

Bošnjaković, Natalija–Đurđević Babić, Ivana

IGRIFIKACIJA U STEM OBRAZOVANJU

Uvod

Suvremeno obrazovanje suočava se s nedostatkom motivacije i nedovoljnom uključenošću učenika u nastavni proces. Jedno od mogućih rješenja je odmak od tradicionalne nastave, korištenjem suvremenih nastavnih pristupa i metoda. U tom kontekstu, igrifikacija nudi „priliku za povećanje interesa djece, učenika i mladih, motivacije, povezivanja, te osnaživanja njihove komunikacije i dijeljenja. S igrifikacijom djeci, učenicima i mladima omogućuje se korištenje dobro osmišljenih mehanizama koji omogućuju osvajanje bedževa, sakupljanje bodova, prelazak razina ili osvajanje nagrada“.¹

Nekoliko autora nudi definiciju igrifikacije. Među prvima koji pokušavaju definirati igrifikaciju su Deterding i suradnici² koji navode da je igrifikacija kao pojam nastala u industriji digitalnih medija i predlažu definiciju prema kojoj je igrifikacija „korištenje elemenata oblikovanja igre u neigravajućem kontekstu“. Kapp ističe da igrifikacija koristi mehaniku, estetiku i razmišljanje o igri kako bi se uključilo ljude, motiviralo na akciju, promoviralo učenje i rješavanje problema³. Nadalje, Kapp⁴ razlikuje dvije vrste igrifikacije: strukturnu igrifikaciju i igrifikaciju sadržaju. Strukturna igrifikacija je primjena elemenata igre za vođenje učenika kroz sadržaj bez izmjena ili promjena samog sadržaja. Sadržaj ne postaje nalik igrici, već samo struktura oko sadržaja. Primarni fokus iza ove vrste igrifikacije je motivirati učenika da prođe kroz sadržaj i uključiti ga u proces učenja kroz nagrade, a najčešći elementi u ovoj vrsti igrifikacije su bodovi, značke, postignuća i razine. Kod igrifikacije sadržaja primjenjuju se elementi igre i razmišljanja o igri kako bi se promijenio sadržaj da bude što sličniji igri. Dodavanjem elemenata igre sadržaj postaje sličniji igri, ali se sadržaj ne pretvara u igru⁵. Naslanjajući se na definiciju koju su ponudili Deterding i suradnici i Marczewski⁶ razlikuje dvije vrste igrifikacije: ekstrinzičnu igrifikaciju i intrinzičnu igrifikaciju. Ekstrinzična igrifikacija je vrsta na koju je većina ljudi navikla, gdje se elementi igre dodaju sustavu (bodovi, značke, traka napretka).

¹ Ivana MEDICA RUŽIĆ–Mario, DUMANČIĆ: *Gamification in Education*, Informatol, 2015/48(3–4), 198–204.

² Sebastian DETERDING–Dan DIXON–Rilla KHALED–Lennart NACKE: *From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification*, 15th International Academic MindTrek Conference: *Envisioning Future Media Environments*, MindTrek, 2011/11, 9–15.

³ Ivana MEDICA RUŽIĆ–Mario DUMANČIĆ: *Gamification in Education*, Informatol, 2015/48(3–4), 198–204.

⁴ Karl K. KAPP: *Intelligently Fusing Learning, Technology i Business*, 2013. <https://karlkapp.com/two-types-of-gamification> [15.10.2021.]

⁵ isto

⁶ Andrzej MARCZEWSKI: *Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design*, 2015, 5. <https://www.gamified.uk/gamification-framework/differences-between-gamification-and-games/> [15.10.2021.]

Intrinzična igrifikacija se više odnosi na korištenje motivacije i bihevioralnog dizajna za privlačenje korisnika.⁷

Iako se igrifikacija koristi u različitim okruženjima, poput medicine⁸ ili turizma⁹ ovaj rad bazira se isključivo na igrifikaciji u obrazovanju, i to u STEM području. Vrlo je važno napomenuti da za razliku od igara, primarni cilj igrifikacije u učenju nije zabavljanje, već oblikovanje ponašanja učenika korištenjem elemenata dizajna igara.¹⁰

STEM područje obrazovanja još je više suočeno s problemima nedostatka motivacije i želje učenika da se bave tim područjem. Vázquez i Manassero¹¹ tvrde da učenici počinju pokazivati nezainteresiranost za znanstvene discipline u ranoj dobi jer imaju negativnu sliku o znanosti općenito te vrlo rano napuštaju ideju o odabiru STEM karijere. U Europi studenti STEM – a čine oko 2% studentske populacije, dok u drugim svjetskim regijama taj postotak iznosi do 20%.¹² Nekoliko autora i izvješća navode nedostatak stručnjaka u STEM području i predlažu rane intervencije na razini osnovne škole.¹³ Playfoot, Salvadore, i Nicola¹⁴ tvrde da broj studenata specijaliziranih za znanosti, tehnologiju, inženjering i matematiku opada što dovodi do stvarnog rizika od nedostatka odgovarajuće kvalificiranih znanstvenika, tehničara i inženjera. Veliki su izazovi i u STEM poučavanju, gdje se nastava održiva pretežno tradicionalno. To može dovesti do toga da iskustvo učenja bude manje učinkovito, uključuje manje angažiranja učenika, a učenici biraju predmete za koje smatraju da su lakši i zabavniji. Također je potrebno osigurati da učitelji STEM-a dobiju priliku biti inovativni u načinu na koji poučavaju i u sadržaju kojeg razvijaju.¹⁵ Iako već postoje značajni dokazi o potencijalu koji igrifikacija i učenje temeljeno na igri imaju za podršku obrazovnim ciljevima, relativno je malo podataka o utjecaju koji

⁷ isto

⁸ Adilkhan SHYNGYS–Alimanova MADINA: *Application of Gamification Tool in Hand*

Rehabilitation Process, 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 2021, 1–4.

⁹ Rafael BRAVO–Sara CATALÁN–José M. PINA: *Gamification in tourism and hospitality review platforms: How to R.A.M.P. up users' motivation to create content*, International Journal of Hospitality Management, 2021/99.

¹⁰ Darina DICHEVA–Keith IRWIN–Christo DICHEV: *Exploring Learners Experience of Gamified Practicing: For Learning or for Fun?*, International Journal of Serious Games, 2019/6–3, 5–21.

¹¹ Ángel VÁZQUEZ-ALONSO–María Antonia MANASSERO-MAS: *El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria*, Ciência & Educação (Bauru), 2011/17–2, 249–268. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200001> [20.10.2021.]

¹² Foteini GRIVOKOSTOPOULOU–Isidoros PERIKOS–Konstantinos KOVAS–Ioannis HATZILYGEROUDIS: *An innovative educational environment based on virtual reality and gamification for learning stem entrepreneurship*, 12th Annual International Conference of Education, Research and Innovation, ICERI Proceedings, 2019, 11263–11267.

¹³ Michel ROCARD (CHAIR)–Peter CSERMELY–Doris JORDE–Dieter LENZEN–Harriet WALBERG–HENRIKSSON–Valerie HEMMO: *Science education now: a Renewed pedagogy for the future of Europe*, European Commission, Luxembourg, 2007.

¹⁴ Jim PLAYFOOT–Fabio di SALVADORE Carmine De NICOLA: *Evaluating the impact of novel learning technologies in STEM subjects: results from project Newton and the Gam Lab-Italy pilot experience*, 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation, IATED, Seville, 2018, 3365–3372.

¹⁵ Jim PLAYFOOT–Fabio di SALVADORE–Carmine De NICOLA: *Evaluating the impact of novel learning technologies: Lessons from the Newton project*, 10th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Palma, 2018, 6720–6727.

se može postići posebno s učenicima STEM-a.¹⁶ Gilyazova¹⁷ raspravlja o potencijalnim mogućnostima, ograničenjima i problemima vezanim uz korištenje igara i tehnologija igara (kao što je igrifikacija) u obrazovanju. Pretvaranjem učenja u igru može se potaknuti učenike da percipiraju svijet rada (dužnosti, odgovornosti) kao svijet igre (želje, sloboda); tada će škola ili izgubiti svoju društvenu ulogu u pripremi učenika za život, koji je svijet rada i obveza, a ne svijet igre, ili će učenicima postati dosadna igra koja će izgubiti svoju privlačnost (ili sugerirati manipulacije). Stoga, usprkos svim svojim prednostima, obrazovanje temeljeno na igrama i igrificirano obrazovanje ne bi trebalo smatrati lijekom za panaceju.^{18,19}

Pregled postojeće literature

Suvremena nastava zahtjeva suvremene metode. Problemi nedostatka motivacije i nezainteresiranost učenika uzrokovali su potrebu traženja metoda koje bi učenje učinile zanimljivijim, a sam nastavni proces privlačniji učenicima. Kao odgovor na potrebe učitelja, posljednje desetljeće igrifikacija i njezin učinak na nastavni proces postaje fokusom mnogih istraživanja. S obzirom na velik broj postojećih istraživanja, mnogi autori pristupili su izradi preglednih radova kako bi se sažele najsuremenije informacije o dostupnosti literature. U nastavku rada daje se pregled nekih postojećih preglednih radova objavljenih u znanstvenim časopisima indeksiranim u bazi Web of Science (WoS), a koji se odnose na igrifikaciju u STEM području te su objavljeni u razdoblju od 2016. do danas.

Ortiz, Chiluiza, i Valcke²⁰ u svom radu donose sustavan pregled literature empirijskih studija o igrifikaciji visokog obrazovanja povezanog sa STEM područjem. Rezultati analize pokazuju kako kombinacija elemenata igre (npr. ljestvice, značke, bodovi i druge kombinacije) pozitivno utječe na uspješnost, uključenost, usmjerenost na ciljeve i odnos prema predmetima uglavnom povezanim s informatikom. Rezultati također ukazuju na nedostatak studija u određenim STEM područjima, nedostatak studija koje identificiraju određeni element igre povezan s pozitivnim diferencijalnim utjecajem na uspješnost učenika, nedostatak potvrđenih psihometrijskih mjerenja i nedostatak usredotočenosti na posredničke /moderirajuće varijable koje bi se mogle ili

¹⁶ Jim PLAYFOOT: *Exploring the role of gamification within STEM teaching as a mechanism to promote student engagement, develop skills and ultimately improve learning outcomes for all types of students*, EDULEARN16 Proceedings, Barcelona, 2016, 2140–2147.

¹⁷ Olga GILYAZOVA: *Gaming practices and technologies in education: Their educational potential, limitations and problems in the world-of-work and world-of-play context*, Revista Tempos e Espaços em Educação, 2020/13–32.

¹⁸ Jim PLAYFOOT: *Exploring the role of gamification within STEM teaching as a mechanism to promote student engagement, develop skills and ultimately improve learning outcomes for all types of students*, EDULEARN16 Proceedings, Barcelona, 2016, 2140–2147.

¹⁹ Olga GILYAZOVA: *Gaming practices and technologies in education: Their educational potential, limitations and problems in the world-of-work and world-of-play context*, Revista Tempos e Espaços em Educação, 2020/13–32.

²⁰ Margarita ORTIZ-ROJAS–Katherine CHILUIZA–Martin VALCKE: *Gamification through leaderboards: An empirical study in engineering education*, Computer Applications in Engineering Education, 2019/27–4, 777–788.

trebale uzeti u obzir kako bi pojasnio utjecaj igrifikacije na učenje i poučavanje u STEM predmetima.

Vrlo slične rezultate o najčešćim elementima igre koji se primjenjuju u dizajniranju učenja temeljenog na igri za studente u STEM predmetima su dobili Juhari i Abu Bakar.²¹ Njihov rad je pokazao da je najčešći element igre uključen u dizajniranje učenja temeljenog na igri razina izazova, nakon čega slijede nagrade, povratne informacije, jasan cilj i vremensko ograničenje.

Balasooriya, Mor, Rodriguez i Huertas²² su analizirali 50 programskih alata koji sadrže igrifikaciju ili njezine elemente. Klasificirali su ih na inteligentne sustave podučavanja, alate za vizualizaciju, inteligentna programska okruženja i simulacijske alate. Zaključili su da se mnogi od ovih alata fokusiraju na određenu vrstu učenja i da uključuju neke od strategija učenja. Njihova se studija usredotočila na predstavljanje značajki alata i preporuka za učenje kako bi učenici početnici ili učitelji mogli donijeti informirane odluke o vrstama alata koje žele koristiti.

Kritički osvrt na istraživanja igrifikacije u STEM području daju Dichev i Dicheva,²³ usredotočujući se na empirijske dokaze, a ne na potencijale, uvjerenja ili preferencije. Zaključili su da: (1) ne postoje dokazi kojima bi se poduprle dugoročne koristi igrifikacije u obrazovnim kontekstima; (2) praksa igrifikacije učenja nadmašila je razumijevanje istraživača o njezinim mehanizmima i metodama; (3) znanje o tome kako igrificirati aktivnost u skladu sa specifičnostima obrazovnog konteksta je još uvijek ograničeno.

Lynch i Ghergulescu²⁴ vrše pregled trenutnih virtualnih laboratorija i raspravljaju o tome kako projekt NEWTON može prevladati postojeća ograničenja. Zbog napretka u tehnologiji, virtualni laboratoriji su stekli popularnost kao središnji dio praktične nastave u znanosti i inženjerstvu. Mogućnosti u virtualnim laboratorijima proširile su se od osnovnih vježbi e-učenja do igrifikacije, proširene i virtualne stvarnosti, ali i interakcije između korisnika pomoću avatara.

Venter²⁵ daje sveobuhvatan pregled literature o studijama usmjerenim na korištenje sustava igrifikacije u nastavi programiranja u visokom obrazovanju od 2014. do 2019. godine. Rezultati pokazuju da su najpopularniji elementi igrifikacije ploče s najboljim rezultatima, a zatim bodovi, značke i razine. Dodatno, u smislu alata ili instrumenata koji su korišteni za implementaciju

²¹ Aisyah Nadhirah JUHARI–Mimi Hani ABU BAKAR: *Popular Game Elements Used in Designing Game-Based Learning STEM Application for School Students – A Review*, Jurnal kejuruteraan, 2020/32–4, 1–10.

²² Isuru BALASOORIYA–Enric MOR–M Elena RODRIGUEZ– Maria Antonia HUERTAS: *Integration of pedagogy and learning tools in programming education: A survey*, 9th Annual International Conference of Education, Research and Innovation, IATED, Seville, 2016, 493–502.

²³ Christo DICHEV–Darina DICHEVA: *Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review*, International journal of educational technology in higher education, 2017/14–9.

²⁴ Tiina LYNCH–Ioana GHERGULESCU: *Review of virtual labs as the emerging technologies for teaching STEM subjects*, 11th International Conference on Technology, Education and Development, IATED, Valencia, 2017, 6082–6091.

²⁵ Marisa VENTER: *Gamification in STEM programming courses: State of the art*, IEEE Global Engineering Education Conference, IEEE, ELECTR NETWORK, 2020, 859–866.

rješenja igrifikacije, otkriveno je da su razvoj novih platformi igrifikacije i korištenje postojećih alata za igrifikaciju najraširenija metoda implementacije igrifikacije. Iz pregledanih studija zaključuje da je igrifikacija visokoškolskih kolegija programiranja imala vrlo pozitivan utjecaj na angažman studenata, znanje studenta o programiranju i motivaciju studenata.

Gao, Li i Sun²⁶ analiziraju radove o učenju temeljenom na mobilnim igrima tijekom razdoblja od 2010. do 2019. Na temelju analize predstavljaju sveobuhvatno razumijevanje istraživanja u mobilnom učenju temeljenom na igri u STEM obrazovanju te pružaju smjerove za buduća istraživanja.

Lathwesen i Belova²⁷ donose pregled literature gdje se koristila Escape Room (Soba za bijeg) u STEM obrazovanju. Escape Rooms su odnedavni trend u igrifikaciji nastavnog procesa. Pokazalo se da postoji potreba za lakše prilagodljivim Escape Rooms, kao i za empirijskim dokazima o stvarnim učincima te metode.

Dosadašnji pregledi literature vezani uz ovaj problem bazirali su se na jedan segment (npr. jednu razinu obrazovanja ili upotrebu nekih elemenata igrifikacije), stoga je svrha ovog rada dati sustavan pregled literature vezane uz ovu tematiku dostupne u časopisima indeksiranim u bazi WoS između 2016. i 2021. godine.

Metodologija

Prilikom proučavanja korištene su smjernice Snyder²⁸ kako bi se pratio postupak izrade rada, omogućila replikacija i osigurala pouzdanost rezultata ovog rada.

Postavljena su sljedeća istraživačka pitanja:

- Na kojoj razini obrazovanja je najviše zastupljena igrifikacija?
- Pripadaju li postupci u radovima strukturnoj igrifikaciji ili igrifikaciji sadržaja?
- Kojim područjima svijeta, s obzirom na geografski položaj, pripadaju objavljeni radovi?
- Kakva je distribucija radova s obzirom na godinu objavljivanja?
- Kakva je struktura radova prema sadržaju?

Postupak pregleda radova započeo je početkom listopada 2021. i trajao je približno mjesec dana. Za pretragu radova korištena je platforma „Web of Science“ (WoS) koja sadrži više od 33.000 indeksiranih časopisa te gotovo milijardu zapisa citiranih referenci. U pretrazi su korištene engleske ključne riječi: *gamification*, *STEM*, *learning*. Kao vremenski okvir zadano je vremensko razdoblje od 2016. do 2021. godine.

²⁶ Fei Gao–Lan LI–Yanyan SUN LI: *A systematic review of mobile game-based learning in STEM education*, Educational Technology Research and Development, 2020/68–4, 1791–1827.

²⁷ Chantal LATHWESEN–Nadja BELOVA: *Escape Rooms in STEM Teaching and Learning—Prospective Field or Declining Trend? A Literature Review*, Education Sciences, 2021/11–6.

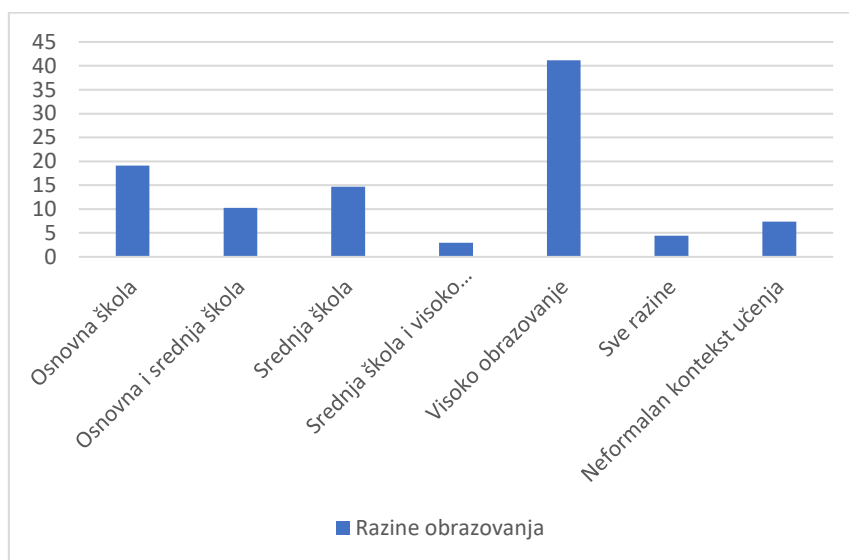
²⁸ Hannah SNYDER: *Literature review as a research methodology: An overview and guidelines*, Journal of Business Research, 2019/104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>. [10.10.2021.]

Postupak odabira radova započeo je analizom 91 rada ponuđenog u bazi kao rezultat pretrage. Radovi koji nisu vezani uz obrazovanje, STEM ili igrifikaciju, nisu uzeti u analizu. Analizirani su cjeloviti radovi na engleskom jeziku. Nakon proučavanja radova, prema navedenim kriterijima, 76 radova zadovoljavalo je kriterije uključenosti, od čega je 8 preglednih radova i o njima se već govorilo u pregledu postojeće literature.

U sljedećoj fazi podaci su organizirani kako bi podaci bili razumljivi. Za svaki rad su napravljeni sažeci na temelju prezimena autora, godine objave, kontinenta s kojeg rad potječe, razini obrazovanja na koju se igrifikacija primjenjuje, opisa rada te vrsti igrifikacije. Pri određivanju vrste igrifikacije, u nekim radovima preklapaju se obje vrste te je pri određivanju pristupljeno iz pozicije konstruktivističke paradigme.

Rezultati i rasprava

Podaci o zastupljenosti igrifikacije u STEM području prema razini obrazovanja prikazani su na slici 1.

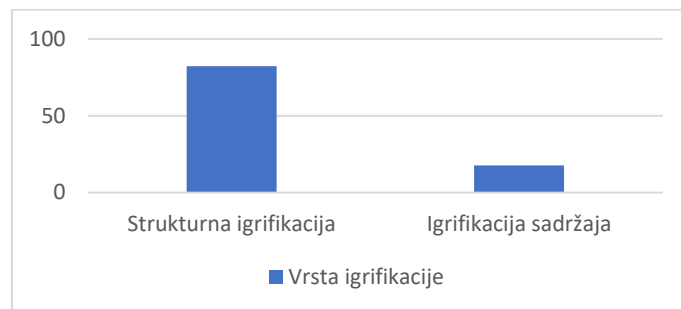


Distribucija rezultata, izražena postotcima, prema razinama obrazovanja (Slika 1)

Najviše radova (41,18%) odnosi se na uporabu igrifikacije u visokom obrazovanju, a zatim slijede osnovna škola (19,12%) pa srednja škola (14,71%). Dio radova odnosi se na mogućnost uporabe igrifikacije i u osnovnom i srednjem obrazovanju (10,29%). Ti radovi većinom dolaze iz zemalja u kojima je sustav obrazovanja drugačiji od hrvatskog, u kojima srednja škola traje 8 godina i obuhvaća učenike u rasponu od 11-19 godina. Dio radova odnosi se na srednjoškolsko i visokoškolsko obrazovanje (2,94%), neformalno obrazovanje (7,35%) ili je primjenjivo na sve razine obrazovanja (4,41%). Visok udio radova

koji se odnose na igrifikaciju u visokoškolskom obrazovanju nije iznenađujući s obzirom da je igrifikacija posljednje desetljeće trend u tom području.²⁹ Broj radova koji se odnose na osnovnu i srednju školu u skladu je sa stalnim naglascima o potrebi što ranije intervencije kako bi se učenici zainteresirali za STEM područje.

Slika 2 prikazuje podatke koji se odnose na podjelu radova prema vrsti igrifikacije.



Distribucija rezultata, izražena postotcima, prema vrsti igrifikacije (Slika 2)

U većini radova (82,35%) korištena je strukturalna igrifikacija. Razlog tomu je što većina radova predstavlja aplikacije, projekte ili platforme s elementima igrifikacije ili su rađena istraživanja kako uporaba tih aplikacija, platformi i projekata utječe na motivaciju i angažman učenika. U tim radovima igrifikacija se često upotrebljava s drugim tehnikama i tehnologijama kao što je proširena stvarnost, virtualna stvarnost, mobilno i strojno učenje i sl. Najčešći elementi u ovoj vrsti igrifikacije su bodovi, značke, postignuća i razine. Ova vrsta igrifikacije također obično ima ploču s najboljim rezultatima i metode praćenja napretka u učenju.³⁰ U ostatku radova (17,65%) korištena je igrifikacija sadržaja s ciljem djelovanja na motivaciju učenika. Vrlo je važno napomenuti da je ovom dijelu analize pristupljeno iz konstruktivističke paradigme i moguća je drugačija podjela radova, s obzirom da se u nekim radovima isprepleću ove dvije vrste igrifikacije te je teško razgraničiti točno kojoj vrsti pripadaju.

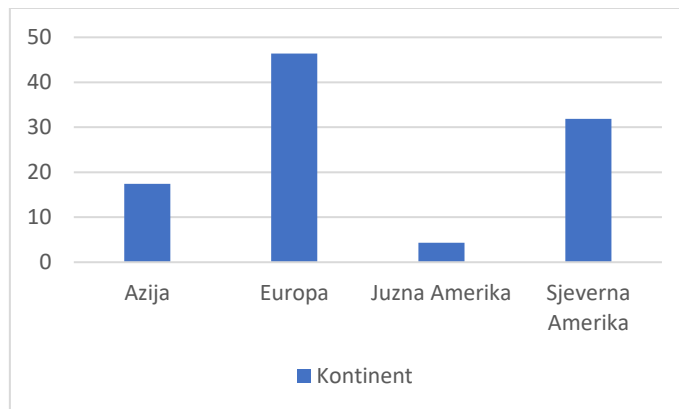
Analiza radova prema geografskom području s kojeg dolaze prikazana je na slici 3. Prema dobivenim rezultatima gotovo polovina radova (46,38%) potječe iz područja Europe. Razlog tome je nedovoljan broj stručnjaka iz područja znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike što izaziva veći interes europskih istraživača koji nastoje doskočiti tom problemu. Kako je već navedeno u uvodu ovog rada, u Europi studenti STEM – a čine oko 2% studentske populacije, dok u drugim svjetskim regijama taj postotak iznosi do 20%.³¹ Radovi iz područja

²⁹ Larry JOHNSON–Samantha ADAMS BECKER–Victoria ESTRADA–Alex FREEMAN: *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*, The New Media Consortium, Austin, 2014.

³⁰ Karl K. KAPP: *Intelligently Fusing Learning, Technology i Business*, 2013. <https://karlkapp.com/two-types-of-gamification> [15.10.2021.]

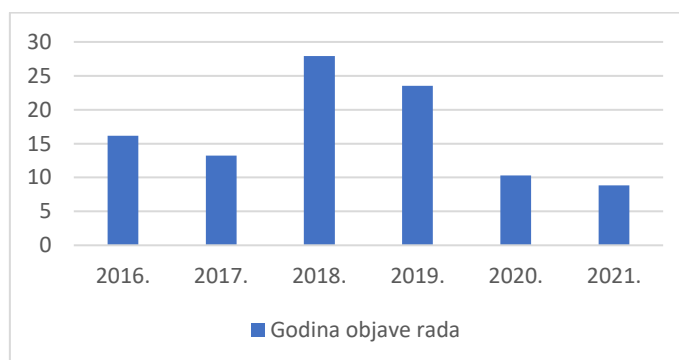
³¹ Fotini GRIVOKOSTOPOULOU–Isidoros PERIKOS–Konstantinos KOVAS–Ioannis HATZILYGEROUDIS: *An innovative educational environment based on virtual reality and gamification for learning*

Sjeverne Amerike čine 31,88% radova, zatim slijede radovi s područja Azije (17,39%) te radovi s područja Južne Amerike (4,35%).



Distribucija rezultata, izražena postotcima, prema geografskom području (Slika 3)

Na slici 4 prikazani su dobiveni podaci o godini objavljivanja rada.



Distribucija rezultata, izražena postotcima, prema godini objave rada (Slika 4)

Najviše radova o igrifikaciji u STEM obrazovanju objavljeno je 2018. (27,94%) i 2019. godine (23,53%). Nakon toga slijedi pad u broju objava. Mogući uzrok takve situacije je pandemija virusa COVID-19 koji zasigurno prijeći istraživačima ulazak u interakciju s ispitanicima. Bilo bi korisno usporediti ove rezultate sa rezultatima ostalih istraživanja kako bi se mogli donijeti zaključci o uzročno-posljedičnim odnosima broja radova i pandemije.

Sadržajna analiza radova započela se podjelom na teorijske radove i radove koje sadrže istraživanje. Prema analizi 25% radova su teorijski radovi, dok 75%

radova imaju istraživanja. Radovi bez istraživanja, s pripadajućim opisom prikazani su u tablici 1.

Autor(i) i godina objave rada	Opis rada
Playfoot (2016)	U radu se opisuje projekt NEWTON, opsežnu inicijativu za razvoj i integraciju inovativnih alata za poučavanje i učenje poboljšano tehnologijom te za stvaranje paneuropske mrežne platforme za učenje. Rad prikazuje kako se igrifikacija može primijeniti za povećanje angažmana učenika, kako se kroz igrifikaciju mogu poboljšati ishodi učenja za studente koji se bave STEM predmetima i kakvu ulogu igrifikacija može imati u usvajanju ishoda učenja za STEM studente s posebnim obrazovnim potrebama.
Gomes da Costa Junior, Teng, Zheng i Tam (2020)	Predlaže se set koji koristi jednostavan pristup igrifikaciji za srednjoškolsko obrazovanje. Komplet je dizajniran za srednju školu i studente prve godine kako bi proširili svoje razumijevanje znanosti o difrakciji. Predloženi pristup koristi mehaniku igara kako bi eksperimenti bili zanimljiviji. Pristup sugerira igre koje se mogu zamijeniti ili čak koristiti zajedno s izvornim setom ili eksperimentima.
Tan, Ling, Yu, Hang i Wong, (2020)	U radu se predstavlja ideja matematičke igrifikacije i njezina primjena u razvoju obrazovnog softvera za mobilne aplikacije. Ovo je oblik personaliziranih tehnologija učenja koji olakšavaju učenje s vršnjacima u društvenom okruženju.
Playfoot, De Nicola, i Di Salvatore (2017)	Predstavlja se NEWTON projekt koji koristi igrifikaciju i detaljno razmatra način na koji se ti elementi mogu učinkovito integrirati s drugim digitalnim alatima i tehnologijama za učenje, kao način njegovanja motivacije učenika, povećanja angažmana i poboljšanje ishoda učenja.
Alvarado-Beltran i suradnici (2016)	Poster predstavlja platformu za igrificiranje kolegija, koja se implementira kao proširenje online sustava prakse i ocjenjivanja. Platforma može poslužiti kao sredstvo za empirijsku evaluaciju potencijala igrifikacije u akademskim kolegijima.
Assante, Fornario, Sayed i Salem (2016) Ivanov (2019)	Predstavlja se projekt Edutronics, novu opremu za upoznavanje djece s elektronikom pomoću zabavnog okruženja za učenje temeljenog na igri. Rad opisuje primjenu igrifikacije u nastavi Informatike. U tu svrhu autor je napravio skup od četiri lekcije koje sadrže planove lekcija, resurse u igri i probleme temeljene na igri s relevantnim resursima.
Reyes i suradnici (2020)	Predlaže se alat za vizualizaciju namijenjen upoznavanju srednjoškolaca sa strojnim učenjem, koji će se provoditi pomoću koncepta igrifikacije i prilagodavanja sadržaja kurikula bez potrebe za iscrpnim iskustvom u programiranju ili matematici.
Kim, Song, Lockee i Burton (2018)	U poglavlju knjige donose se alati za igrifikaciju sadržaja u STEM području i mogućnosti njihove primjene.
Boychev i Boycheva (2019)	U radu se prikazuje metoda igrificiranog vrednovanja na temelju profila kompetencija učenika.
Heinze i Kueppers (2016)	U radu je prikazan opći odnos između učenja i igranja i implementacije web aplikacije.
Fullarton, Hoeck i Quibeldey-Cirke (2017)	Predstavlja se kviz aplikaciju s posebnim naglaskom na privatnost i anonimnost podataka.
Playfoot, De Nicola, Di Salvatore i Guarino (2017)	Model koji predstavljaju autori razmatra niz različitih aspekata procjene učinka koji će, prema njihovom vjerovanju, pokazati koje će tehnologije vjerojatno biti usvojene u učionicama i laboratorijima škola i fakulteta diljem Europe.
Lee, Noh, Kim i Cho (2016)	U radu je predstavljen igrificirani alat koji njeguje prostornu sposobnost, a očekuje se da će studija potaknuti razvoj prostornih sposobnosti djeteta.
Tsarava i suradnici (2017)	Predstavlja se projekt koji integrira igrifikaciju i učenje temeljeno na igri s ciljem uključivanja i motiviranja učenika, a posebno se bavi STEM kontekstom kako bi odražavali široku primjenjivost računalnog razmišljanja.
Mellor i suradnici (2018)	Autori predstavljaju edukativnu igru za učenike preddiplomskih i viših srednjih škola koja je namijenjena provođenju istraživanja u praksi, u području sigurnijeg kemijskog dizajna. Cilj igre je privući i zadržati studente, uključujući žene i nedovoljno zastupljene manjine, u područja STEM-a kako bi nastavili karijeru u STEM područjima.
Dicheva, Hodge, Dichev i Irwin (2016)	Predstavlja se rad u tijeku koji razvija obrazovnu igru. Prema autorima, igre nude metode učenja koje su u skladu s vizijom podučavanja struktura podataka integriranjem aktivnog, problemskog i interaktivnog učenja u kombinaciji s motivacijskim strategijama.

Popis teorijskih radova povezanih sa igrifikacijom u STEM obrazovanju (Tablica 1)

Detaljnim iščitavanjem radova teorijske radove moguće je, prema sadržaju, podijeliti u nekoliko kategorija. Primat među teorijskim radovima imaju radovi koji predstavljaju jednu od aplikacija, platformi ili projekata za igrifikaciju ili su u njima sadržani određeni elementi igrifikacije. To su radovi autora: Tan, Ling, Yu, Hang i Wong,³² Playfoot, De Nicola i Di Salvatore,³³ Alvarado-Beltran i dr.,³⁴ Assante, Fornario, Sayed i Salem³⁵, Reyes i dr.,³⁶ Kim, Song, Lockee i Burton³⁷, Heinze i Kueppers,³⁸ Fullarton, Hoeck i Quibeldey-Cirkel,³⁹ Tsarava i dr.,⁴⁰ Mellor dr.⁴¹ te Dicheva, Hodge, Dichev, Irwin⁴² i Lee, Noh, Kim i Cho.⁴³ Radove o

- ³² Chee Wei TAN–Lin LING–Pei–Duo YU–Ching Nam HANG–Man Fai WONG: *Mathematics Gamification in Mobile App Software for Personalized Learning at Scale*, 9TH IEEE INTEGRATED STEM EDUCATION CONFERENCE (ISEC 2020), 2020, 1–5.
- ³³ Jim PLAYFOOT–Carmine de NICOLA–Fabio di SALVADORE: *A new experiential model to innovate the STEM learning processes*, 11TH international technology, education and development conference, INTED Proceedings, Valencia 2017, 4145–4153.
- ³⁴ Alexis ALVARADO–BELTRAN–Ranganadh VEMURI–Joseph PERRY–Darina DICHEVA– Keith IRWIN–Christo DICHEV: *Instructor support for gamifying STEM courses*, 8th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Barcelona, 2016, 5198–5208.
- ³⁵ Dario ASSANTE–Claudio FORNARIO–Amr El SAYED–Sameh SALEM: *Edutronics: Gamification for introducing kids to electronics*, 2016 IEEE Global Engineering Education Conference, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Abu Dhabi, 2016, 905–908
- ³⁶ Abel A REYES–Colin ELKIN–Quamar NIYAZ–Xiaoli YANG–Sidike PAHEDING–Vijay K DEVABHAKTUNI: *A Preliminary Work on Visualization-based Education Tool for High School Machine Learning Education*, 2020 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC), Electr Network, 2020, 1–5.
- ³⁷ Sangkyun KIM–Kibong SONG–Barbara LOCKEE–John BURTON: *Gamification Cases in STEM Education*, U Sangkyun KIM, Kibong SONG–Barbara LOCKEE–John BURTON (ur.): *Gamification in learning and education: Enjoy learning like gaming*, Springer, Cham, 2017, 125–139.
- ³⁸ Alina HEINZE–Bastian KÜPPERS: *Edutainment with a smartphone - a quiz app in the context of gamification*, 10th International Technology, Education and Development Conference, IATED, Valencia, 2016, 2950–2957.
- ³⁹ Christopher Mark FULLARTON–Tjark Wilhelm HOECK–Klaus QUIBELDEY-CIRKEL: *Arsnova click - a game-based audience-response system for STEM courses*, 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Barcelona, 2017, 8107–8111.
- ⁴⁰ Katerina TSARAVA–Korbinian MOELLER–Niels PINKWART–Martin BUTZ–Ulrich TRAUTWEIN–Manuel NINAUS: *Training Computational Thinking: Game-Based Unplugged and Plugged-in Activities in Primary School*, 11th European conference on games based learning, Academic Conferences Ltd, Graz, 2017, 687–695.
- ⁴¹ Karolina E. MELLOR–Philip COISH–Bryan W. BROOKS–Evan P. GALLAGHER–Margaret MILLS–Terrance J. KAVANAGH–Nancy SIMCOX–Grace A. LASKER–Dianne BOTTA–Adelina VOUTCHKOVA–KOSTAL–Jakub KOSTAL–Melissa L. MULLINS–Suzanne M. NESMITH–Jone CORRALES–Lauren KRISTOFKO–Gavin SAARI–W. Baylor STEELE–Fjodor MELNIKOV–Julie B. ZIMMERMAN–Paul T. ANASTAS: *The safer chemical design game, Gamification of green chemistry and safer chemical design concepts for high school and undergraduate students*, Green Chemistry Letters and Reviews, 2018/11, 103–110.
- ⁴² Darina DICHEVA–Austin HODGE–Christo DICHEV–Keith IRWIN: *On the Design of an Educational Game for a Data Structures Course*, 5th IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Bangkok, 2016, 14–17.
- ⁴³ TaeYang LEE–Woori NOH–Yeji KIM–Jun Dong CHO: *Hide and Seek: A LEGO Village Game for Developing Spatial Ability of Children*, 15th International ACM Conference on Interaction Design and Children, Association for Computing Machinery, 2016, 408–413.

načinima ili primjerima primjene igrifikacije donose autori Playfoot,⁴⁴ Gomes da Costa Junior, Teng, Zheng i Tam⁴⁵ i Ivanov.⁴⁶

Metodika primjene igrifikacije u STEM obrazovanju može se pronaći u radu autora Boytchev i Boytcheva⁴⁷ dok autori Playfoot, De Nicola, Di Salvatore i Guarino⁴⁸ predlažu model koji razmatra niz različitih aspekata procjene učinka igrifikacije.

Većinu radova čine radovi s istraživanjem. Radi lakše interpretacije rezultata i oni su podijeljeni prema sadržaju. Radovi koji predstavljaju implementaciju i istraživanja učinka igrifikacije unutar platforme OneUp prikazani su u tablici 2.

Autor(i) i godina objave rada	Opis istraživanja	Rezultati istraživanja
Dicheva, Irwin i Dichev (2017)	Predstavlja se platforma čiji je cilj olakšavanje procesa igrifikacije aktivnosti učenja i omogućavanja kontekstualnih studija kod studenata.	Rezultati analize upotrebljivosti su obećavajući. Testirano sučelje bilo je pozitivno ocjenjeno, a ispitanici su ga smatrali učinkovitim i jednostavnim za učenje. Platforma ispitanicima nije bila toliko korisna u pomaganju, što potvrđuje činjenicu da sustav pomoći nije dovršen.
Dicheva, Irwin, i Dichev (2019)	Istražuje se utjecaj platforme za igrifikaciju na motivaciju studenata.	Motivacijski pokretači za korištenje platforme potječu iz simbioze utilitarnih i hedonističkih vrijednosti koje pružaju poticaj prema učenju i poboljšanju ishoda učenja kroz iskustvo igre.
Dicheva, Irwin, i Dichev (2019a)	Istražuje se učinak igrificirane online platforme za učenje i vježbanje studenata.	Motivacijski učinak se stvara kroz interakcije između utilitarnih i hedonističkih čimbenika igrificiranog sustava i postojeće ekstrinzične i intrinzične motivacije učenika.
Cassel, Dicheva, Dichev, Guy, i Irwin (2019)	Rad prikazuje analizu temeljenu na primjeni OneUp-a, igrificirane platforme.	Prikupljeni podaci pokazuju obećavajuće rezultate jer ukazuju na povećan interes i angažman učenika pomoću OneUp-a.

Radovi vezani uz platformu OneUp (Tablica 2)

OneUp Learning je prilagodljiva platforma s ciljem olakšavanja procesa igrifikacije aktivnosti učenja i omogućavanja kontekstualnih studija. Arhitektura platforme i njezina funkcionalnost uključuju podršku za integraciju elemenata dizajna igara u aktivnosti učenja, za stvaranje dinamičkih problema i vizualizaciju izvedbe i napretka učenika.⁴⁹

⁴⁴ Jim PLAYFOOT: *Exploring the role of gamification within STEM teaching as a mechanism to promote student engagement, develop skills and ultimately improve learning outcomes for all types of students*, EDULEARN16 Proceedings, Barcelona, 2016, 2140–2147.

⁴⁵ Miguel Gomes da COSTA JUNIOR–Cheng TENG–Jie-Zhao ZHENG–Kam-Weng TAM: *A Simple Gamification Approach of Reflected Electron Diffraction Phenomenon For Lower Secondary School Students*, TALE, 2020, 704–707.

⁴⁶ Stanislav IVANOV: *Using gamification methods in information technology education*, 11th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Palma 2019, 2712–2718.

⁴⁷ Pavel BOYTCHEV–Svetla BOYTCHIEVA: *Gamified Evaluation in STEAM*, 25th International Conference on Information and Software Technologies, Springer Vilnius, 2019, 369–382.

⁴⁸ Jim PLAYFOOT–Carmine De NICOLA–Fabio Di SALVADORE–Giuseppe GUARINO: *How to Evaluate The Success of Novel Learning Technologies: A New Model for Ensuring Early Adoption in The Classroom*, 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Barcelona, 2017, 3605–3614.

⁴⁹ Darina DICHEVA–Keith IRWIN–Christo DICHEV: *OneUp Learning: A Course Gamification Platform*, GALA, Lisbon, 2017, 148–158.

Dio radova odnosi se na implementaciju, provedbu i evaluaciju projekta NEWTON (Tablica 3) koji je opsežna inicijativa za razvoj i integraciju inovativnih alata za poučavanje i učenje poboljšano tehnologijom te za stvaranje paneuropske mrežne platforme za učenje.⁵⁰

Autor(i) i godina objave rada	Opis istraživanja	Rezultati istraživanja
Playfoot, Salvadore i Nicola, (2018)	Opisuje se implementacija platforme temeljena na igrifikaciji te njezin utjecaj na napredak, motivaciju i angažman učenika.	Iskustvo je unijelo zabavne i motivacijske elemente u učionicu, potaknulo interese učenika i suradnju.
Hrad, Zeman, i Sladek (2018)	Opisuje se implementacija platforme temeljena na igrifikaciji te se opisuju odabrane tehnologije progresivnog učenja i njihova eksperimentalna primjena u obrazovanju.	Skupine polaznika koji sudjeluju u lekcijama koje uključuju nove tehnike i alate pokazuju bolje rezultate i veći napredak u stečenim vještinama od onih koji pohađaju standardne lekcije bez korištenja ovih alata. Očekuje se postupna integracija navedenih postupaka i tehnologija u obrazovni proces.
Mawas i suradnici (2018)	Istraživanje predstavlja projekt NEWTON koji integrira različite inovativne tehnologije u platformu za učenje (NEWTELP) te ih primjenjuje u raznim europskim okruženjima za učenje.	Analiza rezultata pokazuje da je preko 90% učenika potvrdilo da im je igra pomogla u učenju o karakteristikama planeta iz Sunčevog sustava te su uživali u igri i značajkama igre posebno u zabavnom aspektu, zadaćama istraživanja, prikupljanju zvijezda i meteorita, avataru, korištenju jetpacka i interaktivnim zagonetkama.
Playfoot, Salvadore i Nicola (2018a)	Autori raspravljaju o glavnim izazovima dizajniranja i implementacije velikog TEL pilota, s naglaskom na studiju slučaja koja uključuje dvije škole u Italiji.	Iskustva u sklopu projekta NEWTON i s pilot projektom GamLaba u Italiji pokazala su da je vođenje učinkovitih pilota samo po sebi izazov koji zahtijeva predanost, planiranje i razumijevanje načina rada škole. Također zahtijeva istinsko partnerstvo između tehnologije koja se razvija s jedne strane i krajnjeg korisnika (škole / učitelja / učenika) s druge strane.
Bogusevski, Playfoot, Finlayson i Muntean (2019)	Predstavlja se procjena upotrebljivosti pilot STEM edukacije Earth Course Large-Scale Technology Enhanced Learning (TEL) u osnovnoj školi, koji je dio projekta European Horizon 2020 NEWTON.	Razredi koji sudjeluju u uvodnim lekcijama temeljenim na NEWTON-u pružili su veće ocjene upotrebljivosti u usporedbi s učenicima koji su sudjelovali u reviziji lekcija temeljenih na NEWTON-u. Također je primijećeno da su razredi dječaka bili mnogo otvoreniji za korištenje lekcija temeljenih na NEWTON-u prilikom učenja. Učenici su također izvijestili ovaj pristup vide kao potporni alat svojim učiteljima.
Bratu, Buica-Belciu, i Caraman (2018)	Prikazuje se teorijska i praktična analiza novih pedagoških pristupa (samousmjerenost učenje, igrifikacija i proširena stvarnost) u radu s učenicima s posebnim obrazovnim potrebama.	Kako bi analizirali suvremene pedagoške pristupe koje predlaže NEWTON iz perspektive aktivnosti s djecom s oštećenjem sluha, opisali su glavne značajke razvoja djece s oštećenjem sluha, te prikupili i analizirali mišljenja učitelja koji rade s ovom kategorijom djece o prednostima i ograničenjima predloženih suvremenih pedagoških pristupa u odnosu na klasične.

Radovi vezani uz projekt NEWTON (Tablica 3)

Većina radova s istraživanjem iznose rezultate učinka igrifikacije na motivaciju, uključenost ili razinu ostvarenost odgojno-obrazovnih ishoda (Tablica 4).

⁵⁰ Jim PLAYFOOT: *Exploring the role of gamification within STEM teaching as a mechanism to promote student engagement, develop skills and ultimately improve learning outcomes for all types of students*, EDULEARN16 Proceedings, Barcelona, 2016, 2140–2147.

Autor(i) i godina objave rada	Opis istraživanja	Rezultati istraživanja
Bogusevski, Muntean, Gorji i Muntean (2018) Molnar (2018)	Istražuje se interes i učinkovitost igrificiranog pristupa. Procjenjuje se učinak korištenja igrifikacije interaktivnog digitalnog pripovijedanja na dinamiku učionice i interakciju učenika.	Većina učenika otvorena je za inovativna rješenja u STEM učenju, kao dodatni alat klasičnim lekcijama. Igrifikacija je povećala interakciju u učionici više nego kada igrifikacija nije bila prisutna.
Viswanathan i Radhakrishnan (2018)	Predstavlja se pristup poučavanju pomoću dizajna igara u diplomskim programima održivosti i inženjerskog upravljanja te se istražuje utjecaj pilot studije na učenje, motivaciju, kreativnost, angažman, inovativnost, timske interakcije i vodstvo instruktora, te doprinos postizanju ishoda.	Dizajn, kreiranje i igranje igre je učinkovit i inovativan pedagoški alat koji bi mogao promicati studentski angažman, motivaciju, kritičko razmišljanje i vještine učenja.
Richardson, Fernandez, Basinet, Klein i Martin (2018)	Autori istražuju zajedničku upotrebu izrade i igranja, dva elementa u učionici namijenjena učenju o gubitku RF putanje i dizajnu antene na kolegiju elektrotehnike.	Preliminarni podaci o evaluaciji sugeriraju da su ova dva kombinirana pedagoška pristupa učinkovita u skromnom poboljšanju interesa, percepcije, sposobnosti i neovisnosti učenika.
Roessler i Allison (2018)	Predstavlja se rad u tijeku koji se odnosi na motivaciju i dizajn igrificiranih skela za matematiku, usmjerenih na žensku populaciju na razini sedmog razreda OŠ.	Preliminarna analiza pokazuje značajan podbačaj, osobito u toj demografskoj skupini.
Ortiz-Rojas, Chiluiza, i Valcke (2019)	Ispituje se učinak ljestvica poretka, kao elementa igrifikacije, na angažman studenata prve godine studija Računalnog programiranja.	Veća uključenost učenika u proces učenja. Međutim, nije se mogao primijetiti utjecaj na/posredujućih ili pozadinskih varijabli.
Ivanova, Kozov i Zlatarov (2019)	Ispituje se iskustvo primjene igrifikacije u svrhu poticanja motivacije i angažmana studenata	Učenici pokazuju pozitivan pristup prema korištenju igrifikacije.
Fornrdan i Zacharias (2019)	Istražuje se uspješnost igrifikacije kao didaktičke strategije.	Reakcije studenata bile su pozitivne, a studenti ističu da je igrifikacija zanimljivija metoda od tradicionalne nastave.
Garcia-Holgado, Vazquez-Ingelmo, Verdugo-Castro, Gonzalez i Sanchez Gomez (2019)	Predstavlja se studija slučaja čiji je glavni cilj promovirati različitost i inkluziju.	Kao jedna od metoda je upotrijebljena igrifikacija u svrhu povećanja motivacije studenata softverskog inženjerstva.
Asigigan i Samur (2021)	Ispituje se učinak igrificiranih STEM aktivnosti na intrinzičnu motivaciju učenika 3. i 4. razreda osnovne škole, percepciju vještina rješavanja problema i sklonost kritičkom mišljenju.	Iako nije značajno, rezultati su pokazali da je uočeno povećanje percepcije učenika o vještinama rješavanja problema. Utvrđeno je da su razine intrinzične motivacije visoke, a učenici su izjavili da im aktivnosti bile ugodne, natjecateljske i uzbudljive.
Clark i suradnici (2021)	Istražuje se utjecaj dizajna igara i igre na višu razinu percipiranog kognitivnog/učenja studenata u programima inženjerstva.	Nalazi su blago optimistični jer pokazuju da su dizajn i igra bili učinkoviti u učenju sadržaja, ali su ti rezultati bili povezani s nižim razinama Bloomove taksonomije.

Radovi s istraživanjem učinka igrifikacije (Tablica 4)

Prema rezultatima, većina sudionika pozitivno reagira na primjenu igrifikacije ili njezinih elemenata i otvorena je za inovativna rješenja. U nekim

istraživanjima^{51,52} rezultati su tek blago pozitivni ili ne pokazuju učinak na ciljane skupine. Rezultati povezani s ishodima učenja pokazuju utjecaj igrifikacije, ali na niže razine Bloomove taksonomije.

Značajan dio radova su vezani uz primjenu igrifikacije u online okruženju (Tablica 5)

Autor(i) i godina objave rada	Opis istraživanja	Rezultati istraživanja
Wong i Lee (2016)	Ispituje se učinak igrifikacije na učenje znanosti, tehnologije, matematike i inženjering (STEM), putem web stranice za igrifikaciju.	Igrifikacija je vrlo moćan alat koji može utjecati na korisnike jer može povećati njihov angažman s drugim korisnicima interakcijom i međusobnom konkurencijom. Može poboljšati kreativnost korisnika omogućujući korisnicima da kreativno razmišljaju kako bi ostvarili svoje ciljeve.
De Oliveira i Santos (2016)	Predstavlja se virtualno okruženje za poučavanje i učenje u kojem su uključene strategije igrifikacije kako bi se povećao angažman, zadržavanje i motivacija.	Postoji visok stupanj zadovoljstva s obzirom na upotrebljivost i konzistentnost predloženog okruženja kao i na njegova poboljšanja i promjene. Okruženje je poboljšano u području računalnih znanosti te je moguće da može pružiti podršku, uz neke prilagodbe, i u STEM kontekstu.
Kintsakis i Rangoussi (2017)	Istražuje se izvedivost i učinkovitost asinkronog scenarija e-učenja koji uključuje on-line igru kod učenika petog razreda osnovne škole.	Učenici i roditelji naglašavaju ulogu učitelja koji pruža podršku i vodstvo putem komunikacijskih alata platforme, ali su uvidjeli pozitivne promjene koje pruža platforma.
Martínez-Cerdá, Torrent-Sellens i González-González (2018)	Analizira se razvoj suradničkih vještina putem devet alata koji podržavaju informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT), a koji se koriste na internetskim sveučilištima.	Igrifikacija, mješovita stvarnost i dijeljenje datoteka su najčešće su pedagoške prakse u STEM studijama koje podržava IKT, dok je igrifikacija jedini značajan alat u studijama izvan STEM-a.
Xiao i suradnici (2018)	Proučava se igrifikacija kao način motiviranja studenata da sudjeluju u online radionici osmišljenoj za poboljšanje vještina prostorne vizualizacije.	Sudionici su izrazili veliki interes za korištenjem igre u svrhu uvježbavanja svojih vještina prostorne vizualizacije.
Ghergulescu, Moldovan, Bratu, Muntean i Muntean (2019)	Predstavljaju se rezultati studije slučaja koja ocjenjuje virtualnu laboratorijsku aplikaciju u kombinaciji s podrškom za učenike s posebnim potrebama i utjecaj igrificirane online aplikacije na ishode učenja i motivaciju učenika.	Rezultati su pokazali povećanje ishoda učenja, kao i motivacijske dimenzije poput samopouzdanja. Rezultati upitnika o upotrebljivosti pokazuju da su se većini učenika svidjele značajke laboratorija kao što su video zapisi, kvizovi i interaktivni alat za izgradnju atoma.
Mahmud, Husnin i Soh (2020)	Istražuje se učinak igrifikacije na učenje održivosti i samoodređenje. Identificiraju se čimbenici i prepreke sudjelovanju učenika u online igrificiranim aktivnostima.	Postoje znatne razlike u znanju i uspješnosti između eksperimentalnih i kontrolnih skupina. Prepreke sudjelovanju u igrifikaciji na internetu su vremenska ograničenja, dosada uzrokovana nedostatkom interakcije i ponavljanjem aktivnosti te neprikladnom razinom težine aktivnosti.
Jung, Burson, Julien, Bray i Castelli (2021)	Predstavlja se projekt SMART koji je u tijeku.	Očekuje se da će djeca koja sudjeluju u projektu pokazati veći akademski angažman i akademski uspjeh od djece u redovnom školskom programu.

Radovi vezani uz primjenu igrifikacije i njezinih elemenata u online okruženju (Tablica 5)

⁵¹ Renee CLARK–Abra SPISSO–Kevin KETCHMAN–Amy LANDIS–Kristen PARRISH–Rezvan MOHAMMADIZIAZI–Melissa M. BILEC: *Gamifying Sustainable Engineering Courses: Student and Instructor Perspectives of Community, Engagement, Learning, and Retention*, Journal of civil engineering education, 2021/147–4.

⁵² Sarah ROESSLER–Mark ALLISON: *A Gender-Aware Gamified Scaffolding of Mathematics for the Middle School Level*, International Conference on Big Data and Education, Association for Computing Machinery, Honolulu, 2018, 121–126.

I u ovoj kategoriji sudionici pokazuju pozitivan odnos prema igrifikaciji ili upotrebi njezinih elemenata. Rezultati pokazuju utjecaj na motivaciju, uključenost i ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda. Kod nekih se istraživanja⁵³ ipak ističe uloga učitelja u pružanju podrške i vodstvu putem komunikacijskih alata okruženja za učenje.

Radovi koji evaluiraju korištenje edukativnih igara i istražuju njihov učinak prikazani su u Tablici 6.

Autor(i) i godina objave rada	Opis istraživanja	Rezultati istraživanja
Peng, Cao i Timalsena (2016)	Provodi se evaluacija korištenja igre u svrhu promicanja učeničkog interesa za učenje u području STEM-a.	Rezultati istraživanja pokazuju uspjeh u poticanju interesa korisnika.
Yeh M., Toshzar, Guertin i Yan (2016)	Predstavlja se projekt u tijeku koji provodi razmaknuto ponavljanje i igrifikaciju putem mobilne aplikacije.	Projekt u tijeku.
Jacobs, Garbrecht, Kneer, i Rohlf (2021)	Cilj rada je promicanje učenja temeljenog na igri pomoću mobilnih aplikacija u obrazovanju na sveučilišnoj razini.	Učenici preferiraju aplikacije koje pomažu u strukturiranju ili pamćenju sadržaja.
Pigford, Ferzli i Black (2017)	Predstavlja se digitalno obrazovno iskustvo temeljeno na društvenoj igri kako bi upoznala studente s ključnim konceptima ekologije i evolucije.	Kombinirani pristup videoigre i aktivnosti u razredu olakšava studentima proširenje sadržaja, potičući učenike da kritički razmišljaju i povežu biološke koncepte.
Varjas, Csaszar, Gyenizse, Czigany i Pirkhoffer (2019)	Cilj rada je stvoriti interaktivnu metodu poučavanja koja kroz zabavu i igrifikaciju pomaže učenicima razviti navigacijske, programske i opće STEM (znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika) kompetencije.	Vizualno multimedijско iskustvo pospješuje proces učenja, a učenici su mogli primijeniti adekvatne pojmove na složen kontekstno valjan način. Studenti su koristili vlastite mobitele te znanstveni resursi nisu nužno implementirani kao tradicionalni izvor znanja.
Jones i suradnici (2020)	Predstavlja se igra GCP Kaizen osmišljena kako bi pomogla profesionalcima u kliničkim istraživanjima u primjeni smjernica Međunarodne konferencije o harmonizaciji GCP (R2) u okruženju kliničkih istraživanja.	GCP Kaizen igra pruža alternativnu metodu za obvezno GCP obuku koristeći principe igrifikacije. Pokazalo se kao pouzdana i učinkovita obrazovna metoda s visokim zadovoljstvom igrača.
Dicheva i Hodge (2018)	Predstavlja se edukativna igra koja je namijenjena ekspliciranju nekoliko značajki koje ometaju učenikovo razumijevanje strukture podataka na konceptualnoj i praktičnoj razini studenata.	Rezultati provedene evaluacije igre pokazuju statistički značajne pozitivne rezultate učenja i snažan pozitivan stav prema ovoj vrsti aktivnog učenja .
Marouli, Misseyanni, Papadopoulou i Lytras (2016)	Predstavlja se niz komplementarnih pristupa za učenje temeljeno na igrama u STEM obrazovanju. U drugom dijelu raspravlja se o brojnim dostupnim alatima i tehnologijama za pružanje takvih obrazovnih igara.	Glavni doprinos istraživanja je metodologija za integraciju učenja temeljenog na igrici i igrifikacije u visokom obrazovanju.
Donzella, Allen i Dhadyalla (2017)	Opisuje se korištenje aktivnosti temeljene na društvenim igrama koje se koriste za angažiranje studenata.	Društvena igra MISRA C uključuje učenike kroz natjecanje tijekom igre i stimulira ih da preuzmu aktivnu ulogu u procesu učenja. Interakcija s vršnjacima i predavačem pruža studentima povratnu informaciju o učenju.

Radovi s evaluacijom i procjenom učinka edukativnih igara (Tablica 6)

⁵³ Diamantis KINTSAKIS–Maria RANGOUSI: *An early introduction to STEM education: Teaching computer programming principles to 5 th graders through an e-learning platform: A game-based approach*, 2017 IEEE Global Engineering Education Conference, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Athens 2017, 17–23.

Većina prikazanih radova predstavlja, opisuje korištenje i ispituje učinkovitost neke od razvijenih igara za usvajanje STEM vještina. Također, većina rezultata pokazuje uspjeh u poticanju interesa i motivacije korisnika te pozitivne rezultate učenja, dok Marouli, Misseyanni, Papadopoulou i Lytras⁵⁴ donose metodologiju za integraciju učenja temeljenog na igrici i igrifikaciji u visokom obrazovanju.

U svojim istraživanjima, dio autora kombinirao je elemente igrifikacije s umjetnom inteligencijom, virtualnom ili proširenom stvarnošću (Tablica 7).

Autor(i) i godina objave rada	Opis istraživanja	Rezultati istraživanja
Grivokostopoulou, Perikos, Kovas i Hatzilygeroudis (2019)	Predstavlja se okvir za učenje poduzetništva na IKT i STEM domeni koji se temelji na učenju u virtualnim svjetovima. Obrazovno okruženje koristi infrastrukturu i pedagoške pristupe koji se temelje na igrifikaciji kako bi promicali dublje razumijevanje izazovnih koncepata poduzetništva.	Mladi pokazuju veliki interes za poduzetništvo, a među temama i područjima IKT-a izražavaju sklonost mobilnom programiranju i razvoju aplikacija. Također, sudionici ističu da su im zanimljive teme obrazovanja, igara i učenja temeljenog na igrama, strojno učenja i upravljanja podacima, proizvodnje i robotike, zdravstvene zaštite, tehnologije 3D ispisa, transporta i dronova te računalne arhitekture.
Ramli, Marobi i Ashaari (2021)	Rad predstavlja razvoj aplikacije koja kombinira proširenu stvarnost (AR) i igrifikaciju u svrhu povećanja interesa učenika šestog razreda osnovne škole i poboljšanja njihovog razumijevanja mikroorganizama.	Rezultati su pokazali da je u prosjeku, vrijednost zadovoljstva korisnika 4,6/5. Aplikacija se može smatrati dobrim alatom za učenje učenika osnovne škole.
Su (2019)	Istraživanje kombinira proširenu stvarnost, igrifikaciju i Teoriju medijskog bogatstva kako bi istražili ponašanje učenika osnovnih i srednjih škola u korištenju multimedijских scenarija učenja.	Predstavljeni model je inovacija i nudi referencu za uspješan dizajn aplikacija. Oblikovanje nastavnog materijala kroz multimedijске scenarije moglo bi doprinijeti razumijevanju teških nastavnih predmeta, posebno u području STEM-a.
Costa, Patrício, Carranço i Farropo (2018)	Predstavlja se preliminarna studija o dizajnu i implementaciji mobilne igre astronomije koja uključuje proširenu stvarnost, u kontekstu neformalnog učenja kod djece osnovnoškolskog uzrasta.	Zaključuje da je ova strategija učinkovita u privlačenju dječje pozornosti i promiče učenje interdisciplinarnih predmeta kao što je astronomija.
Stigall i Sharma (2017)	Rad razmatra dizajn, razvoj i testiranje nastavnih modula virtualne stvarnosti (VRI) na temelju metafora igara.	Korisnička studija pokazala je da je oko 75% studenata preddiplomskih studija utvrdilo da je modul jednostavan za korištenje, a oko 92% njih smatra da je učinkovit u učenju.
Klautke, Bell, Freer, Cheng i Cain (2018)	Prezentira se studija slučaja koja opisuje proces modifikacije aplikacije proširene stvarnosti u obuci prostornog razmišljanja za mlađu skupinu korisnika.	Učenici su izvijestili i pokazali da je većina ove aplikacije motivirajuća čak i pred izazovima s kojima su se učenici susreli dok su prakticirali vještine ključne za STEM područje.
Sakulkueakulsuk i suradnici (2018)	Autori su osmislili inovativni obrazovni model koji potiče učenike u povezivanju novih tehnološka rješenja (umjetna inteligencija) s problemima u stvarnom svijetu, u igrificiranom okruženju.	Utvrđeno je da se strojno učenje može koristiti kao alat za uspješno provođenje interdisciplinarnog obrazovanja na razini srednje škole.

Radovi u kojima je igrifikacija kombinirana s virtualnom ili proširenom stvarnošću ili umjetnom inteligencijom (Tablica 7)

⁵⁴ Christina MAROULI–Anastasia MISSEYANNI–Paraskevi PAPAPOULOU–Miltiadis LYTRAS: *Game based learning and gamification: Towards the development of a how-to-guide in STEM education*, 9th International Conference of Education, Research and Innovation, ICERI, Seville, 2016, 5343–5352.

Prema rezultatima istraživanja, sudionici pokazuju pozitivan stav prema primjeni strategija igrifikacije u kombinaciji s umjetnom inteligencijom, proširenom ili virtualnom stvarnošću. Korisnicima je ovakav način učenja zanimljiv i koristan, a takvi alati mogu poslužiti uspješno provođenje interdisciplinarnog obrazovanja.

Radovi koji nisu svrstani u prethodne kategorije prikazani su u tablici 8.

Autor(i) i godina objave rada	Opis istraživanja	Rezultati istraživanja
Uskov, Bakken i Aluri (2019)	Predstavlja se projekt čiji je cilj identificiranje, analiza, testiranje, implementacija i preporuke različitih komponenti pametne pedagogije za STEM obrazovanje kod studenata Informatike.	Rezultati nesumnjivo pokazuju velik interes studenata za aktivno korištenje predstavljenog načina rada.
Sanchez-Martín, Corrales-Serrano, Luque-Sendra i Zamora-Polo (2020)	Analizira se Escape room u sveučilišnom kontekstu, kao alat za poboljšanje prihvaćanja kolegija koje studenti smatraju teškim.	Analiza mišljenja studenata pokazuje da su takve aktivnosti dobro prihvaćene. Emocije koje proizlaze iz iskustva su uglavnom pozitivne, a studenti navode da su razvili specifične i transverzalne kompetencije.
Yllana-Prieto, Jeong i González-Gómez (2021)	Istražuje se utjecaj online Escape room na višedimenzionalnu domenu (stavovi, samoefikasnost i emocije) budućih učitelja	Prema analizi stavova i smoučinkovitosti, uočava se da većina analiziranih stavki pokazuje porast samoučinkovitosti i pozitivnije stavove nakon uporabe.
Bautista-Montesano, Rogel-Hurtado, Arzate-Bello i Ponce-Cruz (2020)	Rad predstavlja provedbu novog obrazovnog programa u Tec de Monterrey, Campus Ciudad de Mexico te ispituje interes učenika srednje škole i studenata za sudjelovanje u STEM aktivnostima.	Rezultati pokazuju učinkovitost ovog programa jer postoji veći interes za sudjelovanje u STEM aktivnostima kod srednjoškolaca i veću predanost studenata preddiplomskih studija koji se bave istraživanjem.
Lee i Wong (2018)	Prikazuje se istraživačka studija čiji je cilj identificirati čimbenike dizajna u angažmanu zajednice i moguće prilike/inovacije u pametnim gradskim zajednicama.	Prema rezultatima koji sažimaju 4 godine istraživanja o prijenosu učenja, tehnološka igrifikacija potiče integraciju i poboljšanje tehnologije.
Bonora, Martelli i Marchi (2019)	Rad predstavlja projekt DIGITgame čiji je cilj promicanje pozitivnih stavova studenata prema karijerama u znanosti, tehnologiji, inženjerstvu i matematici, a može predstavljati i model za jačanje učenja STEM koncepata putem tehnoloških aplikacija.	Prema rezultatima prvog koraka projekta studenti pokazuju interes i pozitivne stavove prema znanosti i matematici dok prema inženjerstvu i tehnologiji, pokazuju drugačiji smjer.

Radovi koji nisu svrstani u prethodne kategorije (Tablica 8)

Većina ovih radova predstavlja projekte i programe u kojima je primijenjena igrifikacija ili njezini elementi, a reakcije korisnika su također pozitivne, kao i u svim prethodnim kategorijama. Dva istraživanja^{55,56} istražuju učinak strategije Escape Room, a reakcije nakon primjene ove strategije su uglavnom pozitivne.

⁵⁵ Jesús SÁNCHEZ MARTÍN–Mario CORRALES-SERRANO–Amalia LUQUE-SENDRA–Francisco ZAMORA-POLOC: *Exit for success: Gamifying science and technology for university students using escape-room: A preliminary approach*, Heliyon, 2020/6–7.

⁵⁶ Félix YLLANA-PRIETO–Jin Su JEONG–David GONZÁLEZ-GÓMEZ: *An Online-Based Edu-Escape Room: A Comparison Study of a Multidimensional Domain of PSTs with Flipped Sustainability-STEM Contents*, Sustainability, 2021/13–3, 1–18.

Zaključak

Svrha ovog rada je dati sustavan pregled literature u kojoj se koristila igrifikacija u STEM području, objavljene između 2016. i 2021. godine. Rezultati provedenog pregleda literature pokazuju da su radovi najviše usmjereni na područje visokog obrazovanja te gotovo polovina radova potječe s područja Europe. Preko 4/5 analiziranih radova primjenjuje strukturnu igrifikaciju u kojoj su primijenjeni njezini elementi, poput bodova, znački, razina i ploča s rezultatima. Nakon 2019. godine primijećen je pad u broju objavljenih radova. Razlozi su, možebitno, povezani s nemogućnošću pristupa ispitanicima radi pandemije virusa COVID-19, no prave razloge bi trebalo utvrditi dodatnim istraživanjima. Većina radova prikazuje implementaciju, provedbu i evaluaciju projekata, platformi i igara koje koriste igrifikaciju u svrhu povećanja motivacije, uključenosti učenika/studenata ili procjenjuju učinak igrifikacije na motivaciju, uključenost, interakciju i razinu usvojenih odgojno-obrazovnih ishoda. Rezultati pokazuju da sudionici u većini istraživanja pozitivno reagiraju na primjenu igrifikacije u kombinaciji s mobilnim, video i društvenim igrama, virtualnom i proširenom stvarnošću ili u online okruženju. Ipak, dio istraživanja naglašava ulogu učitelja koji pruža podršku i vodstvo. Iako ovaj pregled literature analizira 76 radova, ograničen je na radove objavljene u znanstvenim časopisima indeksiranim u bazi Web of Science, te bi u daljnjim istraživanjima bilo dobro uključiti i radove objavljene u časopisima koji su zastupljeni u nekim drugim bazama podataka te primijeniti dodatne ključne riječi u pretraživanju.

Literatura

- Alexis ALVARADO-BELTRAN–Ranganadh VEMURI–Joseph PERRY–Darina DICHEVA–Keith IRWIN–Christo DICHEV: *Instructor support for gamifying STEM courses*, 8th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Barcelona, 2016, 5198–5208.
- Sera İyona ASIGIGAN–Yavuz SAMUR: *The Effect of Gamified STEM Practices on Students' Intrinsic Motivation, Critical Thinking Disposition Levels, and Perception of Problem-Solving Skills*, International journal of education in mathematics, science and technology, 2021/9–2, 332–352.
- Dario ASSANTE–Claudio FORNARIO–Amr El SAYED–Sameh SALEM: *Edutronics: Gamification for introducing kids to electronics*, 2016 IEEE Global Engineering Education Conference, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Abu Dhabi, 2016, 905–908. DOI: [10.1109/EDUCON.2016.7474659](https://doi.org/10.1109/EDUCON.2016.7474659)
- Isuru BALASOORIYA–Enric MOR–M Elena RODRIGUEZ–Maria Antonia HUERTAS: *Integration of pedagogy and learning tools in programming education: A survey*, 9th Annual International Conference of Education, Research and Innovation, IATED, Seville, 2016, 493–502. DOI: [10.21125/iceri.2016.1121](https://doi.org/10.21125/iceri.2016.1121)
- Rolando BAUTISTA-MONTESANO–Carlos ROGEL–HURTADO–Gabriela ARZATE-BELLO–Pedro PONCE-CRUZ: *A Novel Education Program Using Autonomous*

- Ground Vehicles to Develop STEM Skills*, 2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit, IEEE, Dortmund, 2020, 1–5.
DOI: [10.1109/E-TEMS46250.2020.9111823](https://doi.org/10.1109/E-TEMS46250.2020.9111823)
- Diana BOGUSEVSCHI–Cristina Hava MUNTEAN–Nima E. GORJI–Gabriel Miro MUNTEAN: *Earth course: A primary school large-scale pilot on stem education*, IATED, Palma, 2018, 3769–3777.
DOI: [10.21125/edulearn.2018.0958](https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.0958)
- Diana BOGUSEVSCHI–Jim PLAYFOOT–Odilla FINLAYSON–Gabriel Miro MUNTEAN: *Usability evaluation case study in technology enhanced learning large-scale pilot in primary schools*, 11th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, 2019, 3029–3037.
DOI: [10.21125/edulearn.2019.0810](https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.0810)
- Laura BONORA–Francesca MARTELLI–Valentina MARCHI: *An amazing way to learn STEM concepts developing sustainable cities idea in the citizens of the future: the methodology of erasmus+ project DIGITgame (digital improvement by game in smart city projecting)*, 10th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning, Association for Computing Machinery, Tokyo, 2019, 18–22.
DOI: <https://doi.org/10.1145/3306500.3306536>
- Pavel BOYTCHEV–Svetla BOYTCHEVA: *Gamified Evaluation in STEAM*, 25th International Conference on Information and Software Technologies, Springer Vilnius, 2019, 369–382.
- Marilena BRATU–Cristian BUICA-BELCIU–Dorothea CARAMAN: *Teachers' Perspective on Using of New Pedagogical Approaches for Students with Hearing Impairment*, 14th International Scientific Conference on eLearning and Software for Education – eLearning Challenges and New Horizons, CAROL I, Bucharest, 2018, 63–70.
- Rafael BRAVO–Sara CATALÁN–José M. PINA: *Gamification in tourism and hospitality review platforms: How to R.A.M.P. up users' motivation to create content*, International Journal of Hospitality Management, 2021/99.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2021.103064>
- Lillian CASSEL–Darina DICHEVA–Christo DICHEV–Breonte GUY–Keith IRWIN: *Student Motivation and Engagement in STEM Courses: Exploring the Potential Impact of Gamification*, 2019 ACM Conference On Innovation And Technology In Computer Science, ITiCSE, Aberdeen, 2019, 299–299.
DOI: <https://doi.org/10.1145/3304221.3325578>
- Renee CLARK–Abra SPISSO–Kevin KETCHMAN–Amy LANDIS–Kristen PARRISH–Rezvan MOHAMMADIZIAZI–Melissa M. BILEC: *Gamifying Sustainable Engineering Courses: Student and Instructor Perspectives of Community, Engagement, Learning, and Retention*, Journal of civil engineering education, 2021/147–4.
- Maria Cristina COSTA–João PATRÍCIO–Alexandre CARRANÇA–Bruno FARROPO: *Augmented reality technologies to promote STEM learning*, 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, IEEE, Caceres, 2018, 1–4.
DOI: [10.23919/CISTI.2018.8399267](https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399267)

- Felipe Soares de OLIVEIRA–Simone SANTOS: *PBLMaestro: A virtual learning environment for the implementation of problem-based learning approach in Computer education*, 2016 IEEE Frontiers in Education Conference, IEEE, Eire, 2016, 1–9. DOI: [10.1109/FIE.2016.7757388](https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757388)
- Sebastian DETERDING–Dan DIXON–Rilla KHALED–Lennart NACKE: *From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification*, 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek, 2011/11, 9–15. DOI: [10.1145/2181037.2181040](https://doi.org/10.1145/2181037.2181040)
- Christo DICHEV–Darina DICHEVA: *Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review*, International journal of educational technology in higher education, 2017/14–9. DOI: [10.1186/s41239-017-0042-5](https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5)
- Darina DICHEVA–Austin HODGE: *Active Learning through Game Play in a Data Structures Course*, 49th ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, Association for Computing Machinery, Baltimore, 2018, 834–839. DOI: [10.1145/3159450.3159605](https://doi.org/10.1145/3159450.3159605)
- Darina DICHEVA–Austin HODGE–Christo DICHEV–Keith IRWIN: *On the Design of an Educational Game for a Data Structures Course*, 5th IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Bangkok, 2016, 14–17. DOI: [10.1109/TALE.2016.7851763](https://doi.org/10.1109/TALE.2016.7851763)
- Darina DICHEVA–Keith IRWIN–Christo DICHEV: *OneUp Learning: A Course Gamification Platform*, GALA, Lisbon, 2017, 148–158. DOI: [10.1007/978-3-319-71940-5_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71940-5_14)
- Darina DICHEVA–Keith IRWIN–Christo DICHEV: *Exploring Learners Experience of Gamified Practicing: For Learning or for Fun?*, International Journal of Serious Games, 2019/6-3, 5–21. DOI: <https://doi.org/10.17083/ijsg.v6i3.299>
- Darina DICHEVA–Keith IRWIN–Christo DICHEV: *Gamifying with OneUp: For Learning, Grades or Fun?*, 7th Games and Learning Alliance (GALA) Conference, Springer International Publishing, Palermo, 2019, 343–353. DOI: [10.1007/978-3-030-11548-7_32](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7_32)
- A. A. DIEVA: *Gamification of business processes: Sociological analysis of the advanced management practices*, Journal Of Sociology, 2020/20–3, 681–693. DOI: <https://doi.org/10.22363/2313-2272-2020-20-3-681-693>
- Valentina DONZELLA–Antony J. ALLEN–Gunwant DHADYALLA: *Board-game for teaching automotive guidelines in the technical accreditation scheme at WMG*, 10th Annual International Conference of Education, Research and Innovation, IATED, Seville, 2017, 1010–1017.
- Freerik FORNDRAN–Carlos Renato ZACHARIAS: *Gamified experimental physics classes: a promising active learning methodology for higher education*, European Journal of Physics, 2019/40. DOI: [10.1088/1361-6404/ab215e](https://doi.org/10.1088/1361-6404/ab215e)

- Christopher Mark FULLARTON–Tjark Wilhelm HOECK–Klaus QUIBELDEY-CIRKEL: *Arsnova click – a game-based audience-response system for STEM courses*, 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Barcelona, 2017, 8107–8111.
DOI:10.21125/edulearn.2017.0492
- Fei Gao-Lan LI–Yanyan SUN LI: *A systematic review of mobile game-based learning in STEM education*, Educational Technology Research and Development, 2020/68–4, 1791–1827.
DOI:10.1007/s11423-020-09787-0
- Alicia GARCIA-HOLGADO–Andrea VÁZQUEZ-INGELMO–Sonia VERDUGO-CASTRO–Carina GONZÁLEZ–Ma Cruz SÁNCHEZ GÓMEZ–Francisco J. GARCIA-PENÁLVO: *Actions to Promote Diversity in Engineering Studies: a Case Study in a Computer Science Degree*, 10th IEEE Global Engineering Education Conference, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Dubai, 2019, 793–800.
DOI: 10.1109/EDUCON.2019.8725134
- Ioana GHERGULESCU–Arghir-Nicolae MOLDOVAN–Marilena BRATU–Cristina Hava MUNTEAN–Gabriel Miro MUNTEAN: *A case study in STEM education for learners with special education needs*, 11th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Palma, 2019, 10152–10157.
DOI:10.21125/edulearn.2019.2539
- Olga GILYAZOVA: *Gaming practices and technologies in education: Their educational potential, limitations and problems in the world-of-work and world-of-play context*, Revista Tempos e Espaços em Educação, 2020/13–32.
DOI:10.20952/revtee.v13i32.14276
- Miguel Gomes da COSTA JUNIOR–Cheng TENG–Jie-Zhao ZHENG–Kam-Weng TAM: *A Simple Gamification Approach of Reflected Electron Diffraction Phenomenon For Lower Secondary School Students*, TALE, 2020, 704–707.
DOI: 10.1109/TALE48869.2020.9368324
- Scott GRANT–Buddy BETTS: *Encouraging user behaviour with achievements: an empirical study*, 10th Working Conference on Mining Software Repositories, IEEE Press, San Francisco, 2013, 65–68. DOI: 10.1109/MSR.2013.6624007
- Foteini GRIVOKOSTOPOULOU–Isidoros PERIKOS–Konstantinos KOVAS–Ioannis HATZILYGEROUDIS: *An innovative educational environment based on virtual reality and gamification for learning stem entrepreneurship*, 12th Annual International Conference of Education, Research and Innovation, ICERI Proceedings, 2019, 11263–11267.
- Juho HAMARI: *Transforming Homo Economicus into Homo Ludens: A Field Experiment on Gamification in a Utilitarian Peer-To-Peer Trading Service*, Electronic Commerce Research and Applications, 2013/12–4, 236–245.
DOI: 10.1016/j.elerap.2013.01.004
- Alina HEINZE–Bastian KÜPPERS: *Edutainment with a smartphone - a quiz app in the context of gamification*, 10th International Technology, Education and Development Conference, IATED, Valencia, 2016, 2950–2957.
DOI:10.21125/inted.2016.1666

- Jaromír HRAD–Tomáš ZEMAN–Oto SLÁDEK: *NEWTON – Vision and Reality of Future Education*, 28th EAEEIE Annual Conference, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Hafnarfjörður, 2018, 1–9.
DOI: [10.1109/EAEEIE.2018.8534230](https://doi.org/10.1109/EAEEIE.2018.8534230)
- Stanislav IVANOV: *Using gamification methods in information technology education*, 11th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Palma 2019, 2712–2718.
DOI: [10.21125/edulearn.2019.0741](https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.0741)
- Galina IVANOVA–V. KOZOV–P. ZLATAROV: *Gamification in Software Engineering Education*, 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO, 2019, 1445–1450.
DOI: [10.23919/MIPRO.2019.8757200](https://doi.org/10.23919/MIPRO.2019.8757200)
- Eva JACOBS–Oliver GARBRECHT–Reinhold KNEER–Wilko ROHLFS: *HeatQuiz: An app framework for game-based learning in STEM education*, IEEE Global Engineering Education Conference, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Vienna, 2021, 1358–1368.
DOI: [10.1109/EDUCON46332.2021.9453955](https://doi.org/10.1109/EDUCON46332.2021.9453955)
- VARJAS János–CSÁSZÁR M. Zsuzsa–GYENIZSE Péter–CZIGÁNY Szabolcs: *A Martian Adventure: An Interactive Geo-Edutainment Tool*, International Conference on New Perspectives in Science Education, PIXEL, Florence, 2019, 239–245.
- Larry JOHNSON–Samantha ADAMS BECKER–Victoria ESTRADA–Alex FREEMAN: *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*, The New Media Consortium, Austin, 2014.
- Carolynn T. JONES–Penelope JESTER–Jennifer A. CROKER–Jessica FRITTER–Cathy ROCHE–Brian WALLACE–Andrew O. WESTFALL–David T. REDDEN–James WILLIG: *Creating and testing a GCP game in an asynchronous course environment: The game and future plans*, Journal of Clinical and Translational Science, 2020/4, 36–42.
DOI: [10.1017/cts.2019.423](https://doi.org/10.1017/cts.2019.423)
- Aisyah Nadhirah JUHARI–Mimi Hani ABU BAKAR: *Popular Game Elements Used in Designing Game-Based Learning STEM Application for School Students – A Review*, Jurnal kejuruteraan, 2020/32–4, 1–10.
- Yeonhak JUNG–Sheri L. BURSON–Christine JULIEN–Dylan F. BRAY–Darla M. CASTELLI: *Development of a School-Based Physical Activity Intervention Using an Integrated Approach: Project SMART*. Frontiers in Psychology, 2021/12.
DOI: [10.3389/fpsyg.2021.648625](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.648625)
- Michail KALOGIANNAKIS–Stamatios PAPADAKIS–Alkinoos-Ioannis ZOURMPAKIS: *Gamification in Science Education, A Systematic Review of the Literature*, Education Sciences, 2021/11–1.
DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>
- Karl K. KAPP: *Intelligently Fusing Learning, Technology i Business*, 2013.
<https://karlkapp.com/two-types-of-gamification>
- Alireza KHAKPOUR–Ricardo COLOMO-PALACIOS: *Convergence of Gamification and Machine Learning: A Systematic Literature Review*, Tech Know Learn, 2021/26, 597–636. DOI: [10.1007/s10758-020-09456-4](https://doi.org/10.1007/s10758-020-09456-4)

- Sangkyun KIM–Kibong SONG–Barbara LOCKEE–John BURTON: *Gamification Cases in STEM Education*, U Sangkyun KIM, Kibong SONG–Barbara LOCKEE–John BURTON (ur.): *Gamification in learning and education: Enjoy learning like gaming*, Springer, Cham, 2017, 125–139.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00071005.2019.1682276>
- Diamantis KINTSAKIS–Maria RANGOSSI: *An early introduction to STEM education: Teaching computer programming principles to 5 th graders through an e-learning platform: A game-based approach*, 2017 IEEE Global Engineering Education Conference, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Athens 2017, 17–23.
DOI: [10.1109/EDUCON.2017.7942816](https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7942816)
- Hannah KLAUTKE–John BELL–Daniel FREER–Cui CHENG–William CAIN: *Bridging the Gulfs: Modifying an Educational Augmented Reality App to Account for Target Users' Age Differences*, 7th International Conference on Design, User Experience, and Usability, Springer, Las Vegas 2018, 185–195.
DOI: [10.1007/978-3-319-91806-8_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91806-8_15)
- Chantal LATHWESEN–Nadja BELOVA: *Escape Rooms in STEM Teaching and Learning – Prospective Field or Declining Trend? A Literature Review*, Education Sciences, 2021/11–6. DOI: [10.3390/educsci11060308](https://doi.org/10.3390/educsci11060308)
- Chien-Sing LEE–Kuok-Shoong Daniel WONG: *Deriving a Gamified Learning-Design Framework Towards Sustainable Community Engagement and Mashable Innovations in Smart Cities: Preliminary Findings*, International Journal of Knowledge and Systems Science, 2018/9–1, 1–22.
DOI: [10.4018/IJKSS.2018010101](https://doi.org/10.4018/IJKSS.2018010101)
- Tae Yang LEE–Woori NOH–Yeji KIM–Jun Dong CHO: *Hide and Seek: A LEGO Village Game for Developing Spatial Ability of Children*, 15th International ACM Conference on Interaction Design and Children, Association for Computing Machinery, 2016, 408–413. DOI: [10.1145/2930674.2930715](https://doi.org/10.1145/2930674.2930715)
- Tiina LYNCH–Ioana GHERGULESCU: *Review of virtual labs as the emerging technologies for teaching STEM subjects*, 11th International Conference on Technology, Education and Development, IATED, Valencia, 2017, 6082–6091.
DOI: [10.21125/inted.2017.1422](https://doi.org/10.21125/inted.2017.1422)
- Siti Nur Diyana MAHMUD–Hazrati HUSNIN–Tuan Mastura Tuan SOH: *Teaching Presence in Online Gamified Education for Sustainability Learning*, Sustainability, 2020/12–9. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12093801>
- Andrzej MARCZEWSKI: *Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design*, 2015, 5.
<https://www.gamified.uk/gamification-framework/differences-between-gamification-and-games>
- Christina MAROULI–Anastasia MISSEYANNI–Paraskevi PAPADOPOULOU–Miltiadis LYTRAS: *Game based learning and gamification: Towards the development of a how-to-guide in STEM education*, 9th International Conference of Education, Research and Innovation, ICERI, Seville, 2016, 5343–5352. DOI: [10.21125/iceri.2016.2299](https://doi.org/10.21125/iceri.2016.2299)
- Juan-Francisco MARTÍNEZ-CERDÁ–Joan TORRENT-SELLENS–Inés GONZÁLEZ-GONZÁLEZ: *Promoting collaborative skills in online university: comparing*

- effects of games, mixed reality, social media, and other tools for ICT-supported pedagogical practices*, Behaviour & Information Technology, 2018/37, 10–11, 1055–1071. DOI:10.1080/0144929X.2018.1476919
- Nour EL MAWAS–Irina TAL–Arghir-Nicolae MOLDOVAN–Diana BOGUSEVSCHI–Josephine ANDREWS–Gabriel-Miro MUNTEAN–Cristina Hava MUNTEAN: *Improving STEM Learning Experience in Primary School by Using NEWTON*, 10th International Conference on Computer Supported Education, Scitepress, Funchal, 2018/122, 214–230.
DOI:10.1007/978-3-030-21151-6_11
- Ivana MEDICA RUŽIĆ–Mario DUMANČIĆ: *Gamification in Education*, Informatol, 2015/48(3–4), 198–204.
- Karolina E. MELLOR–Philip COISH–Bryan W. BROOKS–Evan P. GALLAGHER–Margaret MILLS–Terrance J. KAVANAGH–Nancy SIMCOX–Grace A. LASKER–Dianne BOTTA–Adelina VOUTCHKOVA-KOSTAL–Jakub KOSTAL–Melissa L. MULLINS–Suzanne M. NESMITH–Jone CORRALES–Lauren KRISTOFKO–Gavin SAARI–W. Baylor STEELE–Fjodor MELNIKOV–Julie B. ZIMMERMAN–Paul T. ANASTAS: *The safer chemical design game, Gamification of green chemistry and safer chemical design concepts for high school and undergraduate students*, Green Chemistry Letters and Reviews, 2018/11, 103–110.
DOI: 10.1093/toxsci/kfx175
- Ahmed Hosny Saleh METWALLY–Lennart E. NACKEA–Maiga CHANG–Yining WANG–Ahmed Mohamed Fahmy YOUSEF: *Revealing the hotspots of educational gamification: An umbrella review*, International Journal of Educational Research, 2021/109.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2021.101832>
- Andrea MOLNAR: *The effect of interactive digital storytelling gamification on microbiology classroom interactions*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, New Jersey, 2018, 243–246.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ISECon.2018.8340493>
- Margarita ORTIZ-ROJAS–Katherine CHILUIZA–Martin VALCKE: *Gamification through leaderboards: An empirical study in engineering education*, Computer Applications in Engineering Education, 2019/27–4, 777–788.
DOI:10.1002/cae.12116
- Fezile ÖZDAMLI–Dlgash Faran YAZDEEN: *Gamification in Computer Science Courses: A Literature Review*, Near East University Online Journal of Education, 2021/4–2, 90–106. <https://dergipark.org.tr/en/pub/neuje/issue/64876/994640>
DOI: <https://doi.org/10.32955/neuje.v4i2.345>
- Chao PENG–Lizhou CAO–Sabin TIMALSENA: *Gamification of Apollo Lunar Exploration Missions for Learning Engagement*, Entertainment Computing, 2016/19–2, 53–64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.12.001>
- Kimberly PIGFORD–Miriam FERZLI–Betty BLACK: *Fostering Interest and Learning in introductory Biology Students with an Ecology and Evolution Video Game*, 11th International Conference on Technology, Education and Development, IATED, Valencia, 2017, 7466–7475.
DOI: 10.21125/inted.2017.1731

- Jim PLAYFOOT: *Exploring the role of gamification within STEM teaching as a mechanism to promote student engagement, develop skills and ultimately improve learning outcomes for all types of students*, EDULEARN16 Proceedings, Barcelona, 2016, 2140–2147.
DOI:10.21125/edulearn.2016.1425
- Jim PLAYFOOT–Carmine de NICOLA–Fabio di SALVADORE: *A new experiential model to innovate the STEM learning processes*, 11th international technology, education and development conference, INTED Proceedings, Valencia 2017, 4145–4153. DOI:10.21125/inted.2017.0997
- Jim PLAYFOOT–Carmine De NICOLA–Fabio Di SALVADORE–Giuseppe GUARINO: *How to Evaluate The Success of Novel Learning Technologies: A New Model for Ensuring Early Adoption in The Classroom*, 9th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Barcelona, 2017, 3605–3614. DOI:10.21125/edulearn.2017.1785
- Jim PLAYFOOT–Fabio di SALVADORE–Carmine De NICOLA: *Evaluating the impact of novel learning technologies in STEM subjects: results from project Newton and the Gam Lab-Italy pilot experience*, 11th annual International Conference of Education, Research and Innovation, IATED, Seville, 2018, 3365–3372.
- Jim PLAYFOOT–Fabio di SALVADORE–Carmine De NICOLA: *Evaluating the impact of novel learning technologies: Lessons from the Newton project*, 10th International Conference on Education and New Learning Technologies, IATED, Palma, 2018, 6720–6727. DOI:10.21125/edulearn.2018.1595
- Ratna Zuarni RAMLI–Nor Athirah UMAIRAH MAROBI–Noraidah Sahari ASHAARI: *Microorganisms: Integrating Augmented Reality and Gamification in a Learning Tool*, International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 2021/12–6, 354–359. DOI: 10.14569/IJACSA.2021.0120639
- Abel A REYES–Colin ELKIN–Quamar NIYAZ–Xiaoli YANG–Sidike PAHEDING–Vijay K DEVBHAKTUNI: *A Preliminary Work on Visualization-based Education Tool for High School Machine Learning Education*, 2020 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC), Electr Network, 2020, 1–5.
- Kevin J. RICHARDSON–Harley J. FERNANDEZ–Kirsten R. BASINET–Andrew G. KLEIN–Richard K. MARTIN: *A Making and Gaming Approach to Learning About RF Path Loss and Antenna Design*, 8th IEEE Integrated STEM Education Conference, IEEE, New Jersey, 2018, 247–253.
DOI:10.1109/ISECon.2018.8340494
- Michel ROCARD (CHAIR)–Peter CSERMELY–Doris JORDE–Dieter LENZEN–Harriet WALBERG–HENRIKSSON–Valerie HEMMO: *Science education now: a Renewed pedagogy for the future of Europe*, European Commission, Luxembourg, 2007.
- Sarah ROESSLER–Mark ALLISON: *A Gender-Aware Gamified Scaffolding of Mathematics for the Middle School Level*, International Conference on Big Data and Education, Association for Computing Machinery, Honolulu, 2018, 121–126. DOI: <https://doi.org/10.1145/3206157.3206161>
- Bawornsak SAKULKUEAKULSUK–Siyada WITTOON–Potiwat NGARMKAJORNWIWAT–Pompen PATARANUTAPORN–Werasak SURAREUNGCHAI–Pat PATARANUTAPORN–

- Pakpoom SUBSOONTORN: *Kids making AI: Integrating Machine Learning, Gamification, and Social Context in STEM Education*, 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), 2018, 1005–1010. DOI: [10.1109/TALE.2018.8615249](https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615249)
- Jesús SÁNCHEZ MARTÍN–Mario CORRALES-SERRANO–Amalia LUQUE-SENDRA–Francisco ZAMORA-POLOC: *Exit for success: Gamifying science and technology for university students using escape-room: A preliminary approach*, *Heliyon*, 2020/6–7.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04340>
- Adilkhan SHYNGYS–Alimanova MADINA: *Application of Gamification Tool in Hand Rehabilitation Process*, 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), 2021, 1–4.
DOI: [10.1109/SIST50301.2021.9465956](https://doi.org/10.1109/SIST50301.2021.9465956)
- Hannah SNYDER: *Literature review as a research methodology: An overview and guidelines*, *Journal of Business Research*, 2019/104, 333–339.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Maurício SOUZA–Kattiana CONSTANTINO–Lucas VEADO–Eduardo FIGUEIREDO: *Gamification in Software Engineering Education: An Empirical Study*, 30th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T), Savannah, 2017, 276–284. DOI: [10.1109/CSEET.2017.5](https://doi.org/10.1109/CSEET.2017.5)
- Iris STANTIĆ MILJAČKI: *Razvoj ključnih kompetencija učenika kroz primjenu STEM pristupa u nastavi*, *Danubius Noster*, 2020 különszám, 103–109.
- James STIGALL–Sharad SHARMA: *Virtual Reality Instructional Modules for Introductory Programming Courses*, 2017 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC), IEEE, New Jersey, 2017, 4–42.
DOI: [10.1109/ISECon.2017.7910245](https://doi.org/10.1109/ISECon.2017.7910245)
- Chung-Ho SU: *The Effect Of Users' Behavioral Intention On Gamification Augmented Reality In Stem (Gar-Stem) Education*, *Journal of Baltic Science Education*, 2019/18-3, 450–465. DOI: [10.33225/jbse/19.18.450](https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.450)
- Chee Wei TAN–Lin LING–Pei-Duo YU–Ching Nam HANG–Man Fai WONG: *Mathematics Gamification in Mobile App Software for Personalized Learning at Scale*, 9TH IEEE INTEGRATED STEM EDUCATION CONFERENCE (ISEC 2020), 2020, 1–5. DOI: [10.1109/ISEC49744.2020.9397846](https://doi.org/10.1109/ISEC49744.2020.9397846)
- Katerina TSARAVA–Korbinian MOELLER–Niels PINKWART–Martin BUTZ–Ulrich TRAUTWEIN–Manuel NINAUS: *Training Computational Thinking: Game-Based Unplugged and Plugged-in Activities in Primary School*, 11th European conference on games based learning, Academic Conferences Ltd, Graz, 2017, 687–695.
- Vladimir L. USKOV–Jeffrey P. BAKKEN–Lavanya ALURI: *Crowdsourcing-Based Learning: the Effective Smart Pedagogy for STEM Education*, 10th IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Dubai, 2019, 1552–1558. DOI: [10.1109/EDUCON.2019.8725279](https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725279)
- Ângel VÁZQUEZ-ALONSO–María Antonia MANASSERO-MAS: *El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria*, *Ciência & Educação* (Bauru), 2011/17–2, 249–268.
DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200001>

- Marisa VENTER: *Gamification in STEM programming courses: State of the art*, IEEE Global Engineering Education Conference, IEEE, ELECTR NETWORK, 2020, 859–866. DOI: [10.1109/EDUCON45650.2020.9125395](https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125395)
- Shekar VISWANATHAN–Ben RADHAKRISHNAN: *A Novel ‘Game Design’ Methodology for STEM Program*, International Journal of Game-Based Learning, 2018/8-4, 1–17. DOI: [10.4018/IJGBL.2018100101](https://doi.org/10.4018/IJGBL.2018100101)
- Chee-Ken WONG–Chien-Sing LEE: *Better understanding of how gamification can help improve digital lifestyles*, 22nd International Conference on Virtual System and Multimedia (VSMM), IEEE, Kuala Lumpur, 2016/1–8. DOI: [10.1109/VSM.2016.7863214](https://doi.org/10.1109/VSM.2016.7863214)
- Ziang XIAO–Helen WAUCK–Zeya PENG–Hanfei REN–Lei ZHANG–Shiliang ZUO–Yuqi YAO–Wai-Tat FU: *Cubicle: An Adaptive Educational Gaming Platform for Training Spatial Visualization Skills*, 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces, Association for Computing Machinery, Tokyo, 2018, 91–101. DOI: [10.1145/3172944.3172954](https://doi.org/10.1145/3172944.3172954)
- Martin YEH–Abtin TOSHTZA–Laura A. GUERTIN–Yu YAN: *Using spaced repetition and gamification to enhance K-12 student science literacy with on-demand mobile short reads*, Frontiers in Education Conference (FIE), Eire, 2016, 1–4.
- Félix YLLANA-PRIETO–Jin Su JEONG–David GONZÁLEZ-GÓMEZ: *An Online-Based Edu-Escape Room: A Comparison Study of a Multidimensional Domain of PSTs with Flipped Sustainability-STEM Contents*, Sustainability, 2021/13–3, 1–18. DOI: [10.3390/su13031032](https://doi.org/10.3390/su13031032)
- YanJun ZHANG-Ronghua LUO-Yijin ZHU-Yuan YIN: *Educational Robots Improve K-12 Students’ Computational Thinking and STEM Attitudes: Systematic Review*, Journal of Educational Computing Research, 2021/7, (59), 1450–1481. DOI: <https://doi.org/10.1177/0735633121994070>

Sažetak

STEM je pojam koji dolazi iz engleskog jezika, a predstavlja akronim nastao od engleskih riječi: Science, Technology, Engineering i Mathematics. Sukladno tome, STEM obrazovanje je interdisciplinarno obrazovanje koje obuhvaća četiri područja: prirodne znanosti, informatiku, inženjerstvo i matematiku. S obzirom na svoju interdisciplinarnost, određeni problem rješava se korištenjem znanja iz sva četiri područja. Igrifikacija je pristup učenju koji koristi elemente igre (značke, bodovi, ljestvice uspješnosti) s ciljem povećanja motivacije i angažiranosti učenika. Oba pojma, i STEM i igrifikacija, u posljednjih nekoliko godina u čestom su fokusu istraživača. Nedostatak kadrova iz područja STEM-a traži inovativne pristupe kako bi se povećala motivacija učenika za bavljenjem STEM područjem. Uporaba igrifikacije mogla bi poslužiti kao izvrstan alat u tom procesu. Stoga je svrha ovog rada dati sustavan pregled literature u kojoj se koristila igrifikacija u STEM području, objavljene između 2016. i 2021. godine.

KLJUČNE RIJEČI: igrifikacija, pregled literature, STEM