

UMJETNA INTELIGENCIJA, IGRIFIKACIJA I ODRŽIVI RAZVOJ: ULOGA ŠKOLSKIH KNJIŽNIČARA U NOVOM OBRAZOVNOM OKRUŽENJU

Tanja Kolar Janković, Tehnička škola Virovitica
Josip Strija, Gimnazija Petra Preradovića Virovitica



Pregledni rad
UDK: 371.3:004.8

Sažetak

Rad istražuje mogućnosti integracije umjetne inteligencije (UI) i igrifikacije u obrazovanju, s naglaskom na njihov doprinos održivom razvoju i ulogu školskih knjižničara u novoj obrazovnoj paradigmi. Analizira se kako UI alati mogu personalizirati učenje, pratiti obrazovni napredak i doprinijeti stvaranju pravednog i uključivog obrazovnog okruženja. Igrifikacija se razmatra kao strategija za povećanje motivacije i angažmana učenika, osobito u kontekstu poučavanja o ciljevima održivog razvoja. U središtu rada je uloga školskih knjižničara koji, osim što upravljaju informacijskim resursima, sudjeluju u razvoju digitalne i podatkovne pismenosti te promiču etičku i odgovornu upotrebu tehnologije. Primjerima dobre prakse i relevantnim izvorima, pojašnjavaju se ključni koncepti povezani s etikom UI sustava, poput algoritamske pristranosti, digitalne pravednosti i personalizacije obrazovanja. Zaključno, ističe se kako sinergija umjetne inteligencije, igrifikacije i stručne podrške školskih knjižničara može doprinijeti razvoju inovativnog, održivog i učeniku usmjerenog obrazovnog sustava.

Ključne riječi: digitalna pismenost, igrifikacija, umjetna inteligencija, etička upotreba tehnologije, školski knjižničari

Uvod

Suvremeni obrazovni sustavi suočeni su s potrebom prilagodbe tehnološkim, društvenim i ekološkim izazovima 21. stoljeća. U tom kontekstu, integracija umjetne inteligencije (UI) i igrifikacije u obrazovne procese sve više dobiva na važnosti. Istodobno, uloga školskih knjižnica i knjižničara kao informacijskih i digitalnih vodiča učenicima postaje ključna za ostvarenje ciljeva održivog razvoja i stvaranje pravednog, personaliziranog obrazovnog okruženja.

Umjetna inteligencija obuhvaća tehnologije koje omogućuju strojevima da obavljaju zadatke koji zahtijevaju ljudsku inteligenciju, poput učenja, odlučivanja i obrade jezika (Mrnjauš, Vrcelj i Kušić 2023). U obrazovanju se koristi za personalizaciju učenja, analizu napretka učenika, automatizaciju zadataka i kreiranje obrazovnih alata (Juršić 2020; Klarin i Livić 2023). Automatizacija administrativnih zadataka omogućuje nastavnicima da se više posvete individualnom radu s učenicima, dok alati za personalizaciju omogućuju napredovanje učenika vlastitim tempom, što je osobito važno za učenike s različitim sposobnostima i stilovima učenja. Primjeri uključuju *ChatGPT*, *Wooflash* i *Quizizz* koji uvode interaktivnost, simulacije i elemente igre u obrazovni proces.

Igrifikacija se koristi kao pristup koji primjenjuje elemente igre u obrazovnom kontekstu kako bi se povećala motivacija i angažman učenika. Ovi alati mogu integrirati aspekte zabave i natjecanja u učenje, potičući rješavanje problema i razvoj vještina stvarajući

ili simulirajući kontekste. Kada se kombiniraju, UI i igrifikacija omogućuju razvoj novih obrazovnih praksi usmjerenih na učenika, održivost i kvalitetu. Primjena ovih tehnologija također otvara brojna pitanja uključujući pristranost algoritama, zaštitu privatnosti podataka i dostupnost tehnologije u svim školama.

Poseban fokus ovog rada analiza je načina na koje UI i igrifikacija mogu doprinijeti održivom obrazovanju, s naglaskom na ulogu školskih knjižničara u tom procesu. Knjižničari danas, ne samo da upravljaju informacijama, već i aktivno sudjeluju u digitalnom opismenjavanju učenika, razvoju kritičkog mišljenja i poučavanju o etičkoj upotrebi tehnologije. Njihova pozicija omogućuje im da budu most između novih tehnologija i obrazovne prakse usmjerene na dobrobit učenika. Uloga školskog knjižničara kao mentora, informacijsko-digitalnog posrednika i edukatora postaje sve važnija u kontekstu tehnologijom vođenih promjena obrazovanja.

Ovaj rad ima za cilj prikazati kako primjena UI i igrifikacije, uz podršku školskih knjižničara, može oblikovati novu obrazovnu paradigmu – onu koja integrira tehnologiju s inkluzivnošću, etikom i održivošću. Raspravom o mogućnostima i izazovima ovih tehnologija, nastoji se otvoriti prostor za promišljanje o budućnosti obrazovanja i ulogi knjižničara kao aktivnih sudionika digitalne transformacije. Ova nova obrazovna paradigma temelji se na promjeni tradicionalnih uloga – nastavnici i školski knjižničari postaju facilitatori i mentori, a učenici aktivni sudionici vlastitog obrazovanja. Naglasak se stavlja na personalizirano učenje, digitalnu pravednost, održivost te razvoj globalnih kompetencija.

U skladu s vizijom UNESCO-vog izvještaja *Reimagining our futures together* (2021), obrazovanje 21. stoljeća treba biti usmjereno na pravedno, uključivo i održivo društvo u čemu tehnologija može igrati ključnu ulogu ako se koristi etično i svrhovito.

Primjena umjetne inteligencije obuhvaća različite aspekte, od automatizacije administrativnih zadataka do razvoja kurikuluma i personalizacije procesa učenja (Mrnjauš, Vrcelj i Kušić 2023). Automatizacija, primjerice, omogućuje nastavnicima da se usredotoče na poučavanje, dok sustavi za personalizaciju učenja analiziraju podatke (Juršić 2020) o učenicima kako bi prilagodili sadržaj i metode njihovim specifičnim potrebama (Varga i Ružić 2024). Takvi pristupi omogućuju učenicima napredak vlastitim tempom što je posebno značajno za učenike s posebnim potrebama ili različitim stilovima učenja. Prednosti koje umjetna inteligencija donosi uključuju povećanu učinkovitost, personalizaciju i veću pristupačnost obrazovnih resursa. Automatizacija zadataka štedi vrijeme nastavnicima dok personalizirani materijali povećavaju motivaciju i angažman učenika. Također, alati UI, kao što su aplikacije za prevođenje jezika i tehnologija tekst-ugovor, omogućuju lakši pristup obrazovanju učenicima s različitim potrebama (Kralj et al. 2024). Međutim, implementacija UI tehnologija nije bez izazova. Troškovi uvođenja takvih sustava mogu biti značajna prepreka za škole s ograničenim proračunima, a prekomjerna ovisnost o tehnologiji može smanjiti osobni kontakt između nastavnika i učenika. Osim toga, pristranost algoritama temeljenih na neobjektivnim podacima može ugroziti pravednost obrazovnog procesa, dok je zaštita privatnosti podataka učenika jedno od ključnih etičkih pitanja.

Alati poput *ChatGPT-a*, *Wooflash-a* i *Quizizz-a* uvode interaktivne elemente u nastavu potičući aktivno sudjelovanje učenika igrama i simulacijama. Ipak, ta promjena uloge zahtijeva dodatnu edukaciju i prilagodbu nastavnika kako bi mogli učinkovito koristiti ove alate. Primjena umjetne inteligencije povezana je i s važnim etičkim dilemama. Privatnost podataka učenika i pristranost algoritama (Kralj et al. 2024; Varga i Ružić 2024) samo su neka od pitanja koja zahtijevaju pažljivo razmatranje kako bi se osigurala pravedna i sigurna uporaba ovih tehnologija. Umjetna inteligencija može znatno unaprijediti obrazovanje o održivom razvoju, primjerice korištenjem igrifikacije i interaktivnih alata koji potiču učenike na kritičko promišljanje o ekološkim i društvenim pitanjima.

Personalizacija procesa učenja jedan je od ključnih aspekata u kojem UI može značajno utjecati na obrazovanje. Korištenjem algoritama za strojno učenje, obrazovni alati mogu analizirati stilove učenja i potrebe pojedinih učenika omogućujući prilagodbu sadržaja i metoda poučavanja (Mrnjauš, Vrcelj i Kušić 2023; Klarin i Livaić 2023). Na primjer, alati poput *ChatGPT-a* omogućuju učenicima postavljanje pitanja i primanje odgovora u realnom vremenu čime se potiče aktivno učenje i angažman (Klarin i Livaić 2023). Ova personalizacija može pomoći učenicima s različitim

sposobnostima i potrebama omogućujući im da napreduju vlastitim tempom. Uloga nastavnika također se mijenja s pojavom UI alata. Tradicionalni model poučavanja, gdje je nastavnik glavni izvor znanja, sve se više transformira u model gdje nastavnici postaju facilitatori učenja. Međutim, ova promjena također postavlja pitanja o pripremljenosti nastavnika za korištenje novih tehnologija i njihovoj ulozi u obrazovnom sustavu (Golubović i Domaćinović 2019). Umjetna inteligencija ima potencijal značajno transformirati obrazovne procese nudeći brojne prednosti u personalizaciji učenja i analizi podataka. Međutim, važno je pažljivo razmotriti etičke dileme i izazove koji se javljaju s njenom primjenom.

Uspješna integracija UI sustava i igrifikacijskih elemenata u obrazovanje neraskidivo je povezana s kontinuiranim profesionalnim razvojem nastavnika. Nastavnici moraju razviti tri ključne kompetencije: tehničke vještine za učinkovito korištenje novih tehnologija, razumijevanje etičkih implikacija UI sustava i sposobnost stvaranja inkluzivnog digitalnog obrazovnog okruženja. Ovakav holistički pristup omogućuje pretvaranje tehnoloških mogućnosti u konkretne obrazovne prednosti, osiguravajući da inovacije služe ciljevima pravednosti, kvalitete i održivosti. Umjetna inteligencija (UI) transformira obrazovanje personalizacijom učenja i automatizacijom administrativnih zadataka koristeći algoritme strojnog učenja za prilagodbu obrazovnih sadržaja individualnim potrebama učenika. U ovom kontekstu, nastavnici preuzimaju ulogu mentora koji usmjeravaju učenike obrazovnim procesom, balansirajući između tehnoloških mogućnosti i pedagoških ciljeva. U kombinaciji s igrifikacijom, interaktivnim alatima, poput *Kahoota* i *Minecraft: Education Edition*, UI potiče angažman učenika razvijajući njihove kompetencije za kritičko razmišljanje i timski rad. Posebno je značajan doprinos obrazovanju o održivom razvoju gdje digitalne simulacije omogućuju učenicima praktično iskustvo u rješavanju ekoloških i društvenih izazova.

Iako UI značajno doprinosi unapređenju obrazovnih ishoda te održivom razvoju digitalizacijom resursa i smanjenjem ekološkog otiska, neophodno je riješiti izazove algoritamske pristranosti i zaštite privatnosti podataka. Uspješna implementacija zahtijeva kontinuirani profesionalni razvoj nastavnika i osiguranje jednakog pristupa tehnologiji. Time se stvara inkluzivno obrazovno okruženje koje istovremeno poboljšava kvalitetu učenja i priprema učenike za izazove 21. stoljeća. Umjetna inteligencija i igrifikacija nisu samo tehnološki trendovi, već alati koji, kada se primjenjuju promišljeno, mogu podržati ciljeve održivog razvoja obrazovnim strategijama usmjerenim učeniku. UI omogućuje personalizaciju učenja, analizu obrazovnih podataka i prilagodbu sadržaja specifičnim potrebama učenika, dok igrifikacija potiče motivaciju i angažman elementima igre. Kada se ove tehnologije integriraju u obrazovni proces, one mogu djelovati kao snažna potpora razvoju ekološke i društvene svijesti kod učenika. U toj transformaciji, školski knjižničari imaju važnu ulogu

posrednika – oni povezuju tehnologiju i obrazovne ciljeve, osiguravajući dostupnost digitalnih resursa, razvijaju digitalnu i podatkovnu pismenost te promiču etičku upotrebu novih alata. Upravo u toj sinergiji – umjetne inteligencije, igrifikacije i stručnog vođenja školskih knjižničara – moguće je oblikovati novu obrazovnu paradigmu koja promiče održivost, inkluzivnost i aktivno sudjelovanje učenika.

Obrazovanje, igrifikacija i umjetna inteligencija

Suvremeni obrazovni sustavi suočeni su s potrebom prilagodbe tehnološkim, društvenim i ekološkim izazovima 21. stoljeća. U tom kontekstu, integracija umjetne inteligencije (UI) i igrifikacije u obrazovne procese, sve više dobiva na važnosti. Istodobno, uloga školskih knjižnica i knjižničara kao informacijskih i digitalnih vodiča, učenicima postaje ključna za ostvarenje ciljeva održivog razvoja i stvaranje pravednog, personaliziranog obrazovnog okruženja.

Umjetna inteligencija obuhvaća tehnologije koje omogućuju strojevima da obavljaju zadatke koji zahtijevaju ljudsku inteligenciju, poput učenja, odlučivanja i obrade jezika (Mrnjauš, Vrcelj i Kušić 2023). U obrazovanju se koristi za personalizaciju učenja, analizu napretka učenika, automatizaciju zadataka i kreiranje obrazovnih alata (Juršić 2020; Klarin i Livić 2023). Automatizacija administrativnih zadataka omogućuje nastavnicima da se više posvete individualnom radu s učenicima, dok alati za personalizaciju omogućuju napredovanje učenika vlastitim tempom, što je osobito važno za učenike s različitim sposobnostima i stilovima učenja. Primjeri uključuju *ChatGPT*, *Wooflash* i *Quizizz* koji uvode interaktivnost, simulacije i elemente igre u obrazovni proces.

Ovi primjeri jasno ukazuju na transformacijski potencijal umjetne inteligencije u obrazovanju, posebice u području personalizacije učenja i unaprjeđenja pedagoških praksi. U nastavku se razmatra kako UI dodatno osnažuje pristupe igrifikacije te kako zajednički mogu oblikovati motivirajuće i dostupno obrazovno okruženje.

Obrazovanje, održivi razvoj i umjetna inteligencija

Umjetna inteligencija (UI) i igrifikacija igraju ključnu ulogu u obrazovanju o ciljevima održivog razvoja (SDGs) inovativnim pristupima koji potiču angažman učenika i razvijaju ekološku svijest. Korištenjem igrifikacije, obrazovni alati mogu integrirati elemente igre kako bi učenici na interaktivan i motivirajući način učili o održivom razvoju (Boncu, Candel i Popa 2022). Takvi sadržaji često uključuju izazove i nagrade usmjerene na rješavanje ekoloških problema, čime se potiče njihovo aktivno sudjelovanje i razumijevanje važnosti održivih praksi. Obrazovni alati temeljeni na umjetnoj inteligenciji dodatno doprinose stvaranju ekološke svijesti, koristeći analizu podataka i personalizaciju kako bi se aktivnosti prilagodile interesima i potrebama učenika (Alenezi

2023; Bachiri, Mouncif i Bouikhalene 2023). Pružanjem individualizirane povratne informacije, ovi alati pomažu učenicima u razumijevanju tema, poput klimatskih promjena, recikliranja ili kružne ekonomije.

Platforme poput *Duolingo* uvode sadržaje o zaštiti okoliša unutar lekcija jezika, dok alati poput *Edmoda* i *Google Classrooma* omogućuju nastavnicima kreiranje kvizova i zadataka vezanih uz specifične aspekte održivosti. Khan Academy koristi UI za prilagodbu sadržaja o obnovljivim izvorima energije, dok *Wooflash* i *Quizizz* koriste igrifikaciju kako bi učenici kvizovima istraživali teme povezane s održivim razvojem.

Školski knjižničari mogu igrati važnu ulogu u povezivanju digitalnih alata s obrazovanjem za održivi razvoj. Njihova stručnost u odabiru kvalitetnih izvora i u dizajnu edukativnih aktivnosti omogućuje integraciju održivih tema u svakodnevni nastavni proces. Osim toga, knjižničari mogu poticati kritičko promišljanje o ekološkim pitanjima, voditi projekte koji uključuju istraživačko učenje i usmjeravati učenike na odgovorno korištenje tehnologije u svrhu održive budućnosti.

Osim spomenutih, specijalizirane aplikacije, poput *EcoBuddyja*, pružaju učenicima personalizirane preporuke za povećanje ekološke osviještenosti, dok *Minecraft Education Edition* virtualnim svjetovima i različitim izazovima omogućuje učenicima istraživanje rješenja za izgradnju održivih zajednica. Spomenute aplikacije ne samo da olakšavaju razumijevanje kompleksnih pitanja održivog razvoja, već potiču angažman i kritičko promišljanje učenika pružajući im priliku da aktivno sudjeluju u oblikovanju održive budućnosti.

Primjeri edukativnih igara koje koriste umjetnu inteligenciju za podučavanje o održivom razvoju uključuju simulacije ekoloških sustava, klimatskih promjena i upravljanja resursima. Učenici u ovim igrama donose odluke koje imaju izravan utjecaj na okoliš čime razvijaju kritičko mišljenje i sposobnosti rješavanja problema (Boncu, Candel i Popa 2022). Na primjer, igre koje simuliraju upravljanje gradovima ili poljoprivrednim površinama pomažu učenicima razumjeti složenost održivog razvoja i važnost promišljenih odluka. Igre poput *SimCity: BuildIt*, *Eco* ili *Climate Challenge* omogućuju učenicima da preuzmu ulogu donositelja odluka balansirajući između gospodarskih, ekoloških i društvenih faktora. Umjetna inteligencija u tim igrama prati učeničke aktivnosti, pruža prilagođene povratne informacije i pomaže im u sagledavanju posljedica vlastitih odluka na održivost. Drugi alati, poput *Minecraft Education Edition* i *Plan It Green: The Big Switch*, fokusirani su na timski rad i suradnju u kontekstu izgradnje održivih zajednica, upravljanja resursima i implementacije zelenih tehnologija. Učenici igrom uče o kružnoj ekonomiji, obnovljivim izvorima energije i važnosti društvene odgovornosti.

Školski knjižničari mogu imati važnu ulogu u podršci korištenja ovakvih edukativnih igara. Njihova stručnost u odabiru kvalitetnih digitalnih sadržaja i vođenju tematskih aktivnosti omogućuje učenicima

dublje razumijevanje ekoloških problema te povezivanje virtualnih iskustava s realnim izazovima. Suradnjom s nastavnicima, knjižničari mogu organizirati radionice, projektne zadatke ili diskusijske grupe koje proširuju i reflektiraju iskustva iz digitalnih igara u kontekstu obrazovanja za održivi razvoj.

Debate i istraživački projekti usmjereni na etičke aspekte primjene umjetne inteligencije u kontekstu održivog razvoja razvijaju kod učenika kritičko mišljenje i svijest o važnosti donošenja informiranih odluka. Ove aktivnosti ne samo da obogaćuju znanje, već potiču i odgovorno djelovanje prema okolišu (Ratković 2024). Školski knjižničari mogu aktivno sudjelovati u osmišljavanju te provedbi ovakvih aktivnosti nudeći relevantne izvore, podršku u strukturiranju argumenata i promicanju etičke upotrebe digitalnih tehnologija.

Integracija umjetne inteligencije i igrifikacije u obrazovanje ima velik potencijal za razvoj globalnih kompetencija ključnih za održivi razvoj. Sudjelovanjem u simulacijama stvarnih problema, poput upravljanja resursima u virtualnim gradovima ili planiranja održivih energetskih sustava, učenici razvijaju vještine timskog rada, rješavanja problema i kritičkog razmišljanja (Alenezi 2023; Bachiri, Mouncif i Bouikhalene 2023). Takve aktivnosti omogućuju učenicima da u sigurnom okruženju istraže strategije, surađuju s vršnjacima i donose odluke koje utječu na postizanje ciljeva održivosti.

Umjetna inteligencija personalizira iskustva učenja prilagođavajući razinu složenosti i zadatke svakom učeniku. Time se osigurava aktivno sudjelovanje svih učenika, bez obzira na početno znanje ili iskustvo. Suradničke igre dodatno potiču razvoj socijalnih vještina i osjećaj zajedničke odgovornosti (Alenezi 2023).

Kako bi igrifikacija, temeljena na umjetnoj inteligenciji, bila uključiva potrebno je razviti strategije koje omogućuju ravnopravan pristup tehnologiji i resursima. To uključuje osiguranje uređaja i internetske povezanosti, kao i podršku učenicima koji imaju poteškoće u korištenju digitalnih alata (Nuryana et al. 2024). Obrazovne ustanove trebaju uspostaviti politike koje promiču jednakost u pristupu digitalnim sadržajima i smanjuju razlike u obrazovnim ishodima.

U ovom kontekstu, školski knjižničari mogu poslužiti kao posrednici koji osiguravaju dostupnost tehnologije, provode edukacije o digitalnoj pismenosti i aktivno uključuju učenike iz manje privilegiranih okruženja. Njihova podrška pridonosi stvaranju pravednijeg i održivijeg obrazovnog sustava.

Integracija umjetne inteligencije (UI) i igrifikacije u obrazovanje može značajno smanjiti ekološki otisak tradicionalnih obrazovnih praksi. Korištenje papira u tiskanim udžbenicima, skriptama, bilježnicama i administraciji, kao i potrošnja energije za grijanje, rasvjetu i održavanje školskih objekata, doprinose emisiji stakleničkih plinova i trošenju prirodnih resursa. Digitalne tehnologije nude održive alternative – omogućuju pristup obrazovnim sadržajima bez potrebe za tiskanim materijalima, smanjuju logističke troškove i otpad,

a personalizirani digitalni alati dodatno optimiziraju upotrebu resursa.

Primjenom UI-ja učenici mogu sudjelovati u simulacijama koje prikazuju posljedice klimatskih promjena, istražuju održive prakse i modeliraju strategije za smanjenje emisije CO₂. Ovakve aktivnosti razvijaju razumijevanje međuodnosa ekoloških sustava i važnosti odgovornog djelovanja.

Jedna od najvećih prednosti UI-ja u obrazovanju jest njezina sposobnost analize velikih količina podataka. Učenici mogu, primjerice, analizirati informacije o potrošnji energije, demografskim trendovima ili emisijama stakleničkih plinova, što ne samo da razvija podatkovnu pismenost, već ih potiče na oblikovanje rješenja temeljenih na dokazima. Takvi se pristupi često koriste u projektima poput eTwinning inicijativa *The population of my region i 2eco&health*, gdje učenici primjenjuju UI za analizu stvarnih problema (Rumenović 2022).

Adaptivni UI sustavi također omogućuju nastavnicima da učenicima prilagode sadržaje, npr. nudeći izazovnije zadatke vezane uz održivi razvoj za naprednije učenike, dok se generativni alati mogu koristiti za izradu modela energetski učinkovitih zgrada ili vizualizaciju učinaka različitih ekoloških praksi (Dorešić 2024). U ovom kontekstu, školski knjižničari imaju ključnu ulogu u razvoju podatkovne i digitalne pismenosti. Oni pomažu učenicima razumjeti kako odgovorno koristiti podatke, analizirati izvore i donositi informirane odluke temeljene na etičkim i održivim principima. Također, mogu organizirati radionice o primjeni UI-ja u svakodnevnom životu, usmjeravati učenike u prepoznavanju algoritamske pristranosti te poticati promišljanje o dugoročnim učincima tehnologije na okoliš i društvo.

Zaključak

Uloga umjetne inteligencije i igrifikacije u obrazovanju predstavlja ključni element suvremenih pedagoških pristupa. Njihova primjena ne samo da doprinosi personalizaciji i većem angažmanu učenika, već i otvara prostor za razvijanje održivih obrazovnih praksi. Međutim, učinkovita integracija ovih tehnologija zahtijeva promišljen pristup koji uključuje tehničku, etičku i pedagošku pripremljenost svih sudionika obrazovnog procesa.

Školski knjižničari u toj transformaciji zauzimaju jedinstveno mjesto: kao most između tehnologije, informacija i korisnika. Oni mogu pružiti ključnu podršku učenicima i nastavnicima u razvoju digitalnih i medijskih kompetencija. Njihova uključenost u planiranje, provođenje i evaluaciju obrazovnih aktivnosti temeljnih na UI-ju i igrifikaciji može osigurati da se nove tehnologije koriste na inkluzivan, kritički i etički način. Nova obrazovna paradigma temelji se na vrijednostima dostupnosti, pravednosti, interdisciplinarnosti i aktivnog sudjelovanja učenika. U tom okruženju, gdje su granice između nastavnih i informatičkih uloga sve propusnije,

školski knjižničar postaje nezaobilazan akter digitalne transformacije obrazovanja. Time se dodatno potvrđuje potreba za njihovim stalnim stručnim usavršavanjem i aktivnim uključivanjem u strateško planiranje digitalno održivih škola.

Literatura

- Alenezi, Abdullah. 2023. *Teacher Perspectives on AI-Driven Igrification: Impact on Student Motivation, Engagement, and Learning Outcomes*. *Information Technologies and Learning Tools* 97(5): 138–148. <https://doi.org/10.33407/itlt.v97i5.5437>.
- Bachiri, Younes-Aziz; Mouncif, Hicham; Bouikhalene, Belaid. 2023. *Artificial Intelligence Empowers Igrification: Optimizing Student Engagement and Learning Outcomes in E-learning and MOOCs*. *International Journal of Engineering Pedagogy* 13(8): 4–19. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i8.40853>.
- Barua, Prabal Datta; Jahmunah, Jahmunah; Gururajan, Raj; Oh, Shu Lih; Palmer, Elizabeth; Azizan, Muhammad Mokhzaini; Kadri, Nahrizul Adib; Acharya, U. Rajendra. 2022. *Artificial Intelligence Enabled Personalised Assistive Tools to Enhance Education of Children with Neurodevelopmental Disorders—A Review*. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(3): 1192. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031192>.
- Bennani, Souha; Maalel, Ahmed; Ben Ghezala, Henda. 2021. *Adaptive igrification in E-learning: A literature review and future challenges*. *Computer Applications in Engineering Education* 30(2): 628–642. <https://doi.org/10.1002/cae.22477>.
- Boncu, Ștefan; Candel, Octav-Sorin; Popa, Nicoleta Laura. 2022. *Gameful Green: A Systematic Review on the Use of Serious Computer Games and Igrified Mobile Apps to Foster Pro-Environmental Information, Attitudes and Behaviors*. *Sustainability* 14(16): 10400. <https://doi.org/10.3390/su141610400>.
- Dorešić, Jadranka. 2024. *Primjena umjetne inteligencije u nastavi darovitih učenika u strukovnom obrazovanju*. *Varaždinski učitelj*, 7(15), 270–274. URL: <https://hrcak.srce.hr/318846> (pristupljeno 9. 1. 2025.).
- Golubović, Aleksandra; Domaćinović, Petra. 2019. *Nekoliko misli o profilu nastavnika kao odgojitelja*. *Diacovensia* 27(4): 703–726. <https://doi.org/10.31823/d.27.4.8>.
- González-Cespón, José Luis; Alonso-Rodríguez, José Antonio; Rodríguez-Barcia, Susana; Gallego, Pedro Pablo; Pino-Juste, Margarita R. 2024. *Enhancing Employability Skills of Biology Graduates through an Interdisciplinary Project-Based Service Learning Experience with Engineering and Translation Undergraduate Students*. *Education Sciences* 14(1): 95. <https://doi.org/10.3390/educsci14010095>.
- Ibrahim, Umar. 2024. *Empowering Sustainable Development and Security through Computer Education and Technology Integration*. *International Journal of Applied Educational Research* 2(1): 24–25. <https://doi.org/10.59890/ijaer.v2i1.1456>.
- Jungwirth, David; Haluza, Daniela. 2023. *Artificial Intelligence and the Sustainable Development Goals: GPT-3's Reflections on the Society Domain*. Preprints 2023: 2023030025. <https://doi.org/10.20944/preprints202303.0025.v1>.
- Jungwirth, David; Haluza, Daniela. 2023. *Artificial Intelligence and the Sustainable Development Goals: An Exploratory Study in the Context of the Society Domain*. *Journal of Software Engineering and Applications* 16(4): 91–112. <https://doi.org/10.4236/jsea.2023.164006>.
- Juršić, Ivan. 2020. *Utjecaj umjetne inteligencije na obrazovni sustav*. Završni rad. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli. URL: <https://repozitorij.unipu.hr/islandora/object/unipu:6486> (pristupljeno 7. 1. 2025.).
- Khakurel, Jayden; Penzenstadler, Birgit; Porras, Jari; Knutas, Antti; Zhang, Wenlu. 2018. *The Rise of Artificial Intelligence under the Lens of Sustainability*. *Technologies* 6(4): 100. <https://doi.org/10.3390/technologies6040100>.
- Kim, Jihoon; Castelli, Darla M. 2021. *Effects of Igrification on Behavioral Change in Education: A Meta-Analysis*. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(7): 3550. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073550>.
- Klarin, Zvonimir; Livaić, Tea. 2023. *Primjena ChatGPT jezičnog modela umjetne inteligencije u visokom obrazovanju*. *Elektronički zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku* 17(3-4): 99–112. <https://doi.org/10.51650/ezrvs.17.3-4.6>.
- Kralj, Lidija; Blažić, Arjana; Valečić, Helena; Janeš, Sanja; Blašković, Valentina; Marinić, Nikolina; Slišurić, Kristina; Dasović, Darija; Majdandžić, Vesna i Rakić, Darko. 2024. *Umjetna inteligencija u obrazovanju*. Zagreb: Agencija za elektroničke medije i UNICEF. URL: <https://www.medijiskapismenost.hr/wp-content/uploads/2024/04/Umjetna-inteligencija-u-obrazovanju.pdf> (pristupljeno 7. 1. 2025.).
- Mrnjauš, Kornelija; Vrcelj, Sofija; Kušić, Siniša. 2023. *Umjetna inteligencija i obrazovanje: suparnici ili saveznici?* *Jahr* 14(2): 429–445. URL: <https://doi.org/10.21860/j.14.2.9>.
- Najjar, Eman; Salhab, Reham. 2022. *Position Paper: Gamification in the Learning Process*. *International Journal of Online and Biomedical Engineering* 18(1): 148–153. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i01.26609>.
- Nuryana, Zalik; Nurcahyati, Indah; Ichsan, Yazida; Kurniawan, Muh. Alif; Hanafiah, Yusuf; Fadhlurrahman, Fadhlurrahman; Rachmaningtyas, Nur Anisyah; Aji, Atqo Darmawan. 2024. *Exploring the frontiers of school environmental health and artificial intelligence for sustainability*. *E3S Web of Conferences* 501: 01014. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450101014>.
- Suresh Babu, Srimathi; Anitha, Dhakshina Moorthy. 2023. *Application of artificial intelligence in*

- adaptation of gamification in education: A literature review.* Computer Applications in Engineering Education, 32(1), 123–134. <https://doi.org/10.1002/cae.22683> Ouanes, Wiem; Babu, Suresh Chandra. 2024. *Application of artificial intelligence in adaptation of gamification in education: A literature review.* Computer Applications in Engineering Education 32(1): 123-134. <https://doi.org/10.1002/cae.22683>.
21. Ratković, Nada. 2024. *Umjetna inteligencija (UI) za održivi razvoj. Europski tjedan održivog razvoja.* URL: <https://www.esdn.eu/esdw/events-detail/umjetna-inteligencijaiui-za-odrzivi-razvoj> (pristupljeno 27. 1. 2025.).
 22. Rumenović, Branko. 2022. *AI & VET. Pogled kroz prozor.* URL: <https://pogledkrozprozor.wordpress.com/2022/11/30/ai-vet/> (pristupljeno 29. 1. 2025.).
 23. Shi, Dingpu; Zhou, Jincheng; Wang, Dan; Wu, Xiaopeng. 2022. *Research Status, Hotspots, and Evolutionary Trends of Intelligent Education from the Perspective of Knowledge Graph.* Sustainability 14(17): 10934. <https://doi.org/10.3390/su141710934>.
 24. UNESCO. 2021. *Reimagining our futures together: A new social contract for education.* Paris: UNESCO. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707> (pristupljeno 29. 3. 2025.).
 25. Varga, Matija; Ružić, Dražen. 2024. *Umjetna inteligencija u obrazovanju.* Varaždinski učitelj 7(15): 87-96. URL: <https://hrcak.srce.hr/clanak/456896> (pristupljeno 7. 1. 2025.).
 26. Zainuddin, Puteri Faída Alya. 2023. *Usability of Mathematics Igrification among Pre-Diploma Students.* International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development 12(4): 39-47. <https://doi.org/10.6007/IJARPED/v12-i4/19547>.
 27. Zhao, Leilei; Wu, Xiaofan; Luo, Heng. 2022. *Developing AI Literacy for Primary and Middle School Teachers in China: Based on a Structural Equation Modeling Analysis.* Sustainability 14(21): 14549. <https://doi.org/10.3390/su142114549>.

Summary

Artificial Intelligence, Gamification and Sustainable Development: The Role of School Librarians in the New Educational Environment

This paper explores the possibilities of integrating artificial intelligence (AI) and gamification in education, with an emphasis on their contribution to sustainable development and the role of school librarians within a new educational paradigm. It analyzes how AI tools can personalize learning, monitor student progress, and contribute to the creation of an equitable and inclusive learning environment. Gamification is considered as a strategy for increasing student motivation and engagement, especially in the context of teaching about sustainable development goals. The paper focuses on the role of school librarians who, in addition to managing information resources, participate in the development of students' digital and data literacy and promote ethical and responsible use of technology. Through examples of good practice and relevant sources, key concepts related to AI ethics - such as algorithmic bias, digital equity, and personalized education - are clarified. The paper concludes that the synergy of artificial intelligence, gamification, and professional librarian support can contribute to the development of an innovative, sustainable, and student-centered educational system.

Keywords: digital literacy, gamification, artificial intelligence, ethical use of technology, school librarians