) robotska edukacija učenicima pruža korisne vještine koje im mogu pomoći u budućem zapošljavanju. Za vještinama koje obuhvaćaju programiranje i logičko razmišljanje u današnje doba je sve veća potreba.

3. EDUKACIJSKI ROBOT

Treće poglavlje je posvećeno edukacijskim robotima od njihovog povijesnog razvoja koji dotiče davnu prošlost, pa sve do današnjih dana kada je tehnologija doživjela veliki eksponencijalni rast. Opisane su karakteristike edukacijskih robota i područja njihove primjene. U konačnici u okviru ovog poglavlja opisani su primjeri najpopularnijih edukacijskih robota te njihova primjena i način uporabe.

3.1. Povijesni razvoj edukacijskog robota

Tijekom povijesti čovjek je nastojao izraditi strojeve koji će mu nalikovati i pomagati u radu. Roboti su rezultat evolucije, znatiželje, napora i kreativnosti ljudskog razmišljanja o tome kako stvoriti alate i strojeve koji će biti sposobni rješavati probleme i samostalno obavljati određene zadatke. Proces modernizacije tehničkih i materijalnih komponenti, stvorio je alate koji su imali mogućnost autonomije i dobre vještine rada (Catlin, 2019).

Vodeni sat ili klepsidra smatra se jednim od prvih automatiziranih mehaničkih uređaja iz 1400. godine prije Krista (Holmes, 1999). Klepsidra je antička naprava za mjerenje vremena pomoću vode ili ulja, izumio ju je egipatski dvorski službenik Amenemhet (Mayer, 2013).

Znanstvenik Ismail Al-Jazari tijekom 13. stoljeća kreira niz automatiziranih uređaja poput automatiziranih pokretnih paunova, automatskih vrata te humanoidni automat (Turner, 2009). Humanoidni automat Al-Jazarija bila je konobarica koja je mogla posluživati vodu i čaj (Turner, 2009).

Razvoj automata se nastavio, pa je tako 1464. godine Leonardo da Vinci konstruirao shemu humanoidnog Leonardovog mehaničkog viteza koji je kasnije vjerno izrađen u funkcionalnog robota (Botsolvers, 2021).

Znanstvenici Pierre Jaquet-Droza i Karakuri-Ningya obilježili su 18. stoljaće konstruirajući mehaničke lutke. Pierre Jaquet-Droza izradio je tri mehaničke lutke koje su se koristile za sviranje orgulja, crtanje fotografija te za pisanje teksta (Andrei, 2021). Karakuri-Ningyo su tradicionalne japanske lutke koje su mogle posluživati čaj, plesati te igrati u kazalištu.

Riječ „robot“ se prvi puta spominje 1920. godine u drami R.U.R., pisca Čapek koji je generalno objasnio pojam „robot“ kao težak i neugodan posao (Ugarković, 2019). Prvi edukacijski roboti u svijetu mogu se pratiti od sredine 1940-tih godina, nakon završetka Drugog svjetskog rata. Vjeruje se da je prvi robot koji se upotrebljavao kao igračka bio Liliput iz Japana, izrađen sredinom 1940-tih godina.

Isaac Asimov ispisao je niz kratkih priča s robotom koji razvija naklonost prema djetetu. Asimov je bio odgovoran za razvoj tri zakona koja su smijela biti kod robota, a to su (PlanetRetro, 2009):

1) Robot ne smije ozlijediti čovjeka
2) Robot se mora pokoravati zapovijedima koje su mu izdala ljudska bića
3) Robot mora zaštiti vlastito postojanje

Upravo zbog zakona koje je Asimov naveo, došlo je do velike brzine tehnološkog napretka. Do začetka istraživanja interakcije između ljudi i strojeva dolazi 1950-ih godina (Catlin, 2018). Začarani krug razvoja tehnologije s vremenom je stvorio znanje i razumijevanje koje je prethodilo oživljavanju područja znanosti i tehnologije robota.

Temelj moderne robotske industrije bio je razvoj programabilnog robota koji je 1954. godine izumio Devol (Carnegie Mellon University, 2008). Roboti 60-tih godina stvoreni su ujedinjenjem potreba poput rukovanja radioaktivnim materijalima, radovima u kemijskim tvornicama i dr., koje su dovele do stvaranja izuma kao što su upravljački strojevi za preciznu proizvodnju, izrada teleoperatera za rukovanje radioaktivnim materijalima na daljinu, izrada digitalnog računala i integriranog sklopovlja.

Krajem 1970-tih razvija se prvi chatbot, Weizenbaum dizajnirao je Elizu, najranijeg chatbota koji je mogao razgovarati poput čovjeka.

Devedesetih godina su vođene potrebom za uporabom robota koji brinu o ljudskoj sigurnosti u opasnim okruženjima, poboljšanje ljudskih sposobnosti i smanjenje umora kako bi se poboljšala kvaliteta života.

Razvoj robota napredovao je od baznih definicija koje su opisivale isključivo industrijskog robota pa sve do vremena kada pod pojmom robot podrazumijevamo uređaje koji obavljaju svoje funkcije koristeći senzorske, aktuatorske i upravljačke sustave (Raguž, 2019).

Seymour Papert (1993) prvi je znanstvenik koji je primijenio robote u obrazovanju koristeći ih za podučavanje i učenje. Roboti su u uporabi od srednje škole i dodiplomskih tečajeva do postdiplomskog obrazovanja. Oni u obrazovanju postaju popularna tema istraživanja koja je aktualna sve do današnjih dana (Papert, 1993).

Dolaskom 2000-ih, roboti su doživjeli velike transformacije u veličini i opsegu, širenje robota određeno je zrelošću sektora i napretkom srodnih tehnologija (Nikolić, 2015). Nova generacija robota u budućnosti bi trebala sigurno i pouzdano živjeti s ljudima na njihovim radnim mjestima, domovima, u zajednicama te im pružati podršku, obrazovati ih, potaknuti proizvodnju i njegu. Povijest obrazovnih robota je iza nas, ali njihova budućnost tek treba biti definirana.

3.2. Općenito o edukacijskom robotu

Edukacijski robot je širok pojam koji se odnosi na skup aktivnosti, nastavnih programa, fizičkih platformi, obrazovnih resursa i pedagoške filozofije. Roboti se često koriste kao obrazovni alat od predškolskog uzrasta pa sve do visokih učilišta. Primarni cilj edukacijskog robota je pružiti niz iskustava koja će učenicima olakšati razvoj konceptualnog znanja, logičkog razmišljanja te razvoj timskog rada i vještina suradnje s drugim učenicima (Zuhrie i sur., 2018). Robot u učionici predstavlja učenje na zanimljiv način pomoću kojeg su učenici u mogućnosti uživo promatrati praktičnu primjenu teorijskih koncepata. Rad s robotima poboljšava kreativno rješavanje problema, potiče razvoj osnovnih komunikacijskih vještina, kao i sposobnost suradnje i prenošenja složenih ideja (Stojković, 2019). Stoga se edukacijski roboti mogu koristiti kako bi se učenicima razjasnili apstraktni pojmovi poput Newtonovog zakona mehanike, programiranja, matematičkih formula te učenja stranog jezika (Cooper i sur., 1999).

Seymour Papert je 1969. godine izumio prvog obrazovnog robota nazvanog Kornjača (Nikolić, 2016). Bio je to dodatak logotipu računalnog jezika koji je 1965. godine posebno dizajnirao za obrazovanje učenika. Papert nije jednostavno izmislio neku tehnologiju, on je ponudio revolucionarni način obrazovanja učenika (Mubin i sur., 2013). Nastavnicima je dao praktične alate za ostvarivanje konstrukcionističkih razvojnih teorija u učionici (Catlin i Blamires, 2018).

3.3. Klasifikacija edukacijskog robota

Edukacijski roboti su razvijeni kako bi mogli rješavati stvarne probleme u obrazovnom procesu. Dizajnirani su tako da osim temeljnih sustava poput indukcijskog, središnjeg te sustava za upravljanje i obradu informacija, imaju ugrađene resurse za učenje te sustav za analizu učenja (Pei i Nie, 2018). Edukacijski roboti imaju svoje tehničke oznake od kojih su najznačajniji njihov oblik i funkcija.

Prema obliku, edukacijski roboti se dijele na virtualne i fizičke robote (Pei i Nie, 2018). Virtualni roboti se još nazivaju i softverski roboti, oni predstavljaju sustav umjetne inteligencije koji se pokreće na glavnom uređaju. Obzirom da virtualni roboti smanjuju troškove održavanja i upravljanja fizičkim robotima, oni uspijevaju povećati dostupnost opreme i smanjenje složenosti tehnologije. Danas se virtualni roboti široko primjenjuju u obrazovanju, te se općenito pojavljuju kao platforme za učenje i znanstveno istraživanje. Bilo koji tip softvera koji uključuje umjetnu inteligenciju može se nazvati softverskim robotom, posebno oni koji sadrže strojno učenje.

U odnosu na virtualne robote, fizički roboti imaju fizički izgled, automatizirani su i inteligentni (Taulli, 2019). Njih se može dodirivati i osjećati te mogu pružiti iskustvo interakcije na višoj razini, tako da više pogoduju praktičnom radu učenika (Pei i Nie, 2018). Općenito promatrajući fizičke robote, oni se često pojavljuju kao pomoćni nastavni alat, pametni učitelji ili partneri u učenju učenika.

Prema njihovoj funkciji u obrazovanju, dijele se u dvije kategorije (Pei i Nie, 2018):

a) Roboti koji primjenjuju disciplinu (discipline-application robots) – sveobuhvatnost i složenost ove funkcije su postale jedan od važnijih načina njegovanja inovativnih inženjerskih talenata u novom razdoblju, ova vrsta robota je povezana sa STEM obrazovanjem u srednjim i osnovnim školama te na fakultetu. Cilj ovakvih robota je razviti praktičnost i sposobnost rješavanja problema.
b) Roboti s uslugom za podučavanje (instruction-service robots) – koristi se kao pomoćni element u nastavnim aktivnostima kako bi se postigao učinak zabavnog obrazovanja, pomoću inteligentnih nastavnih igračaka može se pomoći nastavnicima da učinkovitije dovrše nastavne sate.

Na temelju navedenoga može se razviti klasifikacija od četiri kvadranta za edukacijske robote, tj. postoje četiri kategorije obrazovnih robota (Pei i Nie, 2018):

a) Inteligentni pomoćni roboti - predstavljaju inteligentni sustav razgovora, konstruirani su na temelju prirodnog jezika tehnologije obrade. Integrirani su s višestrukom umjetnom inteligencijom i mogu izvoditi funkcije poput semantičkog prepoznavanja, emocionalne svijesti te pretraživanje i analize.
   Primjer takvog robota je JiLL, koji je razvio IBM kako bi riješio problem nedostatka nastavnika. Robot JiLL bio je rješenje za upravljanje posjetiteljima, pružanje uputa za sastanke, snimanje i izvještavanje osoblja o potrebama u školi.

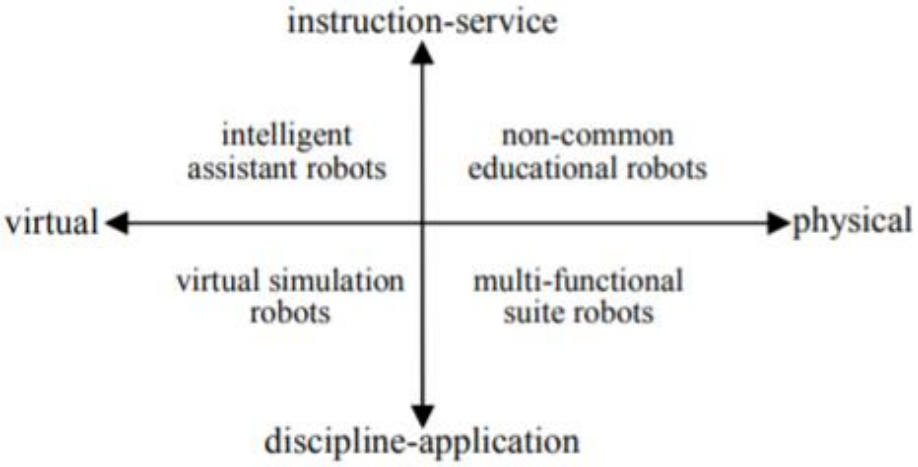


Slika 1 JiLL robot koji se koristi u školama zbog nedostatka nastavnika (FM, 2016) [pristupljeno 8. srpnja 2021.]

b) Virtualni simulacijski roboti - računalni programi koji imaju funkciju simulacije i interakcije koje se izvode na računalnoj mreži. Općenito se koriste za podučavanje, eksperimente te za poboljšanje sposobnosti učenika i njihovih inovacijskih sposobnosti (Zhang, 2012). Najpoznatiji virtualni simulacijski roboti su: iRobotQ 3d, Microsoft Robotics Developer Studio.
c) Neuobičajeni obrazovni roboti - vrsta robota koja se koristi kod učenika s posebnim potrebama. Osim što imaju karakteristike uobičajenih obrazovnih robota, imaju mogućnost oponašanja ljudskih pokreta i izraza lica. Neuobičajeni roboti uključuju razne inteligentne igračke za učenike predškolskog uzrasta, robote za medicinsku obuku te robote za podučavanje stranog jezika (Ruzzenente i sur., 2012).

d) Višenamjenski roboti - njegovi različiti moduli i softverski sustavi mogu se slobodno kombinirati u skladu s nastavnim zahtjevima, tako mogu stvoriti inteligentne robotske sustave koji se prilagođavaju razvoju znanja i vještina učenika, iznimno su popularni u svim dobnim skupinama (Pei i Nie, 2018)

Na slici 2 nalazi se kvadrantna klasifikacija edukacijskih robota prema autorima Pie i Nie (2018).



Slika 2 Kvadrantni klasifikacije za edukacijske robote (Pie i Nie, 2018) [pristupljeno 23. svibnja 2021.]

U usporedbi s prethodnim autorima, Pei i Nie (2018), O'Brein (2019) smatra da postoji podjela edukacijskih robota u kategorije sortirane po dizajnu, metodi kodiranja i obrazovnoj metodi, stoga postoje četiri kategorije:

a) Fizički kodirani roboti – svi roboti su sastavljeni od hardvera i softvera, ono što fizički kodirane robote čini posebnim je njihovo "skrivanje" programskog aspekta sebe od krajnjeg korisnika. Najpoznatiji fizički kodirani roboti su Bee-Bot te Cubetto (O'Brein, 2019).
b) Uvodni programabilni roboti – za razliku od fizički kodiranog robota, ova vrsta robota ne sakriva svoj softver od krajnjeg korisnika, oni upoznaju učenike s konceptom softvera na načine koji odgovara dobi učenika.
c) Računalno programabilni roboti – ovi roboti zapravo pripadaju kategoriji "starija braća i sestre" uvodno programabilnim robotima, u potpunosti su sastavljeni baš kao što su fizički kodirani i uvodni roboti, no uključuju više senzora i sveobuhvatniji raspon mogućnosti kodiranja.

d) Roboti na bazi kompleta - u odnosu na prethodne robote, roboti na bazi kompleta dolaze ne sastavljeni, potrebno ih je samostalno programirati i složiti. Primjer ovakvog robota je LEGO Mindstorms EV3, na slici 2 se nalazi kako izgleda robot na bazi kompleta, LEGO Mindstorms EV3.



Slika 3 LEGO Mindstorms EV3 (Inovatic, 2018) [pristupljeno 24. svibnja 2021.]

3.4. Karakteristike edukacijskog robota

U nastavku rada su izdvojena dva istraživanja, autora Pie i Nie (2018) te Chang i sur. (2010). Prema ovim istraživanjima uspoređene su glavne karakteristike edukacijskih robota. Obzirom da je jedno istraživanje iz 2010., a drugo 2018. godine može se uočiti kako se karakteristike edukacijskih robota ne razlikuju previše uzevši u obzir razmak od osam godina koje su prošle između dvaju istraživanja.

Prema autorima Pie i Nie (2018) najvažnije karakteristike su:

a) Fleksibilnost - obrazovni roboti imaju određenu fleksibilnost, poput inteligentnih igračaka koje se mogu mijenjati. Fleksibilnost robota omogućava nastavnicima promjenu sadržaja poučavanja i učenja kako bi se prilagodili nastavnim aktivnostima koje podržavaju roboti.
b) Digitalizacija - upotreba robota kao nastavnih alata može u potpunosti iskoristiti karakteristike robota kao što su promjenjivost i skladištenje podataka. Sadržaj i podaci učenika dok nešto radi ili poučava se kontinuirano pohranjuju u memoriju računala. Kroz rudarstvo i analizu podataka koji su pohranjeni u računalo nastavnici mogu učinkovitije znati o

osnovnim ponašanjima učenika čime se produbljuje razumijevanje nastavnika o procesu poučavanja. Analiza podataka nastavnika može pomoći u učinkovitijem podučavanju učenika, ali i programerima za dizajniranje robota s više funkcija.

c) Ponovljivost – karakteristika koja prikazuje jednostavan i ponavljajući mehanički rad robota. Tijekom raznih aktivnosti u nastavi većina vremena i energije nastavnika se brzo potroši zbog čega se nastavnici ne mogu usredotočiti na vrijednije aktivnosti. Pomoću svojstva ponovljivosti, učenicima se omogućuje više vježbe i utvrđivanja gradiva koje je potrebno kontinuirano ponavljati. Ponovljivost je najviše značajna kod učenika koji imaju određenu fizičku obuku.
d) Humanizacija – kod obrazovanja učenika motivacija je iznimno važna. Tijekom procesa upotrebe robota kod učenja, roboti postaju učenikov partner u učenju što omogućuje veću koncentraciju na interakciju. Humanoidni roboti mogu voditi dijalog sa studentima, te mogu pokretima i gestama izražavati svoje osjećaje tijekom dijaloga.

   Pri učenju stranog jezika, učenici imaju tendenciju proizvoditi čudne zvukove na koje se roboti neće smijati. Tako se može smanjiti anksioznost učenika u učenju i poboljšati njegova spremnost za sudjelovanje u razgovoru (Chang i sur., 2010).
e) Interakcija s ljudima - jedna od osnovnih karakteristika robota je njegova sposobnost interakcije s ljudima. Pomoću prepoznavanja govora ili lica edukacijski roboti mogu shvatiti što zahtjeva učenik, a zatim s osjećajima obraditi povratne informacije o ponašanju.

Karakteristike prema Chang i sur. (2010):

a) Ponovljivost – znanstvenici su utvrdili da prema karakteristici ponovljivosti edukacijski roboti izvode lagane i ponavljajuće aktivnosti bez umaranja. Roboti koji su imali ovu značajku bili su pogodni za pomoć u učenju stranog jezika, konačno je postojala "osoba" s kojom se moglo kontinuirano vježbati jezik bez umora.
b) Fleksibilnost – ovom karakteristikom omogućeno je nastavnicima da prilagode i osmisle odgovarajuće nastavne aktivnosti podržane robotom.

c) Digitalizacija - Upotreba robota kao nastavnih alata iskorištava djeljive i očuvane karakteristike digitalnih podataka. Baza podataka jezičnih poduka podržana od robota može se razviti za bilježenje iskustava nastavnika. Digitalizacija pomaže nastavnicima da učinkovitije podučavaju učenike te pomaže programerima u dizajniranju boljih funkcija edukacijskog robota za nastavu stranog jezika.

d) Humanoidni izgled - motivacija igra važnu ulogu u izvedbi učenja. Ovi roboti svojim ljudskim izgledom dodaju dimenziju ljudskog govora tijela i mogućnost socijalne signalizacije, stoga humanoidni robot povećava motivaciju učenika za vježbanje jezičnih vještina na prirodniji način.

e) Pokret tijela - pokreti su važan atribut u izražavanju jezika. Roboti svojim gestama povećavaju motivaciju i vode učenike koristeći odgovarajuće geste dok govore. U učenju stranih jezika ova značajka može pomoći učenicima da razumiju nepoznate riječi koje izgovara robot.

f) Interakcija - jedna od temeljnih funkcija robota je njihova sposobnost interakcije s ljudima. Ova značajka omogućuje robotima da postanu asistenti u nastavi i podržava realnije izražavanje jezika. Putem tehnologije prepoznavanja glasa roboti mogu ponuditi odgovore u interakciji s ljudima (House, Malkin i Bilmes, 2009). Uz to, analizirajući zapise o interakciji, nastavnici mogu detaljnije pristupiti statusu učenja učenika. Na slici četiri se nalazi razgovor učenice s humanoidnim robotom NAO.



Slika 4 razgovor učenice s humanoidnim robotom NAO (The Conversation, 2020) [pristupljeno 29. svibnja 2021.]

g) Antropomorfizam - učenici se prema robotima koji imaju ljudski izgled i kretanje tijela odnose kao prema nastavnicima. Oni znaju da robot nije stvarna osoba, stoga se ne brinu da će ih tijekom razgovora prezirati ili ismijavati zbog neobičnih izgovora ili pogrešne sintakse. To može smanjiti anksioznost učenika i poboljšati njihovu spremnost za sudjelovanje u vježbama dijaloga, posebno na stranim jezicima.

Na temelju ovih istraživanja može se zaključiti da iako je raspon od osam godina velik karakteristike robota se nisu značajno promijenile.

3.5. Područje primjene edukacijskih robota

Prema istraživanju Pei i Nie (2018) definirana su područja koja su relevantna u primjeni edukacijskih robota, to su:

a) STEM područje – edukacijski roboti koji se koriste u STEM području ne predstavljaju samo znanje koje učenici mogu naučiti nego i alat za učenje čiji je krajnji cilj iskoristiti značajke robota. Roboti se gledaju kao svojevrsni učinkoviti alat za razvijanje učenikovih timskih vještina, mogu stvoriti dobru interakciju i atraktivno učenje u kojem raspravljaju i rješavaju probleme.
b) Jezično obrazovanje - karakteristike obrazovnih robota mogu dobro odgovarati ključnim čimbenicima u učenju stranog jezika. Svojstva poput ponavljanja, digitalizacije, interakcije s ljudima te humanizacije omogućuju lakšu komunikaciju učenika s robotom. Istraživanja Alemi (Alemi i sur., 2015) i Wang (Wang i sur., 2012) su otkrila da je usmena razina engleskog jezika eksperimentalne skupine (skupina koja je učila uz robota) znatno viša od razine kontrolne skupine (skupina koja je učila bez upotrebe robota), što je dokazalo da se upotrebom robota poboljšava učenja stranog jezika. Na slici pet se nalazi razgovor učenika s robotom L2TOR za učenje stranog jezika.



Slika 5 L2TOR - robot za učenje jezika (MIS304weilinh, 2018) [pristupljeno 29. svibnja 2021.]

c) Specijalno obrazovanje – edukacijski roboti se mogu koristiti za liječenje i rehabilitaciju posebnih skupina. U području specijalnog obrazovanja postoje tri glavna smjera robota, to su: liječenje autizma, liječenje poremećaja jezika i rehabilitacija poučavanja tjelesnih invaliditeta. Obilježje učenika s autizmom je prepreka u njihovoj komunikaciji s drugima. Oni ne mogu razumjeti tuđi jezik i ponašanje što pojačava njihov psihološki otpor protiv socijalne komunikacije s drugima. Stoga je važno koristiti robotizirano liječenje kod učenika s autizmom koje im može pomoći u razumijevanju značenja jezika i ponašanja. Na slici šest se nalazi upotreba edukacijskog robota RABI kod učenika s autizmom. Robot RABI pomaže učenicima kod razvoja socijalizacije i rješavanja problema sukoba i nasilja (VOI, 2021).



Slika 6 Upotreba robota RABI kod učenika s autizmom (New Metro, 2021) [pristupljeno 7. srpnja 2021.]

Temeljem istraživanja znanstvenika Reich-Stiebert i Eyssel (2016) otkriveno je kako su nastavnici htjeli primjenjivati edukacijske robote u nastavi informatike, matematike i fizike. Odnos između nastavnika biologije, kemije, zemljopisa, stranih jezika povijesti te politike i edukacijskih robota je bio neutralan. Stoga je zaključeno kako su nastavnici koji već imaju interes za tehnologijom bili i skloniji prema upotrebi edukacijskih robota u nastavi.

3.6. Problem primjene edukacijskog robota

Prvi problem kod primjene edukacijskih robota u nastavi, navodi Johnson (2003) je problem spola. Upotreba edukacijskog robota u nastavi česta je kod fizičkih aktivnosti, tako se problem spola prikazuje kod izvršavanja takvih aktivnosti. Prolaskom kroz studiju (Johnson, 2003) utvrđuje se da učenice više gledaju na dizajn robota, ukrase na njemu te sudjeluju u vještinama koje potiču ples, osobe muškog spola sudjeluju pri programskim zadacima. U odnosu na istraživanje Johnsona (2003), Reich-Stiebert i Eyssel (2015) postavljaju također problem spola kod primjene robota, prema njihovoj studiji istraživanja, žene su robota vidjele kao stroj, dok su muškarci robota doživjeli kao čovjeka. Osobe ženskog spola su pokazivale manju spremnost na interakciju s robotima, dok su muškarci bili manje anksiozni i pristupali su im normalno. Stoga se podupire pretpostavka o spolu i tehnologiji, zapravo to da muškarci imaju jači afinitet prema tehnologiji.

Sljedeći problem predstavljaju nastavnici, prema autorima Pie i Nie (2018) problem s nastavnicima općenito postoji u poučavanju uz pomoć robota. Postoje dva glavna oblika takvog problema:

1) Robot kao digitalni proizvod u učionici predstavlja razlog za zabavu, stoga se može potaknuti "kaos" u nastavnom procesu. Zbog ishoda koji mogu potaknuti lošu atmosferu u razredu, nastavnici ne žele upotrebljavati tehnologiju u svojoj učionici.
2) Nedostatak potrebne pedagoške podrške je drugi oblik problema. Nastavnici često poučavaju učenike tradicionalnom metodom, učinak upotrebe robota u nastavi, pogađa takav oblik nastave.

Prema Pie i Nie (2018) treći problem primjene edukacijskih robota u nastavi su tehnički problemi. Umjetna inteligencija, prepoznavanje govora, prepoznavanja slike i bionička tehnologija ključne su za edukacijske robote, koje izravno utječu na dostupnost i učinkovitost primjene robota u obrazovanju. Krajnji cilj edukacijskih robota je biti fleksibilan poput čovjeka, vješta komunikacija s ljudima, prepoznavanje govora te razlikovanje okoline. Ove tehnologije nisu dovoljne za analizu i rješavanje složenih situacija u učenju.

Posljednji problem koji navode Pie i Nie (2018) je problem resursa, on se pojavljuje u dva aspekta:

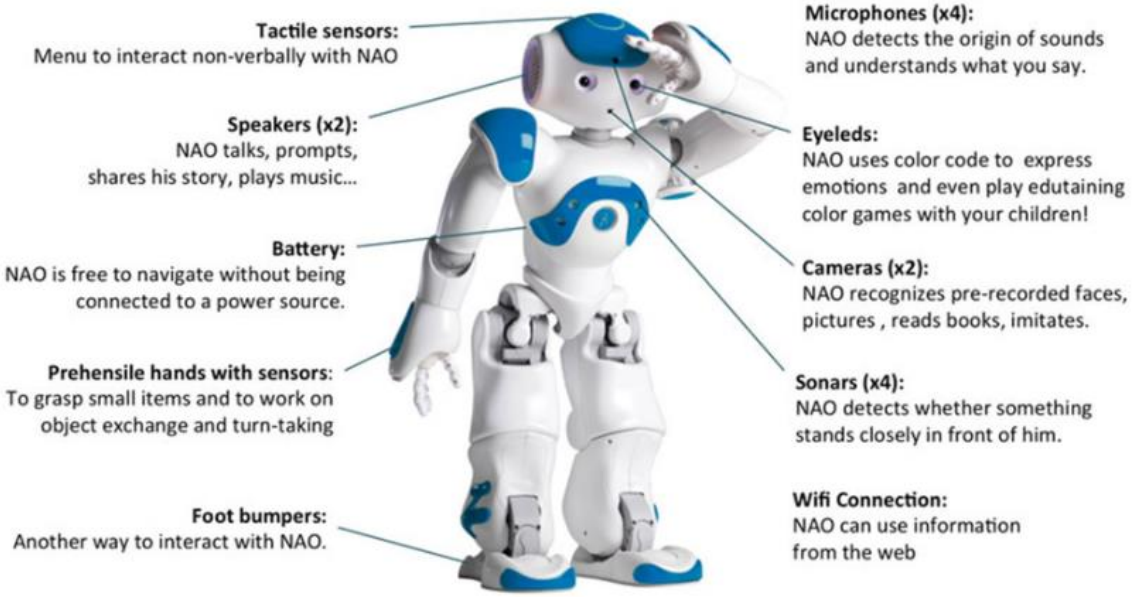
1) Mala količina edukacijskih robota i potrebnog materijala. Pažnja prema resursima za obrazovne robote nije dovoljna i trenutno nema dobavljača koji bi mogli opskrbiti sve potrebno za upotrebu edukacijskih robota u nastavi.
2) Loša univerzalnost resursa za obrazovne robote također je ozbiljan problem s kojim se suočava razvoj obrazovnih robota. S obzirom na to da nastavni resursi za obrazovne robote troše vrijeme i energiju, dobavljači obrazovnih robota imaju tendenciju graditi nastavni sadržaj unutar robota, pa takvim resursima nedostaje prenosivost. Stoga je hitno potreban jedinstveni industrijski standard za obrazovne robotske resurse, zajedničkim snagama dobavljača obrazovnih robota, istraživačkih institucija, programera platformi te davatelja usluga i aplikacija.

3.7. Najpopularniji edukacijski roboti

U ovom potpoglavlja ukratko su objašnjeni primjeri najpopularnijih edukacijskih roboti u nastavi.

3.7.1. NAO

NAO je autonomni, programabilni humanoidni robot koji je razvio SoftBank Robotics. Predstavlja robota koji govori, poučava od pismenosti do računalnog programiranja. Mali humanoidni robot opremljen je senzorima i može hodati, plesati, prepoznavati lica i predmete. Brzina njegova hoda slična je brzini hodanja dvogodišnjeg djeteta i iznosi 0.6 km/h (Blazevic i sur., 2009). Na slici šest se nalazi građa NAO robota.



Slika 7 NAO robot (WEVOLVER, 2020) [pristupljeno 26. svibnja 2021.]

Specifikacije edukacijskog robota NAO (WEVOLVER, 2020):

- Ima taktilne senzore koji mu omogućavaju neverbalnu interakciju
- dva zvučnika koja mu omogućavaju govor, dijeljenje priča, puštanje glazbe i sl.
- za njegovo kretanje nije potrebno napajanje, tj. može se kretati bez da je povezan na strujno napajanje
- dvije kamere koje mu omogućavaju računalni vid uključujući prepoznavanje lica i oblika
- sadrži četiri sonara za detekciju stvari koje su mu jako blizu

- četiri mikrofona pomoću kojih razumije što govornik govori
- oči pomoću kojih prikazuje boje emocije
- ruke i noge
- visok je 58cm
- kompatibilni operacijski sustav je Windows, MacOs i Linux
- radna memorija se razlikuje prema verziji robota NAO od 256MB do DDR3 (DDR3 je vrsta SDRAM-a koja se koristi za sistemsku memoriju) od 4GB

Za upotrebu robota NAO izrađeno je puno aplikacija koje olakšavaju interakciju učenika i robota. Jedna od aplikacija koja se koristi jest AskNAO. Aplikacija koju je razvio SoftBank Robotics strukturirana je tako što prikazuje blokove koje možemo povlačiti i premještati.

NAO može pomoći u razvijanju intelektualnih i računalnih sposobnosti, osim toga razvija i empatiju, znatiželju. NAO omogućuje učenicima razvijanje naprednih vještina u programiranju uz pomoć softvera Choregraphe koji koristi Python (Sood, 2020). Softver Choregraphe je stolna aplikacija s više platformi koja omogućuje stvaranje animacija koje se testiraju na robotu (Pot i sur., 2009). Zato su učenici u mogućnosti istraživati složene koncepte umjetne inteligencije poput strojnog učenja, dubokog učenja i NLP-a. Na slici osam je prikazana emocionalna interakcija robota NAO s učenicom.



Slika 8 Emocionalna interakcija robota NAO s učenicom (Youtube, 2012) [pristupljeno 29. lipnja 2021.]

3.7.2. Pepper

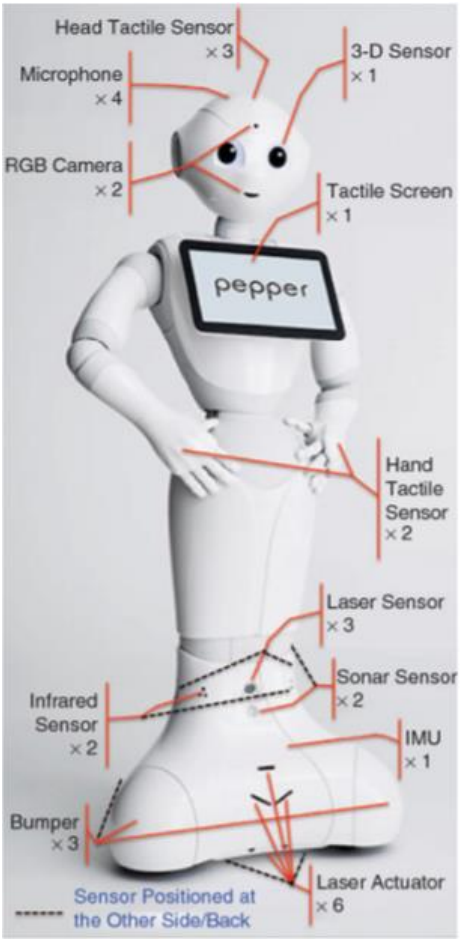
Znanstvenici iz SoftBank Mobile Corp. i Aldebaran Robotics SAS dizajnirali su i pustili u upotrebu 2015. godine humanoidnog robota Pepper (Gross, 2014). Pepper je razvijen kao emocionalni robot koji je sposoban komunicirati o širokom spektru problema s ljudima pomoću svog autonomnog ponašanja, govora i sposobnosti prepoznavanja emocija (Tanaka i sur., 2015). Glavna specifikacija Pepper-a je njegov dizajn, on je dizajniran za upotrebu s mrežnim prikupljanjem informacija i bazama podataka u oblaku te značajkama koje omogućuju korisnicima da prošire funkcije robota Pepper instaliranjem novog softvera.

Građa Pepper robota (RobotLab, 2021):

a) Sluh i govor: interakcija i tumačenje emocija čovjeka ne bi bile moguće bez četiri mikrofon koja su smještena na njegovoj glavi, omogućuju mu otkrivanje odakle dolaze zvukovi, lociranje položaja te mu istovremeno omogućuje prepoznavanje emocije koju glas prenosi
b) Vid: može funkcionirati u složenim okruženjima zahvaljujući 3D i 2HD kameri koje mu omogućuju prepoznavanje pokreta i prepoznavanje osjećaja na licu sugovornika
c) Veza: ako povežete Pepper-a s internetom, može vas direktno informirati o najnovijim vijestima, vremenskoj prognozi ili vam može pomoći pronaći informacije o školskom gradivu koje vas zanima
d) Tablet: pomaže sugovorniku pri razgovoru, ali i pri izražavanju emocija Pepper-a
e) Emocijski motor: obzirom na to da Pepper može analizirati osjećaje sugovornika i tako nas upoznavati, on ima mogućnost prilagoditi svoj stav tako da što više odgovara stavu sugovornika
f) Kontrola i ravnoteža: zahvaljujući sustavu protiv sudara, ima mogućnost otkriti i ljude i prepreke kako bi smanjio rizik od neočekivanog sudara, te ima sposobnost održavati ravnotežu
g) Kretanje i autonomija: upotrebom tri višesmjerna kotača omogućuje slobodno kretanje kroz 360°, maksimalnom brzinom od 3km/h, 20 motora kontrolira njegove pokrete s velikom preciznošću, te ima bateriju velikog kapaciteta što mu daje 12h rada

h) Vizija visoke rezolucije: opremljen je s dvije kamere te pomoću 3D kamere koja omogućuje razumijevanje okruženja, zatim se slike obrađuju pomoću softvera za prepoznavanje oblika koji može prepoznati lice i predmete

i) Mreža senzora: Pepper je građen od mnoštva senzora: dva ultrazvučna odašiljača i prijamnik, šest laserskih senzora i tri detektora prepreka smještenih u njegove noge, pomoću tih senzora može saznati koliko je udaljen neki objekt



Slika 9 Robot Pepper (Kork i sur., 2019) [pristupljeno 29. svibnja 2021.]

3.7.3. Yuki

Yuki je prvi edukacijski robot koji je postao predavač u nastavi. Predstavljen je u Njemačkoj 2019. godine te je odmah započeo s predavanjem učenicima. Robot djeluje kao asistent u nastavi tijekom predavanja, može shvatiti kako učenici rade i kakva im je pomoć potrebna.

Yukijeva umjetna inteligencija dizajnirana je s namjerom da pomogne predavačima i učenicima (Hrastović, 2019). Prednost ovog robota u nastavi je, navodi profesor Handke to što ne mora cijelo vrijeme biti pred pločom (DW, 2019). Naime, Yuki kao asistent može voditi brigu oko prezentacije te na glas može objašnjavati materiju gradiva koju profesor izlaže. Ima mogućnost održavati konzultacije učenicima, ali ta funkcija je još u razvijanju. Na slici 10 nalazi se razgovor profesora Handke i robota Yuki, točnije profesor pokušava prilagoditi komponente na robotu koje su potrebne za rad u nastavi.



Slika 10 Razgovor profesora Handke i robota Yuki (DW, 2019) [pristupljeno 28. lipnja 2021.]

Premda je ovaj robot tek u začeku, i ne posjeduje veliku i značaju razvijenu umjetnu inteligenciju, te se ne može ni samostalno kretati, njegovo se znanje cijelo vrijeme nadograđuje što ga čini jednim dobrim robotom. Prema studentima sa Sveučilišta u Marburgu, Yuki može pomoći da nauče novo gradivo, ali i da se više trude dati točne rezultate koje profesor traži od njih (Carvalheiro, 2019).

3.8. Kako odabrati primjerenog edukacijskog robota u nastavi?

Roboti možda fizički ne zamjenjuju nastavnike u učionici, ali sigurno mogu djelovati kao put za bolje učenje. Odabir primjerenog edukacijskog robota za učenike ovisi o namjeni. Danas postoje mnogi edukacijski roboti koji podučavaju osnove robotike. Roboti koji imaju zamjenjive dijelove ili oni koji uključuju programiranje uče učenike gledati kako robot djeluje, što može biti korisno učenicima kod učenja znanosti i logike (Barnett, 2021).

Jedna zanimljiva vrsta robota za učenike uključuje izradu robota u potpunosti iz kompleta. To je obično prikladnije za starije učenike, jer može uključivati lemljenje ili druge pomalo napredne izrade. Sastavljanje ove vrste kompleta često uključuje pomoć ili nadzor odraslih, jer upute mogu biti prilično složene, ali iskustvo učenja primjenjivo je na mnoga različita područja. Na primjer, za učenike koji su zainteresirana za borbene aktivnosti, pravi odabir su roboti setovi koji podučavaju vještine poput konstruiranja robota i strategije izvođenja aktivnosti (Barnett, 2021).

Učenicima koji žele učiti strani jezik odabiru robote koji su komunikativni i pristupačni. Učenici su često specifični u svojim interesima, a zajednički odabir robota može biti zanimljiv dio iskustva (Barnett, 2021). Pri odabiru bi se trebala gledati njihova fleksibilnost. Osim fleksibilnosti, važna je i brzina, održavanje, dostupnost i sve ono što robota čini specifičnim za odraditi zadatak (Tardif, 2020).

3.9. Budućnost edukacijskog robota

Razvojem umjetne inteligencije, školske učionice su danas primjetno opremljene pametnim pločama, prijenosnim računalima, mrežno učenje se sve više širi, no je li nastavni plan ostao isti? Analitičari tvrde da se obrazovanje koje nove generacije poučavaju malo razlikuje od onoga što su imali njihovi roditelji ili njihovi djedovi i bake (Wakefield, 2017).

Svijet u kojem umjetna inteligencija i roboti strmoglavo raste, prijete radnim mjestima, vještine koje nove generacije trebaju naučiti se radikalno mijenjaju (Wakefield, 2017). Prema Seldonu (2017), obrazovnom stručnjaku, u narednih deset godina pojavit će se edukacijski roboti koji će moći poučavati, čitati izraze lica učenika, a u daljnjoj budućnosti i čitati mozak. Smatra se da će upotreba edukacijskih robota biti zastupljena u učionicama od učenikovih prvih godina školovanja, te da će tako edukacijski roboti biti upoznati sa svojim učenicima, što će im omogućiti pružanje nadahnuća, motivaciju, ali i personalizirano učenje (LasseRouhiainen, 2021).

Analitičar Galvis (2019) smatra da će u budućnosti moć nastavnika slabjeti u odnosu na učinkovitost podučavanja robota. Važno je uočiti da će tehnologija u budućnosti pružiti sve što je moguće, a mi kao korisnici moramo analizirati dugoročne učinke njezine uporabe te svaku novu tehnologiju koristiti odgovorno, sljedeći etičke smjernice i standarde. Ipak, roboti su stvoreni kako bi služili nama, a ne mi njima (Galvis, 2019).

Prema Harper (2018) roboti će imati veliku ulogu u obrazovanju, kao pomoćnici u učionici. Iako ideja nastavnika robota na nekim razinama zvuči privlačno (Seldon, 2017), roboti mogu pomoći u izgradnji personaliziranog kurikuluma, ali ne mogu podučavati učenike.

4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA VEZANIH UZ PREDNOSTI I NEDOSTATKE EDUKACIJSKIH ROBOTA

U okviru ovog poglavlja dane su prednosti i nedostaci na osnovu rezultata prethodnih istraživanja.

4.1. Prednosti edukacijskih robota

Prema stručnjaku Lasse (Rouhiainen, 2018.) roboti bi omogućili nastavnicima lakše motiviranje učenika, ali i personalizaciju procesa učenja u skladu s potrebama i sklonostima pojedinog učenika. Neke od prednosti koje roboti mogu pružiti su strateško rješavanje problema (Chevalier, Riedo i Mondada, 2016), razvijanje komunikacijskih vještina (Fridin i Belokopytov, 2014), pomažu u razvoju kreativnosti kod učenika (Kahnlari, 2015). Ovakav tip nastave, smatraju korisnim i kod učenika s autizmom, nedostatkom pažnje ili razvojnih poremećaja. Za razliku od pasivnih udžbenika, oni mogu odgovoriti na postavljena pitanja i prilagoditi se pojedinom učeniku. Prema istraživanju Burbaite (2013), dokazano je da mogu preuzeti nastavničku ulogu za koju nastavnici smatraju da im treba više vremena za pripremu. Nastavnici takvu prednost edukacijskog robota smatraju barijerom jer su u mogućnosti ostati bez posla zbog prednosti robota na tom području. Primjer takve uloge je pomoć studentu da uvježbava razgovor na stranom jeziku. Belpaeme i sur. (2018) zaključili su da „Roboti mogu osloboditi dragocjeno vrijeme za ljudske nastavnike, omogućavajući im da se usredotoče na ono što ljudi i dalje najbolje rade: pružaju sveobuhvatno, empatično i nagrađujuće obrazovno iskustvo“.

Kako su roboti sve češći u kući, na poslu, tako će vjerojatno biti i u školama, stoga bi se učenike trebalo pripremati za svijet u kojem će živjeti i omogućiti im razvijanje „digitalne pismenosti“. Upravo kako i UK Select Committee (2018) sugeriraju: „Svi građani imaju pravo na obrazovanje kako bi im omogućili mentalni, emocionalni i ekonomski napredak uz umjetnu inteligenciji“. U tablici 1 su prikazane prednosti edukacijski robota na osnovu istražene literature.

Tablica 1 Prednosti upotrebe edukacijskog robota u nastavi prema autorima relevantno istraženoj literaturi

AUTOR:	REZULTAT ISTRAŽIVANJA - PREDNOSTI:
Fridin, M. i Belokopytov, M. (2014)	- Robot potiče dobre emocije, pruža radost - Može pomoći kao dodatna performansa za obrazovanje - Lak je za upotrebu
Khanlari, A. (2015)	- Pomaže u razvijanju komunikacijskih vještina i razvijanju vještina timskog rada - Učenici su kreativniji kod predmeta koji ne uključuju tehnologiju - Poboljšava vještine učenika u rješavanju logičkih problema - Poboljšava međuljudske vještine učenika
Chevalier, M., Riedo, F. i Mondada, F. (2016)	- Omogućuje dodatno stjecanje znanja učenicima - Cilja na točne vještine - Razvija komunikaciju, strategije učenja i kreativno mišljenje učenika
Burbaite, R., Stuikys, V. i Damasevicius, R. (2013)	- Roboti donose dodatnu vrijednost u obrazovanje - Pomoću njih izbjegava se ljudska dosada - Pouzdani su za rad - Ugodni su u komunikaciji - Postižu visok stupanj angažmana i uključenost učenika
Kradolfer, S., Dubois, S., Riedo, F., Mondada, F. i Fassa, F. (2014)	- Pružaju nove nastavne alate - Potiču inovativnu pedagošku praksu - Mogu olakšati obrazovanje učenicima koji se suočavaju s poteškoćama tijekom redovnog kurikuluma
Tang, A. L. L., Tung, V. W. S. i Cheng, T. O. (2020)	- Poboljšava izvođenje nastave - Osnaživnje učenja - Lakše praćenje pojedinačnih vještina učenika
Bers, M. i Portsmore, M. (2005); Eguchi, A. (2007); Faisal, A. i sur. (2012);	- Poboljšava vještine učenika u rješavanju problema
Chalmers, C. i sur., (2012);	- Poboljšava vještine učenika u rješavanju logičkih problema
Grubbs, M. (2013); Gura, M. (2012);	- Poboljšava međuljudske vještine, uključujući suradnju i timski rad
Atman, C., Kilgore, D. i McKenna, A. (2008); Chambers, J. i sur., (2007); Faisal, A. i sur., (2012); Gura, M. (2012); Resnick, M. (2003)	- Razvija komunikacijske vještine - Pomože učenicima u razvijanju sposobnosti međusobne razmjene ideja
Rouhiainen, L. (2018)	- Lakše motiviranje učenika - Omogućava personalizaciju procesa učenja u skladu s potrebama i sklonostima pojedinog učenika

(izvor: obrada autorice)

Iz tablice 1 prema istraživanjima navedenih autora vidljivo je da su autori došli do sličnih rezultata. Rezultati su pokazali da edukacijski roboti kao svoju najveću prednost imaju razvijanje komunikacijskih vještina kod učenika, te su učenici kreativniji i motiviraniji.

4.2. Nedostaci edukacijskih robota

Iako postoji mnoštvo dobrih odlika edukacijskog robota, postoje i razni nedostaci. Tako se prema istraživanjima pojavljuju pitanja za cijenu tehnologije (Kradolfer i sur., 2014), nedostatak tehnološke kompetencije (Cheng i sur., 2017), nedostatak tehničke opreme (Alimisis, 2013). Osim navedenih nedostataka, nastavnici su zabrinuti po pitanju odluka koje roboti donose tijekom održavanja nastave, te kako određuju što je obrazovno prikladno za pojedinog učenika (Alimisis, 2013). Odluke edukacijskog robota vjerojatno neće biti identične kao nastavnikove odluke, jer nastavnik za razliku od robota može razumjeti učenikove motive, vrijednosti, ciljeve i emocije koje pokreću određeno učenikovo ponašanje. Jedan od nedostataka koji su nastavnici primijetili kod učenika je to što su sve više počeli oponašati robote i njihovo ponašanje, što je s psihološkog stajališta pogrešno jer se tako robotima daju određeni ljudski atributi i emocionalno se vežu za njih.

U istraživanjima Kradolfer (2014) i Mondada (2016) jedan od značajnih nedostataka koji se isticao i kao čimbenik zbog kojeg edukacijski roboti još nisu uvedeni u škole je novac. Mnoge škole nemaju dovoljno novca kako bi se mogle opskrbiti adekvatnom opremom. Edukacijskim robotima je potrebna i električna energija, što dodaje još jedan trošak za škole koje nemaju visok financijski budžet. Kao što je navedeno da roboti ne mogu razumjeti učenikove motive, ciljeve tako roboti nemaju osjećaje te zbog toga nemaju sposobnost pomoći učenicima da se osjećaju bolje, pomoći im da prebole ili riješe probleme s kojim se suočavaju. Još uvijek ne postoje roboti koji su nadahnuti znanjem, svi su programirani kako bi izrecitirali svoje znanje učenicima i onda očekuju da im učenici uzvrate svojim znanjem, što je u školama rijetkost. U tablici 2 prikazani su nedostaci edukacijskih robota na osnovu istražene relevantne literature.

Tablica 2 Nedostaci upotrebe edukacijskog robota u nastavi prema relevantno istraženoj literaturi

AUTOR:	REZULTATI ISTRAŽIVANJA - NEDOSTACI:
Khanlari, A. (2015)	- Nastavnici smatraju da nema dovoljno obrazovnih robota za upotrebu u nastavi - Smatraju da nemaju pristup odgovarajućem i relevantnom softveru / hardveru
Chevalier, M., Riedo, F. i Mondada, F. (2016)	- Teško ih je uklopiti u praksu - Nedostatak vremena za pokretanje robotske aktivnosti tijekom izvođenja nastave - Oskudna fleksibilnost i dinamičnost škole - Vanjska motivacija je slaba - Neispunjava zadane nastavne programe
Burbaite, R., Stuikys, V. i Damasevicius, R. (2013)	- Moguće da će doći do nezaposlenosti - Smatraju da s uvođenjem može doći i do mogućnosti ljudske beskorisnosti
Kradolfer, S., Dubois, S., Riedo, F., Mondada, F. i Fassa, F. (2014)	- Nemaju tradicionalno poučavanje koje se temelji na praksi pismenog jezika, te na taj način mogu dovesti do destabiliziranja ravnoteže koju formalno obrazovanje reproducira - Skupa tehnologija, visoki troškovi nabave - Teško ih je bilo dobiti, iako su ih nastavnici odlučili koristiti (nisu bili dostupni) - Nedostatak vremena za stvaranje novih pedagoških sekvenci - Robotska oprema u učionicama nije jasno definirana
Tang, A. L. L., Tung, V. W. S., Cheng, T. O. (2020)	- Prethodno iskustvo nastavnika s obzirom na upotrebu edukacijskih robota - Nedostatak tehnoloških kompetencija
Alimisis, D. (2013)	- Prepreke i izazovi uključuju neadekvatan pristup pratećim materijalima - Neadekvatnu tehničku i nastavnu podršku - Nedostatak vremena za pripremu nastavnih sadržaja - Nedostatak znanja nastavnika o robotici i njihovo nepovjerenje u vlastite tehnološke vještine
Vega Rishelline Anne Flores (2006)	- Dijelovi koji se dobivaju za sklapanje robota su sitni te se mogu lako zagubiti ili ih može netko ukrasti - Nastavnici nemaju adekvatno predznanje za upotrebu robota - Nastavnici se boje da ih učenici ispituju razna pitanja vezana za robota – a oni nemaju adekvatnog znanja

(izvor: obrada autorice)

Iz rezultata dosadašnjih istraživanja u tablici 2, može se zaključiti da se nastavnici najviše udaljavaju od upotrebe edukacijskih robota zbog visoke cijene, neadekvatne pripreme nastavnika za rad te zbog opremljenosti samih učionica.

5. ISTRAŽIVANJE PERCEPCIJE SREDNJOŠKOLSKIH NASTAVNIKA PREMA KORIŠTENJU EDUKACIJSKIH ROBOTA U NASTAVI

5.1. Metodologija istraživanja

U okviru ovog poglavlja definiran je cilj i metode empirijskog istraživanja provedenog za potrebe ovog diplomskog rada, zatim je opisana procedura i korišten anketni upitnik te opće karakteristike ispitanika.

5.1.1. Cilj i metode istraživanja

U ovom radu glavni cilj istraživanja bio je ispitati percepciju nastavnika srednjih škola u Hrvatskoj na prigodnom uzorku o implementaciji edukacijskih robota u nastavu. Pomoću ove studije nastoji se utvrditi neki od razloga (definiranih u ovome radu na osnovu istražene literature) prednosti i barijera implementacije edukacijskih robota od strane nastavnika. Podaci su prikupljeni metodom anketiranja. Metoda anketiranja je postupak kojim se na temelju anketnog upitnika istražuju i prikupljaju podaci, informacije, stavovi i mišljenja o predmetu istraživanja (Radeka, 2018).

5.1.2. Procedura i anketni upitnik u istraživanju

Istraživanje se provodilo u periodu od 28. 5. 2021. do 16. 6. 2021. pomoću online anketnog obrasca. Anketni upitnik izrađen je u online alatu Google obrasci, može mu se pristupiti putem poveznice: (https://docs.google.com/forms/). Podaci su prikupljeni u srednjim školama koje su bile raznih područja (Gimnazija, Strukovna škola, Umjetnička i sl.). Upitnik je proslijeđen ispitanicima pomoću društvenih mreža. Poslan je preko Facebook-a na kojemu je anketni upitnik objavljen u grupi "Školska zbornica", zatim je poslan putem WhatsAppa, Vibera, Gmaila ravnateljima srednjih škola, koji su svojim suradnicima proslijedili anketni upitnik, neki od ravnatelja su anketni upitnik objavili u njihovim grupama poput Yammera.

Nakon prikupljanja podataka, preuzeta je excel datoteka s odgovorima ispitanika. Podaci su nakon preuzimanja obrađeni te grafički strukturirani pomoću Microsoft Excela.

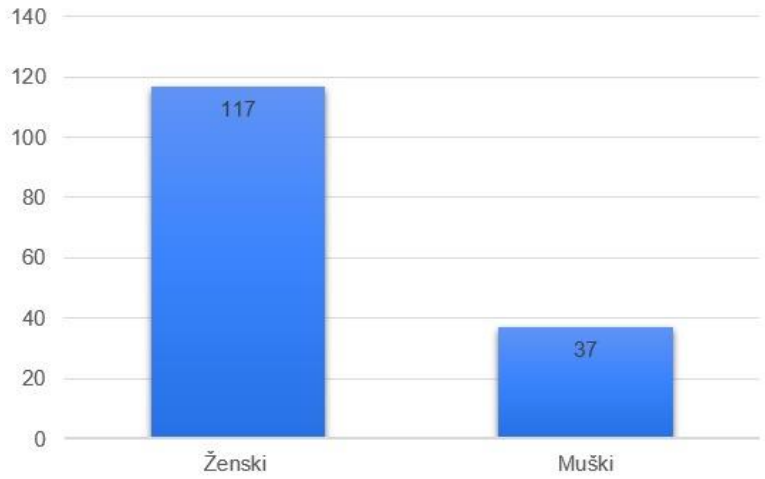
Na osnovu istražene i relevantne literature definirane su tvrdnje za prednosti prema autorima Resnick (2003), Bers i Portsmore (2005), Eguchi (2007), Chambers i sur. (2007), Atman i sur. (2008), McKenna (2008), Faisal i sur. (2012), Chalmers i sur. (2012), Gura (2012), Grubbs (2013), Burbaite i sur. (2013), Fridin i Belokopytov (2014), Kradolfer i sur. (2014), Khanlari (2015), Chevalier i sur. (2016), Rouhiainen (2018) i Tang i sur. (2020). Dok su tvrdnje za nedostatke navedene prema Vega (2006), Burbaite i sur. (2013), Alimisis (2013), Kradolfer i sur. (2014), Khanlari (2015), Chevalier i sur. (2016) i Tang i sur. (2020).

Anketni upitnik sadržava pitanja zatvorenog tipa. Pitanja zatvorenog tipa su pitanja koja imaju ponuđeni odgovor. Upitnik je sadržavao 6 sociodemografskih pitanja (spol, dob, radni staž, stručna sprema, nastavno područje te vrsta srednje škole). Nakon osnovnih sociodemografskih pitanja o ispitanicima, dodana su sociodemografska pitanja koja su bila osnovni činitelji za upotrebu edukacijskih robota u nastavi, njih 4 primjene IKT-a u nastavi, primjena edukacijskih robota, edukacija o edukacijskim robotima te primjena sličnih tehnologija poput EEG-a, Pametne ploče, edukacijskih igara.

Upitnik je sadržavao Likertovu ljestvicu s pet stupnjeva (1 – potpuno netočno, 2 – uglavnom netočno, 3 – niti netočno, niti točno, 4 – uglavnom točno, 5 – potpuno točno) na temelju koje su ispitanici dali svoje mišljenje o prednostima i preprekama implementacije edukacijskih robota u nastavi, posljednje dvije tvrdnje odnosile su se na želju za upotrebom edukacijskih robota od strane ispitanika u budućnosti.

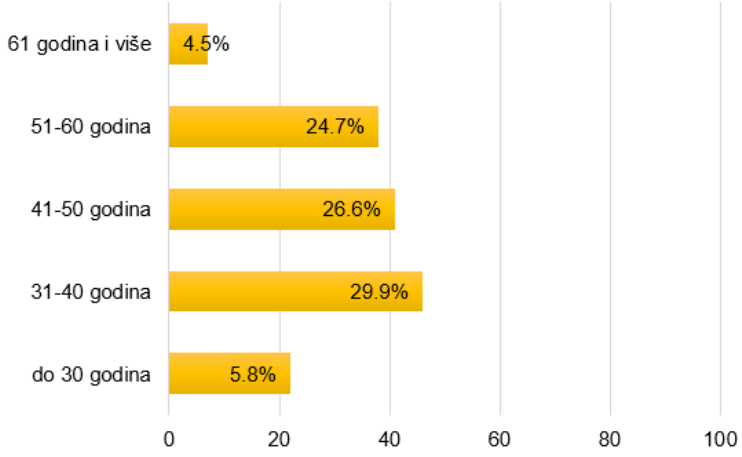
5.1.3. Uzorak ispitanika

Istraživanje je provedeno na uzorku od 154 nastavnika srednjih škola. U istraživanje su bili uključeni nastavnici različitih srednjih škola na području Republike Hrvatske. Struktura dobivenog uzorka prikazana je na slici 11. Prema rezultatima analize podataka prikazanih na grafikonu 11 vidljivo je da stukturu ispitanika u većem broju čine osobe ženskog spola (117; 76%), te je broj muških ispitanika 37 (24%).



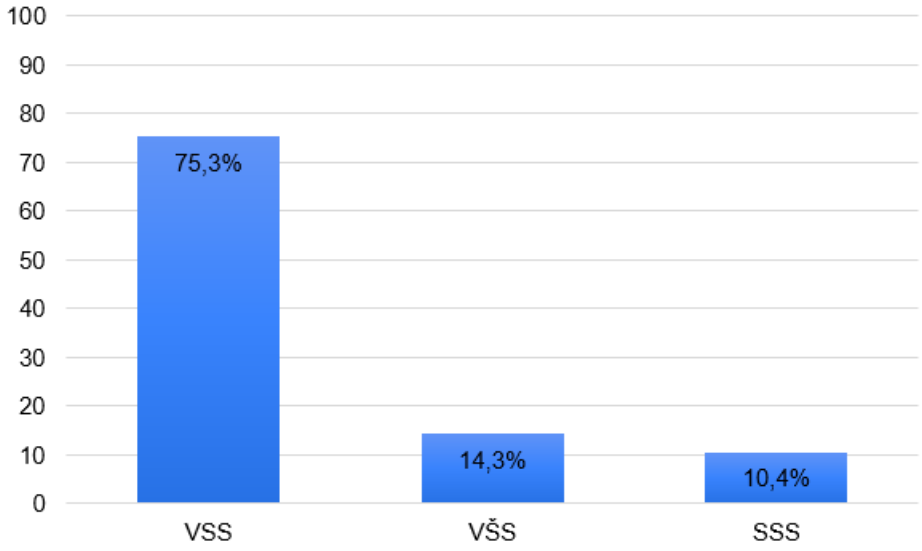
Slika 11 Broj ispitanika obzirom na spol (izvor: obrada autorice)

Grafikon na slici 12 prikazuje dob ispitanika, prema rezultatima analize podataka najviše je sudjelovalo ispitanika u dobi od 31 do 40 godina, njih 44 (29.9%). Zatim slijede nastavnici od 41 do 50 godina (26.6%), potom od 51 do 60 godina (24.7%) te nastavnici do 30 godina (5.8%). Najmanji broj ispitanika pripada skupini od 61 godine i više, njih 7 (4.5%).



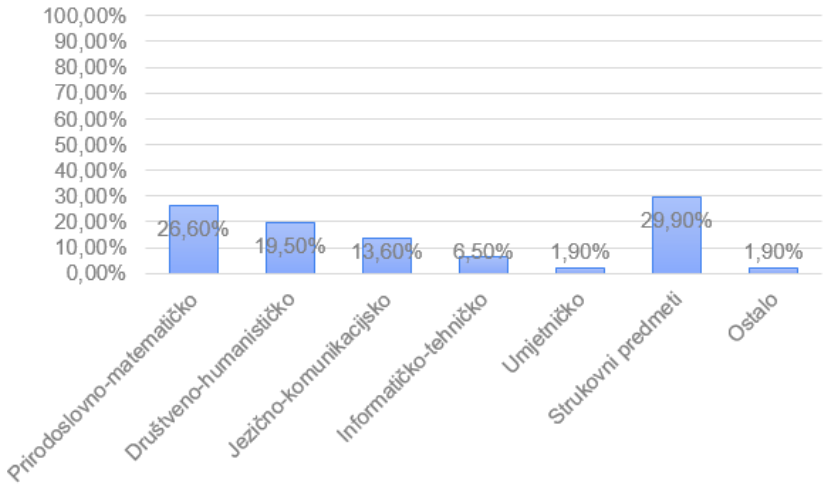
Slika 12 Postotak ispitanika obzirom na dob (izvor: obrada autorice)

Rezultati prikazani na slici 13 ukazuju na to da je najveći postotak ispitanika s VSS, točnije s visokom stručnom spremom (116; 75.3%). Ostali ispitanici su podjednako podijeljeni na višu stručnu spremu (22; 14.3%) te nešto manje sa srednjom stručnom spremom (16; 10.4%).



Slika 13 Postotak ispitanika s obzirom na stručnu spremu (izvor: obrada autorice)

Prema rezultatima analize podataka struktura ispitanika prema području predmeta koji predaju u školi prikazana je na slici 14. Rezultati pokazuju da je najviše ispitanika sudjelovalo iz područja strukovnih predmeta (46; 29.9%).

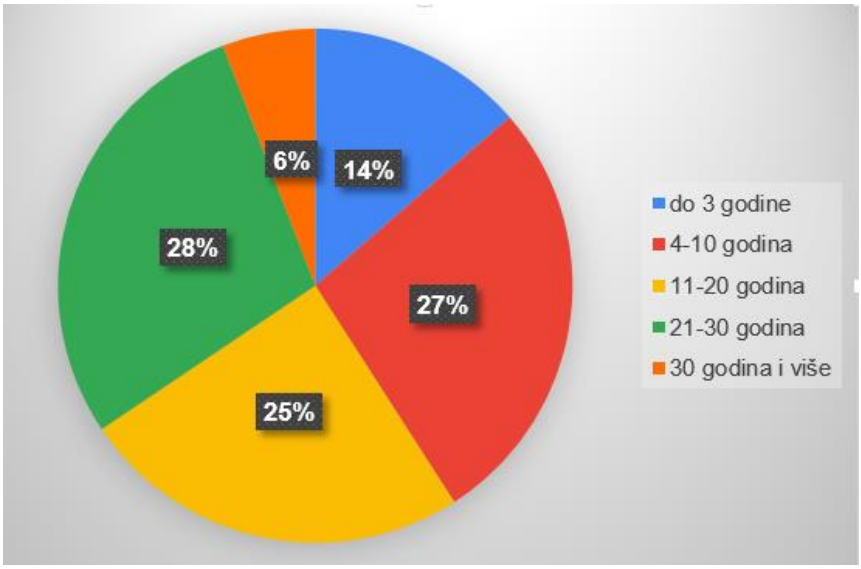


Slika 14 Postotak ispitanika obzirom na nastavno područje (izvor: obrada autorice)

Na grafikonu je vidljivo da postotak ispitanika u prirodoslovno-matematičkom području slijedi visoki trend strukovnih predmeta, stoga na tom području je ispitan 41 (26.6%) nastavnik.

Na osnovu dobivenih rezultata ispitanika po području u kojem predaju, već se da zaključiti da je pola ispitanika upravo iz prirodoslovno-matematičkog i strukovnog područja, njih 56.5%. Ostali ispitanici su s društveno-humanističkog područja (30; 19.5%), jezično-komunikacijskog područja (21; 13.6%), informatičko-tehničkog područja (10; 6.5%), umjetničkog (3; 1.9%) te nastavnici s područja koje nije navedeno (3; 1.9%).

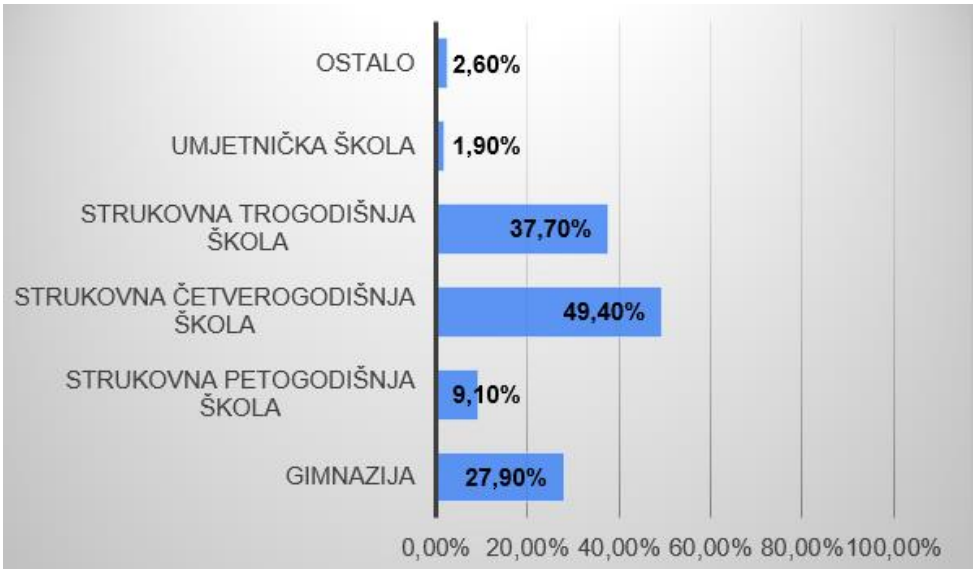
Prema osnovnim sociodemografskim pitanjima, ispitanici su odgovorili i na pitanje u svezi rada u školi, koliko dugo rade u školi. Najviše ispitanika je odgovorilo da radi od 21 do 30 godina (44; 28.6%), dok je najmanje ispitanika pripadalo skupini koji imaju 30 i više godina radnog staža u nastavi (9; 5.8%). Na slici 15 je prikazan grafikon koji pokazuje postotak ispitanika s obzirom na rad nastanika u nastavi.



Slika 15 Postotak ispitanika s obzirom na rad u nastavi (izvor: obrada autorice)

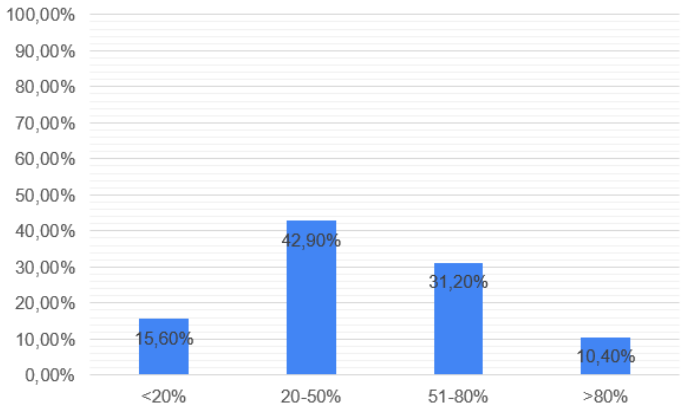
Na grafikonu sa slike 16 prikazan je postotak ispitanika pitanje u svezi pitanja za vrstu srednje škole u kojoj nastavnici predaju, najviše je sudjelovalo nastavnika strukovne četverogodišnje škole (76; 49.4%), dok je najmanje sudjelovalo nastavnika iz umjetničke škole (3; 1.9%).

Ovim pitanjem se možemo nadovezati na graf sa slike 14 koji također pokazuje da je najviše nastavnika upravo iz strukovnih predmeta sudjelovalo u ispitivanju.



Slika 16 Postotak ispitanika s obzirom na vrstu srednje škole (izvor: obrada autorice)

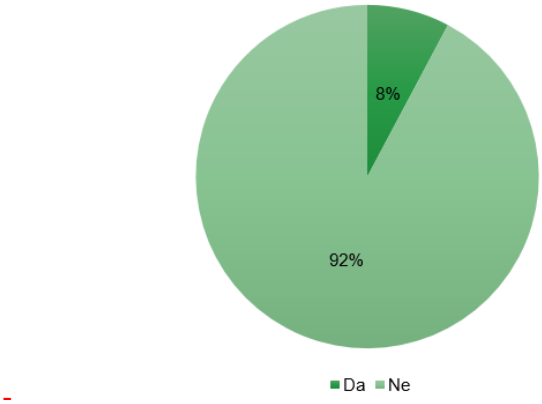
Na slici 17 je graf koji prikazuje postotak ispitanika s obzirom na procjenu upotrebe informacijsko – komunikacijske tehnologije u nastavnom procesu. Postotak upotrebe informacijsko – komunikacijskih tehnologija u nastavi prema sveukupnom broju sati u nastavi je za većinu nastavnika u rasponu od 20 do 50%, (66; 42.9%).



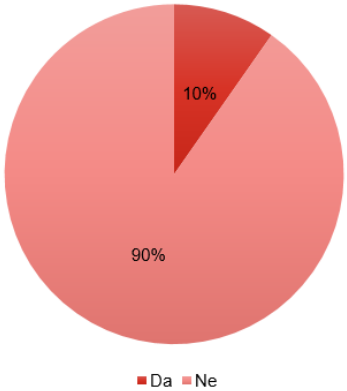
Slika 17 Postotak ispitanika s obzirom na procjenu upotrebe IKT u nastavi (izvor: obrada autorice)

Graf na slici 18 i graf na slici 19 su sociodemografska pitanja koja bi također mogla biti potencijalni činitelji za daljnju upotrebu edukacijskih robota u nastavi.

Prema provedenom istraživanju (142; 92.2%) nastavnika nikada nije primjenjivalo edukacijske robote, dok također (139; 90.3%) nastavnika nije pohađalo nijedan oblik edukacije, niti se samostalno obrazovalo o temi primjene edukacijskih robota. Na slici 18 nalazi se graf koji prikazuje postotak ispitanika s obzirom na primjenu edukacijskih robota u nastavi tijekom rada, dok se na slici 19 nalazi graf koji prikazuje postotak ispitanih nastavnika s obzirom na edukaciju o upotrebi edukacijskih robota u nastavnom procesu.



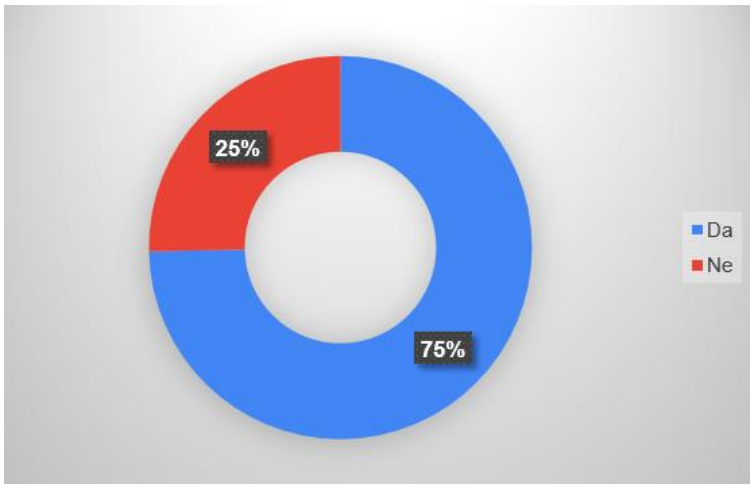
Slika 18 Postotak ispitanika s obzirom na primjenu edukacijskih robota u nastavi (izvor: obrada autorice)



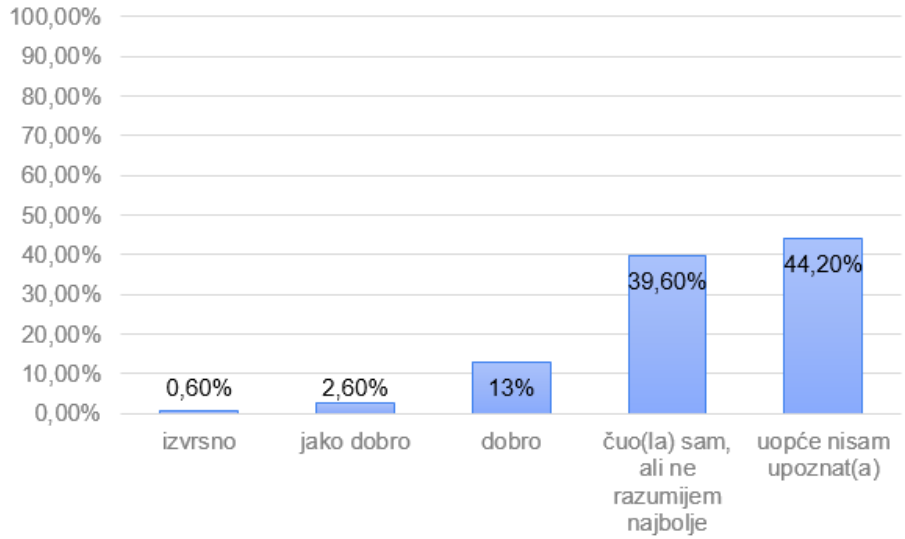
Slika 19 Postotak ispitanika s obzirom na edukaciju o primjeni edukacijskih robota (izvor: obrada autorice)

U sljedećem pitanju nastavnici su imali mogućnost odabrati žele li koristiti edukacijske robote u svojoj nastavi. Na slici 20 se nalazi postotak ispitanih nastavnika s obzirom na želju pri upotrebi edukacijskih robota. Iako, kao što se vidi na slici 21 koja slijedi,

nastavnici nisu upoznati s primjenom edukacijskih robota u nastavi njih (68; 44.2%) ili su čuli za njih, ali ih ne razumiju njih (61; 39.6%) nastavnici su svakako u velikom broju iskazali želju za upotrebom edukacijskih robota u nastavi. 75% nastavnika je odgovorilo da želi koristiti u bliskoj budućnosti edukacijske robote, što je zanimljiv podataka. Iako je nova i ne istražena tehnologija, na neki način ih je privukla i žele ih upotrebljavati.



Slika 20 Postotak ispitanika s obzirom na želju za korištenjem edukacijskih robota u bliskoj budućnosti (izvor: obrada autorice)



Slika 21 Postotak ispitanika s obzirom na poznavanje načina primjene edukacijskih robota (izvor: obrada autorice)

5.2. Rezultati istraživanja

Sljedeće tablice prikazuju postotak ispitanika i broj ispitanika na tvrdnje s obzirom na mjernu skalu od 1 – potpuno netočno do 5 – potpuno točno.

Tablica 3 Percepcija ispitanika vezani uz odgovore na odabrane tvrdnje u anketnom upitniku uz prednosti upotrebe edukacijskih robota u nastavi (frekvencija, postotci (%) ispitanika na skali od 1 - potpuno netočno do 5 - potpuno točno, M - arit. sredina, σ - st.dev.

TVRDNJA – PREDNOSTI	FREKVENCIJA I POSTOTCI (%) ISPITANIKA (N=154)						
P1. Mislim da su edukacijski roboti pogodni za razvijanje komunikacijskih vještina učenika u nastavi.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**M**	**σ**
	8 5.2%	14 9.1%	52 33.8%	52 33.8%	28 18.2%	3.51	1.09
P2. Mislim da edukacijski roboti mogu razvijati učeničke vještine timskog rada u nastavi.	5 3.2%	16 10.4%	43 27.9%	56 36.4%	34 22.1%	3.64	1.08
P3. Mislim da edukacijski roboti potiču dobre emocije i radost kod učenika u nastavi.	7 4.5%	17 11%	50 32.5%	43 27.9%	37 24%	3.56	1.14
P4. Smatram da su edukacijski roboti jednostavni za upotrebu u nastavi.	8 5.2%	14 9.1%	69 44.8%	35 22.7%	28 18.2%	3.40	1.08
P5. Mislim da se kod učenika razvija viša razina kreativnosti primjenom edukacijskih robota u nastavi.	6 3.9%	14 9.1%	49 31.8%	51 33.1%	34 22.1%	3.60	1.09
P6. Smatram da se primjenom edukacijskih robota u nastavi mogu poboljšati vještine učenika u rješavanju problema i logičkog razmišljanja.	6 3.9%	10 6.5%	45 29.2%	51 33.1%	42 27.3%	3.73	1.09
P7. Smatram da se upotrebom edukacijskih robota može poboljšati izvođenje nastave u smislu razvoja inovativnosti učenika.	4 2.6%	6 3.9%	54 35.1%	52 33.8%	38 24.7%	3.74	1.01
P8. Smatram da se upotrebom edukacijskih robota potiče razvoj i primjena inovativnih pedagoških metoda u nastavi.	6 3.9%	7 4.5%	49 31.8%	56 36.4%	36 23.4%	3.71	1.04
P9. Mišljenja sam da upotreba edukacijskih robota olakšava obrazovanje djeci koja se susreću s poteškoćama u učenju tijekom pohađanja redovne nastave.	4 2.6%	11 7.1%	45 29.2%	52 33.8%	42 27.3%	3.76	1.06
P10. Mišljenja sam da bi učenici više bili uključeni u nastavu, kada bi se upotrebljavali edukacijski roboti.	7 4.5%	16 10.4%	46 29.9%	47 30.5%	38 24.7%	3.60	1.39
P11. Mišljenja sam da edukacijski roboti potiču motivaciju učenika za svladavanje obrazovnog sadržaja.	5 3.2%	11 7.1%	54 35.1%	49 31.8%	35 22.7%	3.64	1.05
P12. Mišljenja sam da edukacijski roboti nastavnicima olakšavaju personaliziranje procesa učenja u skladu s učenikovim potrebama.	5 3.2%	22 14.3%	48 31.2%	53 34.4%	26 16.9%	3.47	1.07

Izvor: obrada autorice rada (17.6.2021.)

Prva tvrdnja (P1) glasi: „Mislim da su edukacijski roboti pogodni za razvijanje komunikacijskih vještina učenika u nastavi.“ Prema provedenom istraživanju većina ispitanika podržava takvo razmišljanje, njih 33.8% smatra da je ova tvrdnja uglavnom točna. Isti broj ispitanika je neodlučan, dok je nešto manji postotak ispitanika, njih 18.2% odabralo kako su edukacijski roboti pogodni za razvijanje komunikacijskih vještina. 5.2% ispitanih nastavnika/profesora pak smatra da edukacijski roboti nikako nisu pogodni za razvijanje komunikacijskih vještina. Stoga prosjek za ovu tvrdnju iznosi 3.51, dok je standardna devijacija 1.09.

Tvrdnja P2 kaže: „Mislim da edukacijski roboti mogu razvijati učeničke vještine timskog rada u nastavi.“ Iz odgovora se da zaključiti kako su ispitanici, točnije njih 22.1% odabrali potvrdni odgovor za ovu tvrdnju, odnosno tvrdnju smatraju potpuno točnom. Veliki broj ispitanika, njih 36.4% smatra da je tvrdnja uglavnom točna, dok jako mali postotak ispitanika, njih 3.2% tvrdnju smatra potpuno netočnom. Prema tome, prosjek je 3.64, a standardna devijacija je 1.08

Prema rezultatima istraživanja ispitanici su uglavnom suzdržani, 32.5% ispitanika reklo je da je tvrdnja tri (P3) koja glasi: „Mislim da edukacijski roboti potiču dobre emocije i radost kod učenika u nastavi.“ niti netočna, niti točna. Daljnji rezultat ove tvrdnje prikazuje da je svejedno više potvrdnih odgovora u odnosu na negativno mišljenje. Naime, 24% ispitanika se u potpunosti slaže s ovom tvrdnjom dok se 4.5% ispitanika u potpunosti ne slaže s ovom tvrdnjom. Prosjek po odgovoru iznosi 3.64 dok je standardna devijacija 1.14.

Prema četvrtoj tvrdnji (P4): „Smatram da su edukacijski roboti jednostavni za upotrebu u nastavi.“ najveći broj ispitanika je ostao neodlučan, njih 44.8%. Tek 5.2% ispitanika smatra da edukacijski roboti nisu jednostavni za upotrebu, dok nasuprot tome razmišljanju njih 18.2% smatra da su jednostavni za upotrebu. Prosjek iznosi 3.40, a standardna devijacija 1.08.

Peta tvrdnja (P5) glasi: „Mislim da se kod učenika razvija viša razina kreativnosti primjenom edukacijskih robota u nastavi.“ Prema mjerenoj skali odgovor koji je odabralo najviše ispitanika bio je "uglavnom točno“, 33.1%. Iznimno mal broj ispitanika odabrao je da je tvrdnja uglavnom netočna, njih samo 3.9% dok je postotak nastavnika koji se u potpunosti slažu s tvrdnjom 22,1%. Standardna devijacija iznosi 1.09, dok je prosjek prema odgovoru 3.6.

Rezultati vezani za tvrdnju šest, koja kaže: „Smatram da se primjenom edukacijskih robota u nastavi mogu poboljšati vještine učenika u rješavanju problema i logičkog razmišljanja.“ su slični rezultatima dobivenim kod tvrdnje P5, no ispitanici su ipak skloniji odgovoru da je tvrdnja točna, njih 51 odnosno 33.1% tvrdnju smatra uglavnom točnom, dok 42 ispitanika vjeruje da je ova tvrdnja potpuno točna. Samo 3.9% ispitanika u potpunosti nije suglasno s ovom činjenicom, a njih 65 činjenicu smatra uglavnom netočnom. Prilično visok udio ispitanika je ostao suzdržan, njih 29.2%. U konačnici prosjek je 3.73, a standardna devijacija iznosi 1.09.

Tvrdnja P7 glasi: „Smatram da se upotrebom edukacijskih robota može poboljšati izvođenje nastave u smislu razvoja inovativnosti učenika.“ U svezi ove tvrdnje je suzdržano čak 35.1% ispitanika, dok je onih koji se uglavnom slažu 33.7%. Po ovim postotcima možemo zaključiti de se tek manji broj ispitanika ne slaže s ovom tvrdnjom. Prosjek iznosi 3.74, dok je standardna devijacija 1.01.

Na temelju tvrdnje osam (P8): „Smatram da se upotrebom edukacijskih robota potiče razvoj i primjena inovativnih pedagoških metoda u nastavi“ zaključujemo da rezultati istraživanja i dalje ispitanike drže suzdržanim, 31.8% ispitanika je reklo da je tvrdnja niti netočna, niti točna. Ispitanici koji nisu suzdržani, uglavnom podupiru ovu tvrdnju, njih 23.4% tvrdnju u potpunosti podržava, dok njih 36.4 % smatra da je tvrdnja uglavnom točna. Tek manji broj ispitanika, 3.9% nikako ne podržava ovu tvrdnju. Prosjek iznosi 3.71, a standardna devijacija 1.04.

Deveta tvrdnja (P9) glasi: „Mišljenja sam da upotreba edukacijskih robota olakšava obrazovanje djeci koja se susreću s poteškoćama u učenju tijekom pohađanja redovne nastave.“ Na neki način konstanta kod ispitanika i dalje ostaje ne promijenjena , stoga je broj suzdržanih ispitanika i dalje visokog udjela i iznosi 29.2%. Postotak nastavnika koji tvrdnju smatraju točnom veći je u odnosu na one koji ju smatraju netočnom, njih 27.3% se u potpunosti slaže s tvrdnjom, dok se njih 2.6% u potpunosti ne slaže. Prosjek je 3.76, a standardna devijacija iznosi 1.06.

Prema provedenoj analizi tvrdnje P10 koja glasi: „Mišljenja sam da bi učenici više bili uključeni u nastavu, kada bi se upotrebljavali edukacijski roboti.“ 30.5% ispitanika smatra ju uglavnom točnom, dok se njih 24.7 % s tvrdnjom slaže u potpunosti. Mali broj ispitanih srednjoškolskih nastavnika/profesora, tek njih 4.5% tvrdnju u

potpunosti smatra netočnom. Broj suzdržanih ispitanika je i dalje visok i iznosi 29.9%. Prosjek iznosi 3.6, a standardna devijacija 1.39.

Tvrdnja (P11) kaže: „Mišljenja sam da bi učenici više bili uključeni u nastavu, kada bi se upotrebljavali edukacijski roboti.“ Broj suzdržanih ispitanika iznosi 54 što je 35.1%. Broj ispitanih nastavnika se uglavnom slaže s ovom tezom, njih 22.7% iznijelo je da je tvrdnja u potpunosti točna, dok je njih 31.8% iskazalo da je tvrdnja uglavnom točna. Niski udio ispitanika se u potpunosti ne slaže s ovom tvrdnjom i iznosi 3.2%. Prosjek iznosi 3.64, a standardna devijacija 1.05.

Posljednja tvrdnja koja je ispitana za prednosti implementacije edukacijskih robota u nastavu je tvrdnja P12, koja glasi: “Mišljenja sam da edukacijski roboti nastavnicima olakšavaju personaliziranje procesa učenja u skladu s učenikovim potrebama.“ Ova tvrdnja je potvrdila cijeli prethodni niz tvrdnji koji su uglavnom držali nastavnike suzdržanim, njih 31.2% je i kod ove tvrdnje ostalo suzdržano. No, bez obzira na suzdržani udio nastavnika, broj onih koji prihvaća ovu tvrdnju kao točnu je ipak viši u odnosu na broj ispitanika koji se ne slažu s tvrdnjom. Samo 3.2% ispitanika smatra da edukacijski roboti nastavnicima ne olakšavaju personaliziranje procesa učenja, dok 16.9% nastavnika smatra da bi im olakšali personalizaciju procesa učenja. Prosjek iznosi 3.47, a standardna devijacija 1.07.

Prema rezultatima istraživanja za tvrdnje prednosti, aritmetička sredina kod tvrdnje devet, koja glasi „Mišljenja sam da upotreba edukacijskih robota olakšava obrazovanje djeci koja se susreću s poteškoćama u učenju tijekom pohađanja redovne nastave.“ Iznosi 3.76 što je ujedno i najveća aritmetička sredina kod tvrdnji vezanih uz prednosti. Iz čega se da zaključiti da nastavnici najviše smatraju da će primjena edukacijskih robota olakšati obazovanje učenicima koji se susreću s poteškoćama u učenju.

U nastavku slijedi tablica koja prikazuje barijere, tj. tvrdnje koje su ispitanici sortirali prema mjerenoj skali od potpuno netočno – 1 do potpuno točno – 5.

Tablica 4 Percepcija ispitanika vezani uz odgovore na odabrane tvrdnje u anketnom upitniku uz prepreke upotrebe edukacijskih robota u nastavi (frekvencija, postotci (%) ispitanika na skali od 1 - potpuno netočno do 5 - potpuno točno, M - arit. sredina, σ - std.

TVRDNJA – NEDOSTACI	FREKVENCIJA I POSTOTCI (%) ISPITANIKA (N=154)						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**M**	**σ**
N1. Mišljenja sam da je korištenje edukacijskih robota u nastavi, jako skupa investicija.	5 3.2%	16 10.4%	45 29.2%	34 22.1%	54 35.1%	3.75	1.18
N2. Smatram da za korištenje rješenja edukacijskih robota u nastavi nastavnici/učitelji nemaju adekvatnu tehničku i nastavnu podršku.	4 2.6%	8 5.2%	37 24%	42 27.3%	63 40.9%	3.99	1.09
N3. Mišljenja sam da bi nastavnicima priprema nastave uz primjenu edukacijskih robota bila zahtjevnija, obzirom na primjenu novih pedagoških metoda i tehnika.	1 0.6%	6 3.9%	43 27.9%	54 35.1%	50 32.5%	3.95	0.96
N4. Mišljenja sam da primjenom edukacijskih robota u nastavi može doći do smanjenja potrebe za ljudima (npr. nastavnici mogu ostati bez posla).	41 26.6%	26 16.9%	41 26.6%	21 13.6%	25 16.2%	3.35	1.42
N5. Smatram da nema dovoljno edukacijskih robota za sve hrvatske škole.	4 2.6%	10 6.5%	35 22.7%	25 16.2%	80 51.9%	4.08	1.16
N6. Mišljenja sam da nastavnici nemaju dovoljno znanja za upotrebu edukacijskih robota u nastavi.	3 1.9%	7 4.5%	32 20.8%	35 22.7%	77 50%	4.14	1.07
N7. Smatram da učitelji nemaju dovoljno opreme i obrazovnih materijala za primjenu edukacijskih robota u nastavi.	2 1.3%	11 7.1%	34 22.1%	34 22.1%	73 47.4%	4.07	1.09
N8. Smatram da edukacijski roboti nisu prilagođeni školskom kurikulumu.	6 3.9%	9 5.8%	69 44.8%	32 20.8%	38 24.7%	3.57	1.08
N9. Mišljenja sam da je moguće gubljenje materijala koji se dobije za sklapanje i primjenu edukacijskog robota.	12 7.8%	21 13.6%	75 48.7%	22 14.3%	24 15.6%	3.16	1.12
N10. Smatram da učitelji nemaju dovoljno znanja, vještina i sposobnosti za izvođenje nastave primjenom edukacijskog robota.	5 3.2%	10 6.5%	48 31.2%	35 22.7%	56 36.4%	3.83	1.14
N11. Mišljenja sam da je za upotrebu rješenja edukacijskih robota u nastavi potrebna edukacija i podrška.	1 0.6%	4 2.6%	26 16.9%	27 17.5%	96 62.3%	4.38	0.97
N12. Namjeravam u bliskoj budućnosti u svojoj nastavi koristiti edukacijske robote, ako za to budem imao(la) mogućnosti.	14 9.1%	15 9.7%	43 27.9%	38 24.7%	44 28.6%	3.54	1.28
N13. U sljedećih pet godina namjeravam koristiti barem jedno rješenje edukacijskih robota u svojoj nastavi, ako budem imao(la) za to mogućnosti.	14 9.1%	12 7.8%	52 33.8%	28 18.2%	48 31.2%	3.55	1.29

Izvor: obrada autorice rada (17.6.2021.)

Prema provedenom istraživanju prva tvrdnja (N1): „Mišljenja sam da je korištenje edukacijskih robota u nastavi, jako skupa investicija.“ za većinu ispitanika, njih 35,1% je u potpunosti točna, te su se složili da bi korištenje robota u nastavi bila skupa investicija. Broj ispitanika koji tvrdnju smatra u potpunosti netočnom je 5 što u postotku iznosi 3.2%, dok udio suzdržanih ispitanika iznosi 29.2%. Prosjek iznosi 3.75, a standardna devijacija 1.18.

Tvrdnja (N2) glasi: „Smatram da za korištenje rješenja edukacijskih robota u nastavi nastavnici/učitelji nemaju adekvatnu tehničku i nastavnu podršku.“ Veliki broj ispitanika, njih 40.9% smatra da je tvrdnja potpuno točna, dok je 27.3% ispitanika mišljenja da je tvrdnja uglavnom točna. Stoga se može zaključiti kako je više od 60% ispitanih nastavnika/profesora srednjih škola potvrdilo da nemaju adekvatnu tehničku i nastavnu podršku za primjenu edukacijskih robota u nastavi što ih spriječava u upotrebi istih. Prosjek iznosi 3.99, a standardna devijacija 1.09.

Prema analizi rezultata treće tvrdnje N3: „Mišljenja sam da bi nastavnicima priprema nastave uz primjenu edukacijskih robota bila zahtjevnija, obzirom na primjenu novih pedagoških metoda i tehnika.“ većina ispitanih nastavnika smatra da bi uz primjenu edukacijskih robota više vremena trebali ulagati u pripremu za nastavu koja bi bila zahtjevnija. Njih 32.5% tvrdnju smatra u potpunosti točnom, a njih 35.1% uglavnom točnom, tek 0.6% se ne slaže s ovom tvrdnjom. Prosjek iznosi 3.95, dok je standardna devijacija 0.96.

Tvrdnja N4 kaže: „Mišljenja sam da primjenom edukacijskih robota u nastavi može doći do smanjenja potrebe za ljudima (npr. nastavnici mogu ostati bez posla)“, 26.6% ispitanika smatra da edukacijski roboti ne mogu zamijeniti radnu potrebu za nastavnicima, dok njih 16.2% smatra da njihovo korištenje ipak može umanjiti potrebu za nastavnim osobljem. Prosjek iznosi 3.35, a standardna devijacija 1.42.

Prema mjerenoj skali za tvrdnju pet (N5) koja kaže: „Smatram da nema dovoljno edukacijskih robota za sve hrvatske škole.“ odgovor koji je odabralo najviše ispitanika je „potpuno točno“, za njega se odlučilo 51.9% ispitnih hrvatskih nastavnika, što je u odnosu na sve prethodne tvrdnje iznimno visok udio potvrđenih tvrdnji. Iznimno mal broj ispitanika odabrao je da se uglavnom ne slaže s ovom tvrdnjom, 2.6%. Standardna devijacija iznosi 1.16, dok je prosjek prema odgovoru 4.08.

Iz rezultata tvrdnje šesta (N6) koja glasi: „Mišljenja sam da nastavnici nemaju dovoljno znanja za upotrebu edukacijskih robota u nastavi.“ vidljivo je da su dosta slični rezultatima tvrdnje P5, no ispitanici su ipak nešto skloniji odgovoru da se slažu s ovom tvrdnjom. Njih 50% u potpunosti tvrdnju smatra točnom, dok njih 22.7% tvrdnju smatra uglavnom točnom. Mali broj ispitanika nije suglasno s ovom tvrdnjom, te je 1.9% onih koji se u potpunosti ne slažu i 4.5 % onih koji tvrdnju smatraju uglavnom netočnom. U konačnici prosjek je 4.14, a standardna devijacija iznosi 1.07.

Tvrdnja sedam (N7): „Smatram da učitelji nemaju dovoljno opreme i obrazovnih materijala za primjenu edukacijskih robota u nastavi“. Visoki udio ispitanika, njih 47.4% ovu tvrdnju u potpunosti smatra točnom, njih 22.1% uglavnom podržava tvrdnju, dok 1.3% ispitanika tvrdnju smatra netočnom. Prosjek iznosi 4.07, dok je standardna devijacija 1.09.

Na temelju tvrdnje osam (N8): „Smatram da edukacijski roboti nisu prilagođeni školskom kurikulumu.“ Rezultati ispitanika su slijedeći, njih 44.8% je ostalo suzdržano, 3.9% tvrdnju smatra potpuno netočnom, dok 24.7% tvrdnju smatra potpuno točnom. Prosjek iznosi 3.57, a standardna devijacija 1.08.

Odgovori na tvrdnju devet (N9) koja glasi: „Mišljenja sam da je moguće gubljenje materijala koji se dobije za sklapanje i primjenu edukacijskog robota“ su očekivani, 15.6% ispitanika smatra da je ova tvrdnja potpuno točna, njih 14.3% tvrdnju smatra uglavnom točnom. Nadalje, 7.8% ispitanika tvrdnju smatra potpuno netočnom, a 13.6% uglavnom netočnom. Kao što se moglo i očekivati najveći broj ispitanika, njih 48.7% ostalo je suzdržano i nije se konkretno izjasnilo. Prosjek iznosi 3.16, a standardna devijacija 1.12.

Deseta tvrdnja (N10) glasi: „Smatram da učitelji nemaju dovoljno znanja, vještina i sposobnosti za izvođenje nastave primjenom edukacijskog robota.“ Udio ispitanika, koji tvrdnju smatraju u potpunosti točnom je 36.4%, dok njih 22.7% smatra da je to uglavnom točno. Manji broj ispitanika misli suprotno te njih 3.2% smatra da je tvrdnja potpuno netočna, a 6.5% da je uglavnom netočna. Nadalje, 31.2% profesora i nastavnika je suzdržano. Prosjek iznosi 3.83, a standardna devijacija 1.14.

Čak 62.3% ispitanika smatra da je tvrdnja N11 koja kaže: „Mišljenja sam da je za upotrebu rješenja edukacijskih robota u nastavi potrebna edukacija i podrška.“ potpuno točna. Jako mali broj ispitanika, njih 0.6 % smatra da je tvrdnja potpuno

netočna. Neodlučnih ispitanika je 16.9%. Prosjek iznosi 4.38, a standardna devijacija 0.97.

Dvanaesta tvrdnja (N12) glasi: „Namjeravam u bliskoj budućnosti u svojoj nastavi koristiti edukacijske robote, ako za to budem imao(la) mogućnosti.“ U svojoj radnoj praksi 28.6% ispitanika planira koristiti edukacijske robote te tvrdnju označava kao potpuno točnu, njih 24.7% smatra da je tvrdnja uglavnom točna što je vrlo ohrabrujući i zadovoljavajući odgovor. Suzdržanih je 27.9%, dok 9.1% ispitanika ne prihvaća ovu tvrdnju, a 9.7% ju smatra uglavnom netočnom. Prosjek iznosi 3.54, a standardna devijacija 1.28.

Posljednja tvrdnja koja je ispitana za analizu upotrebe edukacijskih robota u nastavi je tvrdnja N13, koja glasi: „U sljedećih pet godina namjeravam koristiti barem jedno rješenje edukacijskih robota u svojoj nastavi, ako budem imao(la) za to mogućnosti.“ Najveći dio ispitanika, njih 33.8% ostalo je suzdržano, 31.2% tvrdnju smatra potpuno točnom, dok njih 18.2% tvrdnju smatra uglavnom točnom. Nadalje 9.1% ispitanika ne planira koristiti edukacijske robote u svojoj nastavi, a njih 7.8% odgovara s uglavnom netočno što također podrazumijeva da ne žele koristiti edukacijske robote u nastavi. Stoga se da zaključiti, da bez obzira na mnoštvo barijera koje su navedene ipak skoro 50% ispitanika želi u bliskoj budućnosti upotrebljavati edukacijske robote u nastavi. Prosjek iznosi 3.55, a standardna devijacija 1.29.

Prema rezultatima istraživanja za tvrdnje koje predstavljaju barijere u primjeni edukacijskih robota u nastavi. Srednja vrijednost kod tvrdnje šest iznosi 4.14. Iz čega se da zaključiti da nastavnici najviše smatraju da nemaju dovoljno znanja za upotrebu edukacijskih robota u nastavi.

6. ZAKLJUČAK

U nekoliko posljednjih desetljeća tehnologija je doživjela nagli razvitak i sve se više koristi u svim područjima ljudskog života. Trebamo biti svjesni da nam tehnologija može olakšati život i moramo na nju gledati kao na pozitivan aspekt modernog doba. Edukacijski roboti danas postaju sve popularniji jer olakšavaju nastavnicima izvođenje nastavnog procesa, imaju mogućnost personaliziranog poučavanja te su zbog svoje fleksibilnosti i humanoidnog izgleda interesantni učenicima. Za nastavnike je velika prednost edukacijskih robota ta što kod učenika uspijevaju razviti kreativnost i komunikacijske vještine.

Empirijsko istraživanje provedeno u svrhu izrade diplomskog rada potvrdilo je barijere koje je istaknula i literatura. Kao barijere za korištenje edukacijskih robota ističu se financijska sredstva te nužnost edukacije nastavničkog kadra.

Srednjoškolsko nastavno osoblje koje je sudjelovalo u anketi je uglavnom zainteresirano za implementaciju edukacijskog robota u nastavu iako su svjesni nedostataka u školskom planu i programu, nedostatka financijskih sredstava za ovu vrstu opreme te nužnosti edukacije nastavničkog kadra za rad s edukacijskim robotima. Iz toga se da zaključiti da većina nastavnog osoblja razmišlja isto te želi prihvatiti izazove i nova znanja koja razvoj tehnologije stavlja pred njih, no za to im je potrebna adekvatna tehnička pomoć i podrška.

Provedeno empirijsko istraživanje ima i svojih ograničenja te je u budućnosti potrebno ispitati veći broj srednjoškolskih nastavnika i veći broj činitelja prihvaćanja edukacijskih robota. Rezultati ovog diplomskog rada mogu biti od pomoći svima onima koji imaju za cilj uvoditi robote u srednjoškolski nastavni proces.

Novi kurikulum u hrvatskim školama otvara prostor uvođenju robota u redovni nastavni program, što će u budućnosti daljnjim razvojem tehnologije dovesti do odgovarajućih nastavnih materijala te uz odgovarajuće obrazovanje nastavnika, programiranje fizičkih objekata i rad s edukacijskim robotima dosegnuti jednu novu razinu.

Nadam se da ću u budućnosti imati priliku biti dio ove priče i da ću s učenicima raditi s ciljem vlastitog razvoja i napretka, te da je ovaj diplomski rad samo dio moje priče vezane uz edukacijske robote.

7. POPIS LITERATURE

1. Alemi, M., Meghdari, A., Basiri, N. i Taheri, A. (2015). The Effect of Applying Humanoid Robots as Teacher Assistants to Help Iranian Autistic Pupils Learn English as a Foreign Language. Dostupno na: https://www.academia.edu/17539413/The_Effect_of_Applying_Humanoid_Robots_as_Teacher_Assistants_to_Help_Iranian_Autistic_Pupils_Learn_English_as_a_Foreign_Language [29. svibnja 2021.]
2. Andrei, M. (2021) The 240 – year – old beautiful ancestor of the modern computer Dostupno na: https://www.zmescience.com/other/feature-post/the-240-year-old-beautiful-ancestor-of-the-moderen-computer/ [7. srpnja 2021.]
3. Barnett, T. (2021). How Do I Choose the Best Robot for Kids? Dostupno na: https://www.wise-geek.com/how-do-i-choose-the-best-robot-for-kids.htm [1.6.2021.]
4. Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., and Tanaka, F. (2018). Social robots for education: a review. 7-8. 10.1126/scirobotics.aat5954. Dostupno na: https://robotics.sciencemag.org/content/3/21/eaat5954 [23. svibnja 2021.]
5. Bers, M. U. i Portsmore, M. (2005) Journal of Science Education and Technology. Teaching Partnership: Early Childhood and Engineering Students Teaching Math and Science Through Robotics. 59-73. Dostupno na: https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10956-005-2734-1 [21. svibnja 2021.]
6. Bodkin, H. (2017) Inspirational robots to begin replacing teachers within 10 years Dostupno na: https://www.telegraph.co.uk/science/2017/09/11/inspirational-robots-begin-replacing-teachers-within-10-years/ [1. lipnja 2021.]
7. Bootsolvers (2021) Robotics – History, Reasons to Learn, Robotics in Education Dostupno na: https://botsolvers.com/robotics-history-reasons-to-learn-robotics-in-education/ [7. srpnja 2021.]
8. Božić, T. (2020) Informacijska i informatička pismenost djece s posebnim potrebama u inkluziji Dostupno na: https://repozitorij.ffzg.unizg.hr/islandora/object/ffzg:3574 [7. srpnja 2021.]

9. Brlek, V. i Oreški, P. (2020) Edukativni roboti i njihova primjena u obrazovanju Dostupno na: https://www.bib.irb.hr/1113057/download/1113057.6-Brlek-Oreski-Edukativni-roboti.pdf [28. lipnja 2021.]
10. Burbaite, R., Stuikys, V. i Damasevicius, R. (2013) Educational robots as collaborative learning objects for teachnig Computer Science. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/261494273_Educational_robots_as_collaborative_learning_objects_for_teaching_Computer_Science [7. svibnja 2021.]
11. Catlin, D. i Blamires, M. (2018) Designing Robots for Special Needs Education. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/327059415_Designing_Robots_for_Special_Needs_Education [1.6.2021.]
12. Chang, C.W., Lee, J.H., Chao, P.Y., Wang, C.Y., Chen, G.D., 2010. Exploring the Possibility of Using Humanoid Robots as Instructional Tools for Teaching a Second Language in Primary School. 13-24. Dostupno na: https://www.researchgate.net/profile/Thrasyvoulos-Tsiatsos/publication/220374981_Evaluation_Framework_for_Collaborative_Educational_Virtual_Environments/links/580e822108aef766ef10e60d/Evaluation-Framework-for-Collaborative-Educational-Virtual-Environments.pdf#page=18 [25. svibnja 2021.]
13. Chambers, J., Carbonaro, M. i Rex, M. (2007) Scaffolding Knowledge Construction Through Robotic Technology: A Middle School Case Study. Dostupno na: http://ejite.isu.edu/Volume6/Chambers.pdf [22. svibnja 2021.]
14. Cheng, Ya-W., Sun, P-C. i Chen, N-S. (2017) An Investigation of the Need on Educational Robots. Timisoar, Romania[9. svibnja 2021.]
15. Chevalier, M., Mondada, F. i Riedo, F. (2016) Pedagogical Uses of Thymio II: How Do Teachers Perceive Educational Robots in Formal Education? Dostupno na: https://www.researchgate.net/profile/Morgane-Chevalier/publication/303027305_Pedagogical_Uses_of_Thymio_II_How_Do_Teachers_Perceive_Educational_Robots_in_Formal_Education/links/5aaf8a45458515ecebe9bb53/Pedagogical-Uses-of-Thymio-II-How-Do-Teachers-Perceive-Educational-Robots-in-Formal-Education.pdf [7. svibnja 2021.]
16. Eguchi, A. (2007) Educational Robotics for Elementary School Classroom. Proceedings of SITE 2007-Society for Information Technology & Teacher Education International Conference. 2542-2546. Dostupno na: http://www.learntechlib.org/noaccess/24977/ [21. svibnja 2021.]

17. eMedia (2018) Educational Robotics Dostupno na: https://all-digital.org/wp-content/uploads/2019/12/eMedia_Educational_Robotics.pdf [7. srpnja 2021.]
18. Faisal, A., Kapila, V. i Iskander, M.G. (2012) Using Robotics to Promote Learning in Elementary Grades. Dostupno na: https://www.asee.org/public/conferences/8/papers/5480/download [21. svibnja 2021.]
19. Fridin, M. i Belokopytov, M. (2014) Computers in Human Behavior. Acceptance of socially assistive humanoid robot by preschool and elementary school teacher. 23-31. Dostupno na: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563213004652 [7. svibnja 2021.]
20. Galvis, N. (2019) How to use robots in education. Dostupno na: https://www.robotlab.com/blog/how-to-use-robots-in-education [1. lipnja 2021.]
21. Gouaillier, D., Blazevic, P., Hugel, V. i Monceaux, J. (2009). Mehatronic design of NAO humanoid. 769-774. 10.1109/ROBOT.2009.5152516. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/224557295_Mechatronic_design_of_NAO_humanoid [26. svibnja 2021.]
22. Gross, D. (2014). Meet Pepper, the emotional robot. Dostupno na: http://edition.cnn.com/2014/06/06/tech/innovation/pepperrobot-emotions/ [29. svibnja 2021.]
23. Grubbs, M. (2013) Robotics Intrigue Middle School Students and Build STEM skills. Dostupno na: https://eric.ed.gov/?id=EJ1006898 [22. svibnja 2021.]
24. Hamidi, F., Meshkat, M., Rezaee, M. i Jafari, M. (2011) Information technology in education. Procedia Computer Science 3. 369-373. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/220308687_Information_Technology_in_Education [6. srpnja 2021.]
25. Harper, A. (2018) Will robots replace teachers in the future? Dostupno na: https://www.k12dive.com/news/will-robots-replace-teachers-in-the-future/542239/ [1. lipnja 2021.]
26. Holmes, G. (1999) Hourglass Dostupno na: http://www.madehow.com/Volume-5/Hourglass.html [28. lipnja 2021.]
27. Höflich, J. R. i El Bayed, A. (2015) Social Robots form Human Perspective. 4.4 Study 1: The Perception and Acceptance of Robots - A Survey. Dostupno na: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-15672-9_4 [8. svibnja 2021.]

28. Hrastović, D. (2019) ROBOTI SU BUDUĆNOST OBRAZOVANJA. Yuki uz pomoć umjetne inteligencije predaje studentima na fakultetu, a uskoro će potpuno zamijeniti asistente Dostupno na: https://www.jutarnji.hr/naslovnica/roboti-su-buducnost-obrazovanja-yuki-uz-pomoc-umjetne-inteligencije-predaje-studentima-na-fakultetu-a-uskoro-ce-potpuno-zamijeniti-asistente-8830238 [8. srpnja 2021.]
29. Inovatic (2018) Lego Mindstorms EV3 Dostupno na: https://udruga-inovatic.hr/lego-mindstorms-projekti/ [24. svibnja 2021.]
30. Jakić, P. (2019). Imaju li baš svi seminari nekog posebnog utjecaja, ili je cilj samo naplata? Dostupno na: http://metkovic-news.com/news/edukacija-je-temeljni-uvjet-postojanja-imaju-li-bas-svi-seminari-nekog-posebnog-utjecaja-ili-je-cilj-samo-naplata/?fbclid=IwAR1nLMu2GGfQ7o2GN5zCKFAk1wpyhNen3dYmwB47VkCXUy5pncu3dA5sR9k [31. svibnja 2021.]
31. Johnson, H. J. (2003). Childern, robotics and education. 16 – 21. 10.1007/BF02480880. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/226696409_Children_robotics_and_education [29. svibnja 2021.]
32. Khanlari, A. (2015) European Journal of Engineering Education. Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. 320-330. Dostupno na: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03043797.2015.1056106 [7. svibnja 2021.]
33. Kork, S. A., Beyrouthy, T., Barakeh, Z. i Said, S. (2019). Pepper Humanoid Robot as a Service Robot: a Customer Approach. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/333448092_Pepper_Humanoid_Robot_as_a_Service_Robot_a_Customer_Approach [29. svibnja 2021.]
34. Kradolfer, S., Dubois, S., Riedo, F., Mondada, F. i Fassa, F. (2014) Social Robotics. A Sociological Contribution to Understanding the Use of Robots in Schools: The Thymio Robot. 217-228. Dostupno na: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-11973-1_22 [7. svibnja 2021.]
35. Law, J. M. (1997) Puppets of Nostalgia – The Life, Death and Rebirth of the Japnese Awaji Ningyo Tradition Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/316546560_Puppets_of_Nostalgia_The

_Life_Death_and_Rebirth_of_the_Japanese_Awaji_Ningyo_Tradition [29. lipnja 2021.]

36. LeBouthillier, A. E. (2010) W. Grey Walter and his Turtle Robots Dostupno na: http://web.csulb.edu/~wmartinz/rssc/content/w-grey-walter-and-his-turtle-robots.html [29. lipnja 2021.]
37. Mayer, R. E., (2013). Učenje s tehnologijo. O naravi učenja: uporaba raziskav za navdih prakse, Dumont, H., Istance, D., Benavides, F. (ur.), s. l.: ZRSŠ. 167 – 171. Dostupno na: https://www.zrss.si/pdf/o-naravi-ucenja.pdf [20. svibnja 2021.]
38. Mihovec, J. (2020). Zašto je informatička edukacija... Dostupno na: https://www.spsistemi.hr/column/zasto-je-informaticka-edukacija-vazna-2/ [31. svibnja 2021.]
39. Mubin, O., Shahid, S., Stevens, C. J., Mahmud, A. A., (2013). A review of the applicability of robots in education. 1-7. Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/251237835_A_review_of_the_applicability_of_robots_in_education [20. svibnja 2021.]
40. Nadrljanski, Đ. (2006) Informatička pismenost i informatizacija obrazovanja Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/file/14157 [7. srpnja 2021.]
41. Nikolić, G. Razvoj robota i promjene koje oni donose Dostupno na: https://hrcak.srce.hr/file/285064 [28. lipnja 2021.]
42. PlanetRetro (2009) The History of Toy Robots Dostupno na: https://blog.retroplanet.com/the-history-of-toy-robots/ [7. srpnja 2021.]
43. Pot, E., Monceaux, J., Gelin, R. i Maisonnier, B. (2009) Choregraphe: a Graphical Tool for Humanoid Robot Programming Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/224079139_Choregraphe_a_Graphical_Tool_for_Humanoid_Robot_Programming [29. lipnja 2021.]
44. Raguž. R. (2019). Primjena robotike u osnovnoj školi. Dostupno na: https://zir.nsk.hr/islandora/object/unipu%3A3648/datastream/PDF/view [31. svibnja 2021.]
45. Reich-Stiebert, N. i Eyssel, F. (2016). Robots in the Classroom: What Teachers Think About Teaching and Learning with Education Robots. 671 – 679. 10.1007/978-3-319-47437-3_66. Dostupno na: https://www.springerprofessional.de/en/robots-in-the-classroom-what-teachers-think-about-teaching-and-l/10823478 [29. svibnja 2021.]

46. RoboCamp. (2019). Edison Review: The missing link of educational robotics [26. svibnja 2021.]
47. Rouhiainen, L., (2018). Artificial Intelligence: 101 Things you must know today about our future. 107 – 110. [20. svibnja 2021.]
48. Ruzzenente, M., Koo, M., Nielsen, K., Grespan, L., Fiorini, P. (2012). A Review of Robotics Kits for Tertiary Education Dostupno na: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.458.9540 [23. svibnja 2021.]
49. SCAI (Select Committee on Artificial Intelligence) (2018). AI in the UK: Ready, Willing and Able? HL Paper 100. London: HMSO. Dostupno na: https://publications.parliament.uk/pa/ld201719/ldselect/ldai/100/100.pdf [23. svibnja 2021.]
50. So, W.C., Wong, M. K. Y., Cabibihan, J. J., Lam, C. K. Y., Chan, R. Y. Y. i Qian, H. H. (2016). Using robot animation to promote gestural skills in children with autism spectrum disorders. Dostupno na: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jcal.12159 [29. svibnja 2021.]
51. Sood, S. D. (2020) NAO: An Effective Tool for STEM Education Dostupno na: https://www.softbankrobotics.com/emea/en/blog/news-trends/nao-effective-tool-stem-education [29. lipnja 2021.]
52. Stojković, A. (2018) Upotreba robotike u edukaciji. Dostupno na: https://www.cerovac.ba/novosti/207/upotreba-robotike-u-edukaciji [1. lipnja 2021.]
53. Tanaka, F., Isshiki, K., Takahashi, F., Uekusa, M., Sei, R. i Hayashi, K. (2015). Pepper Learns Together with Children: Development of an Educational Application. Dostupno na: http://fumihide-tanaka.org/old/paper/Tanaka_ICHR-15.pdf [29. svibnja 2021.]
54. Tang, A. L. L., Tung, S. W. V. i Cheng, T. O. (2020) Teachers' perceptions of the potential use of educational robotics in management education. Dostupno na: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10494820.2020.1780269?journalCode=nile20 [8. svibnja 2021.]
55. Tardif, K. (2020) Robots: How to choose the Right One. Dostupno na: https://www.automationworld.com/factory/robotics/article/21133266/robots-how-to-choose-the-right-one [1. lipnja 2021.]
56. Taulli, T. (2019). Artificial Intelligence Basics. 126-127. [23. svibnja 2021.]

57. The Conversation (2020) Robots likely to be used in classroom as learning tools, not teachers Dostupno na: https://theconversation.com/robots-likely-to-be-used-in-classrooms-as-learning-tools-not-teachers-66681 [28. lipnja 2021.
58. Tomičić, L., Cvrtila, M. i Pavetić, D., (2012). Učenje poduzetništva: Važnost informatičke pismenosti učenika ekonomske škole. Vol. 2, 87 – 95., http://www.journal.zrinski.org/static/cms/data/EL_Vol2_No2.pdf [25. svibnja 2021.]
59. TTS Group Ltd., (2007). Let's Go with Bee-Bot By Alison Lydon The Mary Erskine and Stewart's Melville Junior School. 5-9. Dostupno na: https://www.generationrobots.com/media/50_ways_to_make_the_most_of_your_beebot.pdf [26. svibnja 2021.]
60. Turner, H. R. (2009) Science in Medieval Islam: An Illustrated Introduction Dostupno na: https://books.google.com.gi/books?id=BbpaBAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false [29. lipnja 2021.]
61. Ugarković, T. (2019) (ANTI)UTOPIJSKA DRAMATIKA KARELA ČAPEKA Dostupno na: http://darhiv.ffzg.unizg.hr/id/eprint/11069/1/Ugarkovi%C4%87_Tina_Dipl_rad.pdf [7. srpnja 2021.]
62. Z. G., Zhang. An exploration and analysis on virtual simulation robots [J]. Experimal Instruction and Instuments, 2012, 29(2) [23. svibnja 2021.]
63. Zuhrie, M.S., Basuki, I., I G P Asto, B. i Anifah, L. (2018) Design of Smart Educational Robot as a Tool For Teaching Media Based on Contextual Teaching and Learning to Improve the Skill of Electrical Engineering Student. 10.1088/1757-899x/336/1/012047. Dostupno na: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/336/1/012047 [1.6.2021.]
64. VOI (2021) Hong Kong Scientist Create Robots To Help People With Autism Have Social Skills Dostupno na: https://voi.id/en/technology/47426/hong-kong-scientists-create-robots-to-help-people-with-autism-have-social-skills [7. srpnja 2021.]
65. Wang, Y.H., Young, S.C. i Jang, J.S.R. (2012) Using Tangible Companions for Enhancing Learning English Conversation. 296 – 309. Dostupno na: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.299.2478&rep=rep1&type=pdf [29. svibnja 2021.]

66. Wakefield, J. (2017) Robots and drones takes over classrooms. Dostupno na: https://www.bbc.com/news/technology-38758980 [1. lipnja 2021.]
67. Wevolver (2020) Nao Robot Dostupno na: https://www.wevolver.com/wevolver.staff/nao.robot [26. svibnja 2021.]

8. POPIS SLIKA

Slika 1 JiLL robot koji se koristi u školama zbog nedostatka nastavnika (FM, 2016) [pristupljeno 8. srpnja 2021.] 8
Slika 2 Kvadrantni klasifikacije za edukacijske robote (Pie i Nie, 2018) [pristupljeno 23. svibnja 2021.] 9
Slika 3 LEGO Mindstorms EV3 (Inovatic, 2018) [pristupljeno 24. svibnja 2021.] 10
Slika 4 razgovor učenice s humanoidnim robotom NAO (The Conversation, 2020) [pristupljeno 29. svibnja 2021.] 12
Slika 5 L2TOR - robot za učenje jezika (MIS304weilinh, 2018) [pristupljeno 29. svibnja 2021.] 14
Slika 6 Upotreba robota RABI kod učenika s autizmom (New Metro, 2021) [pristupljeno 7. srpnja 2021.] 15
Slika 7 NAO robot (WEVOLVER, 2020) [pristupljeno 26. svibnja 2021.] 18
Slika 8 Emocionalna interakcija robota NAO s učenicom (Youtube, 2012) [pristupljeno 29. lipnja 2021.] 19
Slika 9 Robot Pepper (Kork i sur., 2019) [pristupljeno 29. svibnja 2021.] 21
Slika 10 Razgovor profesora Handke i robota Yuki (DW, 2019) [pristupljeno 28. lipnja 2021.] 22
Slika 11 Broj ispitanika obzirom na spol (izvor: obrada autorice) 31
Slika 12 Postotak ispitanika obzirom na dob (izvor: obrada autorice) 31
Slika 13 Postotak ispitanika s obzirom na stručnu spremu (izvor: obrada autorice) . 32
Slika 14 Postotak ispitanika obzirom na nastavno područje (izvor: obrada autorice) 32
Slika 15 Postotak ispitanika s obzirom na rad u nastavi (izvor: obrada autorice) 33
Slika 16 Postotak ispitanika s obzirom na vrstu srednje škole (izvor: obrada autorice) 34
Slika 17 Postotak ispitanika s obzirom na procjenu upotrebe IKT u nastavi (izvor: obrada autorice) 34
Slika 18 Postotak ispitanika s obzirom na primjenu edukacijskih robota u nastavi (izvor: obrada autorice) 35
Slika 19 Postotak ispitanika s obzirom na edukaciju o primjeni edukacijskih robota (izvor: obrada autorice) 35
Slika 20 Postotak ispitanika s obzirom na želju za korištenjem edukacijskih robota u bliskoj budućnosti (izvor: obrada autorice) 36

Slika 21 Postotak ispitanika s obzirom na poznavanje načina primjene edukacijskih robota (izvor: obrada autorice)..... 36

9. POPIS TABLICA

Tablica 1 Prednosti upotrebe edukacijskog robota u nastavi prema autorima relevantno istraženoj literaturi (izvor: obrada autorice) 26
Tablica 2 Nedostaci upotrebe edukacijskog robota u nastavi prema relevantno istraženoj literaturi (izvor: obrada autorice)..... 28
Tablica 3 Percepcija ispitanika vezani uz odgovore na odabrane tvrdnje u anketnom upitniku uz prednosti upotrebe edukacijskih robota u nastavi (frekvencija, postotci (%) ispitanika na skali od 1 - potpuno netočno do 5 - potpuno točno, M - arit. sredina, σ - st.dev. 37
Tablica 4 Percepcija ispitanika vezani uz odgovore na odabrane tvrdnje u anketnom upitniku uz prepreke upotrebe edukacijskih robota u nastavi (frekvencija, postotci (%) ispitanika na skali od 1 - potpuno netočno do 5 - potpuno točno, M - arit. sredina, σ - std. 41

10. PRILOZI

ISTRAŽIVANJE PERCEPCIJE HRVATSKIH SREDNJEŠKOLSKIH NASTAVNIKA

PREMA KORIŠTENJU EDUKACIJSKIH ROBOTA U NASTAVI

ANKETNI UPITNIK – LIPANJ 2021

Uputa

Ovo istraživanje se provodi za potrebe pisanja diplomskog rada iz područja primjene edukacijskih robota od strane hrvatskih srednješkolskih nastavnika. Edukacijski roboti su posebno dizajniran edukacijski alat za stjecanje znanja i vještina u raznim područjima. Upotrebom edukacijskog robota u nastavi potiče se motivacija učenika, učenje gradiva te razvijanje kreativnosti i rješavanja problema. Ovaj upitnik je anoniman i dobrovoljan. Nakon što ga popunite i predate, smatramo da ste suglasni s korištenjem vaših odgovora za potrebe znanstvenog istraživanja i statističke obrade podataka. Predviđeno vrijeme za popunjavanje upitnika je oko 15 minuta, a pitanja su uglavnom koncipirana tako da treba označiti u kojoj mjeri se na Vas odnose pojedine tvrdnje.

MOLIMO DA ZAOKRUŽIVANJEM ODGOVORITE NA SLJEDEĆE TVRDNJE.

SOCIO-DEMOGRAFSKA PITANJA:

Spol:

a) Muški
b) Ženski

Dob:

a) do 30 godina
b) 31 -40 godina
c) 41 -50 godina
d) 51 -60 godina
e) 61 godina i više

Koliko dugo radite u nastavi:

a) do 3 godine
b) 4-10 godina
c) 11-20 godina
d) 21-30 godina
e) 30 godina i više

Koju stručnu spremu imate:

a) SSS
b) VŠS
c) VSS

Područje predmete koje predajete (nastavno područje):

A. Prirodoslovno-matematičko
B. Društveno-humanističko
C. Jezično-komunikacijsko
D. Informatičko-tehničko
E. Umjetničko

F. Strukovni predmeti
G. Ostalo

Vrsta srednje škole u kojoj radite je:

A. Gimnazija
B. Strukovna petogodišnja škola
C. Strukovna četverogodišnja škola
D. Strukovna trogodišnja škola
E. Umjetnička škola
F. Ostalo

Molim procijenite udio upotrebe informacijsko – komunikacijske tehnologije u Vašoj nastavi prema sveukupnom broju sati u nastavi?

a) <20%
b) 20 – 50%
c) 50 – 80%
d) >80%

Jeste li primjenjivali edukacijske robote u svojoj nastavi?

A. Da
B. Ne

Jeste li se educirali (na tečaju ili samostalno) o primjeni edukacijskih robota u nastavi?

a) Da
b) Ne

Molim, naznačite koliko **često** koristite neku od navedenih tehnologija u **svojoj** nastavi (1 – nikada, 2 – rijetko. 3 – ponekad, 4 – učestalo, 5 – stalno).

Naziv:	1	2	3	4	5
EEG-praćenje koncentracije					
Pametna ploča					
Edukacijske igre					
Edukacijski roboti					
Interaktivni web alat za izradu kvizova (Kahoot...)					
Interaktivni plakati (Lino...)					
Alati za online suradnju (Google Suites, Yammer, Airtable)					

Želite li u bliskoj budućnosti koristiti edukacijske robote u svojoj nastavi?

a) Da,
b) Ne

KOLIKO DOBRO STE UPOZNATI S NAČINIMA PRIMJENE EDUKACIJSKIH ROBOTA U NASTAVI?

a) izvrsno b) jako dobro c) dobro d) čuo(la) sam, ali ne razumijem najbolje e) uopće nisam upoznat(a)

MOLIMO DA NA SVA SLJEDEĆA PITANJA ODGOVORITE ZAOKRUŽIVANJEM JEDNOG PONUĐENOG ODGOVORA (1-5).

ODGOVARAJTE IMAJUĆI U VIDU KOLIKO SE NA VAS ODNOSE POJEDINE TVRDNJE.

Na skali od 1 do 5 označite koliko se određena tvrdnja odnosi na Vas
potpuno netočno--------uglavnom netočno---------niti netočno, ni točno-------uglavnom točno-------potpuno točno

P1. Mislim da su edukacijski roboti pogodni za razvijanje komunikacijskih vještina učenika u nastavi.	**1 2 3 4 5**
P2. Mislim da edukacijski roboti mogu razvijati učeničke vještine timskog rada u nastavi.	1 2 3 4 5
P3. Mislim da edukacijski roboti potiču dobre emocije i radost kod učenika u nastavi.	1 2 3 4 5
P4. Smatram da su edukacijski roboti jednostavni za upotrebu u nastavi.	1 2 3 4 5
P5. Mislim da se kod učenika razvija viša razina kreativnosti primjenom edukacijskih robota u nastavi.	1 2 3 4 5
P6. Smatram da se primjenom edukacijskih robota u nastavi mogu poboljšati vještine učenika u rješavanju problema i logičkog razmišljanja.	1 2 3 4 5
P7. Smatram da se upotrebom edukacijskih robota može poboljšati izvođenje nastave u smislu razvoja inovativnosti učenika.	1 2 3 4 5
P8. Smatram da se upotrebom edukacijskih robota potiče razvoj i primjena inovativnih pedagoških metoda u nastavi.	1 2 3 4 5
P9. Mišljenja sam da upotreba edukacijskih robota olakšava obrazovanje djeci koja se susreću s poteškoćama u učenju tijekom pohađanja redovne nastave.	1 2 3 4 5
P10. Mišljenja sam da bi učenici više bili uključeni u nastavu, kada bi se upotrebljavali edukacijski roboti.	1 2 3 4 5
P11. Mišljenja sam da edukacijski roboti potiču motivaciju učenika za svladavanje obrazovnog sadržaja.	1 2 3 4 5
P12. Mišljenja sam da edukacijski roboti nastavnicima olakšavaju personaliziranje procesa učenja u skladu s učenikovim potrebama.	1 2 3 4 5
N1. Mišljenja sam da je korištenje edukacijskih robota u nastavi, jako skupa investicija.	1 2 3 4 5
N2. Smatram da za korištenje rješenja edukacijskih robota u nastavi nastavnici/učitelji nemaju adekvatnu tehničku i nastavnu podršku.	1 2 3 4 5
N3. Mišljenja sam da bi nastavnicima priprema nastave uz primjenu edukacijskih robota bila zahtjevnija, obzirom na primjenu novih pedagoških metoda i tehnika.	1 2 3 4 5
N3. Smatram da nastavniku treba mnogo više vremena za pripremu nastavnog sata u slučaju upotrebe edukacijskih robota.	1 2 3 4 5
N4. Mišljenja sam da primjenom edukacijskih robota u nastavi može doći do smanjenja potrebe za ljudima (npr. nastavnici mogu ostati bez posla).	1 2 3 4 5
N5. Smatram da nema dovoljno edukacijskih robota za sve hrvatske škole.	1 2 3 4 5
N6. Mišljenja sam da nastavnici nemaju dovoljno znanja za upotrebu edukacijskih robota u nastavi.	1 2 3 4 5
N7. Smatram da učitelji nemaju dovoljno opreme i obrazovnih materijala za primjenu edukacijskih robota u nastavi.	1 2 3 4 5
N8. Smatram da edukacijski roboti nisu prilagođeni školskom kurikulumu.	1 2 3 4 5
N9. Mišljenja sam da je moguće gubljenje materijala koji se dobije za sklapanje i primjenu edukacijskog robota.	1 2 3 4 5

N10. Smatram da učitelji nemaju dovoljno znanja, vještina i sposobnosti za izvođenje nastave primjenom edukacijskog robota.	1 2 3 4 5
N11. Mišljenja sam da je za upotrebu rješenja edukacijskih robota u nastavi potrebna edukacija i podrška.	1 2 3 4 5
N12. Namjeravam u bliskoj budućnosti u svojoj nastavi koristiti edukacijske robote, ako za to budem imao(la) mogućnosti.	1 2 3 4 5
N13. U sljedećih pet godina namjeravam koristiti barem jedno rješenje edukacijskih robota u svojoj nastavi, ako budem imao(la) za to mogućnosti.	1 2 3 4 5

SAŽETAK

Razvojem informacijsko-komunikacijskih tehnologija došlo je do razvoja raznih vrsta robota. Obrazovni roboti su proizvod napredne tehnologije u području obrazovanja, a istraživanja o njima su perspektivna i epohalna. Eksponencijalnim razvojem tehnologije oni sve više dolaze do izražaja te postaju obećavajući faktor za budućnost obrazovanja. Cilj ovoga rada je upoznati razvoj edukacijskog robota, primjenu u području nastave te njegove prednosti i nedostatke.

U radu je provedeno kratko empirijsko istraživanje o percepciji hrvatskih srednjoškolskih nastavnika prema upotrebi edukacijskih robota u nastavi. Podaci su prikupljeni pomoću anketnog upitnika u kojem su sudjelovala 154 srednjoškolska nastavnika. Rezultati istraživanja omogućuju bolji uvid u percepciju nastavnika o uvođenju robota u nastavu te o mogućim činiteljima koji sprječavaju njihovu upotrebu. Dobiveni rezultati mogu biti pomoć svima koji će u budućnosti provoditi slična istraživanja.

Ključne riječi: edukacijski robot, obrazovanje, prednosti i barijere edukacijskih robota, IKT

ABSTRACT

The development of ICT technologies has led to the development of various types of robots. Educational robots are the product of advanced technology in the field of education and research on them is promising and epochal. With the exponential development of technology, they are becoming more and more prominent and becoming a promising factor for the future of education.The aim of this work is to meet the development of an educational robot, its application in the field of teaching and its advantages and disadvantages.

A short empirical research on the perception of Croatian high school teachers towards the use of educational robots in teaching was conducted in this paper. Data were collected from a survey questionnaire involving 154 high school teachers. The research results allow a better insight into teachers' perception of the introduction of robots into the class and possible factors that prevent their use. The result obtained may be helpful to all who will conduct similar studies in the future.

Key words: educational robots, education, advantages and disadvantages of educational robots, IKT