

Umjetna inteligencija kao disruptivna tehnologija u odgoju i obrazovanju

Gudlin, Monika

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Teacher Education / Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:147:984320>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-27**

Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA ODGOJITELJSKI STUDIJ**

Monika Gudlin

**UMJETNA INTELIGENCIJA KAO DISRUPTIVNA
TEHNOLOGIJA U ODGOJU I OBRAZOVANJU**

Diplomski rad

Zagreb, lipanj, 2020.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA ODGOJITELJSKI STUDIJ**

Monika Gudlin

**UMJETNA INTELIGENCIJA KAO DISRUPTIVNA
TEHNOLOGIJA U ODGOJU I OBRAZOVANJU**

Diplomski rad

**Mentor rada:
Izv.prof.dr.sc. Vatroslav Zovko**

Zagreb, lipanj, 2020.

Sažetak

21. stoljeće sinonim je za promjenu gospodarskih djelatnost, kao i u svim aspektima života. Te ubrzane promjene uzrokovane su razvojem novih tehnologija koje radikalno mijenjaju način na koji ljudi komuniciraju i surađuju. U prosjeku, formalno obrazovanje u usporedbi s drugim gospodarskim sektorima, zaostaje za prihvaćanjem suvremenih tehnologija u obrazovnim procesima.

Jedan od najvećih potencijalnih čimbenika, koji će radikalno promijeniti smjer obrazovanja, je upravo korištenje umjetne inteligencije. Ta radikalna promjena čini umjetnu inteligenciju disruptivnom tehnologijom s nepredvidivim posljedicama za studente, fakultete i društvo općenito. Radi se o tome da će obrazovni sustav biti prisiljen usvojiti nove tehnologije, napuštajući tradicionalne nastavne i pedagoške prakse koje su stoljećima bile u središtu obrazovanja.

Ovim radom daje se kratak pregled disruptivnih inovacija i ideja s fokusom na umjetnu inteligenciju kao na disruptivnu tehnologiju. Opisuje se trenutno stanje usvajanja novih tehnologija u obrazovanju u usporedbi s drugim gospodarskim sektorima. Prikazuju se trendovi u istraživanju i razvoju umjetne inteligencije, kao i budućnost umjetne inteligencije i njezini dugoročni izgledi u obrazovanju. U radu se također navode prednosti i nedostaci uvođenja umjetne inteligencije u obrazovni sustav, a stavlja se naglasak na ograničenja i prepreke koje se javljaju kod uvođenja umjetne inteligencije u obrazovne procese i obrazovni sustav općenito.

Ključne riječi: disruptivna tehnologija, obrazovanje, umjetna inteligencija

Summary

21st century is a synonym for change in all aspects of life and economic activities. Accelerating change is caused by development of new technologies that radically change how humans communicate and cooperate. On average, formal education in comparison with other economic sectors is lagging behind in adoption of contemporary technologies in educational processes.

One of the biggest potential impact that will radically change the landscape of education is implementation of artificial intelligence. That radical change makes artificial intelligence disruptive technology with unforeseen consequences for students, faculty and society in general. The bottom line is that educational system will be forced to adopt to new technologies, abandoning traditional teaching and pedagogical practices that were in the center of education for centuries.

This paper gives a short overview of disruptive innovations and technologies with the focus on artificial intelligence as a disruptive technology. It presents trends in research and development of artificial intelligence and its future, long term prospects in education. Special focus is given to the limits and obstacles of introduction of artificial intelligence in educational processes and educational system in general.

Keywords: artificial intelligence, disruptive technology, education

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| Sažetak | 1 |
| Summary | 2 |
| SADRŽAJ | 3 |
| 1. UVOD..... | 4 |
| 2. DISRUPTIVNA TEHNOLOGIJA..... | 5 |
| 2.1. Disruptivna tehnologija - teorijski okvir | 5 |
| 2.2. Potencijali disruptivne tehnologije u odgojno obrazovnom sustavu..... | 6 |
| 3. UMJETNA INTELIGENCIJA U ODGOJU I OBRAZOVANJU | 8 |
| 3.1. Umjetna inteligencija | 8 |
| 3.2. Umjetna inteligencija u odgoju i obrazovanju..... | 9 |
| 3.3. Prednosti i ograničenja umjetne inteligencije u odgoju obrazovanju | 11 |
| 3.3.1. Prednosti korištenja umjetne inteligencije u odgoju obrazovanju..... | 12 |
| 3.3.2. Ograničenja korištenja umjetne inteligencije u odgoju obrazovanju | 13 |
| 3.4. Alati umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju | 15 |
| 4. PERSPEKTIVE KORIŠTENJA UMJETNE INTELIGENCIJE U ODGOJU I OBRAZOVANJU U BUDUĆNOSTI..... | 18 |
| 5. RASPRAVA | 21 |
| 6. ZAKLJUČAK | 25 |
| LITERATURA: | 26 |

1. UVOD

Disruptivna tehnologija smatra se ključem za održivost poslovanja danas. Srž disruptivne tehnologije zapravo nije održivost, već transformacija postojećih poslovnih praksi i modela. Ovakva radikalna transformacija, ako ne bude primijećena, može ugroziti postojeće organizacije u svim aspektima ekonomije i društva općenito.

Umjetna inteligencija ne mora nužno biti promatrana kao disruptivna – disrupcija je u funkciji konteksta ili, kako Christensen i sur. (2018) naglašavaju da dana inovacija može biti disruptivna za jednu tvrtku, dok ta ista inovacija za drugu tvrtku može biti podržavajuća. U kontekstu obrazovanja, umjetna inteligencija predstavlja potencijalno ključan disruptivni čimbenik jer može promijeniti ulogu odgojno obrazovnog kadra, učenika, studenata i samih odgojno obrazovnih ustanova. Umjetnu inteligenciju ne treba gledati kao ometajući čimbenik u odgojno obrazovnom sustavu, već kao priliku da se tradicionalni odgoj i obrazovanje transformiraju u odgoj i obrazovanje za budućnost.

Ovaj rad daje pregled teorijskog okvira disruptivne tehnologije, kako općenito, tako i u odgojno obrazovanom sustavu te naglašava dobrobiti koje se mogu postići uvođenjem umjetne inteligencije u odgoj i obrazovanje. Argumentirano je zašto umjetna inteligencija predstavlja disruptivnu tehnologiju u kontekstu odgoja i obrazovanja, navedene su prednosti i ograničenja uvođenja umjetne inteligencije u odgojno obrazovni sustav te je navedeno koje su perspektive korištenja umjetne inteligencije u odgojno obrazovnim sustavima u budućnosti.

2. DISRUPTIVNA TEHNOLOGIJA

2.1. Disruptivna tehnologija - teorijski okvir

U zadnje vrijeme svjedočimo sve bržim tehnološkim promjenama na globalnom tržištu. Pri tome vodeću ulogu imaju disruptivni poslovni modeli koji na tržištu stvaraju imperATIVE za kreiranje novih kreativnih rješenja za postojeće proizvode i usluge. Disruptivnim tehnologijama smatraju se, dakle, one tehnologije one koje mijenjaju uvriježene poslovne procese, pa i cijele industrije, uvodeći potpuno nov model poslovanja temeljen na suvremenoj tehnologiji. Disruptivnu tehnologiju kao koncept prvi su uveli Bower i Christensen (1995), koji su uspoređivali disruptivnu tehnologiju s održivom tehnologijom, gdje se održiva tehnologija odnosi na inkrementalna poboljšanja postojećih proizvoda, dok se disruptivna tehnologija odnosi na uvođenje drugačijeg koncepta vrijednosti ili stvaranja novih kreativnih proizvoda za nova moguća tržišta. Primjer koji se često koristi kao primjer disruptivne tehnologije je Sony-jev prijenosni radio, kojeg su postojeći kupci u potpunosti zanemarili zbog nedostatka kvalitete zvuka, ali taj isti proizvod je otvorio potpuno novi tržišni segment prijenosnih radio uređaja. U osnovi, Sony je ponudio proizvod koji je praktičniji za upotrebu po nižoj cijeni u odnosu na postojeće radio aparate. Kako se koncept disruptivnih tehnologija i disruptivnih inovacija često koristi tijekom posljednjih dvadeset godina, Christensen je napravio analizu postojećih publikacija s naglaskom na disruptivne inovacije kako bi istražio prekomjernu upotrebu disruptivnih inovacija kao sinonim za svaku novu disrupciju koja bi kao posljedicu mogla dovesti u iskušenje da različiti autori dođu do neispravnih ili pogrešnih zaključaka u vezi s primjenom disruptivne tehnologije u teoriji (Christensen i sur. 2018). Dakle, disruptivna tehnologija može se promatrati kao svaka druga tehnologija s različitim prijedlogom vrijednosti, a koja izaziva tradicionalno tržište da otvara mogućnosti za nove, bolje proizvode i usluge po nižoj cijeni. Christensen i sur. (2018) naglašavaju kako se brigom o trenutnim potrebama kupaca često propušta prihvaćanje novih tehnologija ili poslovnih modela koji zadovoljavaju još nedefinirane ili buduće potrebe kupaca. Ako se na vrijeme ne primijeti utjecaj disruptivne tehnologije to može dovesti do bankrota ili čak do propasti tvrtke. Drugim riječima, tvrtka se ne mora fokusirati konkretno na razvoj proizvoda, već na razvoj novih prilika i mogućnosti općenito, kao što je bila situacija iz iskustva tvrtke Kodak (Dan, 2012) koja je izumila digitalnu fotografiju i postigla revoluciju u svijetu fotografije, a na kraju završila prodajom većine svojih patenata i konačno potpisom bankrota tvrtke.

Epson je 2017. proveo istraživanje u kojem je ispitao mišljenja europskih radnika o tome kako će disruptivna tehnologija uticati na poslovanje u globalu. U svrhu istraživanja, intervjuirano je 17 globalnih stručnjaka i 7000 europskih poslovnih lidera o njihovim predviđanjima i hipotezama kako bi razumjeli stavove o transformativnim tehnološkim trendovima. Rezultati su pokazali kako je jasno da je svijet na prijelomnoj točki što se tiče disruptivnih tehnologija. Većina ispitanika izjasnila je očekivanja da će tehnologija donijeti korjenite promjene u njihove djelatnosti u narednom period od 10 godina. 80% ispitanika očekuje da će promijene u poslovanju biti potpuno revolucionarne, a samo 20% smatra da neće izvršiti nikakav utjecaj. Iako su prisutne razlike među tržištima, ono što povezuje sve ispitanike jest spremnost da usvoje suvremene tehnologije (Epson, 2017). Međutim, ovaj optimizam može biti uzaludan ako same tvrtke i kompanije neće raditi na tome da maksimalno iskoriste sve mogućnosti koje im pruža suvremena tehnologija.

2.2. Potencijali disruptivne tehnologije u odgojno obrazovnom sustavu

Odgov i obrazovanje su općenito vrlo inertan sustav u kojima se teško provode promjene, a kada se i uvedu, njihova primjena i provedba je dugoročna. Povijesno gledano, odgov i obrazovanje se nisu previše mijenjala u prošlosti; u tom području su se dozvoljavale samo bazične promjene koje nisu bile dovoljne da se suoče s brzim tehnološkim razvojem i, posljedično time, transformacijom cijelog društva u global, stoga ta situacija itekako zahtijeva redefiniranje cjelokupnog odgojno obrazovnog sustava (Zovko, 2016).

Postavlja se pitanje je li disruptivna tehnologija odgovor. Nastavno na visokoškolsko obrazovanje, postoje mnoge tehnologije koje se smatraju disruptivnima, poput on-line učenja, obrazovanja utemeljenog na kompetencijama, “interneta stvari”, virtualne stvarnosti, platformi za komunikaciju i umjetne inteligencije (Leigh i Goldrick, 2017; Sagenmüller, 2017). Te suvremene tehnologije čine sam obrazovni proces jednostavnijim za student te tako izazivaju uobičajene obrazovne prakse koje se nude na sveučilištima na veliku promjenu i prilagodbu mogućnostima koje nudi umjetna inteligencija.

S druge strane, niže razine obrazovanja nisu toliko izazivane od strane desruptivne tehnologije jer još uvijek nisu izazov za tradicionalne alate za učenje (Arnett, 2017). Drugim riječima, odgojno obrazovni djelatnici i fizičke knjige su i dalje u središtu procesa odgoja i obrazovanja. Disrupcija u odgoju i obrazovanju karakterizirana je kao (Abel, 2013):

- bolji modeli usluga koji se grade na temelju poboljšane kvalitete odgojno obrazovnog programa
- personaliziraniji i realniji odgojno obrazovni procesi
- razvoj visoko vrijednih branši programa usmjerenih na određene skupine korisnika.

3. UMJETNA INTELIGENCIJA U ODGOJU I OBRAZOVANJU

3.1. Umjetna inteligencija

Ne tako davno umjetna inteligencija bila je samo predmet teorijskih rasprava i klasična tema spekulativne fikcije. Ali danas, u vremenu ubrzanih promjena, dolazi do točke kad je jasno da će umjetna inteligencija drastično promijeniti tehnološki sektor, tržište rada i svakodnevni život u globalu. Ne postoji opće prihvaćena definicija umjetne inteligencije, ali ovaj pojam obično opisuje umjetne ili neučinkovite sustave koji pokazuju neki oblik inteligencije, nove načine suočavanja s datim okolnostima i uvjetima, kao i načine prikupljanja novih informacija. Istovremeno, to je područje računalnih znanosti koje se bavi razvojem i proučavanjem takvih sustava i njihovom praktičnom primjenom. Umjetna inteligencija se, prema definiciji autora Copelanda (2018), odnosi na sposobnost digitalnih alata ili računalno kontroliranih robota da izvršavaju zadatke koji su obično povezivani s inteligentnim. Peterson (1990) navodi da je umjetna inteligencija grana informatike koja se bavi proučavanjem i stvaranjem računalnih sustava koji pokazuju neki oblik inteligencije. Na primjer, to mogu biti sustavi koji uče nove koncepte i zadatke, sustavi koji mogu rasuđivati i izvlačiti korisne zaključke o svijetu oko nas, sustavi koji mogu razumjeti različite prirodne jezike i opažati i shvaćati vizualnu scenu, sustave koji obavljati druge vrste podviga koji su u biti potrebni ljudskim tipovima inteligencije itd. Prema toj definiciji, umjetna inteligencija sažeto prikazuje teoriju i razvoj računalnih sustava koji mogu normalno obavljati zadatke, zahtijevajući ljudsku inteligenciju, poput vizualne percepcije, prepoznavanja govora, odlučivanja i prevođenja između jezika. Prema Walshu (2017) postoje tri općenita tipa umjetne inteligencije: jaka umjetna inteligencija, slaba umjetna inteligencija i opća umjetna inteligencija. On slabu umjetna inteligencija shvaća kao ideju za izgradnju stroja koji izjednačava ili nadmašuje naše sposobnosti na određenom cilju koji zahtijeva inteligenciju. Uz umjetnu inteligenciju postoji snažna umjetna inteligencija. Ideja jake umjetne inteligencije da će strojevi za razmišljanje s vremenom biti umovi ili barem da će imati sva obilježja umova, poput svijesti. Ostale ljudske osobine koje bi mogle biti relevantne za snažnu umjetnu inteligenciju su samosvijest, razboritost, emocije i moral. Nešto dalja točka od jake umjetne inteligencije je opća umjetna inteligencija. Njezin je cilj graditi strojeve sa sposobnošću da rade na bilo kojem zadatku koji ljudi mogu raditi, ali na razini iznad ljudskih sposobnosti (Walsh 2017). Sustavi umjetne inteligencije mogu se razvrstati u dvije široke skupine: primijenjena umjetna inteligencija i generalizirana umjetna

inteligencija. Primijenjena umjetna inteligencija razvijena je s jasnim fokusom, tj. Za npr. kontrolu automobila, trgovanje dionicama, postavljanje medicinske dijagnoze itd. S druge strane, generalizirana umjetna inteligencija nema specifičan fokus i obično se odnosi na koncept strojnog učenja (Marr, 2016). Generalizirana umjetna inteligencija razlikuje se prema pristupu koji koristi kod učenja. Najčešći pristup strojnom učenju je supervizirano učenje gdje sustav umjetne inteligencije podučava uz vanjsku pomoć unaprijed definiranog skupa podataka. Za razliku od superviziranog učenja, postoji i nesupervizorno učenje gdje sustav umjetne inteligencije ne koristi postojeće podatke za podučavanje, već ima za cilj prepoznavanje obrazaca među podacima koji prije nisu bili poznati (Dey 2016; Ghahramani 2003).

3.2. Umjetna inteligencija u odgoju i obrazovanju

Iako umjetna inteligencija prodire u sve aspekte našeg društva, odgojno obrazovne se institucije još uvijek opiru utjecaju alata umjetne inteligencije. Današnja suvremena učionica nije se bitno promijenila u odnosu na onaj tip učionice koji je postojao u prošlosti. To je u velikoj mjeri zato što su naši postojeći odgojno obrazovni modeli i sustavi još uvijek podložni tradicionalnim oblicima odgoja i obrazovanja, čime stvaraju zapreku za usvajanje sustava umjetne inteligencije (Levin, 2017). Prema Luckin i Holmesu (2016), umjesto tradicionalnih procjena, koje se oslanjaju na male uzorke onoga što su učili učenici, procjene sustava umjetne inteligencije mogu se ugraditi u aktualne, suvremene aktivnosti učenja, kao što su igre, suradnički projekti i slično. To su zapravo aktivnosti koje djeca i učenici najviše preferiraju i koriste kada uče. Tako oni pristupaju odgoju i obrazovanju kao nečem prirodnome i mogu sudjelovati u aktivnostima učenja s voljom i entuzijazmom. Glavna prednost je što pristup učenja pomoću sustava umjetne inteligencije odgoj i obrazovanje čini nediskriminirajućim i prilagođenim svakom pojedincu. Ta je ideja u osnovi disruptivna jer korjenito mijenja pristup prenošenju znanja i vrednovanju istoga.

Danas odgojno obrazovni djelatnici i djeca koriste različite uređaje, poput mobitela ili tablet, i pametne ploče u učionicama za automatizaciju odgojno obrazovnih aktivnosti, dok cjelokupna struktura odgojno obrazovnog procesa zapravo ostaje gotovo ista, bez obzira na potencijale i mogućnosti koje nude suvremene tehnologije. Suvremene tehnologije omogućuju odgojno obrazovnim djelatnicima i djeci da iskoriste svjetsko znanje gdje jedino ograničenje predstavlja ogromna količina dostupnih podataka i izvora podataka - velikih podataka. Umjetna inteligencija tako

predstavlja idealno rješenje za velike podatke. Međutim, ove su se tehnologije tek trebale uklopiti u široko usvojene sustave za olakšavanje nastave (Levin, 2017). Glavna prepreka sve većem prodiranju sustava umjetne inteligencije u odgojno obrazovni sustav su odgojno obrazovni djelatnici koji nisu spremni uvesti alate umjetne inteligencije u procese poučavanja koje primjenjuju u svome radu. Generalno, oni još uvijek vjeruju da je tradicionalni oblik formalnog odgoja i obrazovanja najbolji i da treba ostati netaknut te se opiru suvremenim rješenjima koji koriste umjetnu inteligenciju za odgoj i obrazovanje djece. Druga je pak skupina odgojno obrazovnih djelatnika spremna koristiti alate umjetne inteligencije i vjeruje da postojeći odgojno obrazovni sustavi trebaju radikalne promjene. Međutim, postoje velike studije o tome kako suvremena tehnologija može pomoći odgojno obrazovnim djelatnicima da odstupe od tradicionalnih metoda poučavanja, posebno u rasterećivanju svog vremena tako da mogu pojednostaviti rješavanje zadataka za koje je ljudska inteligencija nije uvijek potrebna, a umjetna inteligencija takve zadatke riješi automatizmom i u relativno kratkom vremenu (Freasson i Gautier 1990). Umjetna inteligencija predstavlja nudi aplikacije koje mogu promijeniti način učenja, čineći odgoj i obrazovanje dostupnijim, bez obzira na njihovu tehničku stručnost ili fizičku lokaciju. Potrebno je utjeloviti nove spoznaje o učenju i podučavanju iz znanosti kako bi se bolje razumjeli sami procesi učenja i izgradilo preciznije modele koji mogu predvidjeti i utjecati na napredak, motivaciju i upornost djece (Rose, 2012).

Prema Freassonu i Gautieru (1990), koncepti umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju zapravo uključuju zastupanje znanja i komunikaciju, pristupe rješavanju problema, dinamično modeliranje učenika, ljudsku spoznaju, inteligentna korisnička sučelja, inteligentne sustave pomoći, korištenje strategija itd. Sve to proces učenja i podučavanja čini jednostavnijima, a trebalo bi rezultirati time da učenici više ne odbijaju učenje, odgoj i obrazovanje u cjelini. Područje umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju istražuje učenje gdje god se ono dogodi, u tradicionalnim učionicama ili na radnim mjestima, kako bi podržao formalno obrazovanje i cjeloživotno učenje (Backer, 2017). Self (1988) navodi da je u srcu područja umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju znanstveni cilj da se računalno izračunaju precizni i eksplicitni oblici odgojnog, obrazovnog, psihološkog i socijalnog znanja koji se često ostavljaju implicitnima.

Danas se sustavi umjetne inteligencije u odgojno obrazovnim ustanovama koriste u obliku različitih sustava podučavanja, personaliziranog učenja, sustava testiranja i

sustava za automatizaciju rutinskih zadataka poput generiranja ispitnih pitanja i ocjenjivanja ispita znanja, no, kako navode Lu i Harris (2018), još uvijek ne postoji konsenzus o stvarnoj učinkovitosti poučavanja utemeljenoj na umjetnoj inteligenciji. Bit korištenja umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju je zapravo sama transformacija uloge učenika i odgojno obrazovnog djelatnika, tako da učenici postanu aktivni sudionici u kreiranju odgojno obrazovnog procesa dok odgojno obrazovni djelatnik postaje posrednik u prijenosu znanja. Drugim riječima, uloga odgojno obrazovnog djelatnika nastavlja se razvijati i s vremenom će se sigurno transformirati te će se njihovo vrijeme efikasnije i učinkovitije, a njihova će se profesionalnost i stručnost bolje rasporediti, iskoristiti, a naposljetku i povećati (Luckin i Holmes, 2016). Pri tome će umjetna inteligencija koristiti u svakodnevnom radu i organizaciji odgojno obrazovnog procesa, ali će sami odgojno obrazovni djelatnici zadržati svoje vještine i sposobnosti te iste prenijeti svojim učenicima. Da bi se umjetna inteligencija dosegla svoj puni potencijal, trebao biti na odgovarajući način razviti svjetske modele znanja koji će povezivati pristup podučavanja, predmet podučavanja i učenika, navode Luckin i Holmes. (2016). Vrste modela prikazane su u tablici 1. U konačnici, kombiniranje najboljih ljudskih i strojnih potencijala u korist učenika pravi je cilj korištenja umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju, zaključuju Freasson i Gautier (1990).

Tablica 1. *Modeli sustava umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju*

(izvor: Luckin i Holmes, 2016)

| Modeli sustava UI u odgoju i obrazovanju | Prezentacija modela | Primjeri predstavljenih specifičnih znanja |
|--|--|---|
| Pedagoški model | Znanje i stručnost učitelja | -„Proizvodni neuspjeh“ (omogućava učenicima da istraže koncept i naprave pogreške prije nego što im se pokaže „ispravan“ odgovor) -Povratne informacije (pitanja, savjeti) potaknute radnjama učenika koje su osmišljene kako bi pomogle učeniku da poboljša svoje znanje -Procjena za informiranje i mjerenje učenja |
| Model domene | Poznavanje predmeta koji se uči (domenska stručnost) | -Kako zbrojiti, oduzeti ili množiti dvije frakcije -Newtonov drugi zakon (snage) -Uzroci Prvog svjetskog rata -Kako strukturirati argument -Različiti pristupi čitanju teksta (npr. Za smisao ili za detalje) |
| Model učenika | Znanje učenika | -Prijašnja postignuća i poteškoće učenika -Očekivano emocionalno stanje -Sudjelovanje učenika u učenju |

3.3. Prednosti i ograničenja umjetne inteligencije u odgoju obrazovanju

Kako tehnologija postaje sveprisutnija, a odgojno obrazovni sustavi suvremeniji, prednosti i nedostaci umjetne inteligencije u obrazovanju u središtu su mnogih

rasprava između odgojno obrazovnih i tehnoloških stručnjaka. Iako postoji uvjerenje da umjetna inteligencija nikada neće moći u potpunosti zamijeniti ljudske učitelje, ona sigurno može igrati veliku ulogu u učionici.

3.3.1. Prednosti korištenja umjetne inteligencije u odgoju obrazovanju

Primjena umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju ima brojne prednosti. Općenito govoreći, umjetna inteligencija može se koristiti za sprečavanje gubitka organizacijskog ili općeg znanja kada određeni izvori znanja (ljudi) više nisu dostupni. Takvo sačuvano znanje može se dalje razvijati, a da se istovremeno produžuje njegov vijek trajanja. Konkretna prednost implementacije umjetne inteligencije može se vidjeti u smanjenju troškova automatizacije procesa, tj. automatizacija upisnih aktivnosti s novim učenicima). Umjetna inteligencija je također prikladna za situacije s visokim stupnjem nesigurnosti u procesima donošenja odluka jer se korištenjem sustava u umjetne inteligencije odluke donose brže i pouzdanije (Chowdhury i Sadek, 2012). Nastavnici gube puno vremena na administrativnim zadacima koje umjetna inteligencija riješi u puno kraćem vremenu, stoga je umjetnu inteligenciju poželjno koristiti umjesto odgojno obrazovnih djelatnika kod obavljanja administrativnih zadataka (poput popunjavanja podataka, slanja obavijesti itd. (Utermohlen, 2018). Danas se umjetna inteligencija može koristiti i za testove ocjenjivanja. Već nekoliko godina ispravljaju se digitalni on-line testovi s višestrukim izborom u kojima je jedan ili više odgovora točno. Umjetna inteligencija također može također pomoći u ocjenjivanju domaćih zadaća i eseja, navodi Lynch (2018). Ona se razvija i postaje inteligentnija, a očekuje se da će tehnologija jednog dana moći ocijeniti više od standardiziranih zadataka. Možda najvažnija prednost umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju je povezana s personaliziranjem i prilagođavanjem odgojno obrazovnog procesa i sadržaja podučavanja svakom učeniku ponaosob. Kao što je već spomenuto, trenutni odgojno obrazovni sustavi neosjetljivi su na različite vještine i sposobnosti učenika. S druge strane, personalizacija, kada je utjelovljena u odgojno obrazovnom kadru, čini podučavanje subjektivnim činom za svakog učenika. Umjetna inteligencija tako promiče objektivnost i jednakost te donosi odluke o realnim parametrima koji mogu uključivati, ne samo demonstraciju znanja, već i trenutno raspoloženje učenika ili neke druge čimbenike ometanja pozadine koji mogu utjecati na sam proces učenja. Umjetna inteligencija doprinosi objektivnosti sadržaja koji se prenose učenicima jer se fokus preusmjerava s nastavnog materijala iz jednog izvora (npr. knjige), na višeslojne materijale koji nisu nužno „službeno“ odobreni (npr. Cloud). Također,

umjetne inteligencije osigurava da su odgojno obrazovni materijali dostupni odgojno obrazovnom kadru i studentima 24 sata dnevno. Osim toga, umjetna inteligencija čini virtualnu stvarnost integrativnom komponentom okruženja za odgoj i obrazovanje omogućavajući učenicima da gotovo realno osjete predmet učenja, čime se aktivira više interaktivno učenje. Učenici bolje uče o nečemu što im je bliže. Oni će više naučiti o onome što su vidjeli u svim dimenzijama, sa svih strana, nego gledajući 2D sliku u knjizi i čitajući slova. Digitalna tehnologija omogućava djeci da posjećuju mjesta na kojima nikad nisu bila, a o kojima moraju učiti, omogućava im eksperimente koje je nemoguće izvesti u učionici itd (Kharkovyna, 2018). Djeca s posebnim odgojno obrazovnim potrebama nisu u mogućnosti obrazovati se kao i djeca tipičnog razvoja. To su djeca koja su često uključena u izvannastavne programe u kojima se često susreću s alatima umjetne inteligencije. Pomoću umjetne inteligencije i korištenja istih tijekom redovnih odgojno obrazovnih programa djeci s posebnim odgojno obrazovnim potrebama pruža se gotovo ista mogućnost napredovanja i razvoja kao i kod djece tipičnog razvoja, navodi Lynch (2018). Pomoću alata za automatsko prevođenje, implementacija umjetna inteligencija također sužava i jezični jaz za strane učenike (Kharkovyna, 2018), što predstavlja još jednu u nizu prednosti korištenja umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju. Gledajući ove prednosti umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju, čini se da u tom pogledu nema ništa negativno. Ali se u literaturi navode i neka ograničenja umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju.

3.3.2. Ograničenja korištenja umjetne inteligencije u odgoju obrazovanju

Ograničenja korištenja umjetne inteligencije u odgoju obrazovanju mogu se grupirati u tehnička i netehnička ograničenja. Tehnička ograničenja proizlaze iz činjenice da se trenutni sustavi umjetne inteligencije temelje pretežno na unaprijed definiranim skupovima podataka i njihovim odnosima. Ograničenje proizlazi u slučaju ako skupovi podataka i njihovi odnosi nisu dobro predstavljeni. U tom slučaju, ne može se garantirati da će doći do optimalnog rješenja problema jer se algoritmi obično ne temelje na čistim metodama matematičkog programiranja. Što se tiče pitanja programiranja, u mnogim aspektima različitih sustava umjetne inteligencije nema konsenzusa, što se smatra optimalnom vrijednošću, navode Chowdhury i Sadek (2012). Povećana upotreba umjetne inteligencije zahtijeva razvijenu informacijsku, komunikacijsku i tehnološku infrastrukturu, što također može dovesti do velike potrošnje energije i materijalnih sredstava.

Kako je većina korisnika odgojno obrazovnog sustava ranjiva populacija (djeca),

ovisnost o korištenju suvremene tehnologije predstavlja ozbiljnu prijetnju (Gerhart, 2017). Implementacija umjetne inteligencije promiče intenzivnu uporabu alata umjetne inteligencije što može dovesti do ovisnosti. Ovisnost može rezultirati lošom akademskom uspješnošću, izbjegavanjem realnih socijalnih interakcija pa čak i povlačenjem u sebe i depresijom. Zamjenom odgojno obrazovnih djelatnika digitalnom tehnologijom djeci bi se ponudila sva potrebna znanja, a to bi moglo rezultirati nedostatkom osobne interakcije s pravim osobama. Odgojno obrazovni djelatnici ne nude samo neke jednostavne pakete znanja, oni nude osobne upute i podučavaju djecu vlastitim primjerom, navodi Kharkovyna (2018). Također, sposobnost djece da učenje pomoću virtualnog pomoćnika još uvijek nije dovoljno istražena. Nije poznato hoće li djeca, ako se vode svojim tempom, bez pravog učitelja, izgubiti motivaciju za učenje, a postavlja se i pitanje što bi ih moglo motivirati za nastavak učenja i pokušaj postizanja uspjeha (Kharkovyna, 2018). Ova ograničenja uvelike ovisi o fizičkoj manifestaciji sustava umjetne inteligencije. Virtualni agenti, koji su zapravo dosta rasprostranjeni oblik umjetne inteligencije u odgojno obrazovnom sustavu, softverski su sustavi instalirani na postojećim komercijalnim uređajima poput osobnih računala, tablet, pametnih telefona itd. Upotreba takvih uređaja može dovesti do paradoksa produktivnosti učeničkog angažmana, a ulaganje u umjetnu inteligenciju i informacijsko komunikacijsku tehnologiju također ne mora nužno poboljšati odgojno obrazovna postignuća učenika (Hikmet i sur. 2008, Peslak 2005). Jedno od rješenja tog problema mogao bi biti razvoj humanoidnih robota koji bi mogli ponuditi različite prednosti u odnosu na virtualne agente, kao npr. pogodniji su za podučavanje procesa koji zahtijevaju interakciju s fizičkim svijetom, fizički utjelovljeni sustav potiče društveni angažman i samim tim realnije učenje koje vodi do boljeg učinka i uspjeha učenika, navode Belpaeme i sur. (2018). Humanoidni roboti također mogu djelovati kao ljudski učitelji te, kako navode Kennedy i sur. (2014), mogu kontrolirati i zadržavati djetetovu pažnju tijekom rješavanja zadatka, postoji opasnost da će učenici izgubiti interes za proces učenja i uz kontrolu robota. Iako se zanimanja u odgojno obrazovnom sektoru ocjenjuju kao zanimanja za koji postoji niska razina rizika da će ta zanimanja biti zamijenjena suvremenim informatičkim rješenjima (Frey i Osborne, 2013), Kharkovyna (2018) navodi kako postoji velika zabrinutost da će široko uvođenje umjetne inteligencije u odgojno obrazovni sustav dovesti do povećane nezaposlenosti odgojno obrazovnih djelatnika. Odgoj i obrazovanje je jedna od najstarijih i najdugovječnijih ljudskih djelatnosti. U 2015. godini 5,7 milijuna ljudi

radilo je kao odgojno obrazovni djelatnici u Europskoj uniji. Zamjenom ljudi, a uvođenjem umjetne inteligencije u odgojno obrazovne ustanove, prema Kharkovyna (2018), postoji opasnost da bi se stopa nezaposlenosti povećala, što bi moglo dovesti do masovnih protesta i pobuna.

3.4. Alati umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju

Alati umjetne inteligencije koje je najjednostavnije koristiti u odgojno obrazovnim ustanovama su osobna računala, prijenosna računala, mobiteli i tableti, i druga digitalna tehnologija putem koje je moguće pristupiti različitim obrazovnim platformama i aplikacijama. U zadnje vrijeme posebno je popularno korištenje humanoidnih robota koji predstavljaju posrednike između djece i ostalih dionika odgojno obrazovnog procesa. Aplikacije se mogu skinuti na mobitele ili tablete s Android ili iOS platformi te nuditi i koristiti u odgojno obrazovnom radu s djecom. Navedene *online* platforme nude pregršt aplikacija za rad s djecom, a na odgojno obrazovnim djelatnicima je da odaberu one koje će biti najpogodnije za djecu s kojim rade. Kratki pregled najpopularnijih aplikacija, koje je moguće koristiti u radu s djecom, pružili su Rosenberg (2017) i Rooheart (2017), a u nastavku su ukratko opisane. Budući da se u radu s djecom u odgojno obrazovnim ustanovama često koriste vizualni rasporedi, postoje i aplikacije namijenjene planiranju dnevnog rasporeda. *ChoiceWorks* i *Visual Routine* su neke od njih. *ChoiceWorks* je aplikacija koja djeci pomaže da izvrše svoje svakodnevne rutine, da razumiju i kontroliraju svoje osjećaje te rime razvijaju strpljenje, da razvijaju svoju samostalnost i neovisnost, društveno prihvatljivo ponašanje i emocionalnu regulaciju. Omogućavaju im izradu vizualnog rasporeda sa slikama, riječima ili kombinacijom slika i riječi, a sve s ciljem omogućavanja predviđanja rutinskih postupaka i aktivnosti djeteta kako bi se dijete za njih moglo pripremiti za radnje koje slijede. Rosenberg (2017) smatra da je jedna od najboljih aplikacija za vježbanje fine motorike, a koja nudi terapijske vježbe ruku (ne igre) za poboljšanje fine motoričke sposobnosti *Dexterity*. Aktivnosti iz aplikacije u potpunosti koriste *multi-touch* sučelje radi ostvarivanja snage, kontrole i spretnosti djece. Prema istom autoru, najbolje aplikacije za stvaranje društvenih veza i kreiranja socijalnih interakcija su *Social Skill Builder* i *Hidden Curriculum for Kids*. *Social Skill Builder* je aplikacija s interaktivnim videozapisima koji potiču razvoj socijalnog mišljenja, jezika i ponašanja što uvelike djetetu olakšava svakodnevno funkcioniranje. Navedeno se postiže pomoću vježbi rješavanja problema, kritičkog mišljenja, vježbanjem životnih vještina, povezivanja ponašanja

s posljedicama, stvaranja prijateljskih odnosa i sl. *Hidden Curriculum for Kids* je aplikacija za djecu koja predstavlja podsjetnik za učenje nepisanih društvenih pravila s kojima se djeca svakodnevno susreću, a mogu uzrokovati zbunjenost i anksioznost kod njih. *Proloquo2Go* je aplikacija koja pomaže djeci kod usvajanja komunikacijskih vještina. Glavni cilj aplikacije je pružiti glas djeci s govornim teškoćama, a sama aplikacija je fleksibilna i prilagodljiva te omogućava odabir između niza realističnih naglaska za djecu koji odgovaraju njihovom "unutarnjem glasu". *TalkTablet* je aplikacija koja nudi augmentativno i alternativno rješenje za komunikaciju za djecu koja imaju govornih teškoća radi poremećaja iz spektra autizma, cerebralne paralize, Down sindroma, apraksije, afazije, traumatičnih ozljeda mozga ili iz drugih razloga imaju komunikacijskih teškoća. *Learning with Rufus* predstavlja niz aplikacija za tablete, a pomoćno su sredstvo za razvoj kognitivnih vještina. Jedna u nizu aplikacija je aplikacija *Feelings and emotions* koja je vrlo korisna za djecu koja imaju teškoće u prepoznavanju izraza lica i emocija. Aplikacija *Boys and girls* je pogodna za djecu koja imaju teškoća u razdvajanju muških i ženskih lica i zbunjuju se netipičnim osobinama istih. Aplikacija *Categories* uvodi oblike, boje i veličine, dok aplikacija *Numbers* pomaže u učenju brojanja i uspoređivanja količina.

Danas postoji velik broj humanoidnih robota, koji su kreirani da bi pomogli djeci kako bi ona osjećala manje prepreka kod stvaranja socijalnih veza i, samim time, više se upuštala u socijalne interakcije. Uz robote se nastoji potaknuti djecu na pokazivanje emocija, izražavanje empatije, kontroliranje reakcija i ponašanja u društvenim situacijama, samo-motivaciju i na usvajanje drugih vještina i sposobnosti važnih za razvoj socijalnih odnosa. Jedan od najpoznatijih robota koji se koristi u odgojno obrazovnom radu s djecom je Milo. Prema Fleming (2019), Milo održava lekcije koje aktiviraju glas s ciljem da se poboljšaju komunikacijske, socijalne i emocionalne vještine djece, a posebno djece s poremećajima iz spektra autizma. Zajedno s odgojno obrazovnim djelatnikom, djeca prolaze kroz različite module poput prepoznavanja emocija i izražavanja empatije sljedeći robotove verbalne upute i crte lica. U tijeku seanse, Milo može mijenjati izraze lica, a glava i tijelo, koji su kreirani da Milo izgleda poput dječaka, okrenut će se s boka na stranu, a ponekad će i plesati u znak potvrde ispravnih odgovora (Fleming, 2019). Nao je robot visok 60-ak cm. Može hodati, razgovarati, plesati i angažirati djecu u brojnim aktivnostima kojima se potiče usavršavanje njihovih sposobnosti čitanja izraza lica i održavanja odgovarajućeg kontakta s očima (Thompson, 2018). Njegova uloga je pomoći djeci

da premoste jaz između svijeta tehnologije i društvenog svijeta čovječanstva. QTrobot je polu-humanoidni društveni robot koji je kreiran kako bi povećao aktivnost djece, privlačeći njihovu pažnju te ih naučio novim životnim vještinama. Qrobot generalno ima cilj omogućiti inkluziju djece s TUR u društvo, a konkretni cilj mu je povećati mogućnosti učenja djece te razvoj njihovih socijalnih i komunikacijskih vještina (Cloy, 2018).

Budući da je svijet suočen s eksplozivnim razvojem suvremene tehnologije koju je nemoguće izbjeći i u odgojno obrazovnim sustavima, u svijetu se provode različiti projekti kojima je cilj potaknuti odgojno obrazovne djelatnike i djecu na ispravno i svrsihovito korištenje alata umjetne inteligencije. Jedan od tih projekata je BOTSTEM. BOTSTEM je projekt financiran od strane Europske komisije, kroz program Erasmus +, a cilj mu je potaknuti suradničko učenje temeljeno na istraživanjima i robotiziranom obrazovanju. Rezultati projekta posebno su usmjereni na pružanje stručnih usavršavanja odgojno-obrazovnih djelatnika koji rade s djecom u dobi između 4 i 8 godina, s materijalima utemeljenim na istraživanjima i najboljim praksama koje koriste znanost, tehnologiju, inženjerstvo, matematiku (STEM) i robote, zasnovane na pristupu učenja kodova, a za poboljšanje znanstvene pismenosti djece s TUR (Greca i sur, 2019). EDUROB (Obrazovna robotika za djecu s teškoćama u učenju) je program cjeloživotnog učenja koji je pokrenula Europska komisija kojem je cilj istražiti može li se kognitivni razvoj poboljšati sredstvima posredničkog učenja pomoću robota. EDUROB predlaže interventni model za poticanje kognitivnih procesa djece s TUR, istovremeno se baveći drugim vještinama, koristeći prednosti koje nudi robotika svojom privlačnom prirodom¹. *Zyrobotics* i *iTherapy* su online platforme koja nude različite aktivnosti za djecu s TUR koje su zabavne za korištenje, edukativne i dizajnirane da odgovore na potrebe sve djece.

¹ <http://www.at4inclusion.org/en/english-i-progetti-in-corso/edurob/>

4. PERSPEKTIVE KORIŠTENJA UMJETNE INTELIGENCIJE U ODGOJU I OBRAZOVANJU U BUDUĆNOSTI

Trenutna ograničenja suvremene tehnologije sprječavaju umjetnu inteligenciju da zamijeni stvarne odgojno obrazovne djelatnike, ali istraživanje i razvoj na području robotike i umjetne inteligencije ističu da je takva budućnost moguća, ako ne i neposredna. Naprimjer, Saudijska Arabija je prva zemlja koja je uvela državljanstvo za robote (Griffin, 2017). Nadalje, 2015. godine SoftBank Robotics omogućio je komercijalno korištenje prvog društvenog humanoidnog robota, a to je samo jedan korak dalje prema razvoju robota koji imaju potencijal da postanu romantični partneri, što je tehnološki daleko složeniji zadatak od razvoja robota učitelja, navodi Sullins (2012). Nedavni napredak u neinvazivnim sučeljima mozga, računala i umjetne inteligencije, otvaraju nove mogućnosti za preispitivanje uloge odgojno obrazovnih djelatnika ili za poduzimanje koraka prema zamjeni odgojno obrazovnih djelatnika robotima, virtualnim „učiteljima“ (Bayne, 2015, Botrel i sur. 2015). Prema Popenici i Kerr (2017), ovo važno raskrižje zahtijeva pažljivo razmatranje i analizu s akademske perspektive jer postoji tendencija da se tehnološki napredak promatra kao opreka staromodnim, tradicionalnim odgojno obrazovnim praksama. S napretkom tehnologije mijenjaju se i odgojno obrazovni ciljevi te se, u skladu s tim, mora mijenjati i cjelokupni odgojno obrazovni proces. Budućnost odgoja i obrazovanja zaista je suštinski povezana s razvojem novih tehnologija i računalnim kapacitetima novih inteligentnih strojeva.

Postojeći odgojno obrazovni sustav nije usklađen sa "stvarnim svijetom" gdje su suvremene tehnologije drastično promijenile način na koji živimo i radimo, čineći tradicionalni odgojno obrazovni sustav ostatkom prošlosti (Zovko, 2016). Tradicionalni odgojno obrazovni sustav temeljio se na nacionalnim odgojno obrazovnim programima, formalnim sadržajima i ocjenama. Inzistiralo se na podučavanju teorije, a time je malo prostora ostavljeno za iskustveno i konstruktivističko učenje. Danas je učenike potrebno odgajati i obrazovati za usvajanje novih vještina, a ne za usvajanje više informacija. Djeca postaju subjekti vlastitog odgoja i obrazovanja. Takvo razumijevanje djece podrazumijeva mogućnost njihovog aktivnog sudjelovanja u njihovom osobnom razvoju. Zbog toga se danas izraz „kvaliteta“ u odgoju i obrazovanju razlikuje od izraza „kvaliteta“ koji se koristio u tradicionalnim odgojno obrazovnim sustavima (Horn i Staker, 2015).

Jedan od najvećih izazova u odgoju i obrazovanju je prepoznati da građani 21. stoljeća zahtijevaju različite vještine nego građani ranijih stoljeća. Prema Pellegrino i

Hilton (2012), vještine 21. stoljeća uključuju kognitivne vještine (ne-rutinsko rješavanje problema, sistemsko mišljenje i kritičko razmišljanje), međuljudske vještine (u rasponu od aktivnog slušanja, prezentacijskih vještina, rješavanja sukoba) i intrapersonalne vještine (općenito) grupirani pod osobnim osobinama prilagodljivosti i samoupravljanja / samorazvoja). Ove su vještine od vitalnog značaja za ljude koji će se odvažiti i imati važnije uloge na budućem radnom mjestu. Zbog toga je važno da djeca, kroz odgoj i obrazovanje, steknu ranije spomenute vještine. Da bi to bilo izvedivo, svakako je potrebno redefinirati postojeće kurikulume, navodi Keng (2018). U najmanju ruku, prema Woolf (2015), djecu treba naučiti kako ispravno koristiti alate umjetne inteligencije, kako učiti iz njih, procjenjivati informacije koje ona pruža, pametno ih koristiti i u odgojno obrazovne svrhe. Uz to, vrlo je izgledno da će djeca aktivno koristiti alate umjetne inteligencije u svim segmentima u svojim životima, stoga bi trebali, prema Glass (2018), biti u stanju razumjeti kakav će utjecaj imati suvremena tehnologija na društvo, posebno zato što će budućim radom dominirati tehnologija koji ima društvenu obavezu da postigne pozitivne promjene u što većoj mjeri. Glavni odgovor leži u poboljšanim i proširenim kompetencijama djece, budućih učenika. Tijekom školovanja djeca će morati biti kreativnija, okretnija i sposobnija za učenje u skupinama. Morat će se osloniti na učenje kako učiti, a ne toliko na ono što naučiti. Sadržaj više nije toliko važan, koliko je sam način na koji će se nešto novo naučiti. Ključne značajke uključuju vještine kritičkog mišljenja, kreativnost, suradnju, meta-spoznavu i motivaciju kao glavne vještine za usvajanje novih načina učenja. Zato je za odgojno obrazovne institucije i odgoj i obrazovanje općenito, nužnije nego ikada, poticati cjeloživotno učenje i stvarati kulturu visokih očekivanja za svu djecu (Wing, 2017). Zbog sve veće potražnje za razvojem novih vještina, umjetna inteligencija će postati neizbježni čimbenik uspješnog odgoja i obrazovanja, što daje potencijal razvoju cjeloživotnih osobnih mentora i partnera za učenje pojedincima, a što je posebno važno za cjeloživotno učenje općenito.

Od odgojno obrazovnih djelatnika, zahtjevan tehnološki napredak i potencijalna „prijetnja“ umjetne inteligencije postojećem odgojno obrazovnom sustavu, zahtijevaju brzu reviziju onoga što se podučava i kako je to predstavljeno, kako bi se iskoristilo evoluirajuće znanje (Woolf, 2015). Zbog toga se njihova uloga, pa i njihovo obrazovanje, drastično mijenja. Woolf (2013) navodi da zajednice istraživača nude jasne tragove za daljnjim usavršavanjem pojedinih podučavanja u internetskim okruženjima, no da također zahtijevaju puno dublje znanje o ljudskoj

spoznaji, uključujući dramatično učinkovitije konstruktivističke i aktivne strategije poučavanja. Dakle, da bi odgovorile na izazove koje predstavljaju disruptivne tehnologije, odgojno obrazovne institucije moraju redefinirati sve što nude i promijeniti način prezentacije i prijenosa odgojno obrazovnih sadržaja, odnosno redefinirati svoje odgojno obrazovne procese općenito (Zovko, 2016). Zbog toga, na polju odgoja i obrazovanja, poboljšanje sustava umjetne inteligencije mora biti otvoreno za nove mogućnosti i izazove za sam čim podučavanja i učenja, s potencijalom za temeljnom promjenom upravljanja i unutarnje arhitekture odgojno obrazovnih ustanova (Popenici i Kerr, 2017).

5. RASPRAVA

Koliko je zaista neophodno uvođenje i korištenje umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju vidljivo je posebno u ovim izvanrednim okolnostima nastalima pojavom Covid-19 virusa. Zbog zabrane socijalnih kontakata i interakcija, učenici i studenti bili su primorani koristiti alate umjetne inteligencije u svrhu svog daljnjeg obrazovanja. Nastava se odvijala na daljinu putem TV prijammnika, računala, tableta, mobitela, preko različitih online platformi, a komunikacija s odgojno obrazovnim djelatnicima se provodila uglavnom online, putem elektroničke pošte, različitih aplikacija i chat platformi. Bio je ovo veliki izazov za cjelokupni odgojno obrazovni sustav, od učenika i studenata, do nastavnika i stručnih suradnika u odgojno obrazovnim ustanovama. Cjelokupni proces nastave na daljinu, zasigurno je olakšala činjenica da se od 2019. godine u Republici Hrvatskoj provodi eksperimentalni program “Škola za život”, u sklopu kojeg su napravljene i platforme “e-Škola” i “Loomen”, a u koji je uključeno 80 osnovnih i srednjih škola s područja Republike Hrvatske koje uključuju više od 8000 učenika i 2000 učitelja.

„Škola za život“ je pilot projekt čiji je cilj povećati i dodatno razviti digitalne kompetencije učenika². Glavni pothvat ovog projekta bio je opskrbiti škole suvremenom digitalnom tehnologijom, odnosno alatima umjetne inteligencije, čime se postepeno nastojala postići digitalizacija odgojno obrazovnog sustava. To se prvenstveno odnosilo na uvođenje što je moguće brže i kvalitetnije internetske veze i opremanje škola tabletima i računalima. Tableti su osigurani za korištenje učenicima, nastavnicima, stručnim suradnicima i ravnateljima, a sva sredstva za opremu za učenike i odgojno obrazovne djelatnike osigurana su preko europskih fondova. Odgojno obrazovni djelatnici i učenici se redovno putem online platformi “e-škola” i “Loomen” educiraju za sve digitalne alate, sustave i aplikacije. Sustavno i redovito korištenje najmodernije tehnologije u učenju i poučavanju, adekvatna infrastruktura i računalna oprema u svim školama u Hrvatskoj kao i brojni razvijeni digitalni obrazovni sadržaji i e-usluge za nastavne i poslovne procese te niz edukacija za razvoj digitalnih kompetencija školskih djelatnika – samo su neke od prednosti koje donosi program “e-Škole”³. Opći cilj programa “e-Škole” pridonosi jačanju kapaciteta osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovnog sustava s ciljem osposobljavanja učenika za tržište rada, daljnjeg školovanja i cjeloživotnog učenje, navedeno je na poveznici. Neki od specifičnih ciljeva programa e-Škole su: osigurati svrhovitu, pouzdanu i sigurnu IKT okolinu prilagođenu potrebama škola u Republici

² <https://skolazazivot.hr/o-projektu>

³ <https://www.e-skole.hr/program-e-skole/>

Hrvatskoj, unaprijediti digitalne kompetencije učenika i odgojno obrazovnih djelatnika te unaprijediti strateško vodstvo škola za podizanje digitalne zrelosti škole općenito. Odgojno obrazovni djelatnici koriste alate umjetne inteligencije u odgojno obrazovnom radu kako bi unaprijedili nastavu, smišljali vlastite digitalne sadržaje te pružali podršku samostalnom učenju i razvoju kritičkih vještina kod učenika koji su u središtu odgojno obrazovnog procesa. Tako, učenici aktivno sudjeluju u nastavi, a njihova motivacija za učenje i nastavak obrazovanja raste.

Osim putem platforme “e-Škole”, digitalno obrazovanje odgojno obrazovnih djelatnika provodi se i putem platforme “Loomen”. Loomen je platforma za učenje na daljinu, koja omogućuje otvaranje i pohađanje online tečajeva, komunikaciju, prezentaciju sadržaja, provjeru znanja, predaju i kontrolu zadaća te pregled sudjelovanja⁴. Na njemu se nalaze virtualne učionice, kvizovi, pripreme, testovi, edukacije, zadaci koje učitelji moraju ispuniti i druge aktivnosti vezane za odgoj i obrazovanje. Problem se javlja kada odgojno obrazovni djelatnici nisu dovoljno educirani za provođenje nastave online, kada korištenje suvremene tehnologije kod njih izaziva otpor. To i nije tako rijedak slučaj budući da je dosta odgojno obrazovnih djelatnika još usmjerena tradicionalnim metodama nastave, a malo njih koristi alate umjetne inteligencije u svome radu (Delić, 2018; Horvat, 2014). Zato je potrebno raditi na educiranju odgojno obrazovnih djelatnika i motivirati ih da, koristeći alate umjetne inteligencije u svome radu, uvide njihove prednosti te da ih nauče koristiti tako da nastavu učine zanimljivom, atraktivnom i bliskom današnjim učenicima. U tu svrhu kreirane su danas različite online platforme koje su usmjerene digitalnom osposobljavanju odgojno obrazovnog kadra. Najveća europska mreža za nastavnike, eTwinning, nudi kvalitetno okruženje u kojem odgojno obrazovni djelatnici mogu surađivati s kolegama iz drugih zemalja te učiti o novim načinima korištenja IKT-a u nastavi⁵. Umrežavanje i potpora stručnjaka istog područja mogu odgojno obrazovnim djelatnicima pomoći da prihvate suvremene metode nastave i otvore se njihovim mogućnostima. U studiji eTwinninga provedenoj 2015. godine, navodi se da preko polovice ispitanih odgojno obrazovnih djelatnika smatra da je učinak eTwinninga dobar ili barem osrednji. Posebno je zanimljiva činjenica da je jako veliki postotak (preko 70%) ispitanika navelo kako je su uz eTwinning postiglo porast svojih digitalnih praksi u području podučavanja i učenja, kao što su pohađanje internetskih tečajeva, zajedničke izrade materijala s učenicima, korištenje društvenih mreža zajedno s učenicima i slično. Ovakvi rezultati su svakako izvrstan pokazatelj kako

⁴ <https://www.carnet.hr/usluga/loomen/>

⁵ https://www.etwinning.net/eun-files/eTwinningreport_EN.pdf

svakako ima mjesta za napredak i usavršavanje odgojno obrazovnih djelatnika za razvoj suvremene digitalne prakse.

Također je potrebno i spomenuti alat, imenom "SELFIE" (samoprocjena učinkovitosti učenja poticanjem inovacija kroz obrazovne tehnologije/ Self-reflection on Effective Learning by Fostering Innovation through Educational technology). Riječ je o besplatnom internetskom alatu koji je Europska Unija kreirala za škole, a koji pomaže odgojno obrazovnim djelatnicima procijeniti kako upotrebljavaju tehnologiju za poučavanje i učenje i kako se u tome poboljšati⁶. "SELFIE" sada broji preko 500 000 korisnika, a najviše pomaže u raspravama među odgojno obrazovnim kadrom i učenicima o što boljoj primjeni novih tehnologija u poučavanju i učenju te doprinosi njihovim digitalnim vještinama. Škole tako mogu utvrditi u kojoj su fazi vlastitog digitalnog napretka svojih odgojno obrazovnih djelatnika i planirati sljedeće korake u smjeru digitalizacije odgojno obrazovnog kadra.

U doba kada se u velikom broju javljaju različiti alati umjetne inteligencije, odgojno obrazovne ustanove trebaju iskoristiti sve što se nudi i omogućiti svojim zaposlenicima da se educiraju i usavršavaju svoje digitalne kompetencije kako bi bili u trendu suvremenog svijeta u kojem umjetna inteligencija zauzima visoko mjesto. Sve je više izgledno kako u budućnosti neće biti moguće izbjeći korištenje umjetne inteligencije u odgoju i obrazovanju, a čemu svjedoči i imperativ Europske komisije, koja je, u svrhu digitalne izobrazbe, izradila Europski okvir za digitalne kompetencije za građane. Europski okvir za digitalne kompetencije za građane (DigComp) je podijeljen u pet područja: informacijska i podatkovna pismenost; komunikacija i suradnja; stvaranje digitalnog sadržaja; sigurnost; i rješavanje problema, a u njemu se navodi da postoji ukupno 21 kompetencija koju bi svaki građanin trebao posjedovati kako bi usavršio svoju digitalnu kompetenciju⁷. Slijedom navedenog možemo zaključiti kako je digitalno usavršavanje odgojno obrazovnih djelatnika neizbježno, a najbolji primjer toga je upravo neizostavna potreba organiziranja nastave na daljinu u doba kada realizacija klasične nastave nije bila moguća. Odgojno obrazovni djelatnici bili su stavljeni u poziciju u kojoj su se morali snalaziti na različite načine kako bi se nastava i odgojno obrazovni proces nesmetano odvijao i kako djeca ne bi bila zakinuta za pravo na obrazovanje. Može se reći da je izvanredna situacija uzrokovana Covid-19 virusom bila prekretnica u tradicionalnom odgoju i obrazovanju i znak da se odgojno obrazovni sustavi svakako trebaju okrenuti modernim tehnologijama umjetne inteligencije.

⁶ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hr/IP_19_6144

⁷ <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp>

Disruptivne tehnologije kao što su virtualno učenje, mobilne tehnologije, proširena stvarnost i veliki podaci i dr., radikalno transformiraju sve industrije uključujući obrazovanje. Potrebno je poznavati disruptivne tehnologije školskih i drugih odgojno obrazovnih tijela kako bi se one koristile i pravilno primijenile, iskorištavajući njihove prednosti i doprinose. Treba uzeti u obzir to da one nisu same sebi cilj, već sredstvo za prenošenje naučenog i kako bi se nastava učinila suvremenom i učinkovitijom. Učinkovitost tih tehnologija u procesu poučavanja i učenja još uvijek nije u potpunosti iskorištena. Odgojno obrazovni djelatnici se tek počinju intenzivnije raditi s alatima umjetne inteligencije jer svojom integracijom u odgojno obrazovni sustav, ona postaje neizostavni dio odgojno obrazovnog procesa u svim njegovim sferama. Disruptivne tehnologije pružaju mogućnost osiguravanja modernog obrazovanja onima koji ne mogu učiti u tradicionalnim obrazovnim ustanovama zbog problema s rasporedom. Web-bazirani softver omogućava prijavu za usluge obrazovne organizacije i učenja bez napuštanja vlastite kuće. Platforme za suradnju temeljene na *chatu* poboljšavaju interakciju učenika s odgojno obrazovnim djelatnicima. Obrazovanje utemeljeno na kompetencijama omogućava kreiranje obrazovnih programa u skladu s individualnim mogućnostima određenog učenika. Takve tehnologije poput umjetne inteligencije tek se počinju primjenjivati u obrazovanju, ali njihov potencijal daje osnovu za nadu u velike izglede.

6. ZAKLJUČAK

Postojeći odgojno obrazovni sustavi u cijelom svijetu inertni su za promjene globalnog okruženja. Tradicionalni oblici odgoja i obrazovanja i dalje su dominantni iako ih nove tehnologije i društveni trendovi sve više izazivaju. Velika većina tradicionalno nastrojenih odgojno obrazovnih djelatnika su zapravo karike koje kočite put ka suvremenom obrazovanju u kojem će se koristiti alati umjetne inteligencije. Stoga, kada se govori o uvođenju umjetne inteligencije u odgojno obrazovni sustav, prije svega treba raditi na obrazovanju odgojno obrazovnog kadra koji će alate u umjetne inteligencije djeci prezentirati i naučiti ih da ih koriste na odgovarajući način, u ispravne svrhe. Alati umjetne inteligencije u tradicionalnu nastavu donose pregršt inovacija koje je potrebno postepeno implementirati u postojeći odgojno obrazovni sustav. Upravo Luckin i Holmes. (2016) predviđaju da će u sljedećih 15 godina većina novih radnih mjesta biti više kognitivno zahtjevnija te da će se naglasak staviti na socijalne vještine, što će posljedično dovesti do stvaranja društva koje uči. Prednosti uvođenja umjetne inteligencije su, naprem njezinih ograničenja, a mnogobrojnije te na njih treba gledati kao na priliku koju je potrebno iskoristiti kako bi se sam odgojno obrazovni sustav osuvremenio i kako bi se olakšalo odgojno obrazovnim djelatnicima, tako da štede vrijeme na zadacima koje za njih može obavljati umjetna inteligencija, a da dobiveno vrijeme iskoriste za usavršavanje svojih vještina pomoću kojih će djeci prenositi znanje. Za sada umjetna tehnologija ne prijeti istrebljivanjem odgojno obrazovnih djelatnika, no brzim napretkom u istraživanju i razvoju suvremene tehnologije, može se očekivati da će se njihova uloga transformirati iz učitelja i distributera znanja u facilitatore razvoja i stjecanja znanja. Zato treba svakodnevno pratiti i biti u tijeku s novim tehnologijama i učiti koristiti njihove prednosti i mogućnosti koje nudi u svrhu suvremenizacije odgojno obrazovnog sustava.

LITERATURA:

- Abel, R. (2013). *What is Disruptive Innovation in Education?* IMS Global. URL: <https://www.imsglobal.org/article/what-disruptive-innovation-education> (pristup: 06.04.2020.)
- Arnett, T. (2017). Is disruptive innovation driving K-12 privatization?. *Christensen institute*. URL: <https://www.christenseninstitute.org/blog/disruptive-innovation-driving-k-12-privatization/> (pristup: 07.04.2020.)
- Assistive technology for inclusion: Edurob. URL: <http://www.at4inclusion.org/en/english-i-progetti-in-corso/edurob/> (pristup: 14.02.2020.)
- Becker, B. (2017). Artificial Intelligence in Education: What is it, Where is it Now, Where is it Going?. *Ireland's Yearbook of Education 2017-2018*, 42-46.
- Bayne, S. (2015). Teacherbot: interventions in automated teaching. *Teaching in Higher Education*, 20(4), 455-467.
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., Tanaka, F. (2018). Social robots for education. The review: *Science Robotics*. 3, 1-9.
- Botrel, L., Holz, E.M., Kübler, A. (2015). Brain painting V2: evaluation of P300-based brain-computer interface for creative expression by an end-user following the user-centered design. *Brain-Computer Interfaces*, 2(2-3). 1-15
- Bower, J.L, Christensen, C.M. (1995). Disruptive Technologies: Catching the Wave. *Harvard Business Review*. 1-2, 43-53.
- Carnet: CARNET Loomen. URL: <https://www.carnet.hr/usluga/loomen/> (pristup: 16.05.2020.)
- Chowdhury, M., Sadek, A.W., (2012). Advantages and limitations of artificial intelligence. *Artificial Intelligence Applications to Critical Transportation Issues*. 6-8.
- Christensen, C.M., McDonald, R., Altman, E. J., Palmer, J. E. (2018). Disruptive Innovation: An Intellectual History and Directions for Future Research. *Journal of management studies*. 55(7), 1043-1078.
- Cloy, E. (2019). Robot-Assisted Therapy for Autistic Children. *Washington autism advocacy*. URL: https://www.washingtonautismadvocacy.org/updates/2018/08/27/socially_assistive_robots_help_in_the_therapy_for_autistic_children/ (pristup: 14.05.2020.)

- Copeland, B.J. (2018). Artificial intelligence. *Encyclopædia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> (pristup: 13.04.2020.)
- Dan, A. (2012). Kodak Failed By Asking The Wrong Marketing Question. *Forbes*. URL: <https://www.forbes.com/sites/avidan/2012/01/23/kodak-failed-by-asking-the-wrong-marketing-question/#606dfcf3d470> (pristup: 20.04.2020.)
- Delić, A. (2018). *Digitalna kompetencija u dječjim vrtićima*. Neobjavljen diplomski rad. Osijek: Fakultet za odgojno obrazovne znanosti
- Dey, A. (2016). Machine Learning Algorithms: A Review. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 3, 1174-1179.
- Epson, (2017). Uncover the truth behind europe's technology trepidation. URL: http://my.epson.co.kr/brand/d_hcps/pdf/7.pdf (pristup: 03.04.2020.)
- EU Science Hub: DigComp. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp> (pristup: 15.05.2020.)
- Europska komisija: Poučavanje i učenje u digitalnom dobu: 450 000 učenika i nastavnika upotrebljava SELFIE, alat EU-a za škole. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/hr/IP_19_6144 (pristup: 15.05.2020.)
- e-Škole: Program e-Škole. URL: <https://www.e-skole.hr/program-e-skole/> (pristup: 16.05.2020.)
- eTwinning: eTwinning Ten Years On. URL: https://www.etwinning.net/eun-files/eTwinningreport_EN.pdf (pristup: 15.05.2020.)
- Fleming, N. (2019). Can a Robot Help Autistic Children Connect?. *Edutopia*. URL: <https://www.edutopia.org/article/can-robot-help-autistic-children-connect> (pristup: 14.05.2020.)
- Frasson, C, Gautier, G. 1990. *Intelligent Tutoring Systems: At the Crossroad of Artificial Intelligence*, New Yearsy: Ablex Publishing Corporation.
- Frey, C.B., Osborne, M.A. (2013). The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?. *Technological Forecasting and Social Change*. URL: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf (pristup: 06.04.2020.)
- Gerhart, N. (2017). Technology addiction: How social network sites impact our lives. *Informing Science: the International Journal of an Emerging Transdiscipline*, 20, 179-194.

- Ghahramani, Z. (2003). Unsupervised Learning. *Machine Learning*.72-112.
- Glass, S. (2018). Why Universities Need To Prepare Students For The New AI World. *Forbes*. URL: <https://www.forbes.com/sites/stephanieglass/2018/07/24/why-universities-need-to-prepare-students-for-the-new-ai-world/#34d906fc6bc8> (pristup: 06.05.2020.)
- Greca, I. M., García Terceño, E. M., RedforsShow, A., Fridberg, M. (2019). *Robotics and STEM education for 4-8 y.o children and primary schools*. Poster edited by Beatriz VALLINA, K-veloce I+D+i and University of ValenciaAn
- Griffin, A. (2017). Saudi Arabia grants citizenship to a robot for the first time ever. *Independent*. URL: <https://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/news/saudi-arabia-robot-sophia-citizenship-android-riyadh-citizen-passport-future-a8021601.html> (pristup: 07.05.2020.)
- Hikmet, N., Taylor, E.Z., Davis, C.J. (2018). The Student Productivity Paradox: Technology Mediated Learning in Schools. *Communications of the ACM*, 51(9), 128-131.
- Horn, M. B., Staker, H. (2015). *Blended: Using Disruptive Innovation to Improve Schools*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Horvat, L. (2014). *Uporaba potpomognute komunikacije kod različitih profila stručnjaka u Republici Hrvatskoj*. Neobjavljan diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet
- Keng, S. (2018). Education in the Age of Artificial Intelligence: How Will Technology Shape Learning?. *The global ANALYST*. 22-24.
- Kennedy J., Baxter P., Belpaeme T. (2015). Comparing Robot Embodiments in a Guided Discovery Learning Interaction with Children, *T. Int J of Soc Robotics*. 7, 293-308.
- Kharkovyna, O. (2018). 10 Pros And Cons Of AI In Education. *Medium*. URL: https://medium.com/@oleksii_kh/10-pros-and-cons-of-ai-in-education-c7c1b69a89b2 (pristup: 06.04.2020.)
- Leigh, M, Goldrick, T. (2017). The Top 5 Disruptive Technologies In Higher Ed. *ECampus news*. URL: <https://www.ecampusnews.com/2017/06/05/disruptive-technologies-higher-ed/?all> (pristup: 26.04.2020.)
- Levin, D. (2017). How Artificial Intelligence Can Help Us Solve the 33-Year-Old “Two-Sigma Problem. *Huffpost*. URL: https://www.huffingtonpost.com/entry/how-artificial-intelligence-can-help-us-solve-the-33_us_59c2a862e4b0be1b32c1965a (pristup: 18.04.2020.)

- Lu, J.J, Haris. L.A. (2018). Artificial Intelligence (AI) and Education. *Congressional Research Service*, URL: <https://fas.org/sgp/crs/misc/IF10937.pdf> (pristup: 02.05.2020.)
- Luckin, R, W. Holmes. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument For AI In Education*. London: UCL Knowledge Lab, University College.
- Lynch, M. (2018). 7 roles for artificial intelligence in education. *The tech advocate*. URL: <https://www.thetechadvocate.org/7-roles-for-artificial-intelligence-in-education/> (pristup: 16.04.2020.)
- Marr, B. (2017). What Is The Difference Between Artificial Intelligence And Machine Learning?. *Forbes*. URL: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/12/06/what-is-the-difference-between-artificial-intelligence-and-machine-learning/#38d559612742> (pristup: 16.04.2020.)
- Pellegrino, J., M. Hilton, (2012). *Education for life and work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington: The national academies press.
- Peslak, A. (2005). The Educational Productivity Paradox. *Communications of The Acm*, 48(10), 111-114.
- Peterson, W. D. (1990). *Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems*. New Jersey: Prentice Hall.
- Popenici, S., Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificialintelligence on teaching and learning inhigher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12, 17-30.
- Rooheart, J. (2017). 7 Apps for Working with Special Needs Students. *Getting Smart*. URL: <https://www.gettingsmart.com/2017/01/7-apps-for-working-with-special-needs-students/> (pristup: 14.05.2020.)
- Rose, J. (2012). How to break free of our 19th century factory model education system. *The Atlantic*. URL: <https://www.theatlantic.com/business/archive/2012/05/how-to-break-free-of-our-19th-century-factory-model-education-system/256881/> (pristup: 13.04.2020.)
- Rosenberg, J. Z. (2017). 22 Best Mobile Apps for Kids with Special Needs. *Care*. URL: <https://www.care.com/c/stories/6621/22-best-mobile-apps-for-kids-with-special-nee/amp/> (pristup: 14.05.2020.)

- Sagenmüller, I. (2017). 4 Disruptive Education Technologies Poised to Change Higher Learning. *U-Planner*. URL: <https://www.u-planner.com/blog/disruptive-education-technologies-poised-to-change-higher-learning> (pristup: 20.04.2020.)
- Self, J. (1998). The Defining Characteristics of Intelligent Tutoring Systems Research: ITSs Care, Precisely. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 350-364.
- Utermohlen, K. (2018). 4 ways AI is changing the education industry. *Towards Data Science*. URL: <https://towardsdatascience.com/4-ways-ai-is-changing-the-education-industry-b473c5d2c706> (pristup: 16.04.2020.)
- School education gateway: Digitalna kompetencija: ključna vještina nastavnika i učenika u 21. stoljeću. URL: <https://www.schooleducationgateway.eu/hr/pub/resources/tutorials/digital-competence-the-vital-.htm> (pristup: 14.05.2020.)
- Sullins, J.P. (2012). Robots, Love, and Sex: The Ethics of Building a Love Machine. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 3(4), 398-409.
- Škola za život: O projektu. URL: <https://skolazazivot.hr/o-projektu/> (pristup: 16.05.2020.)
- Thompson, D. (2018). Meet Nao, the Robot That Helps Kids With Autism. *WebMD*. URL: <https://www.webmd.com/brain/autism/news/20180509/meet-nao-the-robot-that-helps-kids-with-autism#1> (pristup: 14.05.2020.)
- Walsh, Toby. (2017). *Android Dreams: The Past, Present and Future of Artificial Intelligence*. London: Hurst and company.
- Wing, J.M. (2017). A Conversation About Computational Thinking. U: Loble, L., Creenaune, T., Hayes, J. (ur.), *Future Frontiers: Education for an AI World* (str. 127-140). Melbourne: Melbourne University Press.
- Woolf, B. (2015). AI and Education: Celebrating 30 years of Marriage. *AIED Workshop Proceedings*, 4, 38-47.
- Woolf, B. (2013). AI Grand Challenges for Education. *AI Magazine*, 34(4), 66-83.
- Zovko, V. (2016). ICT-Enabled Education – Need for Paradigm Shift. *Croatian Journal of Education*, 18 (2), 145-155.

Izjava o izvornosti diplomskog rada

Izjavljujem da je moj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Monika Gudlin