

Kornelija Mrnjaus*, Sofija Vrcelj*, Siniša Kušić*

Umjetna inteligencija i obrazovanje: suparnici ili saveznici?

SAŽETAK

Sposobnost stroja da demonstrira određenu razinu inteligencije i obavlja funkcije koje zahtijevaju ljudske sposobnosti navodi se kao ključno obilježje umjetne inteligencije. Trenutačno se umjetna inteligencija razvija i širi velikom brzinom s tendencijom mijenjanja načina na koje se uči i podučava. Primjena umjetne inteligencije u obrazovanju može se pratiti od uporabe računala, što znači da ima razmjerno dugu povijest. U obrazovnim se institucijama primjenjuje na različite načine, kao što su automatizacija administrativnih procesa i zadataka, razvoj kurikula i obrazovnih materijala te za potrebe unaprjeđivanja podučavanja i olakšavanja procesa učenja. Razvojem tehnologije i jačom procesnom moći računala posljednjih nekoliko godina, umjetna se inteligencija počinje razvijati nevjerojatnom brzinom. Unatoč tome, u nacionalnom kontekstu tek je nekoliko objavljenih radova o toj temi. Svrha je ovoga rada predstaviti potencijale i (etičke) izazove primjene umjetne inteligencije u obrazovanju, njezin utjecaj na podučavanje i mogućnosti da zamijeni učitelje. Da bi se identificiralo trenutačno stanje i razumio utjecaj i mogućnosti primjene umjetne inteligencije u obrazovanju, sustavno je pregledana i analizirana dostupna i relevantna literatura.

Ključne riječi: umjetna inteligencija, obrazovanje, učitelji, podučavanje, dvojni učitelj, etika, etika umjetne inteligencije u obrazovanju.

UVOD

Umjetna inteligencija je moćna tehnologija. Već mijenja naš način stjecanja znanja iz područja komunikacije, zajedničkog života i svijeta rada, a u našem je životu prisutna duže i više nego što smo toga svjesni. Širi se alarmantnom brzinom, a koristi se u različite svrhe, na različite načine i s različitim ciljevima (Tahiru, 2021):

* Odsjek za pedagogiju, Filozofski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, Hrvatska. ORCID: Kornelija Mrnjaus – <https://orcid.org/0000-0003-4273-0442>, Sofija Vrcelj – <https://orcid.org/0000-0001-9531-3293>, Siniša Kušić – <https://orcid.org/0000-0002-9395-4588>.

Adresa za korespondenciju: Kornelija Mrnjaus, Odsjek za pedagogiju, Filozofski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Sveučilišna avenija 4, Rijeka, Hrvatska. E-pošta: kornelija.mrnjaus@uniri.hr.

u naprednim mrežnim tražilicama (npr. Google Search), sustavima preporuka (npr. YouTube), razumijevanju ljudskoga govora (npr. Siri i Alexa), kreiranju podcasta (npr. Scribepod1), parfema (npr. Philyra i Carto), glazbe (npr. Holly+), umjetničkih djela (npr. Midjourney), *influencera* (npr. Noonoori i Miquela Sousa), upravljanju autonomnim automobilima (npr. Waymo), pametnim zgradama, pametnim gradovima (npr. Neom, Floating City, Smart Forest City, The Orbit, Telosa), kolaborativnim robotima (npr. Yuki i Sophia), postavljanju medicinske dijagnoze, pravodobnom otkrivanju srčanog udara ili predviđanju nuspojava pri kombiniranom uzimanju lijekova (Hamisch i Kruschel, 2019), rješavanju znanstvenih problema (npr. AlphaFold AI sustav za otkrivanje strukture proteina koji je 2022. predvidio strukturu više od njih 200 milijuna, a za otkrivanje strukture oko 194.000 proteina bila su potrebna desetljeća).

Pojam *umjetna inteligencija* prvi je upotrijebio John McCarthy 1956., iako je promišljanje o tome mogu li strojevi uistinu misliti započelo znatno prije. Vannevar Bush je 1945. u svom radu *As We May Think* predložio sustav koji pojačava čovjekovo vlastito znanje i razumijevanje, a 1950. Alan Turing napisao je rad *Computing Machinery and Intelligence* u kojem iznosi ideju da strojevi mogu simulirati ljudska bića i imaju sposobnost da misle i rade inteligentne stvari kao što je igranje šaha (Cope, Kalantsiz i Sears Smith, 2021; Smith i Yang, 2006).

Dati jedinstveno određenje umjetne inteligencije nije jednostavno jer generira širok spektar asocijacija i emocija, a pojam inteligencija sugerira razinu složenosti koja se do sada ponajprije povezivala s ljudima. Recentna literatura nudi različita određenja. Umjetna inteligencija je „sposobnost strojeva da se prilagode novim situacijama, nose s novonastalim situacijama, rješavaju probleme, odgovaraju na pitanja, planiraju i izvode razne druge zadatke koji zahtijevaju određenu razinu inteligencije vidljivu jedino kod ljudskih bića“ (Coppin, 2004, str. 4); sustav se naziva inteligentnim ako može samostalno i učinkovito rješavati probleme, a razina inteligencije ovisi o razini autonomije, razini složenosti problema i razini učinkovitosti procesa rješavanja problema (Hamisch i Kruschel, 2019); „proučavanje ponašanja inteligencije kod ljudi, životinja i strojeva i nastojanje da se takvo ponašanje pretvori u artefakt, kao što su računala i tehnologije povezane s računalima“ (Whitby, 2008, str. 1); „strojevi koji imaju sposobnost aproksimacije ljudskog ponašanja“ (Sharma, Kawachi i Bozkurt, 2019, str. 1); sposobnost računala i strojeva da oponašaju ljudsku kogniciju i djelovanje (Wartman i Combs, 2018). Te i druge definicije sugeriraju da je ključno obilježje umjetne inteligencije „sposobnost stroja da demonstrira određenu razinu inteligencije i izvede širok raspon funkcija i zadataka koji zahtijevaju ljudske sposobnosti kao što su učenje, donošenje odluka i prilagodba okolini“ (Chen, Chen i Lin, 2020, str. 75267).

Utjecaj umjetne inteligencije na sve podsustave društva, što trenutačno prognoziraju mnogi stručnjaci, vjerojatno će pokrenuti temeljne promjene u obrazovnim institucijama i obrazovanju općenito, pa je važno posvetiti se promišljanjima kojim dinamizmom i u kojim će se dimenzijama to događati. Zbog toga se umjetna inteligencija određuje i u odnosu na obrazovni sektor, pa tako Pokrivcakova (2019, str. 138) ističe da je umjetna inteligencija:

rezultat mnogih desetljeća istraživanja koja okupljaju dizajnere sustava, podatkovne znanstvenike, dizajnere proizvoda, statističare, lingviste, kognitivne znanstvenike, psihologe, obrazovne stručnjake i druge usmjerene na razvoj obrazovnih sustava s određenom razinom inteligencije i sposobnosti za obavljanje različitih zadataka, uključujući pomoć učiteljima i podršku učenicima u unaprjeđenju njihova znanja i fleksibilnih vještina u skladu sa svijetom koji se stalno mijenja.

UMJETNA INTELIGENCIJA U OBRAZOVANJU

Primjena tehnologije u obrazovanju datira od pojave prve generacije računala (Schindler i sur., 2017). Preteče primjene umjetne inteligencije u obrazovanju pronalaze se u radu psihologa Sidneya Presseya i B. F. Skinnera (Holmes, Bialik i Fadel, 2019). Pressey je smatrao (1950, prema Holmes, Bialik i Fadel, 2019) da je nužna neposredna povratna informacija da bi testovi podržali učenje, što nije moguće kada se ispunjavaju rukom; potreban je uređaj koji će učenika odmah informirati o točnosti njegova odgovora na pitanje, a zatim ga dovesti do pravog odgovora. Skinner je 1958. osmislio stroj za podučavanje za koji je tvrdio da se ponaša kao osobni učitelj, ali iako je u određenom smislu bio osjetljiv na pojedinačne učenike, nije se smatrao prilagodljivim (Holmes, Bialik i Fadel, 2019).

Ranih 1950-ih Gordon Pask razvio je vjerojatno prvi prilagodljivi nastavni stroj *SAKI* (engl. *the self-adaptive keyboard instructor*) koji je zadatke prilagođavao pojedinačnoj izvedbi učenika. U sljedećim se godinama fokus s adaptivnog učenja pomaknuo na računalno potpomognute sustave podučavanja (engl. *computer-aided instruction*, CAI). U 1960-ima i 1970-ima izgrađeni su mnogi CAI sustavi, među kojima su najutjecajnije primjeri *PLATO*, sustav Sveučilišta Stanford i IBM-a te *TICCIT*. *PLATO* (engl. *programmed logic for automatic teaching operations*) je razvijen na Sveučilištu Illinois, a na središnjem je glavnom računalu preko udaljenih terminala čak tisuću učenika koji su radili u isto vrijeme omogućavao pristup standardnim nastavnim materijalima, od kojih su neki bili interaktivni. Sustav je poznat i po tome što je prvi u obrazovnu tehnologiju uveo mnoge alate i pristupe koji su i danas uobičajeni, kao što su korisnički forumi, e-pošta, razmjena trenutačnih poruka, udaljeno dijeljenje zaslona i igre za više igrača (Holmes, Bialik i Fadel, 2019). Sveučilište Stanford i IBM razvili su računalno potpomognuti nastavni sustav koji je preko udaljenih terminala

postao dostupan nekoliko lokalnih osnovnih škola. Sustav je uključivao linearnu prezentaciju nastavnih materijala za matematiku i jezične umjetnosti, zajedno s vježbama. *TICCIT* (engl. *time-shared interactive computer controlled information television*) je razvio Sveučilište Brigham Young, a služio je za podučavanje matematike, kemije, fizike, engleskog jezika i raznih jezičnih tečajeva za bruceše (Holmes, Bialik i Fadel, 2019). No, zbog cijene i pristupačnosti sveučilišnih glavnih računala, tek je manji broj CAI sustava šire prihvaćen. Do promjene dolazi pojavom osobnih računala u 1980-ima. Iako im je nedostajala prilagodljivost, CAI sustavi koji se bave svim aspektima učenja počeli su se široko primjenjivati u školama, na sveučilištima i u obiteljskim domovima. Redoslijed tema, pružene informacije i odgovor sustava na radnje učenika bili su unaprijed određeni i isti za svakog učenika zanemarujući njihov uspjeh, pogrešno razumijevanje i pojedinačne interese i sprječavajući tako njihovo potencijalno učenje (Holmes, Bialik i Fadel, 2019).

Pitanjem prilagodljivosti potrebama pojedinačnih učenika i korisnosti primjene tehnika iz umjetne inteligencije bavio se manji broj istraživača, među kojima su John Self (1974) i William Clancey (1983). Prva implementacija tehnika umjetne inteligencije u računalno potpomognutoj nastavi obično se pripisuje Jaimeu Carbonelli koji je u svojoj doktorskoj disertaciji 1970. predstavio sustav pod nazivom *SCHOLAR*, prvi primjer onoga što se danas naziva inteligentni sustav podučavanja. Među najčešćim su i najduže prisutnim primjenama umjetne inteligencije u obrazovanju inteligentni tutorski sustavi koji pružaju poduke korak po korak, individualizirane za svakog učenika, preko tema u dobro definiranim, strukturiranim predmetima kao što su matematika ili fizika (Alkhatlan i Kalita, 2018). Inteligentni tutorski sustav oslanja se na stručno znanje o predmetu i pedagogiji, prati učenikovo pogrešno razumijevanje i uspjehe svakog učenika te određuje optimalni put, korak po korak, kroz materijale za učenje i aktivnosti. Napredovanjem učenika sustav automatski prilagođava razinu težine i daje savjete ili smjernice kako bi učenik uspješno svladao zadanu temu (Holmes, Bialik i Fadel, 2019).

Analiza znanstvenih radova o primjeni umjetne inteligencije u obrazovanju, koju su proveli Chen, Chen i Lin (2020), pokazala je da se umjetna inteligencija u obrazovnim institucijama primjenjuje na različite načine, kao što su automatizacija administrativnih procesa i zadataka, razvoj kurikula i obrazovnih materijala te za potrebe unaprjeđivanja podučavanja i olakšavanja procesa učenja. Objavljeni rezultati pokazuju da se upotrebom umjetne inteligencije poboljšala učinkovitost u obavljanju administrativnih zadataka (npr. pregledavanje učeničkih radova, ocjenjivanje i davanje povratnih informacija). Tehnologije kao što su virtualna stvarnost, mrežne platforme, robotika, videokonferencije, audiovizualne datoteke i 3D-tehnologija olakšavaju učenicima proces učenja. Učitelji koji se koriste umjetnom inteligencijom učinkovitiji su i uspješniji, a učenici imaju personalizirano i bogatije iskustvo učenja

ili obrazovanja. I drugi su autori došli do sličnih nalaza. Tako Chassignol i sur. (2018) navode da se umjetna inteligencija u obrazovanju primjenjuje u različitim područjima kao što su razvoj kurikula, personalizacija obrazovnih materijala, metode podučavanja, ocjenjivanje te komunikacija između učitelja i učenika. Da je umjetna inteligencija u obrazovanju poprimila oblik prilagodljivih sustava učenja, inteligentnih sustava podučavanja i drugih sustava koji poboljšavaju kvalitetu administrativnih procesa, uputa i učenja navode i Sharma i sur. (2019). U skladu s tim, Pokrivcakova (2019) je primijetila da umjetna inteligencija u obrazovanju poprima oblik inteligentnih sustava s prilagodljivim sposobnostima, što joj omogućuje obavljanje zadataka koje obavljaju učitelji, istodobno poboljšavajući iskustva učenja učenika podučavanjem i prilagođavanjem učenja njihovim očekivanjima i potrebama.

Utjecaj umjetne inteligencije u obrazovanju, prema Chassignol i suradnicima (2018) možemo pratiti u administraciji, podučavanju i učenju. U tablici 1 naveden je popis funkcija koje umjetna inteligencija može obavljati u tim trima područjima.

Tablica 1. Popis funkcija koje umjetna inteligencija može obavljati u obrazovanju (izvor: Chen, Chen i Lin, 2020, str. 75272).

	Popis funkcija koje umjetna inteligencija može obavljati u obrazovanju
Administracija	<ul style="list-style-type: none"> • Umjetna inteligencija brže od učitelja obavlja administrativne zadatke kao što su ocjenjivanje ispita i pravodobno davanje povratnih informacija. • Identificira stilove učenja i preferencije svakog učenika, pomažući im da izgrade personalizirani plan učenja. • Pomoć je učiteljima pri donošenju odluka.
Poučavanje	<ul style="list-style-type: none"> • Predviđa koliko uspješno učenik premašuje očekivanja u nastavnim obvezama vježbama te prognozira izgled za napuštanje škole. • Analizira nastavni plan i program i nastavne materijale kako bi predložila prilagođeni sadržaj. • Omogućava izvođenje nastave izvan učionice i različitih kognitivnih procesa na višim razinama, podržavajući suradnju. • Prilagođava nastavne metode svakom učeniku na temelju njegovih osobnih podataka. • Pomaže učiteljima pri izradi personaliziranih planova učenja za svakog učenika.
Učenje	<ul style="list-style-type: none"> • Otkriva izazove na koje učenici nailaze pri učenju i rješava ih u ranoj fazi obrazovanja. • Prilagođava nastavne sadržaje svakog učenika. • Predviđa put karijere. • Otkriva razinu učenja i primjenjuje inteligentne adaptivne intervencije.

Važan način upotrebe umjetne inteligencije u olakšavanju učenja jest prilagodba i personalizacija kurikula te sadržaja u skladu s potrebama, sposobnostima i

mogućnostima učenika (Mikropoulos i Natsis, 2011). Takav način rada baca sjenu na tradicionalni rad u nastavi jer primjena umjetne inteligencije pruža učenicima ugodnije i participativnije te iskustveno učenje, čime se poboljšava njihovo usvajanje i zadržavanje informacija (Mikropoulos i Natsis, 2011; Pokrivcakova, 2019; Wartman i Combs, 2018) te potiče suradničko učenje (Kahraman, Sagioglu i Colak, 2010). Korištenje simulacija i inteligentnih tutorskih sustava potiče „duboko“ učenje (Sharma i sur., 2019), a virtualna stvarnost stimulira pozitivna iskustva učenja (Mikropoulos i Natsis, 2011). Ipak, neke studije ističu moguće štetne učinke umjetne inteligencije na učenje. Crowe, LaPierre i Kebritchi (2017) navode da umjetna inteligencija može potaknuti nepoštenje i ugroziti akademski integritet jer olakšava ili omogućava učenicima korištenje tvornica radova (engl. *paper mills*) i stranica ili platformi za izmjenu (engl. *churning*) radova. Budući da nema konsenzusa o dobrobiti ili štetnosti umjetne inteligencije, nisu zanemarivi glasovi koji govore o dobrobiti umjetne inteligencije za učenje, jer dobrobiti nadmašuju izazove (D’Mello i sur., 2010; Rowe i sur., 2011). Primjenom umjetne inteligencije u administraciji i menadžmentu učiteljima je omogućeno da učinkovitije obavljaju svoje administrativne zadatke kao što su ocjenjivanje i davanje povratnih informacija učenicima (na primjer, AIWBE programi, Grammarly, Ecree, PaperRater i Turnitin), pa se mogu usredotočiti na svoj temeljni zadatak – podučavanje, diseminaciju nastavnog sadržaja i obrazovnih materijala u skladu s institucijskim i nacionalnim kurikulumom (Chassignol i sur., 2018; Sharma i sur., 2019). Posebno je važna primjena umjetne inteligencije u podučavanju jer je poboljšala učinkovitost i kvalitetu rada učitelja (Chen, Chen i Lin, 2020; Roll i Wylie, 2016).

UMJETNA INTELIGENCIJA O UMJETNOJ INTELIGENCIJI U OBRAZOVANJU

Umjetna inteligencija i njezina primjena u obrazovanju (ponovno) se našla u središtu medijske i stručne pozornosti krajem 2022. nakon što je tvrtka *OpenAI* pustila u javnu upotrebu sustav umjetne inteligencije ChatGPT. Sustav omogućuje dubinsko učenje putem odgovora koji su najbliži onima koje bi dao čovjek. Budući da raspolaze velikom količinom podataka, sustav je pokazao impresivne rezultate i u stanju je generirati realistične i kreativne odgovore, pisati računalne programe, znanstvene radove i sl. iz bilo kojeg područja. Upravo ovo potonje, pisanje (znanstvenih) radova, izazvalo je velike rasprave u obrazovnim krugovima zbog bojazni od plagijata i varanja na ispitima. Istraživanje provedeno na 4497 studenata na Sveučilištu Stanford pokazalo je da se 17 % studenata pri izradi završnih zadataka i ispita u jesenskom semestru koristilo ChatGPT-om (Cu i Hochman, 2023). Kada su autori ovog rada u siječnju 2023. na nastavi pitali studente pedagogije jesu li se služili ChatGPT-om,

većina njih nije ni čula za taj sustav, a oni koji su čuli, izjavili su da još nisu. Slične polemike vodile su se i 1845. kada je John Clark izumio *Eureku*, stroj za stvaranje heksameterskih latinskih stihova. Stroj je isprobavalo posebno povjerenstvo iz javnih škola, zabrinuto da će se sada vježbe iz latinskog lakše rješavati.

S namjerom da se provjeri funkcioniranje, navodimo naše iskustvo s tim sustavom te „mišljenje“ ChatGPT-a o utjecaju umjetne inteligencije na obrazovanje (u popisu literature referencu navodimo u formatu koji nam je preporučio sam Chat GPT).

ChatGPT (Assistant, 2023) navodi da umjetna inteligencija može uvelike utjecati na obrazovanje, i u načinu na koji se ono isporučuje i u njegovu primanju – u budućnosti će se vjerojatno kombinirati *online* i *in-person* podučavanje, sve će se više primjenjivati virtualna i proširena stvarnost u podučavanju, virtualni tutori (učitelji) ili prilagodljivi sustavi učenja, veći naglasak bit će na samousmjerenom učenju i personaliziranom obrazovanju. Umjetna inteligencija koristit će se i za analizu velikih količina podataka kako bi se identificirali obrasci i trendovi koji mogu pomoći nastavnicima da razumiju kako učenici uče i koje su strategije podučavanja najučinkovitije. Može se upotrijebiti za automatizaciju određenih administrativnih poslova kao što su ocjenjivanje i davanje povratnih informacija o zadacima, oslobađajući učitelje za druge ciljeve kao što je pružanje individualizirane podrške učenicima.

Kao mogućnosti primjene umjetne inteligencije u obrazovanju, ChatGPT (Assistant, 2023) navodi *personalizirano učenje* (inteligentni sustavi podučavanja koriste algoritme umjetne inteligencije za prilagodbu jedinstvenim snagama i slabostima svakog učenika, pružajući individualizirane povratne informacije i podršku), *prilagodljivo testiranje* (oblik procjenjivanja koji upotrebljava algoritme umjetne inteligencije za generiranje prilagođenih testnih pitanja na temelju uspjeha učenika; težina pitanja prilagođava se u stvarnom vremenu na temelju odgovora učenika, čime se daje preciznija procjena njihova znanja i vještina) i *prijevod jezika* (alati za prevođenje jezika koje pokreće umjetna inteligencija mogu se upotrijebiti za prevođenje obrazovnih materijala na različite jezike, čineći ih dostupnima široj publici).

Prednosti primjene umjetne inteligencije u obrazovanju prema ChatGPT-u (Assistant, 2023) jesu *povećani angažman i motivacija učenika* (personalizirano učenje i prilagodljivo testiranje mogu iskustvo učenja učiniti privlačnijim i relevantnijim za učenika, što može povećati njihovu motivaciju za učenje; obrazovne igre i simulacije koje pokreće umjetna inteligencija mogu učenje učiniti interaktivnijim i zabavnijim); *povećana pristupačnost za studente s invaliditetom* (pomoćne tehnologije koje pokreće umjetna inteligencija, kao što su alati za pretvaranje teksta u govor i govora u tekst, mogu povećati pristupačnost za učenike s invaliditetom; ti alati mogu pomoći učenicima s poteškoćama u učenju, kao što je disleksija, ili s fizičkim nedostacima,

kao što su smetnje pokretljivosti, da bolje pristupe obrazovnom sadržaju i ostvare interakciju s njim); *poboljšana učinkovitost i ekonomičnost* (automatizacija određenih zadataka i procesa kao što su ocjenjivanje zadataka i pružanje povratnih informacija; analiza velikih skupova podataka kako bi se identificirali obrasci i trendovi, pružajući vrijedne uvide učiteljima i administratorima).

Izazovi korištenja umjetne inteligencije u obrazovanju prema ChatGPT-u (Assistant, 2023) jesu *nedostatak ljudske interakcije i personalizirane podrške* (umjetna inteligencija može pružiti individualiziranu povratnu informaciju i podršku, ali ne može replicirati osobnu vezu i ljudsku podršku koju pruža učitelj, što može biti posebno izazovno za učenike kojima je potrebna dodatna podrška ili vodstvo u učenju); *potencijal za zamjenu ljudskih učitelja* (umjetna inteligencija može pomoći učiteljima i poboljšati njihovu učinkovitost, ali ne može u potpunosti preslikati (*replicate*) njihovo znanje, stručnost i međuljudske vještine; umjetna inteligencija trebala bi služiti kao dopuna i poboljšanje rada ljudskih učitelja, a ne kao njihova zamjena); *etička razmatranja* (primjena umjetne inteligencije u obrazovanju pokreće i etička pitanja kao što su privatnost, pristranost i pravednost).

Na pitanje može li zamijeniti učitelje, ChatGPT (Assistant, 2023) navodi da umjetna inteligencija ima mogućnost na različite načine pomoći (asistirati) učiteljima i automatizirati određene zadatke, no malo je vjerojatno da će ih u dogledno vrijeme potpuno zamijeniti. Iako može pružiti personaliziranu i ciljanu poduku učenicima, još uvijek je ograničena u svojoj sposobnosti repliciranja ljudske interakcije i personalizacije, koju učitelj može pružiti. Učitelji su osposobljeni ne samo za prenošenje informacija učenicima, već i za motiviranje, inspiriranje i pružanje emocionalne podrške. Mogu i prilagoditi svoj stil podučavanja potrebama pojedinih učenika i odgovoriti na njihova pitanja i nedoumice u stvarnom vremenu.

„Razgovor“ s ChatGPT-om bio je ugodan i poticajan. Odgovori su zanimljivi i potiču na daljnje i dublje istraživanje teme. Sustav se ne umara, ljubazan je, a za postavke za koje su nama trebali mjeseci iščitavanja literature, ChatGPT je odgovore oblikovao u nekoliko sekundi. Navedeni odgovori ChatGPT-a podudarni su s recentnom literaturom, što nameće potrebu propitivanja kritičkog mišljenja koje je u narativu političara i učitelja *brendirano*. Nije zanemarivo ni pitanje plagiranja.

(ETIČKI) IZAZOVI PRIMJENE UMJETNE INTELIGENCIJE U OBRAZOVANJU

Umjetnu inteligenciju u obrazovanju ne treba smatrati odgovorom za sve. Kao i svaki drugi alat, ima brojne mogućnosti i prednosti, ali i nedostatke i rizike. Neregulirana i neracionalna upotreba umjetne inteligencije mogla bi dovesti do etičkih, sigurnosnih,

pedagoških, psiholoških i socioloških problema (Göçen i Aydemir, 2020). Jedan je od izazova potreba repozicioniranja učitelja i učenika, potreba redizajniranja postojećih kurikula u obrazovnim institucijama. Današnje se učenje može definirati i kao antropocentrični humanizam te je potrebno da, suočeno s nadolazećim stvarnostima, postane kritički posthumanizam (Jandrić, 2017), što podrazumijeva smanjenje jaza između STEM-a i društveno-humanističkog sadržaja i znanja.

Rasprave o tome hoće li umjetna inteligencija zamijeniti učitelje, posljednjih se godina razbuktala (Felix, 2020; Göçen i Aydemir, 2020). Manyika i sur. (2017) smatraju da će dobri učitelji i dalje postojati u budućnosti i putem nastave poticati kod učenika afektivnu inteligenciju, kreativnost i komunikaciju, a umjetna inteligencija i automatizacija učinit će ljude čovječnijima (*more human*). Haseski (2019) navodi da će upotreba umjetne inteligencije u obrazovanju učiniti učenje individualnijim, pružiti učinkovita iskustva učenja, omogućiti učenicima da otkriju svoje talente i poboljšaju svoju kreativnost te smanjiti opterećenje učitelja. Humble i Mozellius (2019) nisu, međutim, tako optimistični te vide opasnost u prenošenju uloge učitelja na računala. Slično razmišljaju i Roll i Wylie (2016, str. 595):

Možda je metafora o ljudskom učitelju istekla. Dok ljudski učitelj često radi jedan na jedan, određeno vrijeme i u ograničenim prostorima, interaktivna okruženja za učenje mogu biti suradnička, sveprisutna i prenosiva. Jednostavno govoreći, umjetna inteligencija u obrazovanju ima jedinstvene mogućnosti koje ljudski učitelji nemaju, a sljedeća generacija sustava trebala bi iskoristiti te mogućnosti kako bi podržala učenje bilo kada, bilo gdje i od bilo koga.

Ipak, u prilog nemogućnosti zamjene učitelja idu osobine dobrog učitelja koje se manifestiraju empatijom jer se samo učitelj može *pridružiti* unutarnjem emocionalnom svijetu učenikâ iskrenim odobravanjem, pohvalama ili neverbalnim ponašanjem i nadahnuti ih da uče, stvaraju i uspiju. Umjetna inteligencija nema sposobnost empatije, barem za sada, i ne promiče u potpunosti razvoj socijalnih vještina kod učenika. Dapače, postoji opasnost da će umjetna inteligencija pridonijeti smanjivanju duhovne i emocionalne sfere, tj. „ljudske prirode u ljudskom biću“ (Hanaba, Mysechko i Bloshchynskyi, 2020, str. 55).

Unatoč izazovima i dvojabama realno je očekivati da će veća upotreba umjetne inteligencije u obrazovanju utjecati na preobrazbu obrazovnog sustava i procesa (Göçen i Aydemir, 2020) koja će se manifestirati, između ostalog, promjenom karakteristika i prioriteta u obrazovanju. Primijećeno je da su se usporedno s razvojem područja umjetne inteligencije u obrazovanju razvijali i drukčiji ciljevi, teorije i prakse obrazovanja (Chi i Wylie, 2014; Hake, 1998). Iako je uvriježeno mišljenje da kvalitetno obrazovanje zahtijeva aktivno sudjelovanje ljudskih učitelja, smatra se da će umjetna inteligencija utjecati na povećanje kvalitete obrazovanja na svim

razinama, posebice individualno prilagođenim (personaliziranim) obrazovanjem (Chang i Lu, 2019; Grosz i Stone, 2018; Mohammed i Watson, 2019; Sekeroglu, Dimililer i Tuncal, 2019; Subrahmanyam i Swathi, 2018). Umjetna inteligencija može omogućiti i prikladan pristup obrazovanju marginaliziranim osobama, osobama s invaliditetom, izbjeglicama, osobama izvan redovitog obrazovnog sustava i onima koji žive u izoliranim zajednicama, odnosno tzv. netradicionalnim učenicima (Pedro i sur., 2019). Pedro i suradnici (2019) ističu model *dvojnog učitelja* – ljudski učitelj i umjetna inteligencija, čime bi se učenicima pružilo personalizirano obrazovanje jer bi učitelji bili oslobođeni rutinskih i administrativnih zadataka, što bi im omogućilo da se usredotoče na učenika i komunikaciju jedan na jedan.

Gotovo svaki postojeći komercijalni alat umjetne inteligencije dizajniran za učinkovitu podršku učenicima utjelovljuje površan pristup podučavanju i učenju jer daje sadržaj koji je prilagođen postignućima pojedinca, s ciljem izbjegavanja neuspjeha. Drugim riječima, unatoč suprotnim sugestijama, pristup je zapravo biheavioristički ili instrukcijski, čime se zanemaruje samostalno, problemsko i analitičko učenje, kritičko mišljenje, kreativno rješavanje problema i drugi oblici aktivnosti u procesu učenja i podučavanja (Seo i sur., 2021; Wogu i sur., 2018). Alati koje pokreće umjetna inteligencija učenicima mogu davati brza rješenja za složene probleme, što stvara ovisnost o rješenjima koje umjetna inteligencija generira, bez ulaganja truda i kritičkog promišljanja. Dugoročno, to može imati negativan utjecaj na akademski uspjeh učenika jer se ne razvijaju vještine rješavanja naprednijih izazova. Stoga nastavnici trebaju stvarati takva okruženja za podučavanje i učenje koja potiču kreativnost i inovativnost. To se može postići primjenom strategija za aktivno učenje poput kooperativnih oblika rada, problemskog i iskustvenog učenja koje će učenike potaknuti na kritičko i kreativno razmišljanje. U tom kontekstu, sve važnije postaje inicijalno obrazovanje nastavnika u kojem njihove didaktičke, pedagoške i digitalne kompetencije postaju još potrebnije. Pekinški konsenzus (UNESCO, 2019), prvi međunarodni konsenzus o umjetnoj inteligenciji i obrazovanju, nastao kao rezultat Međunarodne konferencije o umjetnoj inteligenciji i obrazovanju (Peking, svibanj 2019), kao jednu od preporuka navodi potrebu za osnaživanjem nastave i nastavnika u primjeni umjetne inteligencije. U kontekstu obrazovnih politika valja dinamički sagledavati i definirati uloge nastavnika i njihove kompetencije, ojačati institucije za obrazovanje nastavnika te razviti odgovarajuće programe za izgradnju kapaciteta kako bi se nastavnici pripremili za učinkovit rad u odgojno-obrazovnim okruženjima bogatim umjetnom inteligencijom (UNESCO, 2019).

Rizik od pristranosti podataka ili algoritamske pristranosti snažan je potencijal umjetne inteligencije da perpetuiraju postojeće pristranosti i diskriminacijske obrasce (Crawford i Calo, 2016; Murphy, 2019). Algoritmi umjetne inteligencije programirani su na temelju postojećih podataka i obrazaca koji su dostupni na „Mreži“, a koji sadrže

ili mogu sadržavati pristranosti koje reflektiraju negativne stereotipe i predrasude, što može negativno utjecati na akademska postignuća učenika, posebno onih iz marginaliziranih skupina. Zbog toga je važno kod nastavnika i učenika razvijati pismenost o umjetnoj inteligenciji koja podrazumijeva

sveobuhvatan skup znanja o umjetnoj inteligenciji, uključujući i što umjetna inteligencija može, a što ne može, te ključnu ulogu ljudi u svim postignućima umjetne inteligencije; vještine, uključujući stvaranje i primjenu umjetne inteligencije; vrijednosti, uključujući kada je umjetna inteligencija korisna i kada je treba preispitivati (UNESCO, 2021, str. 25).

Svaka tehnologija u obrazovanju, posebice umjetna inteligencija, generira etička pitanja. Upotreba umjetne inteligencije u obrazovanju otvara i brojna etička i pravna pitanja zbog velike količine podataka koja se prikuplja (na primjer, bilježenje kompetencija učenika, biometričkih podataka, emocionalnih stanja, strategija učenja...). Postavlja se pitanje tko je vlasnik i tko može pristupiti tim podacima, pitanja privatnosti i pitanje odgovornosti ako nešto pođe po zlu (Holmes i sur., 2022). S etičke točke gledišta veliko je pitanje kako osigurati da učenici steknu veću kontrolu nad podacima koji se generiraju kada su u interakciji s obrazovnom tehnologijom i zaštititi ih od zloupotrebe njihovih podataka (du Boulay, 2023; Nguyen i sur., 2023). Ne može se znati hoće li alati umjetne inteligencije biti usmjereni na učenike i postupati prema svim učenicima pravedno (Reiss, 2021). S obzirom na to da je isključivo u domeni privatnih tvrtki, postavlja se pitanje hoće li i može li umjetna inteligencija raditi prema određenim etičkim okvirima u kojima učitelji u većini zemalja djeluju ili će biti usmjerena na profit (du Boulay, 2023) jer „tehnologije su malokad same po sebi dobre ili loše: važno je kako se njima koristiti“ (Reiss, 2021, str. 11).

Aiken i Epstein (2000) su 2000. predložili neke smjernice za upotrebu umjetne inteligencije u obrazovanju, ali one nisu dobile širu primjenu. Predložili su negativno (tehnologija umjetne inteligencije u obrazovanju ne bi trebala umanjiti učenika ni u jednoj od temeljnih dimenzija ljudskog bića) i pozitivno (tehnologija umjetne inteligencije u obrazovanju treba obogatiti učenika u barem jednoj od temeljnih dimenzija ljudskog bića) metanačelo utjecaja umjetne inteligencije u obrazovanju (Holmes i sur., 2022, str. 509). Aiken i Epstein (2000) navode i deset temeljnih načela za obrazovne tehnologije koje uključuju metode umjetne inteligencije. Neka su od tih načela: izbjegavanje preopterećenja informacijama; sustavi ne bi trebali pokušavati zamijeniti učitelje, nego bi se trebali razvijati sustavi koji će učiteljima dati nove i kreativne uloge koje nisu bile moguće prije upotrebe tehnologije; trebalo bi se izbjegavati veličanje upotrebe računalnih sustava jer se time umanjuje ljudska uloga i ljudski potencijal za učenje i rast (Holmes i sur., 2022, str. 509).

Pitanjima umjetne inteligencije (u obrazovanju) bavi se i Europska komisija koja je 2019. izradila Etičke smjernice za pouzdanu umjetnu inteligenciju, a 2022. Etičke smjernice namijenjene nastavnom osoblju za upotrebu umjetne inteligencije i podataka u poučavanju i učenju.

Umjetna inteligencija može imati ključnu ulogu u poboljšanju podučavanja, učenja i ocjenjivanja za nastavno osoblje i učenike. Bez obzira na razinu sustava, škole ili učionice važno je oprezno razmotriti etičku upotrebu sustava umjetne inteligencije i podataka. To treba činiti kontinuirano i pod vodstvom školske uprave. (Europska komisija, 2022, str. 22)

U Etičkim smjernicama namijenjenim nastavnom osoblju govori se, između ostalog, o upotrebi prilagodljivih tehnologija učenja radi prilagodbe sposobnostima svakog učenika; upotrebi nadzornih ploča učenika za njihovo usmjeravanje u učenju; individualiziranim intervencijama za posebne potrebe; ocjenjivanju eseja automatiziranim alatima; upravljanju upisom učenika i planiranju resursa; upotrebi *chatbotova* za usmjeravanje učenika i roditelja u administrativnim zadacima; novim kompetencijama za etičku upotrebu umjetne inteligencije i podataka.

Obrazovanje je usklađeno, ili bi trebalo biti, s društvenim vrijednostima, stoga je važno odrediti etičke smjernice i otvorenu komunikaciju s nastavnicima, učenicima, roditeljima, programerima umjetne inteligencije i kreatorima politika (Berendt, Littlejohn i Blakemore, 2020). Da bi se moglo provjeravati kako su ti sustavi umjetne inteligencije dizajnirani, kako djeluju i kako se razvijaju, potrebne su zaštitne mjere i ljudski nadzor (Nguyen i sur., 2023). Relevantna pitanja kojima se etika umjetne inteligencije u obrazovanju mora pozabaviti obuhvaćaju ulogu i očekivanja nastavnika, odnos moći između nastavnika i učenika, raspodjelu resursa (uključujući stručnost nastavnika), rodne i etičke predrasude, ponašanje i disciplinu, točnost i valjanost procjene, obilježja onoga što se naziva korisno znanje, pristupe pedagogiji (poučavanju i učenju, kao što su instrukcionizam i konstruktivizam), utjecaj na mlade i druge ranjive skupine te koliko će učenici biti uskraćeni za emocije koje može pokazati jedino čovjek.

„Etičke namjere same po sebi nisu dovoljne jer dobre namjere ne rezultiraju uvijek etičkim dizajnom ili etičkim implementacijama“ (Holmes i sur., 2022, str. 505). Etika umjetne inteligencije u obrazovanju ne bi trebala biti samo preventivna nego i proaktivna te dati temeljne smjernice na kojima će se temeljiti istraživanje i razvoj umjetne inteligencije u obrazovanju (Holmes i sur., 2022). Ipak, sveobuhvatan i točan odgovor na moralni status umjetne inteligencije ovisi o definiciji „etike“. Unatoč potencijalno različitim shvaćanjima, razumijevanje etike znači razumijevanje ljudskog stanja jer etiku razvijamo i koristimo kao tjelesna, a time i ranjiva bića koja mogu osjećati empatiju s drugima koji imaju strahove i nade slične našima. Ako se

primijeni to polazište, onda bi umjetna inteligencija, da bi bila moralno odgovorna i etički agent, morala dijeliti te karakteristike. U ovom trenutku nijedan sustav nema odlike etičnosti koju ima čovjek (Stahl, 2021).

ZAKLJUČAK

Iz analize literature razvidno je da je primjena umjetne inteligencije u obrazovanju, u svojim različitim oblicima, omogućila učenicima bogatije i korisnije iskustvo učenja (Chang i sur., 2015; Jones, Bull i Castellano, 2018; Murphy, 2019; Peredo i sur., 2011; Rowe i sur., 2011; Surjandy i sur., 2018). Učitelji ili instruktori koji primjenjuju umjetnu inteligenciju mogu postići veću učinkovitost i djelotvornost u obavljanju različitih zadataka (administrativni poslovi, pregled, ocjenjivanje i davanje povratnih informacija učenicima o predanim zadacima). Radeći s umjetnom inteligencijom ili različitim oblicima umjetne inteligencije, kao što su mrežno zasnovani inteligentni sustavi, *koboti* i *chatbotovi*, učitelji mogu poboljšati kvalitetu nastave. Isto tako, budući da umjetna inteligencija koristi strojno učenje, kako je navedeno u različitim studijama, učenici mogu imati bolje i bogatije iskustvo učenja jer im je time omogućena procjena sposobnosti i potreba, a potom, s nalazima takve analize, i kreiranje ekstenzivnije personaliziranih i prilagođenih sadržaja koji osiguravaju bolje usvajanje i zadržavanje znanja, čime se poboljšava učenje. Umjetna inteligencija učenicima pruža praktična iskustva učenja, osobito kada se primjenjuje zajedno s drugim tehnologijama, kao što su virtualna stvarnost, 3D, igranje i simulacija (Chen, Chen i Lin, 2020).

U radu s umjetnom inteligencijom učenici se ne boje pogreške i nema straha od kazne, prigovaranja kojima mogu biti izloženi u radu s učiteljem jer je tradicionalno koncipirana nastava inherentno nadzor. Za razliku od toga, umjetna je inteligencija strpljiva, usmjerena na učenika, prilagodljiva na različite situacije te time postaje ozbiljna konkurencija učiteljima. Umjetna inteligencija ima golem potencijal za preobrazbu obrazovanja i osposobljavanja učenika, učitelja i drugog školskog osoblja. Može pomoći učenicima s poteškoćama u učenju i poduprijeti učitelje personalizirajući učenje. Unatoč nizu prednosti primjene umjetne inteligencije u obrazovanju, ne smije se zanemariti niz izazova u kreiranju obrazovnih politika o umjetnoj inteligenciji, obrazovanju nastavnika za primjenu umjetne inteligencije, osmišljavanju kurikula i procesa podučavanja, s naglaskom na vrijednosti i didaktičko-metodičke odluke.

Umjetna inteligencija traži odgovor na pitanje što će biti s učiteljima, a to je važno etičko pitanje. Iako se na njega ne može sa sigurnošću odgovoriti, vrlo je vjerojatno da se izguravanje učitelja iz odgojno-obrazovnog procesa neće dogoditi jer učitelj može uzeti u obzir kulturni kontekst, iskazati svoje emocije i prepoznati emocionalne

potrebe učenika te kod učenika razvijati meke vještine (socijalne i komunikacijske vještine, vještine suradnje i kritičkog mišljenja te emocionalnu inteligenciju). Ostaje otvoreno pitanje hoće li umjetna inteligencija biti prijatna ili saveznik odgojno-obrazovnim djelatnicima, pogotovo ako se u obzir uzme daljnji napredak tehnologije (posebno povećanje brzine procesora), a time i razvoj drugih aspekata umjetne inteligencije. Ipak, za sada, samorefleksiju i (brendirano) kritičko razmišljanje te pripremu za probleme stvarnog svijeta može ostvariti jedino *Homo sapiens*.

LITERATURA

- Aiken, R. M. i Epstein, R. G. (2000). Ethical guidelines for AI in education: Starting a conversation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11, 163-176.
- Alkhatlan, A. i Kalita, J. (2018). Intelligent tutoring systems: A comprehensive historical survey with recent developments. ArXiv:1812.09628, <http://arxiv.org/abs/1812.09628>
- Assistant. (2023). Artificial intelligence in education: Opportunities and challenges [Conversation with AI]. Preuzeto s: <https://openai.com/blog/assistant/>
- Berendt, B., Littlejohn, A. i Blakemore, M. (2020). AI in education: learner choice and fundamental rights. *Learning Media and Technology*, 45(3), 312-324. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1786399>
- Bush, V. (1945). As We May Think. *Atlantic Monthly*, 176(1), 101-108.
- Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y. i Chen, G. D. (2015). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *J. Educ. Technol. Soc.*, 13(2), 13-24.
- Chang, J. i Lu, X. (2019). The study on students' participation in personalized learning under the background of artificial intelligence. U *10th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)* (str. 555-558). IEEE.
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A. i Bilyatdinova, A. (2018). Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Comput. Sci.*, 136, 16-24.
- Chen, L., Chen, P. i Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chi, M. T. i Wylie, R. (2014). The ICAP framework: linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219-243.
- Clancey, W. J. (1983). "GUIDON." *Journal of Computer-Based Instruction*, 10(1-2), 8-15.
- Cope, B., Kalantzis, M. i Sears, D. (2021). Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in Ai-enabled learning ecologies. *Educational Philosophy and Theory*, 53(12), 1229-1245. <https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1728732>
- Coppin, B. (2004). *Artificial Intelligence Illuminated*. Boston, MA, USA: Jones and Bartlett.
- Crawford, K. i Calo, R. (2016). There is a blind spot in AI research. *Nature*, 538, 311-313. <https://doi.org/10.1038/538311a>
- Crowe, D., LaPierre, M. i Kebritchi, M. (2017). Knowledge based artificial augmentation intelligence technology: Next step in academic instructional tools for distance learning. *TechTrends*, 61(5), 494-506.
- Cu, M. A. i Hochman, S. (2023). *Scores of Stanford students used ChatGPT on final exams, survey suggests*. The Stanford Daily, 22.1.2023. <https://stanforddaily.com/2023/01/22/scores-of-stanford-students-used-chatgpt-on-final-exams-survey-suggests/> (pristup: 22. siječnja 2023).

- du Boulay, B. (2023). Artificial Intelligence in Education and Ethics. U O. Zawacki-Richter i I. Jung (Ur.), *Handbook of Open, Distance and Digital Education*, Springer (str. 93-108). https://doi.org/10.1007/978-981-19-2080-6_6
- D'Mello, S., Lehman, B., Sullins, J., Daigle, R., Combs, R., Vogt, K. i Graesser, A. (2010). A time for emoting: When affect-sensitivity is and isn't effective at promoting deep learning. *Proc. Int. Conf. Intell. Tutoring Syst.* Berlin, Germany: Springer.
- Europska komisija (2022). *Etičke smjernice namijenjene nastavnom osoblju za upotrebu umjetne inteligencije i podataka u poučavanju i učenju*. Luxembourg: Ured za publikacije Europske unije.
- Felix, C. V. (2020). The Role of the Teacher and AI in Education. U E. Sengupta, P. Blessinger i M. S. Makhanya (Ur.), *International Perspectives on the Role of Technology in Humanizing Higher Education (Innovations in Higher Education Teaching and Learning, Vol. 33)*, Emerald Publishing Limited (str. 33-48). <https://doi.org/10.1108/S2055-364120200000033003>
- Göçen, A. i Aydemir, F. (2020). Artificial Intelligence in Education and Schools. *Research on Education and Media*, 12(1), 13-21. <https://doi.org/10.2478/rem-2020-0003>
- Grosz, B. J. i Stone, P. (2018). A century-long commitment to assessing artificial intelligence and its impact on society. *Communications of the ACM*, 61(12), 68-73.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Hamisch, K. i Kruschel, R. (2019). Schlüsseltechnologie „Künstliche Intelligenz“ – Überlegungen zur Zukunft schulischer Bildung. U S. G. Huber (Ur.), *Jahrbuch Schulleitung 2019. Impulse aus Wissenschaft und Praxis. Schwerpunkt: Digitalisierung – Chancen für Schule und Unterricht* (str. 1-12). Wolters Kluwer Deutschland GmbH: Carl Link.
- Hanaba, S., Mysechko, O. i Bloshchynskiy, I. (2020). Changing the Educational Paradigm in Post-Pandemic World: Possibilities and Risks of Artificial Intelligence Using. BRAIN. *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 11(2Sup1), 48-55.
- Haseski, H. I. (2019). What do Turkish pre-service teachers think about artificial intelligence? *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(2), 1-17. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i2.55>
- Holmes, W., Bialik, M. i Fadel, Ch. (2019). *Artificial Intelligence In Education. Promises and Implications for Teaching and Learning*. Boston: The Center for Curriculum Redesign.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Buckingham Shum, S., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I. i Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 3, 504-526.
- Humble, N. i Mozelius, P. (2019). Artificial Intelligence in Education-a Promise, a Threat or a Hype? *European Conference on the Impact of Artificial Intelligence and Robotics 2019 (ECLAIR 2019)*, Oxford, UK (str. 149-156). Academic Conferences and Publishing International Limited.
- Jandrić, P. (2017). From Anthropocentric Humanism to Critical Posthumanism in Digital Education. U P. Jandrić (Ur.), *Learning in the Age of Digital Reason* (str. 195-210). Rotterdam: Sense Publishers.
- Jones, A., Bull, S. i Castellano, G. (2018). 'I know that now, I'm going to learn this next' promoting self-regulated learning with a robotic tutor. *Int. J. Social Robot.*, 10(4), 439-454.
- Kahraman, H. T., Sagiroglu, S. i Colak, I. (2010). Development of adaptive and intelligent Web-based educational systems. *Proc. 4th Int. Conf. Appl. Inf. Commun. Technol.* (str. 1-5).
- Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P. i Dewhurst, M. (2017). *A future that works: Automation, employment, and productivity*. Chicago: McKinsey Global Institute.
- Mikropoulos, T. A. i Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999-2009). *Comput. Edu.*, 56(3), 769-780.
- Mohammed, P. S. i Watson, E. N. (2019). Towards inclusive education in the age of artificial intelligence: perspectives, challenges, and opportunities. U J. Knox, Y. Wang i M. Gallagher (Ur.), *Artificial*

Intelligence and Inclusive Education. Perspectives on Rethinking and Reforming Education (str. 17-37). Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8161-4_2

- Murphy, R. F. (2019). *Artificial intelligence applications to support K-12 teachers and teaching: A review of promising applications, challenges, and risks*. RAND Corporation (str. 1-20). <https://doi.org/10.7249/PE315>
- Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B. i Nguyen, B. T. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Educ Inf Technol (Dordr)*, 28(4), 4221–4241. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>
- Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A. i Valverde, P. (2019). *Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development*. UNESCO.
- Peredo, R., Canales, A., Menchaca, A. i Peredo, I. (2011). Intelligent Webbased education system for adaptive learning. *Expert Syst. Appl.*, 38(12), 14690-14702.
- Pokrivcakova, S. (2019). Preparing teachers for the application of AI-powered technologies in foreign language education. *J. Lang. Cultural Edu.*, 7(3), 135-153.
- Reiss, M. J. (2021). ‘The use of AI in education: Practicalities and ethical considerations’. *London Review of Education*, 19(1), 5, 1-14. <https://doi.org/10.14324/LRE.19.1.05>
- Roll, I. i Wylie, R. (2016). Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 582-599.
- Rowe, J. P., Shores, L. R., Mott, B. W. i Lester, J. C. (2011). Integrating learning, problem solving, and engagement in narrative-centered learning environments. *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, 21(1-2), 115-133.
- Schindler, L. A., Burkholder, G. J., Morad, O. A. i Marsh, C. (2017). Computer-based technology and student engagement: A critical review of the literature. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), 1-28.
- Sekeroglu, B., Dimililer, K. i Tuncal, K. (2019). Artificial intelligence in education: application in student performance evaluation. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(1), 1-21.
- Self, J. A. (1974). “Student models in computer-aided instruction.” *International Journal of Man-Machine Studies*, 6(2), 261-76.
- Seo, K., Tang, J., Roll, I., Fels, S. i Yoon, D. (2021). The impact of artificial intelligence on learner–instructor interaction in online learning. *Internatioanl Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18, 54, 1-23. Open Access. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00292-9>
- Sharma, R. C., Kawachi, P. i Bozkurt, A. (2019). The landscape of artificial intelligence in open, online and distance education: Promises and concerns.’ *Asian J. Distance Educ.*, 14(2), 1-2.
- Smith, Ch. i Yang, G. (2006). *The History of Artificial Intelligence History of Computing*. University of Washington, <https://courses.cs.washington.edu/courses/csep590/06au/projects/history-ai.pdf> (pristup: 2. veljače 2023).
- Stahl, B. C. (2021). *Artificial Intelligence for a Better Future. An Ecosystem Perspective on the Ethics of AI and Emerging Digital Technologies*. Cham, Switzerland: Springer Nature. Open Access. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69978-9>
- Subrahmanyam, V. V. i Swathi, K. (2018). Artificial intelligence and its implications in education. *Int. Conf. Improv. Access to Distance High. Educ. Focus Underserved Communities Uncovered Reg* (str. 1-11). Kakatiya University.
- Surjandy, W. Suparta, Trisetyarso, A., Kang, C. H. i Abbas, B. S. (2018). Warding off the plagiarism with the applications (Case study at Bina Nusantara university student and faculty member). *Proc. Int. Conf. Inf. Commun. Technol. (ICOIACT)* (str. 511-514).
- Tahiru, F. (2021). AI in Education: A Systematic Literature Review. *Journal of Cases on Information Technology*, 23(1), 1-20. Open Access. <https://doi.org/10.4018/JCIT.2021010101>
- Turing, A. M. (1952). The chemical basis of morphogenesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 237(641), 37-72. Open Access. <https://doi.org/10.1098/rstb.1952.0012>

- UNESCO (2019). *BEIJING CONSENSUS on artificial intelligence and education*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303> (pristup: 6 July 2023).
- UNESCO (2021). *International Forum on AI and the Futures of Education: Developing Competencies for the AI Era (7-8 December 2020). Synthesis Report*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377251> (pristup: 6. srpnja 2023).
- Wartman, S. A. i Combs, C. D. (2018). Medical education must move from the information age to the age of artificial intelligence. *Academic Medicine*, 93(8), 1107-1109.
- Whitby, B. (2008). *Artificial Intelligence: A Beginner's Guide*. Oxford, U.K.: Oneworld.
- Wogu, I. A. P., Misra, S., Olu-Owolabi, E. F., Assibong, P. A., Udoh, O. D., Ogiri, S. O. i Damasevicius, R. (2018). Artificial intelligence, artificial teachers and the fate of learners in the 21st century education sector: Implications for theory and practice. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 119(16), 2245-2259. <https://acadpubl.eu/hub/2018-119-16/2/232.pdf> (pristup: 6. srpnja 2023).

Artificial Intelligence and Education: Rivals or Allies?

SUMMARY

A machine's ability to exhibit a certain level of intelligence and perform functions that require human abilities is listed as the key feature of artificial intelligence. Artificial intelligence is currently developing and spreading very quickly with the tendency to change the ways we learn and teach. The application of artificial intelligence in education can be traced back to the use of computers, i.e. it has a fairly long history. In educational institutions, it is applied in various ways, from the automatization of administrative processes and tasks to the creation of curricula and educational materials, as well as to improve teaching and facilitate the learning process. Due to technological advancement and the increased processing power of computers over the last few years, artificial intelligence has started developing at an incredible pace. Despite this, there are only a few published works on the subject within the national context. The purpose of this paper is to point out the potential and (ethical) challenges of using artificial intelligence in education, its impact on teaching, and the possibility of it replacing teachers. To identify the current state of affairs and assess the impact and possibilities of using artificial intelligence in education, available and relevant literature was systematically reviewed and analyzed.

Keywords: artificial intelligence, education, teachers, teaching, dual teachers, ethics, ethics of artificial intelligence in education.