

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE**

Matea Agatić

**ELEMENTI IGRIFIKACIJE U RAZREDNOJ NASTAVI
MATEMATIKE**

Diplomski rad

Zagreb, srpanj 2021.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
UČITELJSKI FAKULTET
ODSJEK ZA UČITELJSKE STUDIJE**

Matea Agatić

**ELEMENTI IGRIFIKACIJE U RAZREDNOJ NASTAVI
MATEMATIKE**

Diplomski rad

Mentor rada:

izv. prof. dr. sc. Dubravka Glasnović Gracin

Zagreb, srpanj 2021.

SADRŽAJ

Sažetak	
Summary	
1. UVOD	1
2. IGRIFIKACIJA	3
2.1. Igra i igrifikacija	3
2.1.1. Učenje kroz igru.....	5
2.1.2. Ozbiljna igra.....	7
2.2. Igrifikacija	7
2.2.1. Što je igrifikacija?.....	7
2.2.2. Elementi igrifikacije.....	10
2.2.2.1. Bodovi.....	12
2.2.2.2. Značke	13
2.2.2.3. Ljestvice poretka	14
2.2.2.4. Razine	15
2.2.2.5. Povratna informacija	15
2.2.2.6. Nagrade	16
2.2.2.7. Traka napretka	16
2.2.2.8. Priča.....	17
3. TEORIJE IGRIFIKACIJE OBRAZOVANJA	18
3.1. Teorija zanesenosti.....	18
3.2. Teorija motivacije.....	19
3.3. Teorija postavljanja ciljeva	21
3.4. Teorija samodeterminacije	22
3.5. Konstruktivistička teorija	23
3.6. Bihevioristička teorija	24
3.7. Socijalna teorija učenja.....	25

4. IGRIFIKACIJA U NASTAVI MATEMATIKE	26
4.1. <i>Nastava usmjerena na učenika i novi Kurikulum nastavnog predmeta Matematika</i>	26
4.2. <i>Igrifikacija i angažman učenika u nastavnom predmetu Matematika.....</i>	28
4.3. <i>Motivacija učenika u matematici.....</i>	31
4.4. <i>Povratna informacija.....</i>	32
4.5. <i>Uspjeh učenika u nastavnom predmetu</i>	34
5. ANALIZA IGRIFICIRANE APLIKACIJE MATIFIC	35
5.1. <i>Cilj istraživanja i istraživačka pitanja.....</i>	37
5.2. <i>Metodologija.....</i>	37
5.2.1. <i>Matific i Kurikulum.....</i>	37
5.2.2. <i>Instrument istraživanja</i>	39
5.2.3. <i>Postupak.....</i>	40
5.2.4. <i>Analiza podataka</i>	42
5.3. <i>Rezultati</i>	43
5.3.1. <i>Udjeli elemenata igrifikacije.....</i>	43
5.3.2. <i>Ishodi u epizodama</i>	51
5.3.3. <i>Napomene vezane uz matematički jezik</i>	53
5.4. <i>Diskusija i zaključak istraživanja</i>	55
6. ZAKLJUČAK.....	59
LITERATURA.....	61
Izjava o samostalnoj izradi rada	70

Sažetak

Tema ovog diplomskog rada jesu elementi igrifikacije u razrednoj nastavi matematike. Igrifikacija se odnosi na primjenu elemenata igre u različitim kontekstima koji nisu igra s ciljem povećanja motivacije i angažmana sudionika. Jedan takav kontekst je i obrazovanje, odnosno nastava. Cilj rada je na primjeru igrificirane aplikacije *Matific*, koja se koristi za učenje i uvježbavanje matematičkih sadržaja, istražiti elemente igrifikacije te ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda propisanih *Kurikulumom nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije* iz 2019. godine.

U radu su opisane sličnosti i razlike pristupa koji se temelje na igri i koji se koriste u nastavi, a među njima je i igrifikacija. Da bi se moglo govoriti o igrifikaciji u nastavi matematike, opisana je igrifikacija, njezini elementi, zatim njihova uloga u povećanju motivacije i angažmana učenika te povezanost igrifikacije s uspjehom učenika u nastavnom predmetu Matematika. Motivacija i angažman učenika u nastavi pretpostavke su za stjecanje znanja i razvoja vještina pa je igrifikacija razmatrana i kroz različite teorije motivacije i teorije učenja.

Na kraju rada prikazana je analiza igrificirane aplikacije *Matific* s obzirom na elemente igrifikacije opisane u radu te mogućnosti ostvarivanja odgojno-obrazovnih ishoda iz domena Oblik i prostor te Mjerenje primjenom aplikacije u nastavi matematike. Rezultati pokazuju da su najzastupljeniji elementi igrifikacije bodovi, značke, nagrade i traka napretka te da se ostvaruje većina ishoda iz domene Oblik i prostor te ishodi mjerenja opsega i površine iz domene Mjerenje.

Ključne riječi: igrifikacija, elementi igrifikacije, *Matific*, nastava matematike, primarno obrazovanje

Summary

The subject of this thesis is the gamification elements in teaching mathematics at the primary school level. Gamification refers to the usage of game elements in different non-gaming contexts, the primary goal of which is increasing participants' motivation and engagement. Education is one of the contexts using gamification. This thesis aims to research gamification elements and their ways of achieving the educational outcomes defined by the national curriculum for mathematics. The example used in this research is a gamified application called Matific.

The similarities and differences of game-based approaches in learning, including gamification, are described in this thesis. In order to discuss gamification in teaching mathematics, the thesis presents the main features of gamification, its elements, and their role in increasing students' motivation and engagement, as well as the correlation between gamification and the students' achievements in mathematics as a subject. Gamification is also considered through the lens of various motivation and learning theories, since motivation and engagement are prerequisites for gaining knowledge and developing skills.

Finally, Matific, a gamified application, was analysed considering gamification elements described in the thesis as well as the possibilities of achieving educational outcomes from domains Geometry and Measurement, using the gamified application in teaching mathematics. The results show that the most represented gamification elements are points, badges, rewards and progress bars. Results also show that the majority of educational outcomes from the above-mentioned domains are achieved.

Key words: gamification, gamification elements, Matific, teaching mathematics, primary education

1. UVOD

Igra ima izrazito važnu ulogu u djetetovom razvoju. Od malena se dijete kroz igru zabavlja, istražuje, uči, razvija svoje potencijale, ostvaruje socijalnu interakciju s odraslima i vršnjacima. Odrastanjem se dijete sve manje igra, odnosno odrastanjem igra poprima drugačije oblike pa nije ni čudo da se čovjeka ponekad naziva *homo ludens* – čovjek koji se igra. Imajući na umu da se dijete u igri osjeća slobodno te da je igra nešto njemu vrlo blisko i poznato, ona ima vrlo važno mjesto u obrazovanju, posebno u primarnome.

Učitelji razredne nastave često implementiraju igru ili elemente igre u nastavu svih nastavnih predmeta. Prema *Kurikulumu nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije* (u daljnjem tekstu: Kurikulum) (Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO], 2019, str. 235) „u učenju i poučavanju nužno [je] primijeniti one nastavne strategije i oblike rada koji takvu [socijalnu] interakciju promiču.“ Među nabrojanim nastavnim strategijama navodi se i igra, a o njoj su pisali Bognar i Matijević (2005) kao pedagoškoj strategiji, što govori o važnosti i nužnosti igre u nastavi matematike, ali i drugih nastavnih predmeta.

Početakom 21. stoljeća javio se novi koncept u obrazovanju povezan s igrom, a riječ je o igrifikaciji. U literaturi se igrifikaciju najčešće definira kao uporabu elemenata igre u kontekstima koji nisu igra (Deterding, Dixon, Khaled i Nacke, 2011), a kao najvažnije uloge igrifikacije u obrazovanju ističu se povećanje angažiranosti i motivacije učenika u nastavi.

Suvremena nastava matematike nastoji razvijati sposobnosti rješavanja problema, stvaralačko mišljenje i sposobnosti učenika te matematički način mišljenja koji je važan u svakodnevnom životu i radu (Kurnik, 2009). Kroz nastavu matematike i drugih nastavnih predmeta učenici bi trebali razvijati kompetencije nužne za život u 21. stoljeću, no tradicionalni načini poučavanja ne mogu odgovoriti na taj izazov (Jayasinghe i Dharmaratne, 2013), stoga je potrebno mijenjati i prilagoditi način poučavanja učenicima (Medica Ružić i Dumančić, 2015). Sadašnji učenici razredne nastave pripadnici su tzv. alfa generacije, okruženi tehnologijom od rođenja, vrlo su vješti u korištenju različitih alata i digitalnih uređaja te zainteresirani za računalne igre i društvene mreže (Jha, 2020). Uporabom elemenata igrifikacije učitelji se mogu lakše približiti učenicima alfa generacije, zainteresirati ih, potaknuti na aktivno sudjelovanje u nastavi, razvijati vještine kritičkog mišljenja (Walsh, 2014) i vještine rješavanja problema (Katmada, Mavridis i Tsiatsos, 2014). Iako je igrifikacija u obrazovanju prisutna gotovo cijelo desetljeće, u Republici Hrvatskoj vrlo je malo istraživanja koja se bave tim područjem, posebno na nižim razinama obrazovanja te u nastavi matematike.

Imajući na umu interese učenika i nužnost promjene načina poučavanja, učitelji su ti koji trebaju osigurati nastavu u kojoj učenici neće biti samo pasivni promatrači izlaganja učitelja, već aktivni sudionici nastavnog procesa. Uporabom igrifikacije učitelji mogu doprinijeti motivaciji i angažiranosti učenika u nastavi. Takav poticaj utjecao je na nastanak ovog rada koji iznosi različite elemente igrifikacije koji se mogu primijeniti u nastavi matematike. Ciljevi ovog rada jesu istražiti igrifikaciju u obrazovnom kontekstu, iznijeti različite teorije igrifikacije obrazovanja, prikazati najčešće korištene elemente igrifikacije u nastavi te opisati prednosti primjene igrifikacije u nastavi matematike. S obzirom na to da učenici veći dio svog slobodnog vremena provode za računalom igrajući računalne igre i da nerado uče, uvođenjem elemenata igrifikacije u nastavu ili korištenjem igrificiranih aplikacija učitelji mogu doprinijeti raznolikosti u nastavi, motivirati učenike (Jagušt, Botički, Mornar i So, 2017) i potaknuti ih na aktivnije sudjelovanje (Villagrasa, Fonseca, Redondo i Duran, 2014). Tako je u radu prikazana igrificirana aplikacija *Matific* u kojoj učenici igrajući se uče, ponavljaju ili utvrđuju znanje. U igrificiranoj aplikaciji *Matific* koriste se elementi igrifikacije opisani u drugom poglavlju. Opisane su i razlike između učenja kroz igru, ozbiljne igre i igrifikacije.

U trećem se poglavlju igrifikacija se razmatra kroz različite teorije poznate u društvenim znanostima. Teorije koje se pritom najčešće spominju u literaturi jesu teorija zanesenosti (Csikszentmihalyi, 2006), teorija motivacije (Kim, Song, Lockee i Burton, 2018), teorija postavljanja ciljeva (Latham i Locke, 1991), teorija samodeterminacije (Ryan i Deci, 2020), konstruktivistička teorija (Topolovčan, Rajić i Matijević, 2017), bihevioristička teorija (Skinner, 1938; prema Smith, 2018) te teorija socijalnog učenja (Bandura, 1986; prema Vizek Vidović i sur., 2014).

U četvrtom poglavlju opisuje se povezanost igrifikacije i nastave usmjerene na učenika, uloga igrifikacije u povećanju angažmana i motivacije učenika u nastavi matematike, važnost povratne informacije te povezanost igrifikacije i učeničkog uspjeha u matematici.

Na kraju, u petom poglavlju, analizirana je igrificirana aplikacija *Matific* s obzirom na elemente igrifikacije koji su implementirani te s obzirom na odgojno-obrazovne ishode iz Kurikuluma (MZO, 2019) koji se korištenjem aplikacije mogu ostvariti. *Matific* omogućuje učenicima primarnog obrazovanja vježbanje i ponavljanje matematičkih sadržaja na primjerima iz svakodnevnog života, a učiteljima praćenje napretka svakog pojedinog učenika te planiranje nastavnog procesa.

2. IGRIFIKACIJA

2.1. Igra i igrifikacija

Igra je aktivnost koja dugi niz godina zaokuplja pažnju raznih znanstvenika. O njoj su kroz povijest pisali, a i danas pišu filozofi, sociolozi, psiholozi, pedagozi pa čak i IT stručnjaci. Iako je igra predmet različitih istraživanja, još uvijek ne postoji jedinstvena definicija igre, a njezino značenje varira u društvenim i humanističkim znanostima. U filozofiji igra predstavlja osnovni način stjecanja umnosti i razboritosti, a kao radnja, sama je po sebi ugodna i plemenita. Sa psihološkog stajališta govori se o ulozi igre u nenamjernom učenju i uvježbavanju različitih oblika ponašanja važnih za život u odrasloj dobi. U pedagogiji igra je sredstvo odgoja i obrazovanja te je ujedno „slobodna, samomotivirajuća, nesvrhovita djelatnost u kojoj sredstva dominiraju nad ciljem“ (Hrvatska enciklopedija, n.d.). Ovakva se igra naziva slobodnom igrom. U didaktici, grani pedagogije, igra je aktivnost koja omogućuje stjecanje znanja i razvoj sposobnosti (Bognar i Matijević, 2005), odnosno strategija kojom se ostvaruju određeni kognitivni, afektivni ili motorički ciljevi, a koja nije sama sebi svrhom (Matijević i Radovanović, 2011). U informatici se govori o računalnim igrama i videoigrama koje karakterizira interaktivnost i zabava, a za koje je potrebno računalo, igraća konzola, mobitel, *tablet* ili drugi sličan hardver (Hrvatska enciklopedija, n.d.). Jedno od značajnijih objašnjenja igre dao je Huizinga koji je igru opisao ovako:

„Igra je dobrovoljna radnja ili djelatnost, koja se odvija unutar nekih utvrđenih vremenskih ili prostornih granica, prema dobrovoljno prihvaćenim ali i beziznimno obaveznim pravilima, kojoj je cilj u njoj samoj, a prati je osjećaj napetosti i radosti te svijest da je ona »nešto drugo«, nego »obični život«“ (Huizinga, 1992, str. 31).

Iako ne postoji jedinstvena definicija igre, mnogi su autori suglasni da igra doprinosi cjelovitom razvoju djeteta te je prema Glasseru (2004) jedna od osnovnih čovjekovih potreba. Kroz igru dijete istražuje i stječe spoznaje o svijetu koji ga okružuje, razvija govor, finu i grubu motoriku, koordinaciju, ostvaruje interakciju s vršnjacima i odraslima te uči surađivati, upravljati i izražavati vlastite emocije te prepoznavati tuđe (Mendeš, Marić i Goran, 2020).

U literaturi se dječju igru najčešće dijeli na funkcionalnu igru, simboličku igru i igru s pravilima (Duran, 2003) ili na igru uloga, konstruktivnu/konstruktorsku igru i igru s pravilima (Bognar, 1986; Starc i sur., 2004). Trebalo bi spomenuti računalne i videoigre koje se mogu svrstati u igre s pravilima, a koje su dostupne djeci od vrlo rane dobi. Iako stručnjaci upozoravaju da pretjerano igranje videoigara i gledanje televizije te općenito nedostatak fizičke aktivnosti kod djece smanjuje razvoj pojedinih bioloških potencijala (Rajović, 2013), računalne

igre dio su svakodnevice učenika. Premda se često naglašavaju negativne posljedice igranja računalnih i videoigara, one se mogu uspješno primjenjivati u edukativne svrhe, kod kuće i u školi.

Moguće je da je česta izloženost učenika vizualno atraktivnim, interaktivnim i zabavnim računalnim igrama dovela do toga da je učenicima tradicionalna, slušalačka nastava dosadna. No to nije jedini razlog radi kojeg bi trebalo mijenjati pristup učenicima u nastavi. Tradicionalna nastava ne može zadovoljiti razvojne potrebe učenika niti razvijati stvaralačko mišljenje i stvaralačke sposobnosti učenika, stoga se od učitelja očekuje kreiranje nastavnih situacija u kojima će učenici biti motivirani, aktivno sudjelovati i učiti (Matijević, 2017; Medica Ružić i Dumančić, 2015). Medica Ružić i Dumančić (2015) rješenje vide u primjeni igrifikacije, odnosno korištenju elemenata igre u nastavi s ciljem poticanja angažmana učenika i povećanja motivacije.

Igrifikacija (engl. *gamification*), učenje kroz igru (engl. *game-based learning*) i ozbiljne igre (engl. *serious games*) predstavljaju pristupe utemeljene na igri koji se koriste u nastavi. Općenito, učenici imaju pozitivniji stav prema igri nego prema „ozbiljnom“ učenju, a primjenjujući pristupe utemeljene na igri, povećava se koncentracija, pažnja, motivacija i aktivnost učenika u nastavi, učenici razvijaju kritičko mišljenje i logičko zaključivanje, češće doživljavaju uspjeh u učenju te bolje pamte sadržaje naučene kroz igru (Bognar, 1986; Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey i Boyle, 2012; Hamari i sur., 2016; Martens i Müller, 2016; Matijević i Radovanović, 2011; Nikčević-Milković, Rukavina i Galić, 2011; Welbers i sur., 2019). Osim toga, učenici postaju aktivni sudionici nastavnog procesa, a mijenja se i položaj učitelja u nastavi.

Učitelj više nije predavač, već organizator različitih aktivnosti u kojima učenici sudjeluju, doživljavaju, konstruiraju znanje te razvijaju vještine i sposobnosti (Matijević i Radovanović, 2011). U usporedbi s tradicionalnom nastavom, suvremena nastava stavlja naglasak na aktivnost učenika u procesu stjecanja znanja i sposobnosti te jedino takva nastava može zadovoljiti razvojne potrebe učenika 21. stoljeća.

2.1.1. Učenje kroz igru

Poznato je da dijete u igri najbolje uči, stoga ne čudi primjena igre u obrazovnom kontekstu, posebno u razrednoj nastavi u kojoj su učenici mlađe dobi. Međutim, igru bi trebalo primjenjivati na svim razinama obrazovanja, ne samo u primarnom. Prema Bognaru i Matijeviću (2005) igra u nastavi strategija je učenja ili strategija poučavanja ako se njome stječu elementarna znanja iz nekog nastavnog predmeta, primjerice iz matematike. Učenje kroz igru slično opisuju i Shaffer, Squire, Halverson i Gee (2005) koji navode da je učenje kroz igru zapravo igra s definiranim ishodima učenja čija je svrha stjecanje znanja ili razvijanje vještina (Welbers i sur., 2019). Prema Shafferu i sur. (2005) učenje kroz igru interdisciplinarno je područje koje istražuje povezanost između igranja (engl. *playing*) i igranja igara (engl. *gaming*). Igranje (engl. *playing*) odnosi se na slobodnu dječju igru i igranje igračkama, dok je igranje igara (engl. *gaming*) povezano s igrama s pravilima koje mogu, ali i ne moraju biti računalne igre (Deterding i sur., 2011; Lovrenčić i sur., 2018). Prema tome, slobodna igra razlikuje se od učenja kroz igru. Učenjem kroz igru realiziraju se unaprijed planirani odgojno-obrazovni ciljevi te takva igra ima pravila i strukturu. Iako ne mora biti cjelovita, važno je da igru u nastavi dijete upravo tako i doživljava - kao igru (Bognar, 1986).

Učenjem kroz igru učenike se osposobljava za rješavanje problema. Kada se u nastavi ne mogu rješavati stvarni problemi, koriste se nastavne strategije simulacije i igre (Matijević i Radovanović, 2011). Prema karakteristikama, igre u nastavi mogu se podijeliti na igre uloga, konstruktorske igre i igre s pravilima (Bognar, 1986).

Igra uloga u literaturi se naziva i simbolička igra, igra mašte, imaginativna i stvaralačka igra (Duran, 2003; Mendeš i sur., 2020). Igrama uloga učenike se osposobljava za sudjelovanje u stvarnim situacijama tako da učenici u određenim ulogama međusobno komuniciraju u nekoj zamišljenoj situaciji (Bognar, 1986; Bognar i Matijević, 2005; Matijević i Radovanović, 2011). U igri uloga poželjno je da sudjeluju svi učenici jer samo aktivnim sudjelovanjem učenici mogu doživjeti i shvatiti određene situacije te steći znanja (Matijević i Radovanović, 2011).

U konstruktorskim igrama učenici koriste različite konkretne materijale, oblikuju ih i u takvim igrama uvijek nastaje neki produkt koji može, ali i ne mora biti upotrebljiv. Važno je da produkt igre kod djeteta izaziva zadovoljstvo. Konstruktorske su igre vrlo značajne jer se njima razvija motorika ruke, mašta i stvaralačke sposobnosti učenika (Bognar, 1986). Starc i sur. (2004) ovakvu igru nazivaju konstruktivnom igrom.

Igre s pravilima strategija su poučavanja jer se njima stječu elementarna znanja (Bognar i Matijević, 2005). Vrlo često se primjenjuju u nastavi jer se pomoću njih mogu ostvariti konkretni odgojno-obrazovni ishodi. Kao što i sam naziv govori, osnovno obilježje ovakvih igara jesu pravila koja određuju tijek igre. Međutim, pravila se mogu i trebaju prilagođavati dobi učenika i potrebama nastave, a osim toga, pravila mogu smišljati i sami učenici (Bognar, 1986). Lipovac (1978; prema Bognar, 1986) navodi strukturne elemente igara s pravilima:

- „zadatak, koji izlazi iz nastavnog programa i ugrađuje se u igru
- sadržaj, koji se uvježbava ili ponavlja, primjeren je dobi učenika
- aktivnost, koja je obično kombinacija svih četiriju aktivnosti (senzornih, motornih, misaonih i aktivnosti izražavanja)
- pravilo, kojim se određuje način izvođenja igre
- rezultat, koji se ustanovljava na kraju igre“ (Lipovac, 1978; prema Bognar, 1986, str. 128).

Lovrenčić i sur. (2018) navode da je igri s pravilima primarna svrha zabava te da se pojedinci natječu da bi ostvarili neki cilj, međutim u obrazovnom kontekstu igra s pravilima služi rješavanju spoznajnih zadataka te pruža mogućnosti za učenje. Ovisno o tome koja se igra koristi u nastavi, element natjecanja može, ali i ne mora biti prisutan. U igre s pravilima pripada i tzv. ozbiljna igra koja također ima obrazovnu ulogu. Takva igra može biti i računalna, no u potpunosti je izrađena za stjecanje znanja i vještina te nema zabavnu ulogu (Lovrenčić i sur., 2018).

Kao što je spomenuto u prethodnom poglavlju, u obrazovanju se koristi učenje kroz igru, igrifikacija i ozbiljna igra. Ti se pristupi međusobno preklapaju. Učenje kroz igru i igrifikaciju povezuju definirani odgojno-obrazovni ishodi koji su učenicima poznati (Naik i Kamat, 2016; Plass, Homer i Kinzer, 2015) te elementi igre koji čine učenje zanimljivijim u usporedbi s drugim načinima rada, potiču interes učenika i motiviraju ih. Također, učenje kroz igru i igrifikacija potiču učenike na aktivno sudjelovanje i učenje te se mogu primijeniti u radu s učenicima svih dobnih skupina i različitih sposobnosti (Boocock, 1971; prema Bognar, 1986; Deterding i sur., 2011; Welbers i sur., 2019).

2.1.2. Ozbiljna igra

Ozbiljne igre koriste se za stjecanje znanja i razvoja vještina te pripadaju u skupinu igara s pravilima (Lovrenčić i sur., 2018). Prva uporaba ozbiljnih igara zabilježena je u drugoj polovici 20. stoljeća u vojnoj obuci. Od tada se primjena ozbiljne igre postupno širi i na druga područja, prvenstveno na obrazovanje i poslovanje (Deterding i sur., 2011). Matijević i Radovanović (2011) navode da se veći dio vojne nastave odvija u obliku igre s obilježjem simulacije ili simuliranih igara. Isti autori navode da takva igra ima metodičku i didaktičku važnost jer, osim što motivira osobe koje uče i tijekom duljeg perioda zadržava njihovu pažnju, omogućava razvoj sposobnosti i može se ponoviti onoliko puta koliko je potrebno da se sposobnosti razviju do zadovoljavajuće razine. Primjenom ozbiljnih igara povećava se zainteresiranost, angažman i koncentracija učenika, što pozitivno utječe na sam proces i ishode učenja. Tome u prilog govore i rezultati povedenih istraživanja o primjeni ozbiljne igre u obrazovanju koji pokazuju da korištenje takvih igara pozitivno utječe na povećanje motivacije i marljivost učenika te doprinosi boljem razumijevanju nastavnih sadržaja u različitim područjima i na svim razinama obrazovanja (Barata, Gama, Jorge i Gonçalves, 2015; Connolly i sur., 2012; Hamari i sur., 2016).

Svrha i ozbiljne igre i igrifikacije jest obrazovanje, međutim, ozbiljna igra odnosi se na korištenje cjelovite igre s ciljem stjecanja znanja i razvoja vještina, u kojoj se nastoje prikriti stvarni ciljevi učenja, a koja može biti i računalna. S druge strane, u igrifikaciji se koriste samo neki elementi igre, primjerice: bodovi, razine, trake napretka s ciljem poticanja većeg angažmana sudionika i to u kontekstima koji nisu igra. U igrifikaciji su ishodi učenja jasni svim sudionicima te ista ne mora biti podržana digitalnom tehnologijom (Deterding i sur., 2011; de Byl, 2013; Ypsilanti i sur., 2014; Lovrenčić i sur., 2018; Naik i Kamat, 2016; Plass i sur., 2015).

2.2. Igrifikacija

2.2.1. Što je igrifikacija?

Igrifikacija se najčešće definira kao korištenje elemenata oblikovanja igre u neigrajućim kontekstima (Deterding i sur., 2011) „kako bi se utjecalo na ponašanje osobe, pojačala motivacija i povećala angažiranost“ (Lovrenčić i sur., 2018, str. 4). Najprecizniju definiciju igrifikacije dao je Kapp (2012) koji igrifikaciju opisuje kao korištenje mehanika temeljenih na igri, estetici i igračkom razmišljanju s ciljem poticanja većeg angažmana sudionika, djelovanja, učenja i rješavanja problema. Doprinos definiranju igrifikacije dali su Zichermann i Cunningham

(2011), Kim (2011; prema Medica Ružić i Dumančić, 2015), Huotari i Hamari (2012), Werbach i Hunter (2012) i Lombriser (2015; prema Bernik, Radošević i Wattanasoontorn, 2019). Lombriser (2015; prema Bernik i sur., 2019) definira igrifikaciju kao uporabu mehanika igara i korisničkog dizajna s ciljem digitalnog uključivanja i motiviranja igrača, odnosno korisnika da ostvare određene ciljeve. Digitalno uključivanje opisuje se kao fenomen u kojem korisnik radije komunicira s digitalnim uređajem nego s drugim korisnikom (Bernik i sur., 2019). Međutim, važno je naglasiti da, iako je mnogo primjera primjene igrifikacije u digitalnom okruženju, ona nužno ne podrazumijeva istovremeno i primjenu digitalne tehnologije (Deterding i sur., 2011; Welbers i sur., 2019).

Pojedini autori govore o primjeni igrifikacije već početkom 20. stoljeća u SSSR-u kada se uvodi natjecanje među radnicima da bi se povećala stopa proizvodnje (Nelson, 2012). U drugoj polovici prošlog stoljeća Malone (1982; prema Albertazzi Gonçalves, Gomes Ferreira i Forcellini, 2018 i prema Welbers i sur., 2019) opisuje korištenje elemenata igre da bi unaprijedio korisničko sučelje i učinio ga zanimljivijim. Krajem 20. stoljeća igrifikacija se koristi da bi se radno okruženje učinilo ugodnijim (Nelson, 2012).

Termin *igrifikacija* prema nekim je autorima (Kim, 2015; Melwin, Merry i Chiramel, 2017; Werbach i Hunter, 2012) osmislio britanski programer računalnih igara Nick Pelling 2002./2003. godine, dok drugi autori (Deterding i sur., 2011, Welbers i sur., 2019) navode da je termin igrifikacije nastao 2008. godine u industriji digitalnih medija. Od 2010. godine bilježi se sve veća uporaba termina, ali i koncepta igrifikacije (Deterding i sur., 2011; Kim, 2015; Melwin i sur., 2017).

Igrifikacija se primjenjuje u različitim područjima života i rada, na primjer, u marketingu (Zichermann i Cunningham, 2011), turizmu (Hordov, Sikirić, Krajinović, 2019), *fitness*-u (Brauner, Calero Valdez, Schroeder i Zeifle, 2013), obrazovanju (Barata i sur., 2015; Jaguš i sur., 2017) i održivom razvoju (González Briones i sur., 2018), odnosno može se primjenjivati u gotovo svim područjima i svakodnevnim aktivnostima koje se često smatraju nezanimljivima, poput ispunjavanja upitnika ili kupovine (Medica Ružić i Dumančić, 2015). Primjer primjene igrifikacije u trgovini jest prikupljanje bodova prilikom kupovine, zamjena bodova za kupone s popustima (npr. unutar mobilne aplikacije), ostvarivanje drugih pogodnosti učlanjivanjem u neki klub (npr. dm active beauty, BIPACard, Emmezeta klub, MultiPlusCard...). Uloga primjene igrifikacije obuhvaća motiviranje, poticanje aktivnosti i

zadržavanje interesa korisnika (Bartel i Hagel, 2016; Deterding, Björk, Nacke, Dixon i Lawley, 2013; Dicheva i Dichev, 2016; Seaborn i Fels, 2015).

S obzirom na njezinu široku primjenu, igrifikacija sve više dobiva na značaju kao interdisciplinarno istraživačko područje te se uspostavljaju katedre na sveučilištima, obrazovni programi ili se održavaju konferencije kao što je *Gamification 2013* (Nacke i Deterding, 2017). Osim toga, u sklopu projekta *Horizon 2020* Europska je unija osigurala znatna novčana sredstva za istraživanja tehnologije igrifikacije, što govori u prilog važnosti igrifikacije kao istraživačkog područja (Bernik i sur., 2019). Albertazzi Gonçalves i sur. (2018) navode da je u području obrazovanja najviše istraživanja koja se bave igrifikacijom te objašnjavaju da je koncept igrifikacije vjerojatno društveno prihvatljiviji za učenike jer je u njihovoj dobi igra uobičajena, dok u drugim područjima postoji strah od neprihvatanja igrolikih aktivnosti ili elemenata igre. Cózar-Gutiérrez i Sáez-López (2016) navode da učitelji žele bolje razumjeti i implementirati koncept igrifikacije u svoju nastavu.

Da bi se hrvatske učitelje upoznao s konceptom igrifikacije, Hrvatska akademska i istraživačka mreža CARNet (2017) organizirala je tečaj *Inovativni nastavnici: primjena obrazovnih trendova i digitalnih alata* u sklopu kojeg su učitelji educirani o obrazovnim trendovima za suvremenu nastavu, među kojima je i igrifikacija. Godinu dana kasnije Plantak Vukovac, Šakra i Hajdin (2018) proveli su istraživanje o stavovima učitelja i korištenju igrifikacije u osnovnim i srednjim školama, a rezultati tog istraživanja pokazuju da više od polovice ispitanika nije upoznato s konceptom igrifikacije, što autori objašnjavaju nedostatkom izobrazbe učitelja na tu temu. Nadalje, Ministarstvo znanosti i obrazovanja (2020a) organiziralo je ciklus *webinara* na kojima je učiteljima održano predavanje o igrifikaciji u nastavi glazbene kulture. Jagušć i sur. (2017) te Jagušć, Botički i So (2018) proveli su nekoliko istraživanja o primjeni igrifikacije u razrednoj nastavi matematike, što pokazuje da i u Hrvatskoj postoji znanstveni i stručni interes za ovo istraživačko područje.

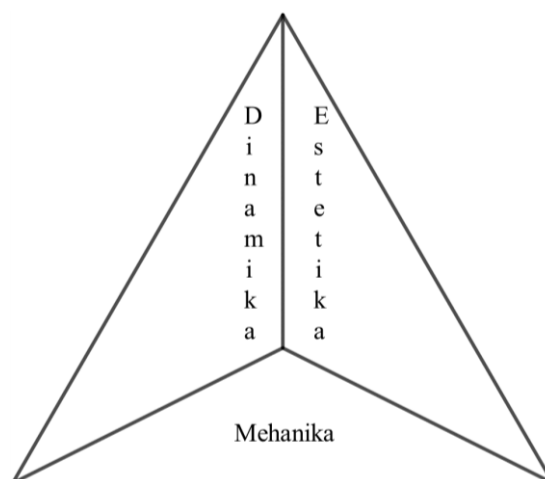
Najistaknutije uloge igrifikacije jesu povećanje angažiranosti i motivacije sudionika (Bartel i Hagel, 2016; Deterding i sur., 2013; Dicheva i Dichev, 2016), a osim toga, igrifikacijom se istovremeno aktivira nekoliko osjetila učenika, što pozitivno utječe na njihovo ponašanje, potiče ih na istraživanje, stjecanje znanja, razvijanje vještina kritičkog mišljenja, vještina rješavanja problema i suradnje (Hamari, Kovisto i Sarsa, 2014; Jagušć i sur., 2017; Katmada i sur., 2014; Walsh, 2014). S obzirom na prethodno navedeno, igrifikacija može biti vrlo koristan pedagoški alat u nastavi matematike (Appiah, 2015; prema Smith, 2018). No

učinkovitost igrifikacije u nastavi ovisi o uspješnosti implementacije. Pritom važnu ulogu imaju učitelji čiji je zadatak jasno određivanje ciljeva odnosno ishoda aktivnosti i predmeta, kako bi i sami učenici znali što trebaju činiti. Zatim, učitelji trebaju poznavati karakteristike i interese učenika te opseg nastavnog sadržaja prilagoditi njihovoj dobi i kognitivnim mogućnostima, a sam nastavni sadržaj oblikovati tako da bude zanimljiv i blizak svakodnevnom životnom iskustvu učenika. U skladu s navedenim, učitelji mogu planirati koje elemente igrifikacije mogu upotrijebiti kako bi motivirali i potaknuli učenike na sudjelovanje u nastavi (Martens i Müller, 2016; Werbach i Hunter, 2012). Najčešće korišteni elementi jesu bodovi, značke i ljestvice poretka, tzv. PBL trijada (*Points, Leaderboards, Badges*) (Enders, 2013; Glover, 2013, Hamari i sur., 2014), a osim njih primjenjuju se i razine, povratne informacije, nagrade, trake napretka i priče.

2.2.2. Elementi igrifikacije

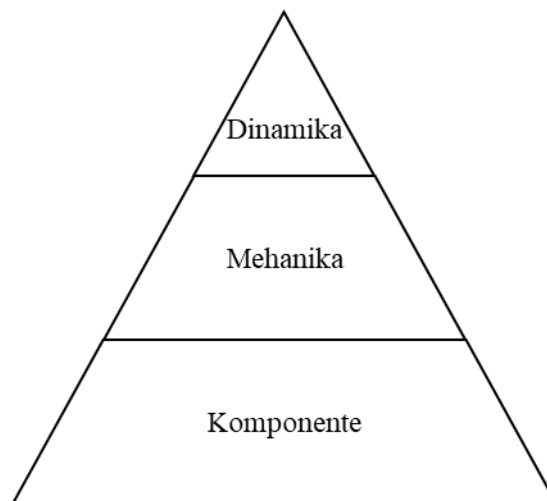
Različiti autori navode različite elemente igrifikacije. Werbach i Hunter (2012) navode da su glavni elementi igrifikacije dinamike, mehanike i komponente, dok Zichermann i Cunningham (2011) govore o mehanici, dinamici i esteticima, tzv. MDA modelu (engl. *Mechanics, Dynamics, Aesthetics*) prikazanom na slici 1.

Prema Zichermannu i Cunninghamu (2011) mehanike su temelj igre koje omogućavaju upravljanje postupcima igrača. Autori navode sedam osnovnih elemenata mehanike, a to su bodovi, razine, ljestvice poretka, značke, izazovi/zadatci, uključivanje i petlje angažmana (engl. *engagement loops*). Dinamike podrazumijevaju interakciju igrača i mehanika ili igrača s drugim igračima, a estetika se odnosi na emocije igrača tijekom igranja te predstavlja rezultat interakcije mehanike i dinamike.



Slika 1. MDA model (Zichermann i Cunningham, 2011; prema Kim i sur., 2018)

Werbach i Hunter (2012) elemente igrifikacije klasificiraju u tri skupine, prikazane na slici 2, počevši od najapstraktnije dinamike, mehanike do komponenata, koje su najmanje apstraktne. Autori dinamike opisuju kao ciljeve i zadatke organizacije, a se sastoje od pet elemenata: ograničenja, osjećaja, radnje/priče, napredovanja i odnosa. Dinamika i estetika iz MDA modela, koji su predložili Zichermann i Cunningham (2011), istovjetna je dinamici iz ovog sustava. Nadalje, mehanike su procesi koji pokreću cijelu igru, a sastoje se od deset elemenata: izazova, prilika, natjecanja, suradnje, povratne informacije, stjecanja resursa, nagrada, razmjena, poteza i pobjede (Werbach i Hunter, 2012). Posljednji element igrifikacije odnosi se na komponente koje su najmanje apstraktan element. Autori navode petnaest komponenti igrifikacije: postignuća, avatare, značke, završnu borbu, zbirku, borbu, otključavanje sadržaja, poklanjanje, ljestvicu poretka, razine, bodove, misije, društvene grafikone, timove i virtualna dobra (Werbach i Hunter, 2012). Mehanike i komponente ovog sustava ujedinjenje su unutar mehanika iz MDA modela.



Slika 2. Hijerarhija elemenata igrifikacije (Werbach i Hunter, 2012)

Uloga mehanike kao temelja igre podrazumijeva poticanje i nagrađivanje onih oblika ponašanja koji podupiru učenje i socijalne interakcije (Bernik i sur., 2019). Međutim, odabir odgovarajućih mehanika ovisi o definiranim ciljevima te znanju i vještinama koje učenici trebaju steći. Kao što je navedeno, postoji mnogo mehanika i komponenata, a u nastavku rada opisać će se elementi igrifikacije, odnosno mehanike i komponente koje se najčešće pojavljuju u literaturi.

2.2.2.1. Bodovi

Bodovi (engl. *points*) se odnose na „numerički prikaz napretka u igri koji odgovara ostvarenome zadatku“ (Lovrenčić i sur., 2018, str. 10). Prema nekim autorima (Christy i Fox, 2014; prema Smith, 2018; Zichermann i Cunningham, 2011) bodovi su element koji je nužan u igrificiranom sustavu, a osim toga, element su koji se najčešće spominje u literaturi, zajedno s ljestvicama poretka i značkama (Hamari i sur., 2014) te s kojima čini tzv. PBL trijadu (engl. *Points, Badges, Leaderboards*).

U literaturi se ističe šest uloga bodova u igrifikaciji (Nah, Zeng, Telaprolu, Ayyappa i Eschenbrenner; 2014; Werbach i Hunter, 2012):

- bodovi služe za učinkovito bilježenje i praćenje rezultata
- pružaju povratnu informaciju o postignućima igrača
- pružaju informaciju o tome gdje se igrač nalazi u odnosu na postavljene ciljeve ili u odnosu na druge igrače, što omogućuje međusobnu usporedbu igrača
- mogu se koristiti za proglašavanje pobjednika, dodjeljivanje, tj. osvajanje nagrada
- mogu se koristiti i mjerenje koliko je još bodova potrebno postići da bi se prešlo na višu razinu igre
- dizajneru igre pružaju informacije o tome koliko brzo igrači napreduju kroz sadržaj, odustaju li ili odgađaju izvršavanje određenih zadataka.

S obzirom na prethodno navedeno, uporaba bodova ujedno omogućuje i uporabu drugih elemenata, kao što su ljestvice poretka, razine i značke (Albertazzi Gonçalves i sur., 2018). U literaturi se navodi nekoliko sustava bodovanja pa se razlikuju (Zichermann i Cunningham, 2011):

- iskustveni bodovi (engl. *experience points*)
- otkupljivi ili zamjenjivi bodovi (engl. *redeemable points*)
- bodovi vještine (engl. *skill points*)
- karma bodovi (engl. *karma points*)
- bodovi reputacije (engl. *reputation points*).

Najčešće se koriste iskustveni i zamjenjivi bodovi. Iskustveni su bodovi ujedno i najvažniji jer u igrificiranom sustavu ne služe kao vrsta valute, a stječu se izvršavanjem bilo koje aktivnosti. Osim toga, ne postoji maksimum koji igrač može ili treba doseći, a iskustvene bodove igrači ne mogu zamijeniti za neka druga dobra niti ih mogu izgubiti. Zamjenjive bodove igrači zarađuju kroz igru npr. u obliku kovanica ili novčanica te ih mogu zamijeniti za dobra.

Sljedeća vrsta bodova jesu bodovi vještine koji su povezani s iskustvenim i zamjenjivim bodovima. Uporabom bodova vještine igračima se daje mogućnost da stječu iskustvo ili nagrade izvršavanjem izbornih aktivnosti. Karma bodovi rijetko se koriste u uobičajenim igrama, a jedina im je svrha dijeljenje s drugim igračima. Uporabom ove vrste bodova želi se potaknuti altruizam i međusobno nagrađivanje igrača. Bodovi reputacije čine posljednji sustav bodovanja koji je ujedno i najsloženiji. Koristi se u sustavima kada je nužno povjerenje među dvjema ili više osoba. Kroz ocjenjivanje, odnosno dodjeljivanje bodova reputacije, među korisnicima se izgrađuje povjerenje. Obično bodove reputacije potrošači dodjeljuju prodavačima u *web* trgovinama kako bi potencijalni kupci bili sigurni da će željeni proizvod ili usluga biti zadovoljavajuće kvalitete (Zichermann i Cunningham, 2011).

Ciljevi korištenja bodova u igrifikaciji odnose se na povećanje angažmana učenika te ostvarivanje utvrđenih obrazovnih ciljeva skupljanjem bodova, prelaženjem na više razine i osvajanjem nagrada.

2.2.2.2. Značke

Značka ili bedž (engl. *badge*) čini drugu sastavnicu PBL trijade i definira se kao „vizualna reprezentacija postignuća” (Lovrenčić i sur., 2018, str. 8). Najčešće se dodjeljuje kao nagrada za postizanje određene razine vještina, stjecanje znanja ili sudjelovanja u aktivnosti (Botički, Bakša, Seow i Looi, 2015), a dodjeljivanje značke ne mora nužno biti povezano s postizanjem određenog broja bodova (Werbach i Hunter, 2012). Značke se često primjenjuju radi njihove fleksibilnosti, odnosno mogu se dodijeliti za izvršavanje bilo kojih aktivnosti, ali u skladu s interesima ciljne skupine (Werbach i Hunter, 2012). Značke imaju značajnu ulogu u motiviranju učenika, a dobro osmišljen sustav znački temelji se na sljedećim karakteristikama (Antin i Churchill, 2011):

- jasno definirani ciljevi koji se trebaju ostvariti za osvajanje značke
- značke daju pregled i smjernice o tome što je moguće ostvariti u igrificiranom sustavu te koja je uloga samog sustava
- značke daju uvid u interese i postignuća igrača
- služe kao vizualna reprezentacija reputacije, odnosno statusa
- stvaraju osjećaj grupne pripadnosti među osobama koje imaju iste značke.

Istraživanja pokazuju da primjena znački u obrazovanju ima višestruke koristi. Botički i sur. (2015) upozoravaju da značke mogu biti dobro motivirajuće sredstvo, no samo ako se

primjenjuju u smislenom kontekstu. Dodjeljivanjem znački povećava se motivacija, angažman učenika i vrijeme provedeno u učenju. Prema tome, učenici s više osvojenih znački postižu bolje rezultate na ispitima (Botički i sur., 2015; Santos, Almeida, Pedro, Aresta i Koch-Grunberg, 2013). Osim toga, Zichermann i Cunningham (2011) predlažu da se određene značke ponekad dodjeljuju iznenada jer se time dodatno potiče motivacija i zadržava pažnja igrača, odnosno učenika.

2.2.2.3. Ljestvice poretka

Ljestvice poretka ili rang-liste (engl. *leaderboards*) vizualni su „prikaz igračevog napretka i postignuća“ (Lovrenčić i sur., 2018, str. 9) na čijem se vrhu nalaze sudionici s najviše bodova te čine posljednju sastavnicu tzv. PBL trijade. Christy i Fox (2014; prema Smith, 2018) navode da su, uz bodove, ljestvice poretka nužne u igrificiranom sustavu. Uporabom ljestvica poretka može se stvoriti suradničko i/ili natjecateljsko ozračje u nastavi u kojem se pojedinci ili timovi natječu da bi osvojili ograničene resurse, prešli na više razine, osvojili bodove i značke. Natjecateljsko ozračje postiže se prikazivanjem svih učenika na ljestvici, što učenicima omogućuje uspoređivanje s vršnjacima (de Byl, 2013).

Zichermann i Cunningham (2011) razlikuju dvije vrste ljestvica poretka. Prvu vrstu čine ljestvice poretka u kojima se igrač nalazi na sredini ljestvice te vidi samo nekoliko igrača iznad ili ispod sebe. Ako se igrač nalazi u deset ili dvadeset najboljih, tada igrači zaista vide svoj poredak i ne nalaze se na sredini ljestvice. Drugu vrstu čine beskonačne ljestvice poretka. Na takvim se ljestvicama poretka ni jedan rezultat ne prikazuje zauvijek, što znači da kada netko postigne bolji rezultat, lošiji se rezultat briše. Međutim, takve se ljestvice poretka mogu kontrolirati tako da se ni jedan rezultat ne briše i prikazuju se svi postignuti rezultati, radi čega se i nazivaju beskonačnim ljestvicama poretka.

Ljestvicama poretka povećava se motivacija i angažman učenika te se stvara natjecateljsko ozračje u razredu. Međutim, one mogu pozitivno, ali i negativno djelovati na motivaciju učenika. Prema tome, primjena ljestvice poretka neće imati jednak utjecaj na sve učenike. Na učenike koji postižu ispodprosječne rezultate primjena ljestvica poretka djeluje demotivirajuće (Jagušt i sur., 2017; Werbach i Hunter, 2012), a da bi se izbjegao negativan učinak, na ljestvici se može prikazivati samo pet do deset najboljih učenika (Nah i sur., 2014).

2.2.2.4. Razine

Razine (engl. *levels*) su „definirani korak igračeva napretka“ (Lovrenčić i sur., 2018, str. 9) te označavaju gdje se igrač nalazi u igrificiranom sustavu nakon određenog perioda (Zichermann i Cunningham, 2011). Zajedno s bodovima, razine pokazuju napredak i omogućuju usporedbu među igračima. Niže razine zahtijevaju i manje uloženog truda te se brže prelazi na višu razinu, a prelaskom na višu razinu, izvršavanje zadataka zahtijeva više uloženog truda i vještina. Zichermann i Cunningham (2011) predlažu da razine budu logične, a ujedno i razumljive igračima, zatim da budu proširive, tj. da se, prema potrebi, mogu dodati nove razine te da budu fleksibilne i precizne.

Razine se koriste s ciljem poticanja angažmana i smanjenja dosade (Hung, 2017). Ozcelik, Cagiltay i Ozcelik (2013) navode, da bi prešao na višu razinu, učenik treba steći potrebna znanja te ih na višoj razini povezati s novim informacijama, primijeniti ih u novim situacijama te usmjeravati učenje na temelju dobivene povratne informacije. Međutim, iako se često koriste u igrificiranoj nastavi, prelaskom na više razine ne poboljšavaju se istovremeno i učeničke vještina i znanja (Nah i sur., 2014).

2.2.2.5. Povratna informacija

Povratna informacija (engl. *feedback*) definira se kao „informacija o uspješnosti kojoj je cilj povećati igračev angažman“ (Lovrenčić i sur., 2018, str. 8) i najvažniji je element igrifikacije jer omogućuje reguliranje vlastite aktivnosti. Povratna informacija trebala bi biti smisljena jer njome učenik dobiva informaciju o tome gdje se trenutno nalazi u odnosu na cjelokupni napredak (Zichermann i Cunningham, 2011). Oblik povratne informacije mogu biti i bodovi, značke, ljestvice poretka i trake napretka. Međutim, takvi oblici povratne informacije imaju kratkoročnu učinkovitost te služe kao nagrada (Hung, 2017). S druge strane, smisljena povratna informacija učenicima daje obrazloženje zašto su nagrađeni i kako ih ta nagrada vodi prema cilju ili što bi trebali bolje učiniti da bi postigli određeni cilj.

U literaturi se razlikuju pozitivna i negativna povratna informacija, prilagođena (personalizirana) i generička povratna informacija te povratna informacija tijekom (engl. *concurrent feedback*) i na kraju aktivnosti učenja (engl. *terminal feedback*). Negativnom povratnom informacijom učenicima se daje informacija o tome što bi se trebalo popraviti, dok se pozitivnom povratnom informacijom ističe ono što je bilo dobro. Učinkovitija je primjena negativne povratne informacije u situacijama kada se određeni problem može odmah popraviti,

dok je u ostalim slučajevima pozitivna povratna informacija učinkovitija i više motivirajuća (Vizek Vidović, Vlahović-Štetić, Rijavec i Miljković, 2014; Welbers i sur., 2019). Nadalje, prilagođene povratne informacije personaliziraju se uporabom imena učenika ili se kreiraju na temelju njihovog individualnog postignuća. Nasuprot tome, generička je povratna informacija ona koju u jednakom obliku dobivaju svi učenici. Povratne informacije učenici mogu dobivati tijekom ili po završetku aktivnosti, pri čemu je učinkovitija druga vrsta povratne informacije (Welbers i sur., 2019).

Povratnom se informacijom povećava angažman učenika, pri čemu je osobito važna učestalost, intenzitet i pravodobnost povratne informacije, odnosno, ona treba biti jasna i specifična i dana neposredno nakon obavljenog zadatka (Kulik i Kulik, 1988; prema Vizek Vidović i sur., 2014). Povratna informacija povezana je s formativnim vrednovanjem pri čemu je naglasak na samom procesu učenja, a ne na rezultatima. Prema tome, pravodobne povratne informacije pozitivnije utječu na učinkovitost procesa učenja jer omogućuju učenicima učenje kroz pogreške te ih usmjeravaju prema ostvarivanju zadanih ishoda učenja (Nah i sur., 2014; Stott i Neustaedter, 2013).

2.2.2.6. Nagrade

Nagrade (engl. *rewards*) označavaju „korist od neke akcije ili postignuća“ (Lovrenčić i sur., 2018, str. 8), koriste se za poticanje poželjnih oblika ponašanja te utječu na motivaciju i zalaganje učenika (Vizek Vidović i sur., 2014). Nah i sur. (2014) te Vizek Vidović i sur. (2014) navode da je u usporedbi s velikim i rijetkim nagradama učinkovitija primjena manjih, ali češćih nagrada. Osim toga, Nah i sur. (2014) naglašavaju važnost podjednake raspodjele nagrada tijekom procesa učenja. Prilikom odabira nagrada, trebalo bi uzeti u obzir interese svakog pojedinog učenika jer jedna vrsta nagrade neće jednako motivirati sve učenike (Vizek Vidović i sur., 2014). Nagrade mogu doći u raznim oblicima, od već spomenutih bodova, razina, znački do virtualnih dobara i fizičkih predmeta.

2.2.2.7. Traka napretka

Traka napretka (engl. *progress bar*) koristi se za praćenje i prikazivanje cjelokupnog napredovanja prema zadanome cilju (Nah i sur., 2014). Obično se koriste zajedno s razinama i bodovima (Zichermann i Cunningham, 2011), a značajne su jer motiviraju učenike koji se nalaze blizu ili zaostaju u ostvarivanju obrazovnih ciljeva ili podciljeva. Zajedno s drugim

elementima, kao što su priča, bodovi, ciljevi, značke i ljestvice poretka, potiče angažman učenika i njihov uspjeh (O'Donovan, Gain i Marais, 2013).

2.2.2.8. Priča

Priča ili radnja (engl. *narrative, storyline*) definira se kao „konzistentna neprekidna priča koja usmjerava akcije, daje značenje zadatcima te pojačava društveno i emocionalno iskustvo“ (Lovrenčić i sur., 2018, str. 7). Uloga priče je u poticanju motivacije i interesa učenika za nastavni sadržaj pri čemu su učenici motivirani kroz cijeli proces učenja, a zainteresiranost na najvišoj razini na početku i na kraju procesa učenja (Kapp, 2012). Dobro osmišljena priča daje kontekst za učenje i rješavanje problema te učenicima pomaže u povezivanju i primjeni nastavnih sadržaja u stvarnom životu (O'Donovan i sur., 2013). Medica Ružić i Dumančić (2015) navode da elementi igrifikacije nisu učinkoviti ako nisu potkrijepljeni pričom koja u sebi ima ciljeve učenja, što potvrđuju i Jagušć i sur. (2018) te navode da se kombinacijom različitih elemenata igrifikacije, uključujući i priču, može poboljšati uspjeh i motivacija učenika.

U nastavi se primjenjuju različiti pristupi utemeljeni na igri, a to su učenje kroz igru, ozbiljna igra i igrifikacija koja se, između ostaloga, primjenjuje i u drugim područjima života i rada. Uloga opisanih elemenata igrifikacije odnosi se ponajprije na povećanje motivacije, interesa i angažiranosti učenika te na usmjeravanje vlastite aktivnosti i praćenje napretka u ostvarivanju postavljenih odgojno-obrazovnih ishoda, s čime su povezane teorije navedene u sljedećem poglavlju.

3. TEORIJE IGRIFIKACIJE OBRAZOVANJA

Prethodno navedene uloge elemenata igrifikacije u uskoj su vezi s teorijom motivacije i teorijom postavljanja ciljeva. Osim kroz navedene teorije, u ovom se poglavlju igrifikacija razmatra i kroz teoriju zanesenosti, teoriju samodeterminacije, konstruktivističku teoriju, biheviorističku teoriju i socijalnu teoriju učenja.

3.1. Teorija zanesenosti

Teorija zanesenosti (engl. *Flow theory*) ima korijene u pozitivnoj psihologiji, no često se koristi i u objašnjavanju iskustava koja obuzimaju igrače u različitim igrama i igrifikaciji (Jagušt i sur., 2018). Zanesenost (engl. *flow*) opisuje se kao stanje uma odnosno doživljaj koji se javlja kada je pojedinac u tolikoj mjeri usmjeren na zadatak da je posve zaokupljen aktivnošću. Osoba je intrinzično motivirana za bavljenje tom aktivnošću jer sama aktivnost u osobi izaziva ugodu, a osim toga, osoba ima dovoljno znanja i vještina da uspješno izvrši zadatak ili aktivnost (Csikszentmihalyi, 2006; Vizek Vidović i sur., 2014).

Stanje zanesenosti optimalno je stanje za učenje te da bi se postiglo, kao najvažniji uvjet Csikszentmihalyi (2006) navodi ravnotežu između opaženih zahtjeva ili izazova i opaženih sposobnosti i vještina prikazanoj na slici 3. Ako je zadatak učenicima pretežak te njegovo rješavanje zahtijeva vještine koje učenici nemaju, pojavit će se anksioznost. S druge strane, ako je zadatak lagan, no učenici nemaju vještine ni znanja za izvršavanje istog, tada se javlja apatija. Nadalje, ako je zadatak lagan te učenici imaju više znanja i vještina nego što je potrebno za njegovo rješavanje, kod učenika se javlja dosada. Optimalno je ako je zadatak težak i izazovan te učenici imaju dovoljna znanja i vještine za njegovo rješavanje, tada se javlja zanesenost koja pozitivno utječe na učenje i obrazovna postignuća učenika.



Slika 3. Odnos između opaženih izazova i vještina

Uz ravnotežu između opaženih izazova i opaženih sposobnosti, drugi nužan uvjet za postizanje zanesenosti jesu jasni ciljevi i povratne informacije (Rheinberg, 2004). Kao što je ranije u radu navedeno, da bi igrifikacija u nastavi bila učinkovita, potrebno je jasno odrediti ciljeve odnosno ishode aktivnosti te opseg nastavnog sadržaja prilagoditi mogućnostima učenika. Iz navedenog je vidljivo da se dobro implementiranom igrifikacijom u nastavi učenicima može omogućiti postizanje stanja zanesenosti. Ostali elementi koji potiču zanesenost su stapanje aktivnosti i svijesti, osjećaj kontrole nad situacijom, potpuna usmjerenost na aktivnost, odsutnost straha od neuspjeha, gubitak svijesti o sebi, promjena percepcije protoka vremena i uživanje u aktivnosti samoj po sebi (Csikszentmihalyi, 2006).

Istraživanja zanesenosti na akademskoj razini obrazovanja pokazuju da je zanesenost pozitivno povezana s boljim uratkom u učenju, odnosno studenti koji češće doživljavaju zanesenost imaju više prosječne ocjene u studiranju (Rijavec i Ljubin Golub, 2018). Također su i rezultati istraživanja igrifikacije u razrednoj nastavi matematike u skladu su s teorijom zanesenosti i pokazuju da su učenici najviše angažirani i postižu najbolje rezultate kada je težina izazova jednaka vještinama i sposobnostima učenika (Jaguš i sur., 2018). Prema tome, u nastavi bi trebalo češće organizirati učenicima zanimljive aktivnosti i omogućiti im postizanje zanesenosti jer u takvom stanju duboke koncentracije učenici uče i razvijaju potrebne vještine i sposobnosti.

3.2. Teorija motivacije

Povećanje motivacije jedan je od glavnih ciljeva igrifikacije, a motivacija je ujedno i „jedna od najvažnijih komponenti koja djeluje na ishode učenja“ (Vizek Vidović i sur., 2014, str. 223). Motivacija se može definirati kao „stanje u kojem smo „iznutra“ pobuđeni nekim potrebama, porivima, željama ili motivima na određeno ponašanje usmjereno prema postizanju nekog cilja“ (Petz, 2005; prema Vizek Vidović i sur., 2014, str. 223). U literaturi se najčešće govori o dvjema vrstama motivacije: intrinzičnoj ili unutarnjoj i ekstrinzičnoj ili vanjskoj motivaciji.

Intrinzična motivacija odnosi se na ona ponašanja koja rezultiraju ugodnim emocijama kao što su sreća, zadovoljstvo, uživanje. Intrinzično motivirani pojedinci bave se nekom aktivnošću radi nje same, a ne radi rezultata koji proistječu iz te aktivnosti. U obrazovnom kontekstu učenici koji imaju unutarnju motivaciju za učenjem, nastavne sadržaje uče iz radoznalosti te za to ne očekuju nikakvu nagradu. No često nastavni sadržaj nije sam po sebi

zanimljiv pa se za održavanje i poticanje motivacije mogu koristiti i ekstrinzični poticaji (Kim i sur., 2018; Vizek Vidović i sur., 2014).

Ekstrinzična motivacija povezana je s vanjskim nagradama, primjerice bodovima, značkama, ocjenama, pohvalama itd. Ekstrinzično motivirani pojedinci bave se određenom aktivnošću radi nagrade koja slijedi po završetku aktivnosti. Ukoliko su učenici intrinzično motivirani za neku aktivnost, obećanje nagrade za tu istu aktivnost može smanjiti njihov intrinzični interes (Kim i sur., 2018; Vizek Vidović i sur., 2014). Međutim, socijalna nagrada kao što je pohvala povećava intrinzičnu motivaciju učenika. Isto tako nagrađivanje učenika u situacijama kada zadani zadatak nije zanimljiv, kada je važna kvaliteta učinka te kada se nagradom potvrđuje učenikova kompetentnost povećava intrinzičnu motivaciju (Vizek Vidović i sur., 2014).

Poticanje obiju vrsta motivacije može biti korisno u obrazovanju. Intrinzična motivacija učenika može se poticati uvođenjem novosti i raznolikosti u nastavu, povezivanjem nastavnih sadržaja s interesima i osobnim životom učenika, omogućavanjem aktivnog sudjelovanja učenika u nastavi i osiguravanjem brzih povratnih informacija te poticanjem radoznalosti. Intrinzična motivacija može se povećati i pomaganjem učenicima da samostalno postavljaju ciljeve, na što se nadovezuje teorija postavljanja ciljeva. Ekstrinzična se motivacija potiče se nagrađivanjem učenika te davanjem jasnih, neposrednih i čestih povratnih informacija (Vizek Vidović i sur., 2014). Neke od navedenih smjernica za poticanje motivacije već su ranije spomenute u kontekstu učinkovitosti igrifikacije u obrazovanju, što potvrđuje da dobra igrifikacija potiče intrinzičnu i ekstrinzičnu motivaciju učenika.

U okviru motivacije mogu se razmatrati i ciljne orijentacije učenika. Jedni su učenici usmjereni na učenje, dok su drugi usmjereni na izvedbu. Učenici usmjereni na učenje vide učenje kao priliku za stjecanje kompetencija, češće biraju teže, izazovnije zadatke te kada naiđu na prepreku, pokušavaju pronaći rješenje pa njihova motivacija raste. Takvi su učenici intrinzično motivirani. S druge strane, učenici usmjereni na izvedbu veću pažnju posvećuju dobivanju dobre ocjene za svoj rad ili izbjegavanju loše ocjene te češće biraju lakše zadatke, a na preprekama brzo odustaju. Takvi su učenici ekstrinzično motivirani, odnosno motivira ih dobra ocjena. Ukoliko su učenici usmjereni na izvedbu, učestalost nagrada trebala bi se smanjiti, odnosno trebalo bi rjeđe dodjeljivati značke i nagrade, a češće davati povratne informacije, koristiti trake napretka kako bi se uspoređivali sami sa sobom, a ne s drugim učenicima. Osim toga, učenicima bi se trebali zadavati izazovni, ali ne preteški zadatci, čime bi

se zadržala njihova motivacija, a ujedno bi ih se usmjerilo na učenje, a ne na izvedbu (Vizek Vidović i sur., 2014).

3.3. Teorija postavljanja ciljeva

Teorija postavljanja ciljeva usko je povezana s motivacijom. Namjera za ostvarenje nekog cilja predstavlja izvor motivacije, a ciljevi govore pojedincu što treba činiti i njegovu pažnju i aktivnosti usmjeravaju prema ostvarivanju cilja. Postavljanje ciljeva povećava uspješnost, neovisno o radi li se o radnom okruženju, obrazovanju ili nekom drugom području. No da bi postavljeni ciljevi pozitivno djelovali na motivaciju, trebaju biti specifični, izazovni, ali dostižni, mjerljivi, relevantni i vremenski određeni. Specifičan cilj znači da učenik točno zna što treba činiti i može samostalno odrediti je li ostvario zadani cilj. Izazovan, ali dostižan cilj u učeniku potiče motivaciju i omogućava postizanje zanesenosti tijekom izvršavanja aktivnosti koje vode k cilju. Mjerljivi cilj znači da učenik može pratiti svoj napredak i zna koliko je udaljen od ostvarivanja zadanog cilja, a relevantan cilj znači da je važan učenicima, da ga razumiju i prihvaćaju. Prilikom postavljanja i definiranja ciljeva važno je da učenici budu uključeni jer tada ciljevi učenicima imaju više smisla i više su usmjereni na njihovo ostvarivanje. Na kraju, ciljevi trebaju biti vremenski određeni, odnosno postoji rok za postizanje cilja, što učenike potiče na organiziranje raspoloživog vremena, postavljanje i izvršavanje obveza koje su prioritet i koje vode k ostvarivanju cilja (Latham i Locke, 1991). Za praćenje ostvarivanja ciljeva mogu se koristiti trake napretka i povratne informacije, ali i bodovi, razine i značke.

U okviru teorije postavljanja ciljeva razlikuju se dvije vrste ciljeva: ciljevi ovladavanja zadatkom i ciljevi izvedbe. „Ciljevi ovladavanja zadatkom odnose se na usmjerenost na stjecanje kompetencija u svrhu uspješnog savladavanja zadatka a temelje se na uspostavi unutarnjih normi izvrsnosti“ (Vizek Vidović i sur., 2014, str. 236). U literaturi se ciljevi ovladavanja zadatkom nazivaju i majstorski ciljevi, a s druge strane ciljevi izvedbe nazivaju se i ciljevima orijentiranim na ego (Kim i sur., 2018) te se očituju u ponašanjima usmjerenima na ostvarivanje boljih postignuća u usporedbi s drugima i temelje se na uspostavi vanjskih normi (Vizek Vidović i sur., 2014). Kim i sur. (2018) navode da jedna vrsta ciljeva nije bolja od druge te da učenici s različitim ciljevima mogu postići uspjeh jer on ovisi o ciljevima učenja, ispitivanjima i slično.

Postavljanje ciljeva potiče motivaciju učenika, a u okviru igrifikacije primjeri ciljeva izvedbe mogu biti prelazak na višu razinu, prikupljanje određenog broj bodova ili znački, pozicioniranje na određeno mjesto na ljestvici poretka, dok se ciljevi ovladavanja zadatkom odnose na ishode učenja koji se ostvaruju kroz različite nastavne aktivnosti.

3.4. Teorija samodeterminacije

Teorija samodeterminacije ili samousmjerenja (Ryan i Deci, 2020) temelji se na pretpostavci da ljudi žele biti aktivni, promatrati i istraživati okolinu te utjecati na stvari u svojoj okolini i kontrolirati ih. Prema ovoj teoriji temeljne psihološke potrebe koje doprinose samomotivaciji, optimalnom funkcioniranju te osobnom i društvenom razvoju pojedinca jesu potreba za kompetentnošću, autonomijom i povezanošću. Potreba za kompetentnošću podrazumijeva osjećaj uspješnosti i kontrole nad okolinom. Zadavanje izazovnih zadataka koji se mogu riješiti uz nečiju pomoć, omogućavanje aktivnog sudjelovanja, predlaganja ideja za rješenje problema te davanje konkretnih povratnih informacija postupci su kojima se zadovoljava potreba za kompetentnošću. Potreba za autonomijom odnosi se na samostalno donošenje odluka te sudjelovanje u aktivnostima u skladu s osobnim interesima. Postupci za povećanje autonomije podrazumijevaju slobodu izbora kad god je moguće, primjerice izbor partnera za projekt ili teme projekta, te davanje pozitivnih povratnih informacija. Potreba za povezanošću odnosi se na potrebu za sigurnim i bliskim odnosima s drugima, a može se zadovoljiti suradničkim učenjem, radom na projektima, različitim izvanškolskim aktivnostima, igrama. Navedenim postupcima, osim zadovoljenja navedenih potreba, zajedničko je poticanje intrinzične motivacije pojedinca (Ryan i Deci, 2020).

Na kontinuumu samodeterminacije razlikuju se intrinzična motivacija, ekstrinzična motivacija i nepostojanje motivacije. *Intrinzična motivacija* temelji se na interesu pojedinca, radoznalosti i osjećaju ugone kojeg u njemu izaziva bavljenje određenom aktivnošću. U ekstrinzičnoj motivaciji postoji cilj koji se želi postići bavljenjem određenom aktivnošću. Ryan i Deci (2020) razlikuju četiri tipa ekstrinzične motivacije ovisno o stupnju autonomije ili samodeterminacije, a to su eksternalna, introjicirana, identificirana i integrirana regulacija. Eksternalna i introjicirana regulacija kontrolirani su i neautonomni oblici motivacije. *Eksternalna regulacija* odnosi se na ekstrinzično motivirano ponašanje pojedinca kojim se želi dobiti nagrada ili izbjeći kazna, a *introjicirana regulacija* kao oblik ekstrinzične motivacije, odnosi se na ponašanja kojima se želi izbjeći anksioznost, sram, osjećaj krivnje ili se želi zadržati osjećaj samopoštovanja. Identificirana i integrirana regulacija oblici su autonomne

ekstrinzične motivacije koje se temelje na percipiranoj vrijednosti određenih aktivnosti ili ponašanja. *Identificirana regulacija* odnosi se na to da pojedinac prepoznaje osobnu važnost neke aktivnosti što u njemu potiče volju i želju za bavljenjem tom aktivnošću. U integriranoj regulaciji pojedinac prepoznaje važnost aktivnosti u postizanju cilja, a osim toga, aktivnost je u skladu njegovim s interesima i vrijednostima. U školskom je kontekstu česta pojava demotiviranosti koja nastaje zbog osjećaja nekompetentnosti ili nezainteresiranosti (Ryan i Deci, 2020).

Iz navedenog je vidljivo da učenici koji su intrinzično motivirani trebaju manje vanjskih poticaja za bavljenje određenom aktivnošću, dok ekstrinzično motivirane učenike potiče dobivanje dobrih ocjena ili osvajanje bodova ili znački. Nicholson (2015) navodi da igrifikacija neće jednako motivirati sve učenike te da bi učenicima trebalo omogućiti da stečene kompetencije i razumijevanje naučenoga pokažu na način koji im najbolje odgovara.

3.5. Konstruktivistička teorija

U usporedbi s prethodno navedenim teorijama, u ovoj je teoriji naglasak na učenju, a ne motivaciji. Prema konstruktivističkoj teoriji učenje je proces koji zahtijeva uključenost pojedinca u aktivnost, manipuliranje predmetima te interakciju pojedinca s okolinom, društvenom i fizičkom. Učenje, odnosno individualno ili socijalno konstruiranje znanja odvija se istraživanjem, komuniciranjem i suradnjom, što je u suprotnosti s tradicionalnom, frontalnom nastavom u kojoj učenici sjede, šute i pažljivo slušaju izlaganje učitelja. U konstruktivističkoj nastavi uloga je učitelja organizacija aktivnosti učenja, iskustva učenja i okoline u kojoj se odvija proces samostalnog učenja, a tijekom samog procesa njegova je uloga pružanje potpore, poticanje i savjetovanje učenika (Topolovčan i sur., 2017). Konstruktivistička teorija čini okosnicu suvremene nastave matematike jer se nastavom matematike nastoje se razvijati sposobnosti rješavanja problema, stvaralačko mišljenje i sposobnosti učenika te matematički način mišljenja pri čemu je važna aktivnost učenika u stjecanju znanja i sposobnosti (Kurnik, 2008, 2009).

Unutar konstruktivističke teorije učenja razlikuju se brojni pravci, od kojih su kognitivni konstruktivizam i socijalni konstruktivizam pravci koji su najviše utjecali na organizaciju nastave usmjerene na učenika. Začetnik kognitivnog konstruktivizma jest Jean Piaget koji u svojoj teoriji mentalnih operacija uvjetovanoj razvojnim fazama mišljenja ističe da učenici samostalno kreiraju znanje u interakciji s nekim objektom iz okoline. Mišljenje se prema

Piagetu razvija od konkretnog preko formalnog do zrelog mišljenja odrasle osobe (Topolovčan i sur., 2017). Lav Vigotsky sa svojom teorijom socijalne aktivnosti najznačajniji je predstavnik socijalnog konstruktivizma te ističe da se učenje odvija kroz socijalnu interakciju. U socijalnom je konstruktivizmu učenje osobni konstrukt, ali ujedno i društveni proces (Topolovčan i sur., 2017). Jedan od najvažnijih koncepata teorije socijalnog učenja jest zona proksimalnoga razvoja u kojoj se u odnos stavljaju izazov i kompetentnost. Ako je razina kompetentnosti učenika na višoj razini nego izazov, javlja se dosada. S druge strane, tjeskoba se javlja kada je razina kompetentnosti učenika na nižoj razini nego izazov. Između dosade i tjeskobe nalazi se zona proksimalnoga razvoja u kojoj je učenje najdjelotvornije, a koja „pokriva raspon između dvije razine funkcioniranja: one na kojoj učenik samostalno izvodi zadatke (donja granica) i one na kojoj još ne može samostalno savladati zadatak, ali ga može riješiti uz pomoć odraslih (gornja granica)“ (Vizek Vidović i sur., 2014, str. 60).

Kao što je i na početku rada navedeno, primjenom igrifikacije u nastavi učitelj više nije glavni i jedini izvor znanja, već on postaje osoba koja vodi, moderira i organizira različite nastavne aktivnosti u kojima su učenici aktivni sudionici, konstruiraju znanje, razvijaju vještine i sposobnosti, što je u skladu s postavkama konstruktivizma.

3.6. Bihevioristička teorija

Prema biheviorističkoj teoriji ljudski je razvoj posljedica učenja uvjetovanjem. Važno je spomenuti Skinnerovu teoriju operantnog uvjetovanja (Skinner, 1938; prema Smith, 2018; Skinner, 1976; prema Topolovčan i sur., 2017). Prema Skinnerovoj teoriji učenike se potiče na učenje potkrepljivanjem određenog, poželjnog ponašanja pri čemu nije važno što se događa u učeniku prilikom učenja jer se um smatra crnom kutijom. Dakle, u školskom se kontekstu učenike nagrađuje za učenje, a brojčane ocjene predstavljaju nagrade koje „na učenika djeluju kao ekstrinzična motivacija. Učenici svoje učenje određuju u odnosu na nagradu (u obliku ocjene)“ (Topolovčan i sur., 2017, str. 59). U igrifikaciji se kao nagrade za učenje koriste značke, bodovi, razine i drugi elementi opisani u prethodnom poglavlju. Vidljivo je da uporaba nagrada za poticanje učenja nije nova u obrazovanju, samo je riječ o različitim vrstama nagrada koje imaju istu ulogu. S obzirom na to da se učenike nagrađuje za učenje, postoji opasnost da učenici, osim nagrade, ne vide drugu svrhu učenja (Smith, 2018). Osim toga, igrifikacija koja se temelji isključivo na dodjeljivanju nagrada za dobro ponašanje ima kratkotrajan učinak

(Nicholson, 2015). Autor ističe da povratna informacija ima značajniji utjecaj na povećanje učestalosti poželjnih oblika ponašanja.

3.7. Socijalna teorija učenja

Prema Bandurinoj socijalnoj teoriji učenja (1986; prema Vizek Vidović i sur., 2014) čovjek ne uči isključivo potkrjepljivanjem, kao u biheviorističkoj teoriji, iako je i ono uključeno, već uči promatranjem i oponašanjem ponašanja drugih pri čemu je naglašena socijalna dimenzija učenja, a ovakvo učenje naziva se opservacijskim učenjem te se može odvijati modeliranjem i vikarijskim učenjem. Ako pojedinac mijenja svoje ponašanje promatrajući ponašanje drugih, tada je riječ o modeliranju, no ako pojedinac promatra nagrađivanje ili kažnjavanje ponašanja drugih i tako uči koji su oblici ponašanja prihvatljivi, tada je riječ o vikarijskom učenju. Opservacijsko se učenje odvija u četiri faze, a to su usmjeravanje pažnje, zadržavanje, reprodukcija i motivacija. Za učinkovito učenje potrebno je usmjeriti pažnju na model, ali i na najvažnije aspekte modeliranog ponašanja, zatim zapamtiti opaženo ponašanje, uskladiti vlastito ponašanje s ponašanjem modela, odnosno reproducirati ga i biti motiviran za oponašanje opaženog ponašanja.

U okviru igrifikacije nastave, učenici mogu promatrati ponašanje drugih učenika te vidjeti koja ponašanja dovode do osvajanja bodova ili značke, prelaska na višu razinu i slično pa svoje ponašanje uskladiti s opaženim ponašanjem. Značke, razine i bodovi samo su neki primjeri potkrepljenja koji utječu na motivaciju učenika.

Imajući u vidu prethodno opisane teorije, njihovu povezanost s igrifikacijom te karakteristike učenika, učitelji bi u nastavu trebali implementirati one elemente igrifikacije koji će adekvatno motivirati i intrinzično motivirane učenike usmjerene na učenje, ali i one ekstrinzično motivirane usmjerene na izvedbu. Osim toga, učitelji trebaju organizirati i aktivno uključiti učenike u zanimljive, individualne ili suradničke aktivnosti, koje će biti u skladu s njihovim znanjima, sposobnostima, potrebama i interesima, kako bi se zadovoljile osnovne psihološke potrebe učenika, ali i kako bi im se omogućilo postizanje zanesenosti – optimalnog stanja za učenje. Osim toga, neke od navedenih teorija, primjerice teorija motivacije povezana je s igrifikacijom u nastavi matematike, dok konstruktivistička teorija čini okosnicu suvremene nastave matematike, o čemu će biti riječi u idućem poglavlju.

4. IGRIFIKACIJA U NASTAVI MATEMATIKE

Matematika je jedan od temeljnih nastavnih predmeta, jer u nastavi matematike učenici stječu temeljne matematičke kompetencije i razvijaju matematički način razmišljanja koji je važan u svakodnevnom životu i radu. U osnovnoj školi nastava matematike ima opću odgojno-obrazovnu ulogu, odnosno učenici stječu opće matematičko obrazovanje koje je priprema za primjenu matematike u svakodnevnom životu. Osim toga, sadržaji razredne nastave matematike pretpostavka su za stjecanje matematičkih znanja u predmetnoj nastavi. Za stjecanje matematičkog znanja te razvijanje vještina i sposobnosti nužna je aktivnost učenika koja podrazumijeva motiviranost i zainteresiranost te pozitivan stav učenika prema matematici. Osim toga, osiguravanjem kvalitetnih povratnih informacija s ciljem unaprjeđivanja i planiranja procesa učenja omogućava se napredak i uspjeh svakog učenika u nastavnom predmetu.

4.1. Nastava usmjerena na učenika i novi Kurikulum nastavnog predmeta Matematika

Nastava je „organizirani proces učenja i poučavanja u školi, odnosno organizirani zajednički rad nastavnika (učitelja) i učenika“ (Matijević i Radovanović, 2011, str. 392). U novijoj se povijesti razlikuju dvije didaktičke strategije: nastava usmjerena na nastavnika i nastava usmjerena na učenika (engl. *student-centered teaching*). Nastavu usmjerenu na nastavnika karakterizira predavanje, demonstriranje i prikazivanje, odnosno važno je sve ono što radi nastavnik dok učenici sjede, slušaju, gledaju, odgovaraju na pitanja učitelja i prepisuju, bez mogućnosti da sudjeluju u demonstraciji ili da postavljaju vlastita pitanja. U ovakvoj je nastavi sva oprema prilagođena isključivo radu učitelja, a učitelj je usmjeren na izvršavanje plana i opsežnog programa te je glavni cilj da učenici usvoje što više propisanog sadržaja (Matijević i Radovanović, 2011).

Kurnik (2009) ističe da cilj suvremene nastave matematike ne smije biti samo usvajanje sadržaja propisanih programom, pamćenje formula i pravila te razvijanje sposobnosti rješavanja jednostavnih zadataka primjenjujući usvojeno pravilo. Takva nastava ne može zadovoljiti potrebe i interese današnjih učenika, posebno onih s izraženim interesom i sposobnostima za matematiku (Kurnik, 2009). Autor kao jedan od ključnih problema suvremene nastave matematike navodi „problem razvoja stvaralačkog mišljenja i stvaralačkih sposobnosti učenika“ (Kurnik, 2009, str. 2), a kao rješenje nudi samostalan i istraživački rad učenika te razvijanje sposobnosti za rješavanje problema. Iz navedenog proizlazi da bi rješenje navedenog problema mogla biti nastava usmjerena na učenika koja podrazumijeva veću ili barem podjednaku aktivnost učenika i učitelja, a u kojoj učitelj više nema isključivo ulogu predavača (Matijević, 2010).

Učitelj u nastavi usmjerenoj na učenika ima ulogu mentora, suradnika, organizatora, upravljača, moderatora, voditelja i pedagoškog menadžera (Matijević, 2010; Matijević i Radovanović, 2017). Učitelj osmišljava raznovrsne nastavne aktivnosti u kojima primjenjuje strategije aktivnoga učenja, odnosno one strategije i metode kojima se učenike potiče na aktivno i iskustveno učenje. Učenik je, uz učitelja i druge učenike, sukreator nastavnog procesa i aktivni sudionik u kojem sudjeluje u razgovoru ili raspravi, istražuje i pronalazi odgovore na problemska pitanja, objašnjava, zaključuje, analizira, konstruira, postavlja pitanja, odnosno aktivno uči. Aktivno učenje može se lakše postići u problemskoj, heurističkoj, projektnoj ili programiranoj nastavi, uz učenje rješavanjem problema i uz razne oblike iskustvenoga učenja, nego uz frontalnu i predavačku nastavu (Matijević i Radovanović, 2011). Navedena obilježja nastave usmjerene na učenika povezana su s obilježjima konstruktivističkog učenja u kojem se razlikuje individualno ili suradničko:

- projektno učenje ili projektna nastava
- iskustveno učenje
- učenje rješavanjem problema
- učenje usmjereno na djelovanje
- učenje istraživanjem i otkrivanjem
- učenje igranjem (Topolovčan i sur., 2017).

Ove sve stavke vrijede i za nastavu matematike.

Korak prema nastavi usmjerenoj na učenika u Republici Hrvatskoj predstavlja i donošenje Kurikuluma (MZO, 2019) u kojem su opisani odgojno-obrazovni ishodi, a u kojem su sadržaji nastavnog predmeta Matematika podijeljeni u domene Brojevi, Algebra i funkcije, Oblik i prostor, Mjerenje te Podatci, statistika i vjerojatnost. Udio sadržaja svake pojedine domene mijenja se u svakoj godini učenja i prilagođen je kognitivnim mogućnostima učenika određene dobi. Iako podijeljeni u domene, usvajanjem matematičkih koncepata jedne domene usvajaju se i koncepti drugih domena. U Kurikulumu (MZO, 2019) se ističe nužnost povezivanja matematičkih sadržaja sa stvarnim situacijama i primjerima iz svakodnevnog života, a sadržaji svih domena mogu se oplemeniti igrifikacijom.

Primjena igrifikacije nudi individualiziranu i na učenika usmjerenu nastavu u kojoj učitelj gubi ulogu jedinog izvora znanja te postaje facilitator (Dicheva, Dichev, Agre i Angelova, 2015; Smith, 2018). Učenici analiziraju informacije, rješavaju probleme, razvijaju nove vještine, surađuju i natječu se s drugim učenicima, odnosno aktivno su uključeni u proces

učenja i poučavanja i motivirani su za konstruiranje znanja u društvenom okruženju, tj. razrednoj zajednici. U tradicionalnoj je nastavi veći naglasak na rezultatima učenja, nego na samom procesu učenja, a karakterizira je učeničko prepisivanje natuknica, sumativno vrednovanje i nedostatak povratnih informacija (Kapp, Blair i Mesch, 2013; prema Smith, 2018). S druge strane, nastavu u koju je integrirana igrifikacija karakterizira interaktivnost, česte povratne informacije u svrhu usmjeravanja učenja i poučavanja (formativno vrednovanje) te izazovni zadatci, čime se ostvaruju ciljevi primjene igrifikacije u nastavi – povećanje motivacije i angažmana učenika, razvoj učeničkih vještina i sposobnosti rješavanja problema i matematičkog mišljenja – a ujedno se i pozitivno utječe na ishode učenja (Smith, 2018).

4.2. Igrifikacija i angažman učenika u nastavnom predmetu Matematika

Kao što je ranije spomenuto, nastava usmjerena na učenika povezana je s konstruktivizmom. Pritchard i Woollard (2010) navode sljedeća obilježja konstruktivističke nastave:

- učenici znaju zašto uče
- učenici imaju kontrolu nad procesom učenja
- u procesu učenja učenici su aktivno angažirani (kognitivno, motorički i socijalno)
- u procesu učenja učenici se oslanjaju na prijašnja iskustva
- organiziranje kurikuluma kao strukture učenikovih iskustava
- angažiranje učenika dijalogom
- uvažavaju se emocionalna stanja učenika
- aktivnosti učenja povezane su sa stvarnim životnim situacijama.

Među navedenim obilježjima konstruktivističke nastave važno je istaknuti omogućavanje aktivnog angažmana u procesu učenja, pri čemu aktivni angažman ili aktivna uključenost učenika podrazumijeva (misaonu) aktivnost učenika, koja je pretpostavka za usvajanje matematičkih sadržaja (Kadum i Kadum, 2019).

Markovac (1990) razlikuje individualnu i kolektivnu učeničku aktivnost u nastavi matematike te navodi da individualna aktivnost obuhvaća sve one aktivnosti u kojima učenik samostalnim radom s različitim nastavnim sredstvima stječe matematičko znanje. Kolektivna aktivnost odnosi se na zajednički rad učenika i učitelja koji organizira i rukovodi učitelj, a primjeri takvih aktivnosti u nastavi jesu izlaganje novog nastavnog sadržaja, vježbanje i ponavljanje, analiza zadataka, provjeravanje znanja. U kolektivnim su aktivnostima učitelj i

učenici podjednako aktivni, dok je u individualnim aktivnostima učenik aktivniji od učitelja, iako i te aktivnosti planira i organizira učitelj.

Omogućavanjem aktivnog angažmana učenika u procesu učenja zadovoljava se vrlo važno metodičko načelo nastave matematike, a to je načelo vlastite aktivnosti koje se u literaturi naziva i načelo interesa, svjesnosti i aktivnosti (Kurnik, 2009) ili načelo svjesne aktivnosti (Kadum i Kadum, 2019). Općenito, metodička načela „temeljne su ideje na kojima se i uz pomoć kojih se uređuju subjektivni i objektivni uvjeti učenja“ i poučavanja (Markovac, 1990; str. 49), a čijom se primjenom nastoji osigurati uspješnost i kvaliteta nastave. Osim navedenog načela, u literaturi se navode i druga načela prikazana u tablici 1, koja se međusobno dopunjuju, uvjetuju i istovremeno realiziraju, no ponekad je naglašenija primjena jednog načela u usporedbi s drugim (Markovac, 1990).

Tablica 1.

Metodička načela u nastavi matematike

Autori i godina izdanja	Metodička načela
Markovac, 1990	<ul style="list-style-type: none"> - načelo primjerenosti - načelo zornosti - načelo vlastite aktivnosti - načelo individualizacije - načelo postupnosti - načelo objektivne realnosti
Kurnik, 2009	<ul style="list-style-type: none"> - načelo primjerenosti - načelo zornosti - načelo interesa, svjesnosti i aktivnosti - načelo individualizacije - načelo sistematičnosti i postupnosti - načelo trajnosti znanja, vještina i navika - načelo znanstvenosti - načelo odgojnosti nastave - načelo problemnosti - načelo motivacije
Kadum i Kadum, 2019	<ul style="list-style-type: none"> - načelo primjerenosti i individualizacije - načelo zornosti - načelo svjesne aktivnosti - načelo postupnosti i sustavnosti - načelo trajnosti znanja - načelo znanstvenosti - načelo objektivne realnosti - načelo praktične primjene znanja - načelo racionalizacije i ekonomičnosti nastave - načelo diferencijacije

Angažman učenika, osim na misaonu aktivnost, odnosi se na interakciju učenika s drugim učenicima, ali i elementima igrifikacije u različitim aktivnostima. Integracijom elemenata igrifikacije u nastavu matematike može se povećati angažman učenika, tako da im

se omogućiti sudjelovanje u individualnim ili timskim, suradničkim ili natjecateljskim aktivnostima (Hung, 2017; Jagušć i sur., 2017; Jagušć i sur., 2018). Prema tome, razlikuju se igrificirane aktivnosti osmišljene tako da se potiče natjecateljsko ozračje (engl. *competitive*), suradnja među učenicima (engl. *collaborative*) ili se zadatci unutar aktivnosti prilagođavaju znanju i vješćinama učenika (engl. *adaptive*) (Jagušć i sur., 2018).

U natjecateljskom ozračju učenik individualno rješava zadatke i njegovi se rezultati uspoređuju s rezultatima drugih učenika, primjerice, na ljestvici poretka. U suradničkim aktivnostima učenici individualno rješavaju postavljene zadatke, pri čemu se njihovi rezultati zbrajaju s rezultatima ostalih članova u timu, a učenici se kao tim natjeću s drugim timovima. U aktivnostima koje se prilagođavaju znanju i vješćinama učenika naglasak na natjecanju učenika sa samim sobom, gdje se učenicima postavljaju dovoljno zahtjevni zadatci da ih mogu riješiti, ali pod određenom razinom pritiska, npr. svakim uspješno riješenim zadatkom, skraćuje se vrijeme potrebno za rješavanje zadatka. Pritom je važno voditi računa o težini zadataka jer preteški zadatci demotiviraju učenike pa učenici često odustaju. Pri planiranju aktivnosti natjecateljskog karaktera s ciljem povećanja angažiranosti učenika, važno je imati na umu da natjecanje kod nekih učenika može dovesti i do suprotnog učinka, odnosno učenici mogu postati pasivniji i demotiviraniji (Glover, 2013; Hung; 2017; Jagušć i sur., 2018). Iz navedenog proizlazi da angažiranost učenika u nastavi uvelike ovisi i o njihovoj motiviranosti.

Integracijom igrifikacije u nastavu matematike ostvaruje se načelo vlastite aktivnosti (interesa, svjesnosti i aktivnosti ili svjesne aktivnosti) jer učenici vlastitom aktivnošću, odnosno rješavanjem postavljenih zadataka osvajaju bodove, značke, nagrade, prelaze na više razine i sl. Osim toga, Kadum i Kadum (2019) ističu da se pridržavanjem ovog načela u nastavi matematike nastoji kod učenika razvijati matematički način mišljenja, što je jedna od značajnijih zadaća nastave matematike, spomenuta u uvodu. Nadalje, pri implementaciji igrifikacije u nastavu matematike važno je pridržavati se i drugih, prethodno navedenih metodičkih načela, posebno načela znanstvenosti, jer ono uspostavlja vezu između matematike kao nastavnog predmeta i matematike kao znanosti (Kurnik, 2009), i načela primjerenosti koje se odnosi na stupanj zahtjevnosti zadataka koji se stavljaju pred učenike, a koji se uz određeni napor mogu uspješno riješiti (Markovac, 1990). Već je bilo riječi o težini zadataka u igrificiranim aktivnostima koje se prilagođavaju znanju i vješćinama učenika, a u kojima je važno da zadatci nisu ni prelagani ni preteški jer ih učenici percipiraju dosadnima ili nemogućima za riješiti pa odustaju.

Integracija razina kao elementa igrifikacije omogućava ostvarivanje načela postupnosti, načela individualizacije i načela diferencijacije. Na primjer, učenici na prvoj razini rješavaju jednostavne zadatke primjenjujući usvojen novi sadržaj. Rješavanjem zadataka učenici razvijaju vještine i sposobnosti, a zatim prelaze na više razine na kojima rješavaju složenije zadatke povezujući novi sadržaj s prethodno usvojenim sadržajima. Na ovaj način ostvareno je načelo postupnosti. Međutim, ako učenik nakon određenog broja zadataka ne uvježba sadržaj do zadovoljavajuće razine potrebne za prelazak na višu razinu, mogu mu se ponuditi dodatni zadatci za vježbu, pri čemu se ostvaruje načelo individualizacije. Načelo diferencijacije može se ostvariti tako da se učenicima ponude aktivnosti i zadatci koje oni rješavaju u skladu s vlastitim interesima i kompetencijama, odnosno učenicima se omogućava da do istog cilja dođu na različite načine. S obzirom na to da je jedna od osnovnih uloga igrifikacije povećanje motivacije, očito je da se njome može ostvariti i načelo motivacije.

4.3. Motivacija učenika u matematici

Problem (de)motiviranosti učenika je stvarnost s kojim se učitelji često susreću. Razlozi demotiviranosti učenika su različiti, između ostaloga na primjer nastavni sadržaj je sam po sebi nezanimljiv ili opsežan, ne odgovara interesima učenika (Vizek Vidović i sur., 2014), a jedan od razloga jest tradicionalni način poučavanja, odnosno nastava usmjerena na učitelja koja ne odgovara potrebama i interesima sadašnjih učenika. Za uspješnu nastavu i sam proces učenja nužna je motivacija. Učenici uče jedino ako su aktivno uključeni u nastavne aktivnosti. Njihovo uključivanje, a ujedno i sam uspjeh učenika u matematici, ovisi o interesima i motiviranosti za učenje. Stoga su u uskoj vezi još dva načela nastave matematike – načelo interesa i načelo motivacije (Kurnik, 2005, 2010).

Kurnik (2005, 2010) navodi da interes učenika za nastavni predmet ovisi o mnogo čimbenika. Na primjer, o osobinama učitelja, te ističe da pojedine osobine potiču učenički interes za učenje matematike. Zatim, interes učenika može se poticati motivacijskim pitanjima o matematičkim sadržajima, motivacijskim primjerima koji su povezani sa situacijama i problemima iz stvarnog života, motivacijskim zadacima pri uvođenju učenika u novi nastavni sadržaj, posebno problemskim i istraživačkim u kojima učenici nastoje samostalno doći do rješenja, jer se takvim zadacima ujedno razvijanju stvaralačke sposobnosti i matematičko mišljenje. Također, značajnu ulogu imaju i zabavni zadatci povezani sa svakodnevnim životom ili integrirani u zanimljivu priču. Osim toga, domaće zadaće, odnosno njihovo zadavanje i nerješavanje često predstavljaju problem u nastavi matematike. S jedne strane, učitelji ne

posvećuju dovoljno vremena izboru zadataka, objašnjavanju i davanju uputa za njihovo rješavanje te provjeri razumijevanja, dok s druge strane, učenici domaću zadaću smatraju prisilom, zbog čega su nemotivirani. Kurnik (2005, 2010) navodi načine na koje se može izbjeći nemotiviranost za rješavanje domaće zadaće:

- zadavanje zadataka čija zahtjevnost postupno raste
- uvođenje zadataka koji nisu obvezni za sve učenike, već ih mogu riješiti oni koji žele
- omogućavanje samostalnog biranja onih zadataka koje učenici žele riješiti
- samostalno sastavljanje zadatke za domaću zadaću.

Mogućnost izbora kod učenika potiče motivaciju. U nastavi matematike motivacija učenika može se povećati uvođenjem zadataka s matematičkih natjecanja, matematičkih križaljki, istraživanja pomoću računala, igranjem matematičkih igara i kvizova (Kurnik, 2005, 2010), ali i uvođenjem igrifikacije.

Igrifikacijom se potiče motivacija učenika (detaljnije opisana u okviru teorije motivacije) tako da se učenicima za izvršavanje određenih zadataka dodjeljuju bodovi, značke, nagrade ili da im se daju povratne informacije, prati njihov napredak, a učenici takvu nastavu percipiraju zabavnijom i zanimljivijom. Navedeni elementi relativno su opipljiv dokaz da učenici napreduju tijekom procesa učenja (Smith, 2018). Kurnik (2005) navodi da se motivacija u nastavi matematike može povećati zadavanjem zadataka integriranih u zanimljivu priču, što je povezano i s pričom kao elementom igrifikacije. Prilikom uporabe ljestvice poretka važno je voditi računa da se prikazuje samo nekoliko najboljih rezultata, jer ukoliko se prikazuju svi rezultati, kod ispodprosječnih se učenika motivacija smanjuje (Jagušt i sur., 2017; Werbach i Hunter, 2012). Igrifikacija u razrednoj nastavi matematike motivira učenike. To potvrđuju i rezultati istraživanja (Jagušt i sur., 2017; Jagušt i sur., 2018) koji pokazuju da je uporaba igrifikacije značajno doprinijela motivaciji učenika, njihovim postignućima i rješavanju problema.

4.4. Povratna informacija

Povratna informacija ne predstavlja samo element igrifikacije opisan u drugom poglavlju, već i element formativnog vrednovanja, tj. vrednovanja za učenje i vrednovanja kao učenje koje je ključno za uspješnost procesa učenja i poučavanja te povećanje motivacije učenika. Povratnu informaciju učenici i učitelji mogu koristiti za vrednovanje sebe i drugih te za mijenjanje vlastitog učenja, odnosno poučavanja, stoga je osnovna svrha povratne

informacije omogućiti svakom pojedinom učeniku uvid u napredovanje i usmjeriti ga prema cilju, odnosno unaprijediti proces učenja učenika (Pravilnik o načinima, postupcima i elementima vrednovanja NN 112/10 (NN 82/2019)). Povratna informacija može biti kvantitativna, izražena bodovima, brojčanom ocjenom, ali i kvalitativna ili opisna, kojom se učeniku nastoji obratiti pozornost na one aspekte koji se trebaju unaprijediti, ali i kojom se nastoji pohvaliti učenika za ono što je dobro učinjeno, izbjegavajući uspoređivanje s drugim učenicima (Black i Wiliam, 2010). Opisne povratne informacije koje su jasne, specifične, pravodobne i učeniku usmjerene mogu utjecati na njegovo učenje, stoga kvalitetna povratna informacija sadrži sljedeće elemente (Royce Sadler, 1989):

- prepoznavanje željenog cilja
- određivanje trenutne pozicije u odnosu na cilj
- razumijevanje načina na koje se može doći do cilja.

Povratne informacije pružaju se kroz razgovor s učenicima, postavljanjem pitanja, zadavanjem formativnih zadataka i aktivnosti, davanjem pojedinačnih komentara, analizom ispita i domaćih zadaća (Black i Wiliam, 1998). Općenito, važno je pridržavati se sljedećih principa formativnog vrednovanja (Hodgen i Wiliam, 2006):

- polazi se iz pozicije učenika
- učenici su aktivni u procesu vrednovanja
- učenici razgovaraju o svojim idejama
- učenici razumiju svrhu učenja, tj. kriterije uspjeha te vlastite pozicije u odnosu na postavljene kriterije
- povratna informacija učenicima govori kako da poboljšaju svoje znanje.

Prema navedenim principima formativnog vrednovanja, vidljivo je da se isprepliću dva pristupa vrednovanju: vrednovanje za učenje koje „služi unaprjeđivanju i planiranju budućega učenja i poučavanja“ (Pravilnik o načinima, postupcima i elementima vrednovanja NN 112/10 (NN 82/2019)) te vrednovanje kao učenje koje „podrazumijeva aktivno uključivanje učenika u proces vrednovanja te razvoj učeničkog autonomnog i samoreguliranog pristupa učenju“ (Pravilnik o načinima, postupcima i elementima vrednovanja NN 112/10 (NN 82/2019)), a oba navedena pristupa vrednovanju rezultiraju kvalitativnom povratnom informacijom.

Igrifikacija omogućuje jednostavnije, istovremeno primanje i pružanje povratnih informacija svim učenicima u kratkom periodu, posebno ako se radi o igifikaciji podržanoj digitalnom tehnologijom. U nastavi matematike kontinuirano davanje povratnih informacija

ima pozitivan učinak na stavove učenika prema nastavnom predmetu te povećava kvalitetu učeničkih rješenja pri rješavanju problema (Smith, 2018).

4.5. Uspjeh učenika u nastavnom predmetu

Uspjeh učenika povezan je s njihovim stavovima prema nastavnom predmetu i njihovom motivacijom. Poticajnim i opuštenim razrednim ozračjem osigurava se kvaliteta nastave, a tome svakako doprinosi zanimljivost, zabava, povezanost nastave s interesima učenika i njihovim svakodnevnim životom (Horvat, 2018). Osim toga, uspjeh učenika ovisi i o njihovoj angažiranosti i povratnim informacijama u procesu učenja. Ako su učenici motivirani za konstruiranje znanja i aktivno uključeni u nastavne aktivnosti te ako tijekom procesa učenja dobivaju kvalitetne povratne informacije koje im omogućuju regulaciju samog procesa i usmjeravanje prema postavljenim ciljevima, uspjeh učenika neće izostati. No, svakako treba voditi računa o optimalnoj težini zadataka koji se postavljaju pred učenike.

Integracijom različitih elemenata igrifikacije u nastavi matematike potiče se interes, motivacija i angažman učenika, učenici razvijaju matematičko mišljenje i vještine rješavanja problema, a samim time ostvaruju bolja postignuća u nastavnom predmetu, što potvrđuju i rezultati istraživanja (Jagušt i sur., 2017; Jagušt i sur., 2018; Smith, 2018). Općenito, igra i druge igrolike aktivnosti potiču interes učenika razredne nastave, čime se stvara ugodnije okruženje za učenje, a ujedno učenici postižu bolje rezultate u učenju (Katmada i sur., 2014).

Igrifikacija u nastavi matematike u središte nastavnog procesa stavlja učenika, motivira ga i angažira u rješavanju problema, razvijanju vještina i usvajanju matematičkog znanja, a tijekom procesa učenja učenik dobiva poticajne nagrade i povratne informacije o napretku u ostvarivanju odgojno-obrazovnih ishoda, što ga dodatno motivira i zadržava njegovu pažnju na aktivnostima. U sljedećem poglavlju analizirat će se igrificirana aplikacija koja se može primijeniti u nastavi matematike, odnosno analizirat će se elementi igrifikacije i ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda u aktivnostima unutar aplikacije.

5. ANALIZA IGRIFICIRANE APLIKACIJE MATIFIC

Matific (<https://www.matific.com>) je digitalna platforma za učenje matematike namijenjena učenicima od predškolske dobi do šestog razreda osnovne škole, a osim učenika mogu je koristiti i učitelji i roditelji. *Matificu* učenici mogu pristupiti putem računala ili mobitela te ga koristiti *online* ili *offline*. Platforma je prevedena na više od četrdeset jezika, uključujući i hrvatski jezik te je odobrena od strane Agencije za odgoj i obrazovanje (MZO, 2020b). Nadalje, *Matific* je tijekom školske godine 2018./2019. korišten u sklopu eksperimentalnog programa Škola za život, a tijekom nastave na daljinu u školskoj godini 2019./2020. učiteljima i učenicima omogućeno je dvomjesečno besplatno korištenje *Matifica*. Podatci prikupljeni mjesec dana nakon potpisivanja ugovora MZO-a i *Matifica* u ožujku 2020. godine pokazuju da u Hrvatskoj platformu koristi 7833 učitelja, 93 319 učenika i 676 škola te da učenici u tjednu koriste *Matific* prosječno 2.5 sata. Korištenje platforme, odnosno igrificirane aplikacije hrvatskim je učenicima privlačno i zanimljivo što potvrđuju i rezultati prikupljeni nakon mjesec dana korištenja u hrvatskim školama. U ukupnom broju svih riješenih zadataka 52% se odnosi na zadatke kojima su učenici pristupili samostalno, a 48% riješenih zadataka su zadatci koje su dodijelili učitelji (MZO, 2020b). Osim toga, rezultati istog istraživanja pokazuju da su u usporedbi s prvim rješavanjem zadataka, učenici nakon mjesec dana korištenja ostvarili napredak u svim ishodima učenja (MZO, 2020b). Sve navedeno doprinijelo je tome da *Matific* bude predmetom istraživanja ovog diplomskog rada.

Prilikom odabira postavki i aktivnosti za svoj razred, učitelju se pruža nekoliko opcija: svi zadatci, arena, zaključaj redoslijed epizoda, modus igranja i zona za vježbanje. *Svi zadatci* odnose se na to hoće li učenici moći pristupiti svim sadržajima namijenjenima za njihov razred ili samo onima koje dodijeli učitelj. *Arena* omogućuje učenicima da individualno rješavaju dostupne zadatke ili da u realnom vremenu igraju s kolegama iz razreda ili učenicima iz cijeloga svijeta. *Zaključaj redoslijed epizoda* odnosi se na to da učenici rješavaju zadatke onim redoslijedom koji je zadao učitelj, no ukoliko je ta opcija isključena, učenici mogu rješavati dodijeljene aktivnosti redoslijedom kojim žele. *Modus igranja* pretvara *Matific* u igrificiranu aplikaciju. *Zona za vježbanje* učenicima omogućuje učenje i vježbanje kada god žele, a isključivanjem ove opcije učenicima se ograničava pristup samo na dodijeljene zadatke. Dostupne opcije omogućuju prilagodbu aplikacije ovisno o interesima i potrebama učenika, ali i samog učitelja.

Učitelj ima uvid u sve aktivnosti učenika, odnosno može vidjeti koje je dodijeljene aktivnosti učenik riješio, koliko puta je tim aktivnostima pristupio te koliko je bio uspješan.

Osim toga, učitelj može rangirati učenike prema imenu, ostvarenom prosječnom rezultatu, broju osvojenih zvjezdica ili uspješnosti u pojedinim temama. Također, učitelju su dostupni podatci i o kolektivnoj uspješnosti razreda u svim temama, po svakoj temi ili domeni zasebno, ali i u usporedbi s nacionalnim prosjekom. Svi dostupni podatci učitelju pružaju dobru povratnu informaciju o angažiranosti učenika te u kojim sadržajima učenici trebaju dodatnu podršku, ali ujedno omogućuju planiranje budućeg učenja i poučavanja.

Pri organiziranju procesa učenja i poučavanja vrlo važno mjesto ima *Kurikulum nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije* (MZO, 2019) koji propisuje odgojno-obrazovne ishode. Odgojno-obrazovni ishodi opisani su „sljedećim elementima: odgojno-obrazovni ishod, razrada ishoda, odgojno-obrazovni ishodi na razini usvojenosti »doobar« na kraju razreda, sadržaji i preporuke za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda“ (MZO, 2019, str. 15) i grupirani su u pet domena: Brojevi, Algebra i funkcije, Oblik i prostor, Mjerenje te Podatci, statistika i vjerojatnost. Domene obuhvaćaju srodne matematičke koncepte koji se temelje na idejama poput broja, oblika, strukture i promjena. Usvajanjem koncepata navedenih domena učenici stječu matematička znanja te razvijaju vještine i matematičke kompetencije važne za svakodnevni život, ali i rad u budućnosti te cjeloživotno učenje. Za svakodnevni život posebno je važno snalaženje u svijetu koji nas okružuje pa se tako proučavanjem oblika, njihovih položaja i odnosa razvija prostorni zor i geometrijsko mišljenje, što su najvažniji zadatci nastave u domeni Oblik i prostor. Prostorni zor odnosi se na „intuitivni osjećaj za oblike u prostoru, kao i osjećaj za geometrijske aspekte svijeta koji nas okružuje i oblike koji formiraju objekti oko nas“ (Čižmešija, Svedrec, Radović i Soucie, 2010, str. 147). Također, „razvijeni prostorni zor podrazumijeva i sposobnost misaone predodžbe objekta i prostornih odnosa (npr. misaono okretanje objekta) i snalaženje s geometrijskim opisima objekata i njihovog položaja“ (Čižmešija i sur., 2010, str. 147). Svi matematički, pa tako i geometrijski sadržaji ne usvajaju se učenjem definicija, formula ili klasifikacija napamet, već je važno da učenici razumiju geometrijske sadržaje, da znaju prepoznati, prikazati ili objasniti viđeno te primijeniti usvojena znanja za rješavanje različitih situacija u svakodnevnom životu.

S obzirom na to da *Matific* kao igrificirana aplikacija potiče motivaciju i angažman učenika te je odobren od strane Agencije za odgoj i obrazovanje, postavlja se pitanje koji su to elementi igrifikacije prisutni u aplikaciji i ostvaruju li se epizodama dostupnim u aplikaciji odgojno-obrazovni ishodi koji su propisani Kurikulumom (MZO, 2019).

5.1. Cilj istraživanja i istraživačka pitanja

Cilj istraživanja jest istražiti elemente igrifikacije te ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda propisanih *Kurikulumom nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije* (MZO, 2019) unutar igrificirane aplikacije *Matific*.

Analizom epizoda u aplikaciji pokušalo se odgovoriti na sljedeća istraživačka pitanja:

1. U kojem su udjelu zastupljeni pojedini elementi igrifikacije u geometrijskim epizodama?
2. Koji se matematički ishodi mogu ostvariti odabranim epizodama?
3. Postoje li pogreške u prikazanom matematičkom jeziku?

5.2. Metodologija

5.2.1. *Matific* i Kurikulum

Za potrebe diplomskoga rada istraživana je igrificirana aplikacija *Matific*. Matematički sadržaji u *Matificu* podijeljeni su prema temama ili prema domenama iz Kurikuluma (MZO, 2019). Teme u svim razredima od prvog do četvrtog su: cijeli brojevi, računanje s cijelim brojevima, mjerenja, geometrija, podatci, statistika i vjerojatnost, dodatno znanje i radionice, u trećem razredu dodana je tema algebra – rješavanje problema te u četvrtom razredu, uz temu algebra – rješavanje problema, dodana je tema razlomci. Prema Kurikulumu (MZO, 2019) domene u sva četiri razreda jesu Brojevi, Algebra i funkcije, Oblik i prostor, Mjerenje te Podatci, statistika i vjerojatnost. U *Matificu* se matematički sadržaji usvajaju i uvježbavaju rješavanjem epizoda ili radnih listova. Epizode su interaktivne aktivnosti, a radni listovi mogu se rješavati *online*, ali su također dostupni za ispis. U sklopu ovog istraživanja analizirale su se samo epizode koje obuhvaćaju geometrijske sadržaje, dok radni listovi nisu obuhvaćeni analizom. S obzirom na to da je poznavanje geometrijskih objekata i njihovih odnosa važan dio matematičke kompetencije, geometrijski su sadržaji odabrani kao tema analize u sklopu ovog istraživanja.

Geometrijski ishodi u Kurikulumu (MZO, 2019) odnose se na odgojno-obrazovne ishode iz domene Oblik i prostor i domene Mjerenje. U prvom razredu se odgojno-obrazovni ishodi odnose na prepoznavanje i imenovanje geometrijskih tijela i likova te njihovo povezivanje s oblicima objekata u okružju, crtanje ravnih i zakrivljenih crta te prepoznavanje i isticanje točaka. U drugom razredu znanje o već poznatim geometrijskim objektima se nadograđuje pa učenici opisuju i crtaju dužine te strane geometrijskih tijela prepoznaju kao

geometrijske likove, bridove kao dužine i vrhove kao točke. Također, stranice geometrijskih likova opisuju kao dužine, a vrhove opisuju kao točke. Geometrijski su sadržaji u trećem razredu apstraktniji te se uz poznate geometrijske objekte, usvajaju novi – pravac i polupravac. U trećem razredu učenici počinju koristiti i šestar za crtanje i prenošenje dužine, crtanje kvadrata i pravokutnika te konstruiranje kružnice. U četvrtom razredu usvaja se kut i razlikuju se trokuti s obzirom na duljine stranica te s obzirom na kut (pravokutni trokut). Nadalje, učenici konstruiraju krug, njegove elemente i druge geometrijske likove, a pri crtanju i opisivanju geometrijskih objekata koriste sve poznate geometrijske pojmove. Navedeni odgojno-obrazovni ishodi su iz domene Oblik i prostor. Domena Mjerenje također obuhvaća geometrijske sadržaje. Ishodi iz ove domene odnose se na usvajanje standardnih mjernih jedinica za duljinu, površinu, volumen, masu i kut, no na putu do usvajanja standardnih mjernih jedinica učenici uspoređuju objekte iz okoline i prema drugim mjerivim svojstvima (npr. dulji – kraći – jednako dug), zatim mjere dužinu nestandardnim mjernim jedinicama (npr. korak, lakat, pedalj), opseg neformalnim načinima (npr. koncem, vunom) ili površinu jediničnim kvadratima. Osim navedenog, ova domena obuhvaća i usvajanje mjernih jedinica za novac, temperaturu i brzinu (MZO, 2019).

Tablica 2.

Geometrijski ishodi iz domene Oblik i prostor i Mjerenje (MZO, 2019)

Oznaka ishoda	Odgojno-obrazovni ishod
MAT OŠ C.1.1.	Izdvaja i imenuje geometrijska tijela i likove i povezuje ih s oblicima objekata u okružju.
MAT OŠ C.1.2.	Crta i razlikuje ravne i zakrivljene crte.
MAT OŠ C.1.3.	Prepoznaje i ističe točke.
MAT OŠ C.2.1.	Opisuje i crta dužine.
MAT OŠ C.2.2.	Povezuje poznate geometrijske objekte.
MAT OŠ C.3.1.	Opisuje i crta točku, dužinu, polupravac i pravac te njihove odnose.
MAT OŠ C.3.2.	Prepoznaje i crta pravce u različitim međusobnim odnosima.
MAT OŠ C.3.3.	Služi se šestarom u crtanju i konstruiranju.
MAT OŠ D.3.3.	Određuje opseg likova.
MAT OŠ C.4.1.	Određuje i crta kut.
MAT OŠ C.4.2.	Razlikuje i opisuje trokute prema duljinama stranica te pravokutni trokut.
MAT OŠ C.4.3.	Opisuje i konstruira krug i njegove elemente.
MAT OŠ C.4.4.	Crta i konstruira geometrijske likove.
MAT OŠ C.4.5.	Povezuje sve poznate geometrijske oblike.
MAT OŠ D.4.2.	Uspoređuje površine likova te ih mjeri jediničnim kvadratima.

Da bi se odgovorilo na istraživačka pitanja, analizom su obuhvaćeni svi matematički ishodi iz domene Oblik i prostor za prvi, drugi, treći i četvrti razred te ishodi koji se odnose na

mjerjenje opsega i površine geometrijskih likova iz domene Mjerenje za treći i četvrti razred, a koji su navedeni u tablici 2.

Analizom su obuhvaćene ukupno 84 epizode iz *Matifica*. Udio epizoda po razredu i temi prikazan je u tablici 3. Od ukupnog broja epizoda, 10 je epizoda za prvi razred (sve iz teme Geometrija), 15 epizoda za drugi (13 iz teme Geometrija, 2 iz teme Dodatno znanje – geometrijski zadatci), zatim 24 epizode za treći (20 iz teme Geometrija, 4 iz teme Dodatno znanje – geometrijski zadatci) i 35 epizoda za četvrti razred (31 iz teme Geometrija, 4 iz teme Dodatno znanje – geometrijski zadatci).

Tablica 3.

Broj analiziranih epizoda

	1. razred	2. razred	3. razred	4. razred
Tema Geometrija	10	13	20	31
Tema Dodatno znanje (geometrijski zadatci)	0	2	4	4
Ukupno (po razredu)	10	15	24	35
Ukupno (svi razredi)		84		

5.2.2. Instrument istraživanja

Instrument za istraživanje temelji se na teorijskim poglavljima ovog diplomskog rada: Igrifikacija, Teorije igrifikacije obrazovanja i Igrifikacija u nastavi matematike. Za potrebe ovog rada razvijena je tablica 4. Elementi igrifikacije navedeni u tablici 4 opisani su u poglavlju 2.2.2. (bodovi, značke, ljestvice poretka, povratna informacija, nagrade, traka napretka i priča), a ishodi se odnose na odgojno-obrazovne ishode propisane Kurikulumom (MZO, 2019) koji je opisan u poglavlju 4.1 i u poglavlju 5.

Tablica 4.

Instrument za istraživanje

Naziv aktivnosti	Elementi igrifikacije								Ishod	Napomene
	k1 - bodovi	k2 - značke	k3 - ljestvice poretka	k4 - razine	k5 - povratna informacija	k6 - nagrade	k7 - traka napretka	k8 - priča		

5.2.3. Postupak

U sklopu postupka istraživanja u *Matific* se registriralo u ulozi učitelja, kreiran je razred s tri učenika u kojem je svaki izmišljeni učenik dobio korisničko ime i lozinku za prijavu te je uključena opcija *Modus igranja*. Za potrebe ovog rada u igrificiranoj aplikaciji *Matific* odabrane su sve epizode iz teme Geometrija za prvi, drugi, treći i četvrti razred te epizode iz teme Dodatno znanje – geometrijski zadatci za drugi, treći i četvrti razred. Odabrane epizode iz navedenih tema obuhvaćaju domenu Oblik i prostor te ishode iz domene Mjerenje koji se odnose na mjerenje opsega i površine likova. U temi Dodatno znanje za prvi razred ne postoje epizode geometrijskih zadataka. Analizom nisu obuhvaćeni radni listovi ni za jedan razred. Navedene su se epizode dodijelile učenicima u kreiranom razredu. Zatim su izrađene četiri tablice, po jedna tablica za svaki razred. Nakon toga se u aplikaciju prijavilo u ulozi učenika te su se u tablicu bilježile frekvencije elemenata igrifikacije u svakoj epizodi i u svakom razredu. U prvi stupac tablice upisani su nazivi odabranih epizoda.

U tablici 5 stupci k1-k8 odnose se na prvo istraživačko pitanje. Kod 1 označava prisutnost pojedinog elementa igrifikacije, a kod 0 označava njegovu odsutnost. Stupac *Ishod* odnosi se na drugo istraživačko pitanje, a stupac *Napomene* odnosi se na drugo i treće istraživačko pitanje. Da bi se odgovorilo na drugo i treće istraživačko pitanje, korišten je *Kurikulum nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije* (MZO, 2019). Na primjeru epizode *Pronađi blago* opisat će se postupak kodiranja i popunjavanja tablice 5.

Tablica 5.

Primjer kodiranja

Naziv aktivnosti	Elementi igrifikacije								Ishod	Napomene
	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8		
Pronađi blago	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.3.1. MAT OŠ C.3.2.	Pravci, polupravci i dužine označeni su brojkama, a ne slovima. Za pojam dužina koristi se pojam ravnina.

Na slici 4 (lijevo) vidljivo je da u navedenoj epizodi postoji element priče pa je u tablici 5 polje k8 označeno kodom 1. Osim toga, na slici 4 (desno) vidljivo je da su u epizodi dužina, polupravac i pravci označeni brojkama, a ne slovima kako je propisano Kurikulumom (MZO, 2019), stoga je to zabilježeno u stupac *Napomene*.



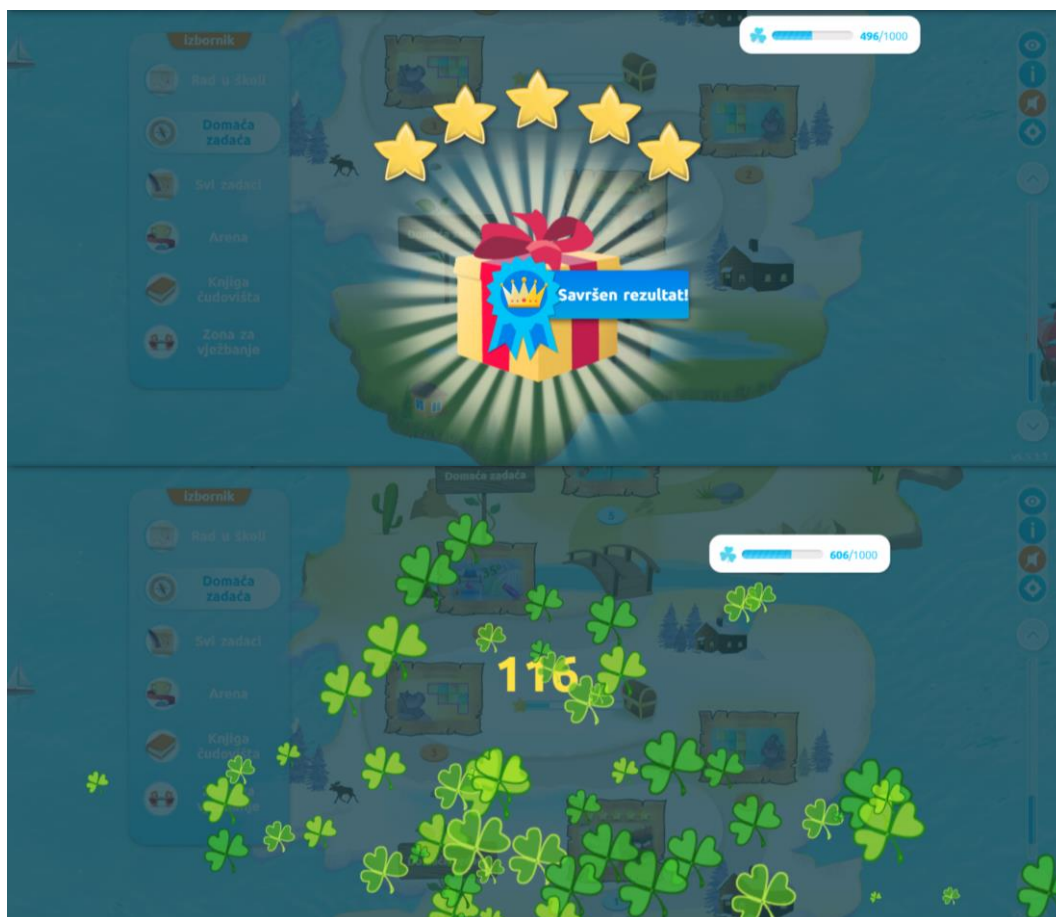
Slika 4. Epizoda *Pronađi blago* (<https://www.matific.com>)

Na primjeru iste epizode prisutna su dva tipa povratne informacije koji su prikazani na slici 5, a to su opisna povratna informacija na razini skupa aktivnosti (slika lijevo) i povratna informacija na razini svih aktivnosti (slika desno). Povratne informacije na razini skupa aktivnosti pojavljuju se u nekim aktivnostima te se u tablici 5 njihova prisutnost pod k5 označava kodom 1. Povratne informacije na razini svih aktivnosti odnose se na „vatromet zvjezdica“ za točan odgovor te se takva vrsta povratne informacije nije bilježila. Nadalje, na slici 5 (desno) vidljivo je da je brojkom 1 označena dužina, a u epizodi se koristi pojam ravnina (slika 5, lijevo) pa je to zapažanje zabilježeno u stupac *Napomene*.



Slika 5. Povratne informacije u epizodi *Pronađi blago* (<https://www.matific.com>)

Na slici 6 prikazano je sučelje aplikacije nakon odigrane epizode *Pronađi blago*, a na kojoj su vidljivi sljedeći elementi igrifikacije: značka, nagrade, traka napretka i bodovi, stoga su u tablici 5 kodom 1 označeni k1, k2, k6 i k7. U navedenom primjeru epizode nisu prisutna dva elementa igrifikacije – ljestvica poretka i razine, stoga su u tablici 5 kodom 0 označeni k3 i k4.



Slika 6. Sučelje aplikacije Matific nakon odigrane epizode *Pronađi blago*
(<https://www.matific.com>)

Epizoda *Pronađi blago* namijenjena je učenicima trećeg razreda i njome se prema Kurikulumu (MZO, 2019) ostvaruju ishodi MAT OŠ C.3.1. i MAT OŠ C.3.2. koji su u tablici 5 upisani u stupac *Ishod*.

5.2.4. Analiza podataka

Nakon postupka kodiranja, pristupilo se analizi podataka. Radi se o deskriptivnoj analizi: u svakom je razredu izračunat udio svakog pojedinog elementa igrifikacije te je dobiveni rezultat izražen postotkom (%). Prema podacima iz stupca *Ishod* izračunato je u kolikom se postotku analiziranih epizoda u svakom razredu ostvaruje svaki pojedini odgojno-obrazovni ishod. Podatci iz stupca *Napomene* analizirani su kvalitativnom tekstualnom analizom i klasificirani prema svojem sadržaju u različite kategorije. Rezultati će biti prikazani u poglavlju 5.3.

5.3. Rezultati

U nastavku će biti prikazani rezultati analize epizoda od prvog do četvrtog razreda prema istraživačkim pitanjima. Najprije su predstavljeni rezultati analize udjela elemenata igrifikacije za svaki razred zasebno, zatim rezultati o ishodima iz Kurikuluma (MZO, 2019) te zapažanja vezana uz matematički jezik prikazan unutar analiziranih epizoda.

5.3.1. Udjeli elemenata igrifikacije

U ovom poglavlju prikazani su rezultati analize udjela elemenata igrifikacije u analiziranim epizodama u prvom, drugom, trećem i četvrtom razredu osnovne škole. U tablici 6 prikazani su rezultati analize epizoda za prvi razred, kojom je obuhvaćeno ukupno deset epizoda iz teme Geometrija za prvi razred.

Tablica 6.

Rezultati analize epizoda za prvi razred

Naziv aktivnosti	Elementi igrifikacije								Ishod	Napomene
	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8		
Generalna proba	1	1	0	0	0	1	1	1	orijentiranje u prostoru	
Slaganje igračaka	1	1	0	0	1	1	1	0	orijentiranje u prostoru	
Slaganje igračaka dio 2	1	1	0	0	1	1	1	0	orijentiranje u prostoru	
Slaganje igračaka dio 3	1	1	0	0	1	1	1	0	orijentiranje u prostoru	
Otok s blagom	1	1	0	0	1	1	1	1	orijentiranje u prostoru	
Bojanje oblika	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	Za pravokutnik se koristi pojam četverokut. Zadatak pronalaska ovala. U <i>Matificu</i> se navodi da se aktivnošću ostvaruje ishod C.4.4., međutim učenik ne crta i ne konstruira geometrijske likove, već se u aktivnosti prepoznaju geometrijski likovi i slažu tako da tvore zadani oblik.
Oblici za slaganje	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	
Oblici za slaganje dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	
Oblici u prostoru	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	
Znaš ti to	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	

Tablica 7.

Relativne frekvencije elemenata igrifikacije u epizodama za prvi razred

Element igrifikacije	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8
Udio (%)	100	100	0	0	50	100	100	20

U tablici 7 prikazane su relativne frekvencije svakog pojedinog elementa igrifikacije u epizodama za prvi razred iz koje je vidljivo da su najzastupljeniji sljedeći elementi: bodovi, značke, nagrade i traka napretka koji su prisutni sa 100% udjela u epizodama prvog razreda u *Matificu*, a elementi ljestvice poretka i razine nisu zastupljeni ni u jednoj epizodi.

Analizom epizoda za drugi razred obuhvaćeno je ukupno 15 epizoda, od čega je 13 epizoda uzeto iz teme Geometrija, a dvije su epizode uzete iz teme Dodatno znanje (geometrijski zadatci). U tablici 8 prikazani su rezultati analize epizoda za drugi razred.

Tablica 8.

Rezultati analize epizoda za drugi razred

Naziv aktivnosti	Elementi igrifikacije								Ishod	Napomene
	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8		
Otok s blagom	1	1	0	0	0	1	1	1	orijentiranje u prostoru	
Bojanje oblika	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	Za pravokutnik se koristi pojam četverokut. Zadatak pronalaska ovala.
Oblici za slaganje	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	
Oblici za slaganje dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	
Poli-golf	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	Ako je zadatak kliknuti na paralelogram, deltoid, romb ili trapez, tada zadatak glasi: <i>Klikni na mnogokut koji ima točno 4 stranica/e.</i> ili <i>Klikni na mnogokut koji ima točno 4 vrhova/vrha.</i> ili <i>Klikni na mnogokut koji ima točno 4 kutova/kuta.</i> Ako je zadatak kliknuti na kvadrat ili pravokutnik, tada piše kvadrat, odnosno pravokutnik. Znanju li učenici za pojam mnogokuta?

Poli-golf dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	Učenici trebaju kliknuti na mnogokut sa zadanim brojem stranica, kutova i vrhova. Definicija pravokutnika koja se nudi učenicima u 2. r. <i>Pravokutnik je četverokut s četiri prava kuta.</i>
Pazi da te ne bocnu	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	Zadatak je odabrati jedan geometrijski lik, izbrojati njegove stranice te odgovarati na postavljena pitanja. Ovisno o odabranom geometrijskom liku, rješenje može biti trokut, kvadrat, pravokutnik, romb, paralelogram, trapez, peterokut, ili šesterokut. U razrednoj nastavi uče se kvadrat, pravokutnik, trokut i krug.
Pogodi što je!	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	Zadatak sastavljanja romba i trapeza - sadržaj za 6. razred.
Izreži, zalijepi i oblikuj	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Tvornica igračaka	1	1	0	0	0	1	1	1	MAT OŠ C.2.2.	
Znaš ti to	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	Nepravilna deklinacija imenice kocka: <i>Koliko kocke?</i>
Ključni oblik	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Ključni oblik dio 2	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	<i>Geometrijsko tijelo u kojem je nagrada ima više vrhova nego faces.</i> - Nepotpuno prevedena rečenica.
Ukošeni kvadrati dio 8	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.2.	
Oblici za slaganje dio 3	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2.	

Tablica 9.

Relativne frekvencije elemenata igrifikacije u epizodama za drugi razred

Element igrifikacije	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8
Udio (%)	100	100	0	0	33	100	100	33

Tablica 9 prikazuje relativne frekvencije elemenata igrifikacije u epizodama za drugi razred. Prema podacima iz tablice 9 vidljivo je da su u svim analiziranim epizodama zastupljeni sljedeći elementi igrifikacije: bodovi, značke, nagrade i traka napretka (s udjelom od 100 %) te da se u analiziranim epizodama ne pojavljuju elementi ljestvica poretka i razine, dok se elementi povratna informacija i priča pojavljuju u jednakom udjelu, u 33% analiziranih epizoda.

Tablica 10 prikazuje rezultate analize epizoda za treći razred kojom su obuhvaćene 24 epizode, odnosno 20 epizoda iz teme Geometrija i četiri iz teme Dodatno znanje (geometrijski zadatci).

Tablica 10.

Rezultati analize epizoda za treći razred

Naziv aktivnosti	Elementi igrifikacije								Ishod	Napomene
	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8		
Pronađi blago	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.3.1. MAT OŠ C.3.2.	Pravci, polupravci i dužine označeni su brojkama, a ne slovima. Za pojam dužina koristi se pojam ravnina.
Oblici za slaganje	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	
Oblici za slaganje dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	
Kvadratna zanimacija	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ D.3.3.	Zadatak je pomoću jediničnih kvadrata izraditi lik sa zadanim opsegom. <i>Matific</i> navodi D.3.1. kao ishod aktivnosti, no prikladniji je MAT OŠ D.3.3.
Kvadratna zanimacija dio 2	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ D.4.2.	
Kvadratna zanimacija dio 3	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ D.3.3. MAT OŠ D.4.2.	
Kvadratna zanimacija dio 4	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ D.3.3. MAT OŠ D.4.2.	
Izreži, zalijepi i oblikuj	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	Zadatak sastavljanja romba, paralelograma i trapeza - sadržaj za 6. razred.
Izreži, zalijepi i oblikuj dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	

Poli-golf	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Poli-golf dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Pazi da te ne bocnu	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Pogodi što je!	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Izreži, zalijepi i oblikuj dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Izreži, zalijepi i oblikuj dio 3	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	Jedan od zadataka u epizodi glasi: <i>Sastavi mnogokut s 4 vrhova</i> . Nepravilna deklinacija imenice vrh.
Izreži, zalijepi i oblikuj dio 4	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Tvornica igračaka	1	1	0	0	0	1	1	1	MAT OŠ C.2.2.	
Znaš ti to	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ C.1.1. MAT OŠ C.2.2.	Nepravilna deklinacija imenice kocka: <i>Koliko kocke?</i>
Ključni oblik	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Ključni oblik dio 2	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Čokoladni zadatak	1	1	0	0	1	1	1	1		Zadatak iz domene Podatci, statistika i vjerojatnost.
Ukošeni kvadrati dio 8	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.2.	
Oblici za slaganje dio 3	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2.	
Nacrtaj liniju	1	1	0	1	1	1	1	0	MAT OŠ C.3.1. MAT OŠ C.2.1.	Naziv epizode <i>Nacrtaj liniju</i> odnosi se na crtanje dužine. Netočno korištenje matematičkog pojma.

Tablica 11.

Relativne frekvencije elemenata igrifikacije u epizodama za treći razred

Element igrifikacije	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8
Udio (%)	100	100	0	4	46	100	100	25

U tablici 11 prikazane su relativne frekvencije svakog elementa igrifikacije u analiziranim epizodama za treći razred. Iz tablice 11 vidljivo je da se elementi bodovi, značke, nagrade i traka napretka javljaju u 100%-tnom udjelu analiziranih epizoda te da je element ljestvice poretka najmanje zastupljen, odnosno ne postoji. Element razine zastupljen je u 4% analiziranih epizoda, odnosno zastupljen je samo u jednoj epizodi od ukupno 24.

U tablici 12 prikazani su rezultati analize epizoda za četvrti razred. Analizom je obuhvaćeno 35 epizoda za četvrti razred, od kojih je 31 epizoda iz teme Geometrija, a četiri su epizode iz teme Dodatno znanje (geometrijski zadatci).

Tablica 12.

Rezultati analize epizoda za četvrti razred

Naziv aktivnosti	Elementi igrifikacije								Ishod	Napomene
	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8		
Otok s blagom	1	1	0	0	0	1	1	1	orijentiranje u prostoru	
Otok s blagom dio 2	1	1	0	0	0	1	1	1	orijentiranje u prostoru	
Pronađi blago	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.3.1. MAT OŠ C.3.2.	Pravci, polupravci i dužine označeni su brojkama, a ne slovima. Za pojam dužina koristi se pojam ravnina.
Kvadratna zanimacija	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ D.3.3.	
Kvadratna zanimacija dio 2	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ D.4.2.	
Kvadratna zanimacija dio 3	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ D.3.3. MAT OŠ D.4.2.	
Kvadratna zanimacija dio 4	1	1	0	0	1	1	1	0	MAT OŠ D.3.3. MAT OŠ D.4.2.	
Izreži, zalijepi i oblikuj	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	Zadatak sastavljanja romba, paralelograma i trapeza - sadržaj za 6. razred.
Izreži, zalijepi i oblikuj dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
K'o iz topa	1	1	0	0	0	1	1	0		Uporaba kutomjera - sadržaj za 5. i 6. razred.

K'o iz topa dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0		Uporaba kutomjera - sadržaj za 5. i 6. razred.
Ekspedicija potocima	1	1	0	0	0	1	1	1		Uporaba kutomjera - sadržaj za 5. i 6. razred.
Koliki je tvoj kut?	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.4.1.	
Poli-golf	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Poli-golf dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Pazi da te ne bocnu	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Pogodi što je!	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Izreži, zalijepi i oblikuj dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Izreži, zalijepi i oblikuj dio 3	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	
Pazi da te ne bocnu dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.4.2.	
Poli-golf dio 3	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.4.2.	
Pogodi što je! dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.4.2. MAT OŠ C.4.5.	
Poli-golf dio 4	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.4.5.	
Pazi da te ne bocnu dio 3	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.4.5.	Prepoznavanje četverokuta, uključujući trapez, paralelogram i romb - sadržaj za 6. razred.
Pogodi što je! dio 3	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.4.5.	Zadatak je odabrati jedan geometrijski lik, izbrojati njegove stranice te odgovoriti na postavljena pitanja. Ovisno o odabranom geometrijskom liku, rješenje može biti trokut, kvadrat, pravokutnik, romb, paralelogram, trapez, peterokut, šesterokut ili nekonveksni četverokut. U razrednoj nastavi uče se kvadrat, pravokutnik, trokut i krug. To je sadržaj za 6. razred.
Izreži, zalijepi i oblikuj	1	1	0	0	0	1	1	0	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.	

Tvornica igračaka	1	1	0	0	0	1	1	1	MAT OŠ C.2.2.
Ključni oblik	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.
Ključni oblik dio 2	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ C.2.2. MAT OŠ C.4.5.
Pravci simetrije	1	1	0	0	0	1	1	0	Zadatak crtanja simetrije - sadržaj za 5. razred.
Pravci simetrije dio 2	1	1	0	0	0	1	1	0	Zadatak crtanja simetrije na - sadržaj za 5. razred.
Čokoladni zadatak	1	1	0	0	1	1	1	1	Zadatak iz domene Podatci, statistika i vjerojatnost.
Zrake svjetla	1	1	0	1	1	1	1	0	Zadatak postavljanja zrcala pod određenim kutom, refleksija zrake svjetla. Korelacija s fizikom.
Nacrtaj liniju	1	1	0	1	1	1	1	0	MAT OŠ C.3.1. MAT OŠ C.2.1. Naziv epizode <i>Nacrtaj liniju</i> odnosi se na crtanje dužine. Netočno korištenje matematičkog pojma.
Prekrivajući kvadrati	1	1	0	0	1	1	1	1	MAT OŠ D.4.2. Dio zadatka glasi: <i>Na slici postoje dva kvadrata. Svaka strana velikog kvadrata duga je 10 jedinica, a svaka strana malog kvadrata duga je 6 jedinica. Kvadrati imaju stranice, a ne strane.</i>

Tablica 13.

Relativne frekvencije elemenata igrifikacije u epizodama za četvrti razred

Element igrifikacije	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8
Udio (%)	100	100	0	6	31	100	100	26

U tablici 13 prikazane su relativne frekvencije elemenata igrifikacije u analiziranim epizodama, a iz koje je vidljivo da su najzastupljeniji elementi igrifikacije bodovi, značke, nagrade i trake napretka koji se pojavljuju u svim analiziranim epizodama. Najmanje zastupljen element jest ljestvica poretka kojeg nema ni u jednoj analiziranoj epizodi. Među najmanje zastupljenim elementima je i element razine koji je zastupljen u 6% analiziranih epizoda u četvrtom razredu.

Na temelju dobivenih rezultata analize epizoda za prvi, drugi, treći i četvrti razred u svim su razredima sa 100% udjela najzastupljeniji elementi igrifikacije bodovi, značke, nagrade i traka napretka, dok se ni u jednom razredu ne pojavljuje element ljestvice poretka. Također, u relativno malom udjelu pojavljuje se i element razine, u svega 3 od ukupno 84 analizirane epizode. Elementi povratna informacija i priča u prosjeku se pojavljuju u 38%, odnosno 26% analiziranih epizoda. Iz navedenog proizlazi da među promatranim elementima igrifikacije u analiziranim epizodama dominiraju bodovi, značke, nagrade i traka napretka.

5.3.2. Ishodi u epizodama

Jednom epizodom može se ostvariti više odgojno-obrazovnih ishoda, što je vidljivo i prema podacima prikazanim u tablicama 6, 8, 10 i 12.

Prema podacima prikazanim u tablici 6 u prvom razredu 50% epizoda odnosi se na ishod MAT OŠ C.1.1. Izdvaja i imenuje geometrijska tijela i likove i povezuje ih s oblicima objekata u okruženju te MAT OŠ C.2.2. Povezuje poznate geometrijske objekte, a 50% epizoda odnosi se na orijentiranje u prostoru. Kod *orijentiranje u prostoru* ne postoji kao odgojno-obrazovni ishod u Kurikulumu (MZO, 2019). S obzirom na to da se u analiziranim epizodama ostvaruje jedan od tri ishoda iz domene Oblik i prostor za prvi razred, može se zaključiti da u prvom razredu *Matific* ne slijedi u potpunosti *Kurikulum nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije* (MZO, 2019), no u *Matificu* je zastupljena jedna važna fundamentalna ideja (orijentiranje u prostoru) koje nema u Kurikulumu.

Prema podacima prikazanim u tablici 8 u analiziranim epizodama za učenike drugog razreda ostvaruje samo jedan odgojno-obrazovni ishod za taj razred, a to je ishod MAT OŠ C.2.2. Povezuje poznate geometrijske objekte. Navedeni se ishod ostvaruje u 93% analiziranih epizoda u drugom razredu, a ishod MAT OŠ C.2.1. Opisuje i crta dužine ne ostvaruje se ni jednom epizodom. U Kurikulumu (MZO, 2019) postoje samo dva ishoda u domeni Oblik i prostor u drugom razredu, što je vrlo malo u odnosu na druge domene. S druge strane, u *Matificu* postoji 14 epizoda u drugom razredu koje se odnose na ishod iz domene Oblik i prostor za taj razred, a taj broj se povećava ako se pogledaju i podaci u tablicama 6, 10 i 12. Iz tablice 8 također je vidljivo da se u analiziranim epizodama za drugi razred ostvaruju ishodi MAT OŠ C.1.1. Izdvaja i imenuje geometrijska tijela i likove i povezuje ih s oblicima objekata u okruženju (27% epizoda), zatim MAT OŠ C.4.5. Povezuje sve poznate geometrijske oblike (47%

epizoda), MAT OŠ C.4.2. Razlikuje i opisuje trokute prema duljinama stranica te pravokutni trokut (7% epizoda) te orijentiranje u prostoru (7% epizoda).

Prema podacima prikazanim u tablici 10 analiziranim se epizodama mogu ostvariti sljedeći ishodi za treći razred: MAT OŠ C.3.1. Opisuje i crta točku, dužinu, polupravac i pravac te njihove odnose, MAT OŠ C.3.2. Prepoznaje i crta pravce u različitim međusobnim odnosima te MAT OŠ D.3.3. Određuje opseg likova. U 8% epizoda ostvaruje se ishod MAT OŠ C.3.1., u 4% epizoda MAT OŠ C.3.2. i u njih 13% ostvaruje se ishod MAT OŠ D.3.3. Nadalje, u epizodama namijenjenima učenicima trećeg razreda ostvaruje puno ishoda za druge razrede, čak pet ishoda, i to u većem postotku u odnosu na ishode za treći razred. U najviše epizoda, njih 71%, ostvaruje se ishod MAT OŠ C.2.2. iz drugog razreda Povezuje poznate geometrijske objekte, a u 46% epizoda ostvaruje se ishod četvrtog razreda MAT OŠ C.4.5. Povezuje sve poznate geometrijske oblike. U manjem postotku, u 13% epizoda, ostvaruju se ishodi MAT OŠ C.1.1. Izdvaja i imenuje geometrijska tijela i likove i povezuje ih s oblicima objekata u okruženju i MAT OŠ D.4.2. Uspoređuje površine likova te ih mjeri jediničnim kvadratima, dok se u 4% analiziranih epizoda ostvaruje ishod MAT OŠ C.2.1. Opisuje i crta dužine. U epizodama namijenjenima učenicima trećeg razreda ostvaruju se gotovo svi odgojno-obrazovni ishodi iz domene Oblik i prostor za treći razred, ali u malom postotku. Jedini ishod koji se ne ostvaruje iz navedene domene je ishod MAT OŠ C.3.3. Služi se šestarom u crtanju i konstruiranju.

Prema podacima prikazanim u tablici 12 u četvrtom se razredu u najviše analiziranih epizoda, njih 43%, ostvaruje ishod MAT OŠ C.4.5. Povezuje sve poznate geometrijske oblike, dok se drugi ishodi za četvrti razred ostvaruju u puno manjem postotku. Na primjer, ishod MAT OŠ D.4.2. Uspoređuje površine likova te ih mjeri jediničnim kvadratima ostvaruje se u 11% epizoda, MAT OŠ C.4.2. Razlikuje i opisuje trokute prema duljinama stranica te pravokutni trokut u 9%, a MAT OŠ C.4.1. Određuje i crta kut ostvaruje se u svega 3% analiziranih epizoda. Na orijentiranje u prostoru odnosi se 6% epizoda. U četvrtom razredu ne postoji ni jedna epizoda kojom bi se barem djelomično ostvario ishod MAT OŠ C.4.3. Opisuje i konstruira krug i njegove elemente, a ne ostvaruje se ni ishod MAT OŠ C.4.4. Crta i konstruira geometrijske likove. Međutim, ostvaruju se neki ishodi za drugi i treći razred. Na primjer, ishod za drugi razred MAT OŠ C.2.2. Povezuje poznate geometrijske objekte ostvaruje se u 34% epizoda, što je drugi najzastupljeniji ishod u analiziranim epizodama za četvrti razred. Ostali ishodi koji se ostvaruju epizodama za četvrti razred su MAT OŠ D.3.3. Određuje opseg likova, koji se ostvaruje u 9% epizoda, zatim MAT OŠ C.3.1. Opisuje i crta točku, dužinu, polupravac i pravac

te njihove odnose u 6%, a MAT OŠ C.3.2. Prepoznaje i crta pravce u različitim međusobnim odnosima i MAT OŠ C.2.1. Opisuje i crta dužine ostvaruju se u 3% analiziranih epizoda.

U četvrtom je razredu u domeni kurikuluma (MZO, 2019) Oblik i prostor najviše ishoda, njih 5, u usporedbi s brojem ishoda iz te domene u prvom, drugom i trećem razredu, dok su u drugom razredu samo dva ishoda iz te domene. Među najzastupljenijim ishodima ističu se ishodi MAT OŠ C.2.2. Povezuje poznate geometrijske objekte i MAT OŠ C.4.5. Povezuje sve poznate geometrijske oblike koji se ostvaruju u 57%, odnosno u 39% epizoda za sva četiri razreda. Važno je objasniti zašto je nekoj epizodi bio dodijeljen ishod MAT OŠ C.2.2. Povezuje poznate geometrijske objekte, a kada MAT OŠ C.4.5. Povezuje sve poznate geometrijske oblike, jer iako su nazivom slični, razrada odgojno-obrazovnih ishoda se razlikuje. Ako je sadržaj epizode obuhvaćao prepoznavanje i označavanje geometrijskih likova s obzirom na broj kutova, na primjer, označavanje mnogokuta koji ima četiri kuta, neovisno o tome je li prikazan kvadrat, pravokutnik, romb, paralelogram, trapez ili deltoid, tada je epizodi dodijeljen ishod MAT OŠ C.4.5. jer se kut uči u četvrtom razredu. No, ako je sadržaj epizode odgovarao očekivanom znanju učenika u drugom razredu, tada je uz ishod MAT OŠ C.4.5. dodijeljen i ishod MAT OŠ C.2.2.

Nadalje, u *Matificu* nisu pronađene epizode kojima se ostvaruju ishodi MAT OŠ C.1.2. Crta i razlikuje ravne i zakrivljene crte, MAT OŠ C.1.3. Prepoznaje i ističe točke, MAT OŠ C.3.3. Služi se šestarom u crtanju i konstruiranju, MAT OŠ C.4.3. Opisuje i konstruira krug i njegove elemente te MAT OŠ C.4.4. Crta i konstruira geometrijske likove.

Od ukupno 15 odgojno-obrazovnih ishoda obuhvaćenih analizom, njih 13 iz domene Oblik i prostor te dva iz domene Mjerenje, u *Matificu* se ostvaruje deset ishoda iz Kurikuluma (MZO, 2019). Osim toga, sadržaj pojedinih epizoda odnosi se na orijentiranje u prostoru za koje nedostaje ishod u Kurikulumu (MZO, 2019). Osim odgojno-obrazovnih ishoda iz prvog, drugog, trećeg i četvrtog razreda, analiziranim se epizodama mogu ostvariti i ishodi za peti i šesti razred, što je vidljivo u tablici 8, tablici 10 i tablici 12 u stupcu *Napomene*.

5.3.3. Napomene vezane uz matematički jezik

U tablicama 6, 8, 10 i 12 u stupcu *Napomene* upisana su i zapažanja vezana uz matematički jezik prikazan u analiziranim epizodama. Analizom dobivenih napomena može se zaključiti da se napomene mogu podijeliti u nekoliko kategorija: *standardni matematički*

simboli, zapisi i terminologija, zatim jezični prijevod i gramatika te pojmovi i definicije u razrednoj nastavi.

U kategoriji *standardni matematički simboli, zapisi i terminologija* obuhvaćene su one napomene koje se odnose na nepravilno korištenje pojmova ili imenovanje geometrijskih objekata. Na primjer, u nekim se epizodama umjesto pojma dužina koristi naziv linija, u drugim se za pojam dužine koristi pojam ravnina, za stranice geometrijskih likova u pojedinim epizodama koristi naziv strane, nepravilno se označavaju pravci, polupravci i dužine (brojkama, a ne slovima) te se umjesto pojma pravokutnik koristi se pojam četverokut. Važno je napomenuti da korištenje pojma četverokut umjesto pojma pravokutnik nije pogrešno, ali treba imati na umu da učenici već u prvom razredu znaju prepoznati i imenovati pravokutnik, stoga nema potrebe da se pojam pravokutnik ne koristi u epizodama.

Sljedeća kategorija, *jezični prijevod i gramatika*, obuhvaća one napomene koje se odnose na primjere nepotpunog prijevoda uputa s engleskog na hrvatski jezik ili nepravilnu deklinaciju imenica. U analiziranim epizodama pronađeni su sljedeći primjeri nepotpunog prijevoda ili nepravilne deklinacije: *Koliko kocke?*, *Sastavi mnogokut s 4 vrhova.*, *Geometrijsko tijelo u kojem je nagrada ima više vrhova nego faces.*

U posljednjoj kategoriji, *pojmovi i definicije u razrednoj nastavi*, obuhvaćene su napomene koje se odnose na korištenje pojmova ili definicija matematičkih pojmova koji su neprimjereni za učenike u razrednoj nastavi ili pojedini razred. U ovu kategoriju spada napomena o definiciji pravokutnika koja se koristi u epizodi za drugi razred, a koja glasi *Pravokutnik je četverokut s četiri prava kuta* jer učenici te dobi prepoznaju pravokutnik među drugim geometrijskim likovima i imenuju ga te prepoznaju pravokutnik kao stranu kvadra, a ne razumiju pojam pravoga kuta koji se spominje u definiciji. U razrednoj se nastavi češće koriste opisi geometrijskih likova, pogotovo u početnim razredima, a ne definicije pojmova. Osim toga, u brojnim se epizodama koristi pojam mnogokut koji, također, nije poznat ni razumljiv učenicima razredne nastave.

Analizom dobivenih napomena može se zaključiti da postoje pogreške u prikazanom matematičkom jeziku u analiziranim epizodama, međutim ne pojavljuju se u velikom broju epizoda, što znači da je *Matific* relativno dobro preveden na hrvatski jezik. Gramatičke pogreške ne utječu na razumijevanje sadržaja, no valja biti svjestan nepravilne uporabe standardnih matematičkih simbola, zapisa i terminologije, kao i uzrastu neprimjerenih pojmova i definicija.

5.4. Diskusija i zaključak istraživanja

Cilj istraživanja prikazanog u ovom radu bio je istražiti elemente igrifikacije te ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda unutar igrificirane aplikacije *Matific*. Prvim istraživačkim pitanjem nastojalo se istražiti u kojem su udjelu u analiziranim epizodama namijenjenima učenicima od prvog do četvrtog razreda osnovne škole zastupljeni sljedeći elementi igrifikacije: bodovi, značke, ljestvice poretka, razine, povratna informacija, nagrade, traka napretka i priča. Rezultati pokazuju da su bodovi, značke, nagrade i trake napretka zastupljene u svim analiziranim epizodama u sva četiri razreda te da ni u jednom razredu nije zastupljen element ljestvice poretka. Prema Zichermann i Cunningham (2011) bodovi su nužan element svakog igrificiranog sustava, što se potvrdilo i ovom analizom. U svim se analiziranim epizodama igrificirane aplikacije *Matific* pojavljuju bodovi i čine osnovu igrificirane aplikacije. Nadalje, prema Albertazzi Gonçalves i sur. (2018) bodovi su element koji omogućuje uvođenje i drugih elemenata igrifikacije kao što su ljestvica poretka, razine, značke i trake napretka, što je također potvrđeno ovom analizom jer se uz bodove u svim analiziranim epizodama pojavljuju trake napretka i značke, dok su razine također prisutan element, ali se rijetko pojavljuju. Što se tiče ljestvice poretka, Hamari i sur. (2014) navode da su, uz bodove, ljestvice poretka najčešći element u igrificiranim sustavima, međutim nisu pronađene u analiziranim epizodama u *Matificu*. Nagrade su, uz bodove, traku napretka i značke, najzastupljeniji element u svim analiziranim epizodama, a razlikuju se manje, česte nagrade koje se dodjeljuju za svaku riješenu epizodu, te one rjeđe, veće, koje se dobivaju nakon određenog broja prikupljenih bodova ili manjih nagrada. Nah i sur. (2014) ističu da je u motiviranju i poticanju angažmana učenika učinkovitija primjena manjih i češćih nagrada te da je važno da su nagrade podjednako raspoređene tijekom procesa učenja, o čemu se vodilo računa u *Matificu*.

Drugim istraživačkim pitanjem nastojalo se istražiti koji se odgojno-obrazovni ishodi iz domena Oblik i prostor i Mjerenje propisani Kurikulumom (MZO, 2019) mogu ostvariti analiziranim epizodama. Iako su epizode grupirane prema razredima, jednom epizodom mogu se ostvariti ishodi namijenjeni i za neki drugi razred te se može ostvariti više ishoda istovremeno. U prvom razredu iz domene Oblik i prostor ostvaruje se samo jedan ishoda od tri, MAT OŠ C.1.1. Izdvaja i imenuje geometrijska tijela i likove i povezuje ih s oblicima objekata u okružju, dok se preostali ishodi MAT OŠ C.1.2. Crta i razlikuje ravne i zakrivljene crte i MAT OŠ C.1.3. Prepoznaje i ističe točke ne ostvaruju ni jednom epizodom, a moguće ih je realizirati uporabom digitalnih tehnologija, bilo u *Matificu* ili kojoj drugoj aplikaciji. Nadalje, u *Matificu* se ne ostvaruju ni ishodi koji se odnose na crtanje i konstruiranje geometrijskih likova. Na

primjer, ishodi MAT OŠ C.3.3. Služi se šestarom u crtanju i konstruiranju, MAT OŠ C.4.3. Opisuje i konstruira krug i njegove elemente te MAT OŠ C.4.4. Crta i konstruira geometrijske likove ne mogu se u potpunosti ostvariti uporabom digitalne tehnologije jer podrazumijevaju baratanje geometrijskim priborom i šestarom te razvijanje motoričkih vještina uporabe geometrijskog pribora. Ostali ishodi iz domene Oblik i prostor u prva četiri razreda osnovne škole se ostvaruju analiziranim epizodama, uz još dva ishoda iz domene Mjerenje za treći i četvrti razred. Ishod koji se najčešće ostvaruje u analiziranim epizodama jest ishod MAT OŠ C.2.2. Povezuje poznate geometrijske objekte, a ishoda u domeni Oblik i prostor za drugi razred je najmanje u odnosu na broj ishoda u toj domeni za druge razrede, ali i u odnosu na broj ishoda u domenama za taj razred.

Osim ishoda propisanih Kurikulumom (MZO, 2019), ishod pojedinih analiziranih epizoda odnosi se na orijentiranje u prostoru, odnosno na jednu od sedam Wittmannovih fundamentalnih ideja za geometriju (Wittmann, 1999; prema Kuzle i Glasnović Gracin, 2020). Oko fundamentalnih ideja se strukturira kurikulum geometrije, odnosno one predstavljaju osi oko kojih se grade kompetencije (Kuzle i Glasnović Gracin, 2020). Orijentiranje u prostoru dio je fundamentalne ideje *Koordinate* koja podrazumijeva prikazivanje koordinatnih sustava na pravcu, u ravnini, na plohama i u prostoru te opisivanje položaja geometrijskih oblika pomoću navedenih koordinatnih sustava (Wittmann, 1999; prema Kuzle i Glasnović Gracin, 2020). Navedena je fundamentalna ideja zastupljena u 10% svih analiziranih epizoda u *Matificu* te se nalazi na četvrtom mjestu prema zastupljenosti, no u Kurikulumu (MZO, 2019) se ne nalazi ni jedan ishod kojim bi bila obuhvaćena ta fundamentalna ideja. Na fundamentalnim idejama bi se trebali temeljiti suvremeni kurikulumi za geometriju (Kuzle i Glasnović Gracin, 2020), međutim, iz navedenog je vidljivo da se Kurikulum (MZO, 2019) ne temelji u potpunosti na tim idejama. Osim toga, ishodi iz Kurikuluma (MZO, 2019) koji se ne ostvaruju u *Matificu*, a to su oni koji podrazumijevaju crtanje i konstrukciju geometrijskih objekata (točke, crte, geometrijski likovi), odnose se na fundamentalnu ideju *Geometrijski oblici i njihove konstrukcije* (Wittmann, 1999; prema Kuzle i Glasnović Gracin, 2020), što znači da se ni kurikulum *Matifica* ne temelji u potpunosti na Wittmannovim fundamentalnim idejama.

Imajući na umu da je igrificirana aplikacija *Matific* prevedena s engleskog jezika na hrvatski jezik, trećim se istraživačkim pitanjem željelo istražiti postoje li pogreške u matematičkom jeziku prikazanom u analiziranim epizodama. Analizom epizoda uočene su pogreške koje se odnose na prikazani matematički jezik, a koje su zatim, prema svome sadržaju, klasificirane u tri kategorije: *standardni matematički simboli, zapisi i terminologija*, zatim

jezični prijevod i gramatika te pojmovi i definicije u razrednoj nastavi. Ni u jednoj kategoriji nije pronađeno puno pogrešaka, na primjer, uočene su po tri pogreške u kategorijama *jezični prijevod i gramatika te pojmovi i definicije u razrednoj nastavi* i pet pogrešaka u kategoriji *standardni matematički simboli, zapisi i terminologija*. Pogreške u kategoriji *jezični prijevod i gramatika* odnose se na nepotpun prijevod rečenice ili nepravilnu deklinaciju imenice kocka i vrh, no takve pogreške ne utječu na razumijevanje sadržaja epizode i može se zaključiti da je sadržaj u *Matificu*, s toga stajališta, dobro preveden. S metodičkog stajališta, važno je obratiti pažnju na pogreške iz druge dvije kategorije. U pojedinim epizodama uočena je primjena definicija matematičkih pojmova koji se ne koriste u razrednoj nastavi, primjerice u epizodi za drugi razred učenicima je dana definicija pravokutnika, međutim učenici te dobi ne uče definicije geometrijskih likova ili tijela, a ako je nužno, koriste se opisi geometrijskih objekata jer su primjereniji kognitivnim mogućnostima učenika te dobi. Već u prvom razredu u Kurikulumu (MZO, 2019) je propisano da učenik izdvaja i imenuje geometrijska tijela i likove (ishod MAT OŠ C.1.1.), ali ne i da ih definira. Također, u istoj je kategoriji, *pojmovi i definicije u razrednoj nastavi*, uočeno korištenje pojma četverokut umjesto pojma pravokutnik u pojedinim epizodama u prvom razredu, što i nije pogrešno, no prema Kurikulumu (MZO, 2019) prepoznavanje i imenovanje geometrijskih likova, uključujući i pravokutnik, odnosi se na ranije spomenut ishod. Isti ishod obuhvaća prepoznavanje i imenovanje kruga i kugle, a navedeno se geometrijsko tijelo i geometrijski lik ne nalaze ni u jednoj analiziranoj epizodi. Osim toga, u kategoriji *standardni matematički simboli, zapisi i terminologija* uočeno je nepravilno korištenje nekoliko matematičkih pojmova i nepravilno označavanje geometrijskih objekata. Prema Kurikulumu (MZO, 2019) jedan od odgojno-obrazovnih ciljeva učenja i poučavanja matematike obuhvaća i primjenu matematičkog jezika u usmenom i pisanom izražavanju, stoga je potrebno da se u sadržajima koji se nude učenicima pravilno upotrebljava matematički jezik, da se učenike upozori na pogreške koje postoje u epizodama te da ih se potiče na uočavanje takvih pogrešaka.

Ograničenja ovog istraživanja odnose se na relativno mali broj epizoda u svakom pojedinom razredu (svega deset epizoda za prvi razred) da bi se donijeli općenitiji zaključci. Osim toga, među svim dostupnim temama odabrana je tema Geometrije i tema Dodatno znanje (geometrijski zadatci), a između dostupnih radnih listova i epizoda odabrane su samo epizode, što su, također, moguća ograničenja ovog istraživanja. Također, istraživani su udjeli onih elemenata igifikacije koji se najčešće pojavljuju u literaturi, a to su bodovi, značke, ljestvice poretka, razine, povratna informacija, nagrade, traka napretka i priča.

Provedeno istraživanje otvara mogućnosti i za neka buduća istraživanja. Na primjer, istraživanje elemenata igrifikacije i odgojno-obrazovnih ishoda u epizodama u *Matificu* koje obuhvaćaju druge matematičke teme, odnosno domene. Moglo bi se usporediti elemente igrifikacije u *Matificu* s elementima u drugim digitalnim platformama, zatim istraživanje povezanosti epizoda unutar igrificirane aplikacije *Matific* s TIMSS kurikulumom (Mullis i Martin, 2017) ili Wittmannovim fundamentalnim idejama (1999; prema Kuzle i Glasnović Gracin, 2020), a moglo bi se obuhvatiti i neke druge elemente igrifikacije.

Provedenim istraživanjem zaključeno je da su bodovi, značke, nagrade i traka napretka najzastupljeniji elementi igrifikacije u svim razredima te da se ni u jednom razredu ne pojavljuje element ljestvica poretka. Također, zaključeno je i da se analiziranim epizodama ostvaruju svi ishodi iz domene Oblik i prostor, osim onih koji se odnose na konstruiranje geometrijskih likova, da se jednom epizodom ostvaruju ishodi iz više razreda ili više ishoda iz istog razreda te da postoje pogreške u prikazanom matematičkom jeziku, no one su pronađene u vrlo malom broju analiziranih epizoda.

6. ZAKLJUČAK

Igrifikacija je pristup utemeljen na igri koji se odnosi na korištenje elemenata igre u kontekstima koji nisu igra da bi se povećala motivacija i angažman korisnika (Deterding i sur., 2011). Područja života i rada u kojima se primjenjuje navedeni pristup jesu na primjer, marketing, turizam, održivi razvoj i obrazovanje. U obrazovnom kontekstu, igrifikacija se koristi zajedno s druga dva pristupa utemeljena na igri, učenjem kroz igru i ozbiljnom igrom. U svrhu povećanja motivacije i angažmana učenika te praćenja napretka u ostvarivanju postavljenih ciljeva, koriste se različiti elementi igrifikacije od kojih su najčešći bodovi, značke i ljestvice poretka te razine, povratna informacija, nagrade, traka napretka i priča.

S obzirom na to da se upravo u nastavi isprepliću motivacija i učenje, igrifikacija se razmatra kroz različite teorije motivacije i teorije učenja. Teorije motivacije koje se najčešće spominju u literaturi, a povezane su s igrifikacijom jesu teorija motivacije, teorija samodeterminacije, teorija zanesenosti i teorija postavljanja ciljeva. Nadalje, teorije učenja povezane s igrifikacijom jesu konstruktivistička teorija, biheavioristička teorija i socijalna teorija učenja. Poznavanje ovih teorija i njihove povezanosti s igrifikacijom omogućava učiteljima odabir i implementaciju onih elemenata igrifikacije koji će adekvatno motivirati učenike, bilo da su usmjereni na učenje ili na izvedbu, ili su, pak, intrinzično ili ekstrinzično motivirani. Osim toga, igrifikacija u nastavi od učitelja zahtijeva organiziranje nastavnih aktivnosti koje će učenicima biti zanimljive, u kojima će učenici aktivno sudjelovati, individualno ili surađujući s drugim učenicima, te koje će biti u skladu s učeničkim znanjima, vještinama i sposobnostima. Razmišljanje o usklađenosti zahtjeva koji se postavljaju pred učenike, omogućuje učiteljima odabir onih aktivnosti koje će učenicima omogućiti razvoj i postizanje zanesenosti. Također, aktivno sudjelovanje učenika u nastavnim aktivnostima odnosi se na aktivno konstruiranje znanja, s čime je povezana konstruktivistička teorija, a koja čini okosnicu suvremene nastave matematike.

Konstruktivističku nastavu karakterizira primjena različite strategija koje omogućuju aktivno učenje, a to su projektna nastava, iskustveno učenje, učenje rješavanjem problema, učenje istraživanjem i otkrivanjem te učenje igranjem. Sve navedeno odnosi se i na suvremenu nastavu matematike. Primjenom igrifikacije u nastavi, jednako kao i u konstruktivističkoj nastavi, u središte nastavnog procesa stavlja se učenik, a uloga učitelja odnosi se na organizaciju aktivnosti u kojima će učenik moći aktivno učiti. S druge strane, tradicionalnu nastavu karakterizira učiteljevo predavanje, učeničko prepisivanje natuknica, sumativno vrednovanje i nedostatak povratnih informacija, a koja ne odgovara potrebama današnjih učenika.

Motivacija učenika i njihov angažman u nastavi ključni su za stjecanje znanja i razvijanje vještina u svim nastavnim predmetima pa tako i u matematici, stoga se za povećanje motivacije i učeničkog angažmana može primijeniti i igrifikacija. U nastavi matematike igrifikacijom se učenika motivira i angažira u rješavanju problema te usvajanju matematičkog znanja i vještina. Važno je tijekom procesa učenja osigurati povratne informacije o napretku učenika u ostvarivanju odgojno-obrazovnih ishoda da bi učenici uspješno postigli postavljene obrazovne ciljeve. Jedan od mogućih primjera igrifikacije u nastavi matematike odnosi se na primjenu igrificirane aplikacije *Matific*, koja je bila predmetom istraživanja u ovom radu.

Matific je namijenjen učenju i vježbanju matematičkih sadržaja za učenike od 6 do 12 godina, što obuhvaća i učenike razredne nastave. Istraživanjem su obuhvaćeni geometrijski sadržaji unutar *Matifica* te su istraženi elementi igrifikacije opisani u radu i ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda. Provedeno istraživanje pokazuje da su u analiziranim epizodama najzastupljeniji elementi igrifikacije bodovi, značke, nagrade i traka napretka te da se ostvaruje većina odgojno-obrazovnih ishoda iz domene Oblik i prostor te ishodi koji se odnose na mjerenje opsega i površine geometrijskih likova iz domene Mjerenje.

Igrifikacija kao koncept postoji već cijelo desetljeće, no u Republici Hrvatskoj postoji vrlo malo istraživanja o igrifikaciji ili njezinoj primjeni u obrazovanju, posebno u razrednoj nastavi. Osim toga, na učiteljima je zadatak osuvremeniti nastavu primjenom različitih pristupa i strategija kojima će ujedno i zainteresirati i aktivirati pasivne učenike kojima je tradicionalna, slušalačka nastava monotona i ne pruža mogućnosti za napredovanje vlastitim tempom. Ovaj rad napisan je kao poticaj onima koji poučavaju i žele osuvremeniti nastavu matematike u svome razredu uvođenjem novog koncepta utemeljenog na igri, kojim će učenici motivirano i angažirano usvajati matematička znanja i razvijati vještine i sposobnosti.

LITERATURA

- Albertazzi Gonçalves, D., Gomes Ferreira, M. G. & Forcellini, F. A. (2018). A Wide View on Gamification. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 191-202.
- Antin, J. & Churchill, E. F. (2011). Badges in Social Media: A Social Psychological Perspective. In *CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings* (pp. 16-19). Association for Computing Machinery (ACM).
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J. & Gonçalves, D. (2015). Gamification for smarter learning: tales from the trenches. *Smart Learning Environments*, 2(10), 1-23.
- Bartel, A. & Hagel, G. (2016). Gamified just-in-time teaching: A conceptual approach based on best practices. In *Proceedings of ECSEE 2016 – European Conference Software Engineering Education* (pp. 1–17). Shaker.
- Bernik, A., Radošević, D. & Wattanasoontorn, V. (2019). Influence, principles and good practice of computer game elements: Mechanics and Dynamics. In *2019 23rd International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)* (pp. 241-245). IEEE.
- Bognar, L. (1986). *Igra u nastavi na početku školovanja*. Zagreb: Školska knjiga.
- Bognar, L. & Matijević, M. (2005). *Didaktika*. Zagreb: Školska knjiga.
- Botički, I., Bakša, J., Seow, P. & Looi, C.-K. (2015). Usage of a mobile social learning platform with virtual badges in a primary school. *Computers and Education*, 86, 120-136.
- Brauner, P., Calero Valdez, A., Schroeder, U. & Ziefle, M. (2013). Increase Physical Fitness and Create Health Awareness Through Exergames and Gamification. In A. Holzinger, M. Ziefle, M. Hitz & M. Debevc (Eds.), *Human Factors in Computing and Informatics* (Vol 7946 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 349-362). Springer.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey T. & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686.
- Cózar-Gutiérrez, R. & Sáez-López, J. M. (2016). Game-based learning and gamification in initial teacher training in the social sciences: and experiment with MinecraftEdu. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13(2), 1-11.

- Csikszentmihalyi, M. (2006). *Flow – očaravajuća obuzetost: psihologija optimalnog iskustva*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Čižmešija, A., Svedrec, R., Radović, N. & Soucie, T. (2010). Geometrijsko mišljenje i prostorni zor u nastavi matematike u nižim razredima osnovne škole. U P. Mladnić i R. Svedrec (Ur.) *Zbornik radova IV. Kongresa nastavnika matematike RH* (str. 143-162). Zagreb: Školska knjiga, Hrvatsko matematičko društvo.
- de Byl, P. (2013). Factors at Play in Tertiary Curriculum Gamification. *International Journal of Game-based Learning*, 3(2), 1-21.
- Deterding, S., Björk, S. L., Nacke, L. E., Dixon, D. & Lawley, E. (2013). Designing Gamification: Creating Gameful and Playful Experiences. In *CHI 2013 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3263-3266). ACM.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: „Envisioning Future Media Environments“*, *MindTrek'11* (pp. 9-15). ACM.
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G. & Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75-88.
- Dicheva, D. & Dichev, C. (2016). An active learning model employing flipped learning and gamification strategies. In *Proceedings of First International Workshop on Intelligent Mentoring Systems (IMS 2016)* (IMS @ ITS'16 – Zagreb, Hrvatska).
- Duran, M. (2003). *Dijete i igra*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Enders, B. (2013). *Hot topics gamification, games, and learning: What managers and practitioners need to know*. Santa Rosa, California, USA: The eLearning Guild.
- Glasser, W. (2004). *Teorija izbora: Nova psihologija osobne slobode* (2. izd.). Zagreb: Alinea.
- Glover, I. (2013). Play As You Learn: Gamification as a technique for Motivating Learners. In *Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications* (pp. 1999-2008). Advancement of Computing in Education.
- González Briones, A., Chamoso, P., Rivas, A., Rodríguez, S., De La Prieta, F., Prieto, J. & Corchado Rodríguez, J. (2018). Use of Gamification Techniques to Encourage Garbage

- Recycling. A Smart City Approach. In L. Uden, B. Hadzima & I.-H. Ting (Eds.), *Knowledge Management in Organizations* (pp. 674-685). Springer.
- Hamari, J., Koivisto, J. & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3025-3034). IEEE.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J. & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170–179.
- Hodgen, J. & Wiliam, D. (2006). *Mathematics Inside the Black Box: Assessment for Learning in the Mathematics Classroom*. Preuzeto 18.5.2021.: <https://danhaesler.com/wp-content/uploads/2017/02/Inside-the-Black-Box-Mathematics.pdf>
- Hordov, M., Sikirić, D. & Krajinović, A. (2019). Gamifikacija kao poslovni model u digitalnom marketingu i njegova primjena u turizmu. *CroDiM: International Journal of Marketing Science*, 2(1), 17-35.
- Horvat, Z. (2018). Motivacija u suvremenoj nastavi matematike. *Poučak: časopis za metodiku i nastavu matematike*, 19(73), 21-28.
- Hrvatska akademska i istraživačka mreža [CARNet]. (2017). Inovativni nastavnici: primjena obrazovnih trendova i digitalnih alata. <https://mooc.carnet.hr/mod/book/view.php?id=25646&chapterid=6787>
- Huizinga, J. (1992). *Homo ludens: o podrijetlu kulture u igri*. Zagreb: Naprijed.
- Hung, A. C. Y. (2017). A Critique and Defense of Gamification. *Journal of Interactive Online Learning*, 15(1), 57-72.
- Huotari, K. & Hamari, J. (2012). Defining Gamification – A Service Marketing Perspective. In *Proceedings of 16th International Academic MindTrek Conference 2012: „Envisioning future media environmetns“*, MindTrek2012 (pp. 17-22).
- Jagušt, T., Botički, I. & So, H.-J. (2018). Examining Competitive, Collaborative, and Adaptive Gamification in Young Learner's Math Learning. *Computers and Education*, 125, 444-457.

- Jagušt, T., Botički, I., Mornar, V. & So, H.-J. (2017). Gamified Digital Math Lessons for Lower Primary School Students. In *Proceedings of the 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics 2017* (pp. 691-694). IEEE.
- Jayasinghe, U. & Dharmaratne, A. (2013). Game-based learning vs. gamification from the higher education students' perspective. In *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 683-688). IEEE.
- Jha, A. K. (2020). *Understanding Generation Alpha*. Preuzeto: 16.3.2021.: <https://osf.io/d2e8g/>
- Kadum, S. & Kadum, V. (2019). *Poglavlja iz didaktike matematike*. Zagreb: Element.
- Kapp, K. M. (2012). Games, gamification, and the quest for learner engagement. *T + D*, 66(6), 64-68. Preuzeto s <https://www.proquest.com/trade-journals/games-gamification-quest-learner-engagement/docview/1022581492/se-2?accountid=202223>.
- Katmada, A., Mavridis, A. & Tsiatsos, T. (2014). Implementing a game for supporting learning in mathematics. *The Electronic Journal of e-Learning*, 12(3), 230-242.
- Kim, B. (2015). The popularity of gamification in the mobile and social era. *Library Technology Reports*, 51(2), 5-9.
- Kim, S., Song, K., Lockee, B. & Burton, J. (2018). *Gamification in Learning and Education: Enjoy Learning Like Gaming*. Cham: Springer.
- Kurnik, Z. (2005). Motivacija. *Matematika i škola*, 7(31), 4-10.
- Kurnik, Z. (2008). Istraživačka nastava. *Matematika i škola*, 10(47), 52-59.
- Kurnik, Z. (2009). O suvremenoj nastavi matematike. U Z. Kurnik (Ur.). *Znanstveni okviri nastave matematike* (str. 1-8). Zagreb: Element.
- Kurnik, Z. (2010). Načelo interesa. *Matematika i škola*, 11(54), 148-152.
- Kuzle, A. & Glasnović Gracin, D. (2020). Making Sense of Geometry Education Through the Lens of Fundamental Ideas: An Analysis of Children's Drawings. *The Mathematics Educator*, 29(1), 7-52.
- Latham, G. P. & Locke, E. A. (1991). Self-regulation through goal setting. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 212-247.

- Leksikografski zavod Miroslav Krleža. (n.d.). Igra. U: *Hrvatska enciklopedija*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Preuzeto 15.3.2021.: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=26978>
- Leksikografski zavod Miroslav Krleža. (n.d.). Računalne igre. U: *Hrvatska enciklopedija*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Preuzeto 15.3.2021.: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=26978>
- Lovrenčić, S., Plantak Vukovac, D., Šlibar, B., Nahod, B., Andročec, D., Šestak, M. & Stapić, Z. (2018). Igrifikacija: prema sistematizaciji termina na hrvatskom jeziku. U M. Konecki, M. Schatten & M. Konecki (Ur.) *Zbornik radova Računalne igre 2018* (str. 1-12). Varaždin: Fakultet organizacije i informatike.
- Markovac, J. (1990). *Metodika početne nastave matematike*. Zagreb: Školska knjiga.
- Martens, A. & Müller, W. (2016). Gamification – A Structured Analysis. In *Proceedings of IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 138-142). IEEE.
- Matific, <https://www.matific.com/>, 24. svibnja 2021.
- Matijević, M. (2010). Između didaktike nastave usmjerene na učenika i kurikulumske teorije. U *Zbornik radova Četvrtog kongresa matematike*. Zagreb: Hrvatsko matematičko društvo, Školska knjiga (str. 391-408).
- Matijević, M. (2016). Medijski odgoj. U M. Matijević, V. Bilić & S. Opić (Ur.) *Pedagogija za učitelje i nastavnike* (str. 288-303). Zagreb: Školska knjiga.
- Matijević, M. (2017). Na tragu didaktike nastave za net-generacije. U M. Matijević (Ur.) *Nastava i škola za net-generacije* (str. 19-48). Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Matijević, M. & Radovanović, D. (2011). *Nastava usmjerena na učenika*. Zagreb: Školske novine.
- Medica Ružić, I. & Dumančić, M. (2015). Gamification in Education. *Informatol*, 48(3-4), 198-204.
- Melwin, M., Merry, J. & Chiramel, J. (2017). *Fun is the future: A collection of compelling gamification success stories*. New Dehli, India: Educreation Publishing.

- Mendeš, B., Marić, Lj. & Goran, Lj. (2020). *Dijete u svijetu igre: teorijska polazišta i odgojno-obrazovna praksa*. Zagreb: Golden marketing-Tehnička knjiga.
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO]. (2019). Kurikulum nastavnog predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije. U *Kurikulumi nastavnih predmeta Matematika za osnovne škole i gimnazije i Matematika za srednje strukovne škole na razini 4.2.* (str. 7-240). Zagreb: MZO.
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO]. (2020a). Igrifikacija u nastavi glazbene kulture – webinar edukacije učitelja u sklopu kurikularne reforme. Preuzeto: 17.3.2021.: <https://mzo.gov.hr/vijesti/igrifikacija-u-nastavi-glazbene-kulture-webinar-edukacije-ucitelja-u-sklopu-kurikularne-reforme/3565>
- Ministarstvo znanosti i obrazovanja [MZO]. (2020b). Matific u Hrvatskoj – pregled rezultata. Preuzeto: 22.5.2021.: <https://skolazazivot.hr/matific-u-hrvatskoj-pregled-rezultata/>
- Mullis, I. V. S. & Martin, M. O. (2017). TIMSS 2019 Mathematics Framework. In I. V. S. Mullis & M. O. Martin (Eds.), *TIMSS 2019 Assessment Frameworks* (pp. 11-26). Chestnut Hill, USA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Nacke, L. & Deterding, S. (2017). The maturing of gamification research. *Computers in Human Behavior*. 71, 450-454.
- Nah, F. F.-H., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., Ayyappa, A. P. & Eschenbrenner, B. (2014). Gamification of Education: A Review of Literature. In F. F.-H. Nah (Ed.), *HCI in Business. HCIB 2014. Lecture Notes in Computer Science* (Vol 8527, pp. 401-409). Springer.
- Naik, V. & Kamat, V. (2016). Adaptive and Gamified Learning Environment (AGLE). *Proceedings - IEEE 7th International Conference on Technology for Education, T4E 2015*, 7–14.
- Nelson, M. J. (2012). Soviet and American precursors to the gamification of work. *Proceedings of the 16th International Academic MindTrek, MindTrek '12* (pp. 23-26). ACM.
- Nikčević-Milković, A., Rukavina, M. & Galić, M. (2011). Korištenje i učinkovitost igre u razrednoj nastavi. *Život i škola*, 25(1), 108-121.

- Nicholson, S. (2015). A RECIPE for Meaningful Gamification. In T. Reiners & L. A. Wood (Eds.), *Gamification in education and business* (pp. 1-20). Springer.
- O'Donovan, S., Gain, J. & Marais, P. (2013). A Case Study in the Gamification of a University-level Games Development Course. In P. Machanick & M. Tsietsi (Eds.), *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Informacion Technologists Conference* (pp. 242-251). ACM.
- Ozcelik, E., Cagiltay, N. E. & Ozcelik, N. S. (2013). The effect of uncertainty on learning in game-like environments. *Computers and Education*, 67, 12–20.
- Plantak Vukovac, D., Šakra, M. & Hajdin, G. (2018). Korištenje i stavovi nastavnika o igrifikaciji u osnovnim i srednjim školama. *Zbornik Veleučilišta u Rijeci*, 6(1), 181-196.
- Plass, J. L., Homer, B. D. & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283.
- Pravilnik o načinima, postupcima i elementima vrednovanja u osnovnoj i srednjoj školi NN 112/10 (NN 82/2019). Preuzeto 18.5.2021 s https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_82_1709.html
- Pritchard, A. & Woollard, J. (2010). *Psychology for the Classroom: Constructivism and Social Learning*. London: Routledge.
- Rajović, R. (2010). *IQ djeteta – briga roditelja: za predškolski uzrast: MENSA NTC sistem učenja*. Zagreb: Hrvatska MENSA.
- Rijavec, M. & Ljubin Golub, T. (2018). Zanesenost u akademskim aktivnostima i dobrobit studenata. *Psihologijske teme*, 28(3), 519-541.
- Rheinberg, F. (2004). *Motivacija*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Royce Sadler, D., (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18, 119-144.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101860.
- Santos, C., Almeida, S., Pedro, L., Aresta, M. & Koch-Grunberg, T. (2013). Student's Perspectives on Badges in Educational Social Media Platforms: The Case of SAPO

- Campus Tutorial Badges. In *IEEE 13th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 351-353). IEEE.
- Seaborn, K. & Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human Computer Studies*, 74(2), 14-31.
- Shaffer, D. W., Squire, K. D., Halverson, R. & Gee, J. P. (2005). Video Games and the Future of Learning. *Phi Delta Kappan*, 87(2), 104-111.
- Smith, N. (2018). *Integrating Gamification Into Mathematics Instruction: A Qualitative Exploratory Case Study On The Perceptions Of Teachers At The Fourth And Fifth Grade Level*. (Doctoral disertation). William Howard Taft University, Saint Anna, California, USA.
- Starc, B., Čudina-Obradović, M., Pleša, A., Profaca, B., Letica Kaleta, M. & Markočić, M. (2004). *Osobine i psihološki uvjeti razvoja djeteta predškolske dobi*. Zagreb: Golden marketing.
- Stott, A. & Neustaedter, C. (2013). Analysis of Gamification in Education. (Unpublished). Simon Fraser University, Surrey, Kanada. Preuzeto 1.2.2021.: <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-Gamification-in-Education-Stott-Neustaedter/4c2e7189e548ff6200bc8495f22334224466092b>
- Topolovčan, T., Rajić, V. & Matijević, M. (2017). *Konstruktivistička nastava: teorija i empirijska istraživanja*. Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Villagrasa, S., Fonseca, D., Redondo, E. & Duran, J. (2014). Teaching Case of Gamification and Visual Technologies for Education. *Journal of Cases on Information Technology*, 16(4), 38–57.
- Vizek Vidović, V., Vlahović-Štetić, V., Rijavec, M. & Miljković, D. (2014). *Psihologija obrazovanja*. Zagreb: IEP/VERN.
- Walsh, A. (2014). The potential for using gamification in academic libraries in order to increase student engagement and achievement. *Nordic Journal of Information Literacy in Higher Education*, 6(1), 39-51.
- Welbers, K., Konijn, A. E., Burgers, C., Bij de Vaate, A., Eden, A. & Burgman, B. C. (2019). Gamification as a tool for engaging student learning: A field experiment with a gamified app. *E-learning and Digital Media*, 16(2), 92-109.

Werbach, K. & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Philadelphia, USA: Wharton Digital Press.

Ypsilanti, A., Vivas, A. B., Räisänen, T., Viitala, M., Ijäs, T. & Ropes, D. (2014). Are serious video games something more than a game? A review on the effectiveness of serious games to facilitate intergenerational learning. *Education and Information Technologies*, 19(3), 515-529.

Zichermann, G. & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Sebastopol, Kanada: O'Reilly.

Izjava o samostalnoj izradi rada

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

(vlastoručni potpis studenta)