

# Igrifikacija kao alat za poučavanje i učenje programiranja

---

**Damjanović, Martina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:815193>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-22**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

**Sveučilišni studij**

**IGRIFIKACIJA KAO ALAT ZA UČENJE I  
POUČAVANJE PROGRAMIRANJA**

**Diplomski rad**

**Martina Damjanović**

**Osijek, 2023.**

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK****Obrazac D1: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za diplomski ispit**

Osijek, 02.09.2023.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Imenovanje Povjerenstva za diplomski ispit**

<b>Ime i prezime Pristupnika:</b>	Martina Damjanović
<b>Studij, smjer:</b>	Diplomski sveučilišni studij Računarstvo
<b>Mat. br. Pristupnika, godina upisa:</b>	D-1195R, 07.10.2021.
<b>OIB studenta:</b>	58035752058
<b>Mentor:</b>	doc. dr. sc. Bruno Zorić
<b>Sumentor:</b>	,
<b>Sumentor iz tvrtke:</b>	
<b>Predsjednik Povjerenstva:</b>	doc. dr. sc. Dražen Bajer
<b>Član Povjerenstva 1:</b>	doc. dr. sc. Bruno Zorić
<b>Član Povjerenstva 2:</b>	dr. sc. Mario Dudjak
<b>Naslov diplomskog rada:</b>	Igrifikacija kao alat za poučavanje i učenje programiranja
<b>Znanstvena grana diplomskog rada:</b>	<b>Informacijski sustavi (zn. polje računarstvo)</b>
<b>Zadatak diplomskog rada:</b>	U teorijskom dijelu rada potrebno je opisati koncept i značenje igrifikacije, osnovne mehanizme za njeno ostvarivanje te njene primjene u učenju i poučavanju. Poseban naglasak potrebno je staviti na igrifikaciju učenja programiranja. U praktičnom dijelu rada ostvariti programsko rješenje koje ugrađuje odabrane među opisanim mehanizmima za pospješivanje učenja programiranja. (Tema rezervirana za: Martina Damjanović)
<b>Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (diplomskog rada):</b>	Izvrstan (5)
<b>Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:</b>	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 3 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 3 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
<b>Datum prijedloga ocjene od strane mentora:</b>	02.09.2023.
Potvrda mentora o predaji konačne verzije rada:	<i>Mentor elektronički potpisao predaju konačne verzije.</i>
	Datum:

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 18.09.2023.

**Ime i prezime studenta:**

Martina Damjanović

**Studij:**

Diplomski sveučilišni studij Računarstvo

**Mat. br. studenta, godina upisa:**

D-1195R, 07.10.2021.

**Turnitin podudaranje [%]:**

1

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Igrifikacija kao alat za poučavanje i učenje programiranja**

izrađen pod vodstvom mentora doc. dr. sc. Bruno Zorić

i sumentora ,

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. IGRIFIKACIJA</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. Igrifikacija</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2. Osnovni koncepti i mehanizmi igrifikacije</b> .....	<b>5</b>
<b>2.3. Primjena igrifikacije u edukaciji</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4. Ograničenja i implikacije</b> .....	<b>12</b>
<b>2.5. Programiranje kao slučaj primjene</b> .....	<b>13</b>
<b>2.6. Psihološki aspekt igrifikacije</b> .....	<b>15</b>
<b>2.7. Postojeće platforme i alati</b> .....	<b>17</b>
2.7.1. Strava.....	17
2.7.2. MySugr Junior .....	18
2.7.3. Mambo.io.....	18
2.7.4. Code Academy .....	19
2.7.5. LeetCode.....	21
2.7.6. HackerRank .....	22
<b>3. PROGRAMSKO RJEŠENJE ZA UČENJE I POUČAVANJE PROGRAMIRANJA ZASNOVANO NA IGRIFIKACIJI</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1. Istraživanje</b> .....	<b>24</b>
3.1.1. Predmet istraživanja .....	24
3.1.2. Metodologija.....	24
3.1.3. Postupak i mjerni instrument .....	24
3.1.4. Uzorak ispitanika.....	25
3.1.5. Analiza.....	25
<b>3.2. Zahtjevi na programsko rješenje</b> .....	<b>28</b>
<b>3.3. Korišteni alati i tehnologije</b> .....	<b>30</b>
<b>3.4. Implementacijski detalji</b> .....	<b>31</b>
<b>3.5. Korišteni koncepti igrifikacije</b> .....	<b>33</b>
<b>3.6. Prikaz načina rada sustava</b> .....	<b>36</b>
<b>4. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>46</b>
<b>SAŽETAK</b> .....	<b>50</b>

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>51</b>
<b>ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>52</b>
<b>PRILOZI.....</b>	<b>53</b>

# 1. UVOD

Ubrzani i nagli razvoj tehnologije, doveo je do ponude raznovrsnih uređaja i aplikacija, za svakoga po njihovom ukusu. Unatoč tomu što se na tržištu može pronaći za svakoga po nešto, ljudi su takve naravi da im stvari ubrzo postanu nezanimljive. Međutim, kada su u pitanju video igre, to nije slučaj. Unazad nekoliko godina video igrama teži većina stanovništva prvog svijeta i sve je veći broj osoba koje im svakodnevno posvećuju i po nekoliko sati iz razloga što igre stvaraju i potiču angažman. Zanimljiva je činjenica da svake godine igrači postaju sve mlađi, a oni koji su sada već stariji i dalje nastavljaju igrati. Suprotno tome, aktivnost kod koje čovjek ne može održati dugoročnu koncentraciju je učenje, u bilo kojem obliku. Današnji učenici su odrasli uz digitalnu tehnologiju te im tradicionalni način poučavanja koji se odnosi samo na kreu i ploču, još brže postaje zamorniji. Stoga su se video igre, odnosno, njihovi elementi počeli implementirati u sustave koji nisu igre, a taj proces naziva se igrifikacija. Taj pristup doveo je do povećanja motivacije, angažiranosti i poboljšanja sposobnosti učenja vještina za čak 40% [1]. Obzirom na te prednosti i činjenicu da današnji učenici trebaju više motivacije za efektivno učenje nego li učenici prije nekoliko desetaka godina zbog tehnološkog napretka, igrifikacija se primjenjuje u obrazovnim sustavima, ali i u mnogim drugim područjima. U poslovanju se koristi za regrutaciju, poučavanje zaposlenika i povećanje motivacije za radom, u marketingu služi privlačenju kupaca i pridobivanju njihove lojalnosti. Ciljeve koje promovira su činjenje monotonih aktivnosti i zadataka ugodnijima te zabavnijima, a aktivnosti takvih karakteristika nalaze se u svima područjima obrazovanja i kasnije poslovima, što znači da se može primijeniti za bilo koju dob i svrhu. Iako rezultati istraživanja ukazuju na to da igrifikacija stvara pozitivan učinak, neki autori smatraju da je takav ishod kratkoročnog karaktera jer postoji mogućnost da je uzrokovan efektom noviteta.

U ovome radu, u drugom poglavlju, dublje se upoznaje s time što je igrifikacija, koji mehanizmi igara se primjenjuju, na koja ograničenja se nailazi, psihološka pozadina koja stoji iza povećanja motivacije i angažmana te primjerima postojećih sustava. U trećem poglavlju opisana je izrađena igrificirana aplikacija koja upotrebu nalazi u učenju i poučavanju programiranja te rezultati provedenog istraživanja o utjecaju igrifikacijskih elemenata na motivaciju. Konačno, u četvrtom poglavlju dan je zaključak na temu igrifikacije i njene primjene u učenju i poučavanju.

## 2. IGRIFIKACIJA

Igre su od davnina dio čovjekovog identiteta te se počinje shvaćati da su ljudska bića stvorena za igranje i to potvrđuju istraživači koji sve češće otkrivaju sve više složenih odnosa između ljudskog mozga s pripadajućim živčanim sustavima i igre. Igre potiču osjećaje poput znatiželje i frustracije, ali i radosti. To je dovoljan povod da se igre uključe i u druge aspekte života. Nick Pelling upravo je to započeo 2002. godine kovanjem naziva igrifikacija. Naziv se referira i na fenomen stvaranja igračkog iskustva [2].

### 2.1. Igrifikacija

Pojam igrifikacija (engl. *gamification*) označava implementaciju mehanizama koji se upotrebljavaju u igrama u okolini, odnosno, kontekstu koji nije igra u svrhu poticanja motivacije korisnika. Igrifikacija koristi elemente koji su dio dizajna igara, ali ne može se u potpunosti smatrati igrom [3]. Takav sustav nije samo nalik igri koja prenosi neku lekciju, već implementira i igračko razmišljanje u prenošenje te lekcije. Integriraju se mehanizmi igara poput zadataka, izazova, bodova, rangiranja, razina te igračko razmišljanje, ali s ciljem koji nije zabava već podrška procesu učenja i povećanje korisničkog angažmana. Kako bi se postigao zadani cilj, takvi sustavi idu ka tome da stavljaju naglasak na rješavanje problema i zadataka. Interakcija korisnika s navedenim mehanizmima postiže se pomoću natjecanja u kojima korisnik može sudjelovati, te postignuća i nagrada koje može steći tijekom igre.

Igrifikacija podrazumijeva dodavanje elemenata igara tradicionalnoj metodi podučavanja, a sličan koncept, učenje utemeljeno na igri (engl. *game based learning*), odnosi se na korištenje igre za proces učenja. Učenici uče unaprijed definirane nove koncepte i vještine bez ikakvog rizika u slučaju neuspjeha jer je napredak povezan sa razumijevanjem sadržaja. Ishodi aktivnosti su mjerljivi, ali oni su ujedno proporcionalni napretku. Igra je aktivnost koja se može uključiti u proces učenja kao dodatna, a ne kao primarna. Primjenu često pronalazi u obuci i treningu zaposlenika i korisničke službe jer je jedan od glavnih ciljeva omogućiti korisniku razumijevanje učenog sadržaja u kontekstu stvarnog svijeta. Najpoznatije platforme su *Kahoot!* i *EdApp*. Učenje utemeljeno na igri zasniva se na konceptu ozbiljne igre (engl. *serious game*). Ozbiljne igre su same po sebi strukturirane kao igre, ali uz zabavu imaju primarniji cilj, na primjer, u industriji za obuku, stimulaciju ili simulaciju. Jedna od najstarijih i najpoznatijih je *Microsoft Flight Simulator*, koji



datira još iz 1982. godine i služi sveobuhvatnoj simulaciji civilnog zrakoplovstva. Na slici 2.1 prikazano je kako izgleda *Microsoft Flight Simulator* iz ueničke perspektive.



**Slika 2.1.** Microsoft Flight Simulator, preuzeto iz [27]

Igrifikacija je usvojena u različitim okolinama poput obrazovnog sustava, u strukama u kojima je potrebno konstantno učenje i poučavanje zaposlenika te praćenje trendova poput ekonomije, računarstva, menadžmenta, medicine i tako dalje. Obrazovni sustav idealan je za implementaciju jer proces učenja zahtijeva fokus duži vremenski period i želju za nastavljanjem aktivnosti, a u igranju video igara primjetan je upravo takav ponašajni uzorak. Nadalje, mnogi učenici imaju strah neuspjeha na ispitima, dok cilj igara nije zabrana neuspjeha već stvaranje pozitivnog, zdravog odnosa prema neuspjehu. Primjenu pronalazi i u bilo kojem obliku poslovanja kako bi motivirala zaposlenike da ostvaraju bolje rezultate, budu produktivniji. Takav oblik igrifikacije naziva se igrifikacija poduzeća (engl. *Enterprise Gamification*) [4], a može se ostvariti kroz sustav nagrađivanja na način da se zaposleniku pružaju nagrade i pogodnosti u obliku poklon kartica za, na primjer, restorane i trgovine. Drugi način jest ljestvica sa vodećim rezultatima ili trake napretka pomoću kojih zaposlenik vidi svoj rezultat, ali i rezultate svih ostalih kolega. Time se stvara želja za natjecanjem i postizanjem što boljeg rezultata, a takvo okruženje potencijalno rezultira poboljšanim timskim radom i suradnjom. Također, igrifikacija je uključena i u proces prije nego li osoba postane zaposlenikom, a taj proces je regrutacija. Na primjer, svjetski poznati lanac pizzerija, *Domino's Pizza*, daje priliku kupcima za dizajniranje vlastite pizze i osvajanje nagrada, ali ujedno mogu postati i potencijalni kandidati za posao. Odnedavno, i marketing koristi

igrifikaciju kako bi povezo korisnike sa proizvodima i kanalima prodaje, a softverski timovi ju koriste za učenje i dijeljenje znanja [5].

Dakle, igrifikacija pronalazi primjenu u različitim okruženjima, ali krajnji cilj takvim okruženjima najčešće je prijenos nove informacije do korisnika, to jest, da korisnik nauči nešto novo. Međutim, tradicionalni način učenja uključuje knjige, prezentacije, skripte i ostalo, što često može biti monotono i ubrzo dovede do nezainteresiranosti korisnika jer je proces učenja pasivna aktivnost. Neovisno o tome koje je dobi korisnik, bilo dijete ili odrasla osoba, oboje žele uživati u učenju. U tu svrhu primjenjuje se igrifikacija, kako bi korisnicima proces učenja bio zanimljiviji i privlačniji te kako bi bili motiviraniji. Motivacija se koristi kao zavisna ili posrednička varijabla za objašnjenje golemog niza ljudskih ponašanja u različitim kontekstima i okruženjima [6]. Istraživači su istaknuli dvije vrste akademske motivacije – unutrašnju i vanjsku motivaciju [7]. Unutrašnja motivacija odnosi se na to kada osoba, na primjer, sudjeluje u sportu ili uči jer joj je to zabavno i zanimljivo. Aktivnost je sama po sebi cilj i ne treba dodatnu, vanjsku, motivaciju kako bi osoba željela raditi tu aktivnost. Iz tog razloga, unutrašnja motivacija ne blijedi čim aktivnost završi sa uspješnim rezultatom. Sukladno tome, dizajn aktivnosti i interes osobe imaju izravan utjecaj na ovu vrstu motivacije. Osobe koje imaju izraženu unutrašnju motivaciju vjerojatnije će se svojevolumno uključiti u određenu aktivnost i raditi na poboljšanju svojih vještina [8]. Vanjska se pak odnosi na vanjske utjecaje koji motiviraju korisnika da sudjeluje u nekoj aktivnosti kako bi pobijedio, osvojio nagradu ili izbjegao kaznu. Ona nestaje u trenutku kada se dostigne željeni rezultat jer tada više nema razloga truditi se za neku vrstu nagrade. Primjeri toga što izaziva vanjsku motivaciju su različiti oblici natjecanja, ljestvice poretka, nagrade. Razlika između unutrašnje i vanjske motivacije karakterizira i razliku između rada i igre. Rad je potaknut vanjskom motivacijom, čiji je motivator plaća, dok je konzumacija zabave, poput igara, pogonjena unutrašnjom motivacijom. Motivacije se ne zbrajaju budući da obećanje vanjske nagrade može prigušiti već postojeću unutrašnju motivaciju kroz „učinak istiskivanja“ [9].

Kako bi dizajneri igara uspješno strukturirali igru na način da potiču igrača da nastavi igrati, koriste se slijedeće četiri strategije [7]:

- pružanje mogućnosti za izazove i rješavanje problema,
- uvođenje elemenata koji potiču misterij, intrigu i znatiželju,
- vođenje igrača do uzbuđenja ili olakšanja,
- promoviranje natjecanja i timskog rada.

Na osnovu toga što potiče unutrašnju i vanjsku motivaciju i način na koji se konstruiraju igre, može se zaključiti kako igre imaju utjecaja na obje vrste motivacije i time imaju direktan utjecaj na motiviranost i angažman osobe.

## 2.2. Osnovni koncepti i mehanizmi igrifikacije

Strukturalna i sadržajna, dvije su vrste igrifikacije [7]. Strukturalna se odnosi na primjenu elemenata igara poput razina (engl. *level*), ljestvica s vodećim rezultatima (engl. *leaderboard*), znački (engl. *badge*), ali bez izmjene sadržaja kojeg treba naučiti. Strukturalna koja je nalik na igru, gradi se oko sadržaja, odnosno, igra je predstavljena odvojeno od sadržaja učenja. Ova vrsta temelji se na biheviorizmu i operativnom uvjetovanju, odnosno, pojačavanju specifičnih ponašanja kako bi se postigli željeni ciljevi [10]. Povećava angažman korisnika nuđenjem povratnih informacija i nagrada pozitivnim ponašanjima. S druge strane, sadržajna igrifikacija podrazumijeva implementaciju elemenata igre na način da se mijenja sadržaj učenja kako bi bio što sličniji igri. Materijal za učenje sam po sebi ima elemente igre i on je dio igre. Na primjer, sadržaj učenja se mijenja kako bi se mogla pružiti priča, odnosno, narativ, izazov i mogućnost odabira lika, odnosno, avatara koji će predstavljati igrača. Ukoliko korisnik igra ulogu u kontekstu neke priče, povećava se aktivno sudjelovanje. Osoba tokom igranja igre, uči i istražuje, ali nije u svakom trenutku svjesna da je cilj učenje. Ova vrsta igrifikacije temelji se na ljudskoj unutrašnjoj motivaciji, koja nalaže da se aktivnost obavlja pod utjecajem unutrašnjih motivatora. U nastavku su opisani najčešći mehanizmi igrifikacije, to jest, elementi igre koji se koriste u svrhu igrifikacije.

### Ljestvica s vodećim rezultatima

Ljestvica s vodećim rezultatima uobičajeni je element igara. To je ljestvica na kojoj su poredani igrači od najboljeg prema najlošijem na osnovu ostvarenih bodova tokom igre i svi igrači ju mogu vidjeti. Primjer takve ljestvice može se vidjeti na slici 2.2. Ona je motivirajuća iz dva razloga: prvi

RANG	IME TIMA	BODOVI
★ 1	Aquaboyz	51.340
★ 2	B team	50.180
★ 3	Berli's Angels	48.750
★ 4	GrendelTeam	45.440

Slika 2.2. Ljestvica sa vodećim rezultatima, izrađeno prema [26]

je to što igrač može vizualizirati osobni uspjeh i prezentirati ga drugima [11]. Drugi razlog je taj da ljestvica sa vodećim rezultatima promiče natjecanje i natjecateljski duh među igračima i to natjecanje se nastavlja promicati cijelo vrijeme jer se ljestvica s vodećim rezultatima redovno ažurira.

### **Sjenčanje**

Promicanje natjecanja nije uvijek najpoželjnije u radnoj okolini te se stoga može implementirati sjenčanje (engl. *shadowing*). Sjenčanje dolazi iz trkaćih igara te se odnosi na to da se igrač natječe protiv samog sebe, protiv svojih osobnih rekorda [11]. Drugačiji pristup ovom mehanizmu ima *Kahoot!* te se takav način rada naziva modalitet duha (engl. *ghost mode*). Kada igrač završi s igrom, dobiva opciju da igra ponovo te se ponovo pokreće ista igra. Svim igračima pridružuju se njihovi „duhovi“ koji oponašaju njihovu već odigranu igru u smislu odgovora i vremena potrebnog za odgovor. Na taj način korisniku je omogućeno da se natječe sam protiv sebe i dobije priliku da u potpunosti ovlada temom kviza.

### **Bodovni sustav**

Bodovni sustav nagrađuje korisnika time što mu dodaje određen broj bodova nakon što izvrši zadatak, završi razinu, pobijedi protivnika i tako dalje. Preporuča se da ostvareni bodovi budu transparentni, vidljivi ostalim igračima jer to može dovesti do dodatne motivacije. Najčešće ostvareni bodovi budu prikazani na ploči s vodećim rezultatima.

### **Značka**

Značke se dodjeljuju kao dodatna i opcionalna nagrada koja ne utječe direktno na ostvarene bodove tokom igre te time ne utječe, na primjer, na poredak igrača na ploči s najboljim rezultatima. Na slici 2.3 dan je mogući dizajn znački. U nekim igrama, značke bi se dodjeljivale nakon završetka razine ili završetka nekog zadatka, izazova. Dobivanje značke može biti dizajnirano i



Slika 2.3. Značke

na način da su skrivene i da se igrača nagrađuje istima kao element iznenađenja. Osim što će biti iznenađeni nagradom, igrači mogu biti motivirani da nastave istraživati značajke aplikacije kako bi otkrili te skrivene značke [11].

### **Razina**

Razine su jedan od najbitnijih elemenata igre i one dokumentiraju igračeve sposobnosti i napredak [11]. Mogu se koristiti za evaluaciju znanja i procjenu stručnosti u određenim područjima koja preslikavaju lekcije koje korisnik treba naučiti. Dakle, razine daju i mogućnost da se igra podijeli na manje dijelove, lekcije. Time što se igraču daje mogućnost da prelazi sa niže razine na višu, može dovesti do toga da igrač ima želju i motivaciju doći na što višu razinu kako bi postigao određenu reputaciju ili status unutar igre. Mobilna aplikacija *Todoist* služi dodavanju zadataka (aktivnosti koje korisnik želi odraditi) i određivanja dnevnog i tjednog cilja. Na osnovu toga ispunjava li korisnik zadatke na vrijeme i postiže li svoje predodređene ciljeve, dobiva bodove i na osnovu tih bodova nalazi se na određenoj razini. Ukoliko zadatku istekne vrijeme za 4 ili više dana, bodovi se gube.

### **Avatar**

Avatar je virtualni karakter koji predstavlja korisnika unutar igre, u virtualnom svijetu. Na slici 2.4 dan je primjer izgleda avatara. Avatar može biti isti tokom cijele igre, onaj kojeg je igrač



Slika 2.4. Avatari

sam odabrao. Neke igre nude i prilagođavanje avatara na način da korisnik odabire spol, kostim li oružje. Avatar se može i mijenjati tijekom igre, na primjer, ovisno o tome na kojoj se razini igrač nalazi. Korištenje avatara i njegova prilagodba omogućuje emocionalnu poveznicu između igre i igrača [12].

### **Izazov**

Izazovi su izazovni zadaci u obliku misija za čije rješavanje se igrača nagrađuje i time igrač ima osjećaj da ide prema nekakvom cilju. Kako bi se ostvarilo takvo okruženje, potrebno je imati definirani cilj rješavanja izazova. Tada će se kod igrača moći razviti osjećaj zadovoljstva uzrokovan postizanjem cilja. Jedan od načina na koji se strukturira izazovni zadatak koji je pak drugačiji od „običnog“ zadatka jest korištenje vremenskog ograničenja pri rješavanju zadatka. Mana vremenskog ograničenja je to da se fokus odmiče od kvalitetno obavljenog posla. Unatoč tome, izazovi se mogu koristiti, na primjer, za motiviranje korisnika na detaljno istraživanje, za prikazivanje nepoznatih ili novih funkcija i značajki, kao i za demonstraciju novih načina rješavanja problema [11].

### **Povratna informacija**

Povratna informacija (engl. *feedback*) također je jedan elementa igre koji daje informaciju igraču o njegovom napretku ili neuspjehu. U igrama, igrač konstantno dobiva povratnu informaciju, dok se u obrazovnom sustavu ili na radnom mjestu, povratna informacija većinom dobiva kada je nešto loše obavljeno. Ljudi kao emocionalna bića s vremena na vrijeme trebaju čuti i pozitivnu povratnu informaciju o svome radu jer se time, osim što se može utjecati na popravak raspoloženja pojedinca, neke pojedince i motivira na daljnji rad i napredak. Ovaj mehanizam karakterističan je za obje vrste igrifikacije.

### **Traka napretka**

Traka napretka (engl. *progress bar*) jest vizualizirani prikaz napretka i koristi se u strukturnoj inačici igrifikacije. Napredak je prikazan bojom, odnosno popunjenošću trake bojom, koja je najčešće zelena. Napredak se može odnositi na broj odrađenih aktivnosti u odnosu na ukupan broj aktivnosti. Ovisno o postotku koliko je aktivnosti odrađeno, u tolikom postotku je i traka popunjena bojom. Traka napretka ima primjenu u mnogim područjima, a jedno od tih podrazumijeva i aplikacije koje služe za unaprjeđenje lojalnosti kupaca. Ondje se traka napretka koristi za prikaz skupljenih bodova koji se stječu kupovinom te na taj način kupac ima vizualni prikaz o tome koliko još bodova treba skupiti kako bi dobio određenu nagradu. *Ribbon Hero* je

Microsoftova aplikacija koja služi podučavanju korisnika o radu u Microsoft Word-u. Na slici 2.5 prikazana je traka napretka za svaki izazov iz 4 moguće sekcije, ali i za sveukupni napredak.



Slika 2.5. Ribbon Hero

## Narativ

Skoro sve igre imaju neku vrstu priče ili teme. Narativ (engl. *narrative*) je jedan od načina kojim se ljude odmiče od osjećaja tjeskobe vezane uz nepoznati slijed događaja u životu. Priča koju je osmislio čovjek, uvijek će slijediti svoj nacrt, bez neočekivanih i nepoznatih događaja. Narativ upravo i jest slijed događaja, unaprijed predodređen i poznat. Korisnik kroz njega gradi vlastito iskustvo kroz zadani sadržaj. Vlastito iskustvo ostvaruje se slobodom izbora u danom prostoru i vremenskom razdoblju, omeđenom logikom sustava. Da bi se narativ koristio kao igrifikacijski element, treba pokrivati sljedeće značajke: postojanje avatara, izbor (dostupne opcije za napredovanje kroz sadržaj), interaktivnost (sustav mora odgovoriti na radnje korisnika), redosljed događaja (mora postojati logičan slijed radnji kako bi napredak imao smisla za korisnika), prostor i vrijeme [13]. Aplikacija *Zombies. Run!* pripomaže korisniku u sportskoj aktivnosti kao što je trčanje. Dok osoba trči, kroz slušalice čuje svoju glazbu, ali i priču koja dolazi iz aplikacije. Priče su ustvari misije koje se događaju nakon apokalipse zombija te je korisnik također jedan od preživjelih i cilj je da pomogne ostalim preživjelim ljudima. Pa je tako jedan primjer misije da je

potrebno otrčati po lijekove u područje sa zombijima. Ukoliko korisnik naiđe na zombija, mora početi brže trčati kako bi pobjegao od njega.

### 2.3. Primjena igrifikacije u edukaciji

Prema istraživanjima o dinamici raspona pažnje tijekom predavanja, pažnja tipičnog učenika raste tijekom prvih deset minuta predavanja, a nakon toga opada [8]. Kako bi se potaklo ponovno privlačenje pozornosti učenika, potrebna je promjena okruženja, što se može postići stankom tijekom predavanja. Dinamika igrača video igara suprotna je tome, obzirom da je njihova razina pozornosti na visokoj razini i može trajati nekoliko sati. Učenici se pri susretu sa složenim učenjem, vrlo vjerojatno osjećaju preopterećeno jer ne postižu nikakvo trenutno niti kratkoročno zadovoljstvo ili dobitak koji bi održali motivaciju i angažman. Obećavajući način za rješavanje tih kontraproduktivnih osjećaja je njihovo osmišljavanje korištenjem tehnika sličnih onima koje se nalaze u uspješnim igračkim okruženjima [8]. Prema ovome, vidljiv je jasan razlog početka primjene igrifikacije u edukaciji. Zapravo, primjena je počela mnogo prije nego što bi većina ljudi pomislila. Tehnika igrifikacije, „značke“, koja je objašnjena u prijašnjem potpoglavlju, korištena je u osnovnim školama u obliku nagradnih zlatnih zvjezdica. Kako se tehnologija jako brzo razvija i u sve većoj mjeri je prisutna u životima ljudi bilo koje dobi, a pogotovo mladih, čovjeku je potrebna veća motivacija za učinkovitim radom i fokusom na rad nego li prije nekoliko desetljeća. Obzirom na to da dizajn igara i teorije o učenju potječu iz iste psihološke pozadine [14], razumljivo je da su baš elementi igara ključni u povećanju motivacije i angažiranosti te smanjenju monotonosti procesa učenja. U tablici 2.1 dana je usporedba tradicionalnog modela učenja i igrificiranog modela učenja.

**Tablica 2.1.** Usporedba tradicionalnog i igrificiranog modela učenja, izrađeno prema [7]

TRADICIONALNI MODEL	IGRIFICIRANI MODEL
učitelj uči studenta	samoučenje
ocjene	bodovi
tekst (u knjigama, na ploči)	dizajn (atraktivniji)
lekcije	razine (kompetitivnije)
ispiti	<i>master</i> razina
razred	rang

Količina informacija koju čovjek može zapamtiti, kontrolirana je od strane dijela mozga koji se naziva hipokampus. Igrifikacija stimulira pohranjivanje novih informacija u dugoročno pamćenje, čime se nauči više nego li putem tradicionalnog modela učenja. Ono što još potiče bolju pohranu novih informacija su priče, koje su sastavni dio gotovo svake igre.



Osim što primjena igrifikacije u edukaciji može poboljšati proces učenja, isto tako može pomoći i nastavnicima u tome da saznaju koliko studenti imaju predznanja o određenoj lekciji. Također, profesori mogu dobiti povratnu informaciju o tome u kojoj mjeri su učenici razumjeli gradivo i o tome koji dio gradiva su manje razumjeli te bi time profesori znali na što treba staviti veći fokus prilikom predavanja. Kako bi se pravilno i efikasno implementirala igrifikacija u okruženje za učenje, ključno je postaviti ciljeve, zadatke, nagrade i davanje povratne informacije [11]. Povratna informacija služi tome kako bi se izbjeglo da se učenik osjeća izgubljeno, da ne zna što i kako treba napraviti te je ujedno važno informirati učenika o njegovom napretku. Nagrade imaju svoju svrhu u vidu priznanja učenicima za rad i trud, ali isto tako važno je da su nagrade transparentne u cijeloj obrazovnoj zajednici kako bi se potaknula motivacija kod ostalih vršnjaka. Nagrade mogu biti dodijeljene pojedincu, ali i timu. Zadatak se može koncipirati tako da potiče suradnju među učenicima, odnosno da ih se podijeli u grupe te da ga zajedno rješavaju. Poticanje suradnje može se postići i time da se osim zadataka, nagrađuje i suradnja. Na primjer, pomaganje drugima u vezi zahtjevnijeg zadatka. Još jedan način jest taj da učenici imaju mogućnost objaviti svoju kompetenciju i usporediti rezultate sa svojim vršnjacima. Primjena igrifikacije u edukaciji većinski je osmišljena radi motivacije učenika, međutim jedna metoda se može primijeniti i za motivaciju profesora. Traka napretka (engl. *progress bar*) može biti dobar način da se potaknu profesori jer mogu vidjeti napredak sudionika kroz sadržaj predmeta ili tečaja [3].

Porijeklo igrifikacije su Sjedinjene Američke Države, ali u zajednici koja se bavi istraživanjem obrazovanja, ona je međunarodno rasprostranjena. Istraživanja su provedena u visokorazvijenim državama poput Norveške, Kanade, Njemačke, Japana, Brazila, ali i u zemljama koje su u razvoju poput Rumunjske i Poljske. Područja primjene u obrazovanju najčešće su prirodne znanosti, strani jezici, računalni i programski inženjering, poslovanje i zdravlje [2]. Tako je u jednome istraživanju u osnovnoj školi igrificiran predmet stranog jezika u kojemu je sudjelovalo 30 učenika, čiji je raspon godina od 6 do 8. Korišteni mehanizmi su razine, značke i ljestvica sa vodećim rezultatima. Na samome početku, učenici su trebali ispuniti test koji će im odrediti početnu razinu, a razina je ujedno i značka. Zatim učenici uče iz materijala i odrađuju vježbe, na kojima ako steknu minimalan broj bodova, dobivaju revidiranu razinu i ažuriraju se bodovi na ljestvici s najboljim rezultatima. Rezultati ovog iskustva od strane učenika su sljedeći: 73,33% smatra da je ova aktivnost vrlo zanimljivo, a 83,33% smatra da ih igrificirane aktivnosti učenja čine izazovnim i željnim završiti i savladati sve razine [15].

U drugome istraživanju, ciljani su studenti prve godine menadžmenta koji su upisani na kolegij operacijskog istraživanja/znanosti menadžmenta. Istraživanje je trajalo 2 godine zaredom, a rezultati su uspoređivani sa prijašnjim dvjema godinama, na kojima kolegij nije bio igrificiran. Ondje su implementirani bodovni sustav, značke, ljestvica sa vodećim rezultatima i povratna informacija. Studenti imaju pravo pada te ponovnog pokušaja aktivnosti, kako se ne bi bojali posljedica pada. Pohađanje nastave povećalo se za 20% te se postotak položenosti kolegija povećao sa 70% na 86% [16]. Anonimni upitnik vezan za profesora koji ispunjavaju studenti, nije pokazao prisutnost razlike u usporedbi sa dvije verzije održavanja kolegija. To sugerira da su uočene promjene povezane sa načinom održavanja kolegija.

## **2.4. Ograničenja i implikacije**

Igrifikacija nudi pogodne rezultate po pitanju motivacije korisnika, ali isto tako ona može prouzročiti demotivaciju ako korisnik u nekom trenutku prestane dobivati neki oblik nagrade. Do toga dolazi kada korisnik počne vidjeti nagradu kao razlog činjenja aktivnosti i time unutrašnja motivacija prelazi u vanjsku. To nadalje uzrokuje da osoba tokom rada posvećuje manje pažnje kvaliteti rada jer je glavni cilj osvojiti nagrade i bodove. Kohnov eksperiment demonstrira takvu situaciju. Djeca će crtati više slika, ali u manjoj kvaliteti, ako su plaćena za crtanje slika [17]. S druge strane, neki autori tvrde da je rizik minimiziran kada korisnik shvati da je aktivnost važna za njega samog [11]. Uz motivaciju, kod korisnika se potencijalno može pobuditi i natjecateljski duh koji potpomaže daljnjoj motivaciji, no u nekim okolinama nagon za natjecanjem nije poželjan. Također, pretjerana kompetitivnost može utjecati na izostanak suradnje među korisnicima koja je ipak poželjna i u sklopu igrificiranih aktivnosti. Stoga elemente kompetitivne prirode poput ljestvice sa najboljim rezultatima, treba pažljivo implementirati jer transparentni rezultati mogu imati negativan utjecaj na neke učenike, koji se ne osjećaju ugodno znajući da svatko može vidjeti njihova postignuća ili se jednostavno ne vole natjecati [18].

Osim demotivacije, razvojni programeri suočavaju se sa važnim konceptom koji je uključen u svijetu igara pa tako i unutar igrificiranih aktivnosti, a to je varanje. Korisnici će iznova i iznova osmišljavati načine kako varati, a razvojni tim ne može pokriti sve slučajeve. Stoga, dinamiku igre treba pažljivo osmisliti ne samo kako bi se promicala angažiranost prema igrificiranim aktivnostima učenja, već i kako bi se spriječilo, otkrilo i obeshrabilo nepošteno ponašanje korisnika [11]. Varanje može prouzročiti i demotivaciju kod ostalih korisnika koji se trude na poštenu način doći do nagrada.

Nadalje, ako elementi igara postanu od veće važnosti korisniku nego li glavna svrha, koja je učenje, tada kvaliteta rada na nekom zadatku te produktivnost mogu opasti. Sukladno tome, ne treba pretjerivati s elementima igara i treba naći dobar omjer istih.

Ljudima je općenito zanimljivo nešto novo i drugačije, ali nakon nekog vremena im dosadi. Tako i igrificirane aktivnosti mogu uzrokovati veliki zamah kad se tek predstave korisnicima, međutim ako konstantno nema novih izazova, korisnicima aktivnosti mogu postati prejednostavne i zamarajuće.

## **2.5. Programiranje kao slučaj primjene**

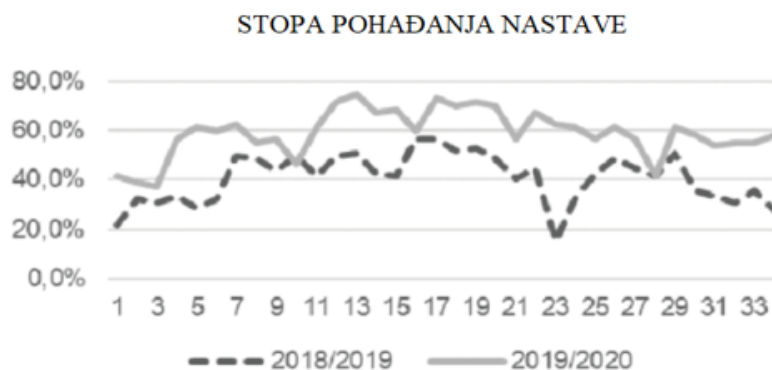
Jedna od vještina koja se očekuje da studenti fakulteta tehničkih područja steknu je programiranje. Programiranje i dizajn algoritama mnogima je apstraktno i teško im je zaključiti je li napisani algoritam ispravan. Programiranje je opisano i kao intelektualni izazov, a prema riječima Edsgera Dijkstre, umjetnost programiranja zapravo je umjetnost organiziranja kompleksnosti. Mnogi studenti tek na samome početku studija prvi se put susreću s nekim programskim jezikom i konceptom algoritamskog razmišljanja. U trajanju od najčešće jednog semestra očekuje se da nauče sintaksu i sintagmu programskog jezika. Budući da je svo to znanje koje se očekuje od studenta apstraktno, dio studenata proživljava frustracije ili se čak ispisuje s fakulteta. Tako nije samo teže naučiti programirati, već je teže i predavati i prenijeti takvu vrstu znanja na studente u razliku od nekih drugih kolegija. U tu svrhu, primjena igrifikacije za programske zadatke vrlo je korisna jer programiranje se u većini slučajeva oslanja na samostalno učenje. Osim za programske zadatke može se primijeniti na učenje potrebne teorije. Najviše slučajeva primjene igrifikacije na učenje programiranja odnosi se na uvodne kolegije upravo iz razloga jer je na prvu veoma kompleksno te osim što uključuje učenje novog jezika, podrazumijeva i učenje drugačijeg načina razmišljanja. U nastavku je opisano nekoliko primjera u kojima je igrifikacija primijenjena na učenje i podučavanje programiranja u obrazovnom sustavu.

Sveučilište u Kaliforniji primijenilo je igrifikaciju kako bi naučilo studente osnovama programiranja. Studenti, kojih je bilo 14, bili su podijeljeni u 4 grupe te su sveukupno trebali riješiti 15 algoritama tokom 4 tjedna nastave. Traženi algoritmi uključivali su rješavanje problema poput generiranja broja u određenom intervalu, sortiranje niza brojeva, pronalazak aritmetičke sredine niza i slično. Prelaskom na višu razinu, i težina bi se povećavala. Na prvoj razini, studenti bi dobili točan broj kartica na kojima su napisani dijelovi algoritama, na drugoj razini bi dobili više kartica nego je potrebno, ali bi im bilo navedeno koliko ih treba biti u konačnom rješenju i tako dalje.

Kartice s dijelovima koda trebali su poredati tako da algoritam ostvaruje zadanu funkcionalnost. Nakon nastave, provedena je anketa među studentima kako bi izrazili svoje mišljenje i globalno zadovoljstvo ili nezadovoljstvo koje se odnosi na ovakvo održavanje nastave. Najniži postotak zadovoljstva bio je 75.68% dok je najviši bio 94.12% [19].

Sveučilište u Španjolskoj, u Madridu također je primijenilo igrifikaciju na učenje programskog jezika C. U trajanju od 3 predavanja, sudjelovala su 22 studenta koja se nikad prije nisu susrela sa igrifikacijom, ali su imali iskustva s video igrama. Studija je uključivala testove prije i poslije sudjelovanja u igri. Rezultati testova indiciraju značajnu razliku u postignutim bodovima u testu nakon i prije. Od 22 studenta, samo 2 nisu nastavila koristiti aplikaciju nakon što su postigli potrebne bodove. Nakon provedene ankete, sveukupni komentari bili su: zabavno, profesionalno i društveno.

Institucija za visoko obrazovanje u Portugalu još je jedna od onih koja je izvela uvodni kolegij u programiranje pomoću igrifikacije. Aktivnosti kolegija bile su: izrada C programa, primjena osnovnih koncepata kao što su cjelobrojno dijeljenje i dijeljenje s ostatkom, kontrola toka i prevođenje algoritama u programski jezik C. Kolegij je pohađalo 67 studenata. Analiza je provedena u usporedbi sa prijašnjom akademskom godinom. Na slici 2.6 dan je graf koji prikazuje



**Slika 2.6.** Usporedba stopa pohađanja nastave, izrađeno prema [20]

stopu pohađanja nastave za prijašnju akademsku godinu u kojoj nije primijenjena igrifikacija i akademsku godinu 2019/2020 za koju je primijenjena igrifikacija na kolegiju. Rezultati su pokazali kako se pohađanje nastave povećalo za 18.1 %. Također su i rezultati koji se odnose na praktični dio bili bolji za akademsku godinu 2019/2020. Nakon što je provedena anketa među studentima da daju svoje mišljenje vezano uz ovakvo izvođenje kolegija, više od 80% njih dalo je ocjenu između 5 i 10 [20].

## 2.6. Psihološki aspekt igrifikacije

Jedan od glavnih psiholoških ishoda i ciljeva općenito koji se želi postići kod korisnika uslijed primjene igrifikacije jest tok (engl. *the flow*). Pojam tok prvi put je proučavao Csikszentmihalyi te ga je zanimalo zašto su ljudi posvećeni određenim aktivnostima bez vanjske inicijative [12]. Zaključak je da te aktivnosti dijele nešto zajedničko, što je Csikszentmihalyi nazvao stanje protoka (engl. *flow state*) ili iskustvo protoka (engl. *flow experience*). Karakteristika toka je da aktivnost ne smije biti prelagana, jer će se korisnik početi dosađivati, ali ne smije biti niti preteška jer će se korisnik početi osjećati anksiozno. Treba postići ravnotežu između izazova i mogućnosti. Teorija toka još se naziva i stanje optimalnog iskustva. Nastava koja se održava u školama, na fakultetima ili u sklopu tečajeva jednaka je za sve učenike, a primjenom igrifikacije može se prilagoditi svakom učeniku, od kojih neki znaju manje, a neki više. Time nekima ne bi bilo dosadno, dok drugi ne bi bili anksiozni i moglo bi se postići stanje protoka kod svakog učenika.

U nastavku su navedeni benefiti igrifikacije koji se odnose na psihološko iskustvo [7]:

- Povećanje angažiranosti i motivacije.
- Nudi priliku sramežljivim studentima da se izraze i svim studentima da se javno identificiraju.
- Samo učenje daje studentu vlasništvo nad svojim učenjem.
- Student imaju slobodu past i probati ponovo bez negativnih posljedica.
- Studenti odmah dobivaju povratnu informaciju.

Najčešći psihološki ishodi koji se nalaze u istraživačkim radovima vezanim za igrifikaciju su veoma pozitivni te se odnose na uživanje, zabavu, angažiranost i motiviranost [14].

Rezultati istraživanja provedenog u Portugalu na institutu za više obrazovanje (Polytechnic of Guarda):

„Rezultati su ohrabrujući u usporedbi sa prijašnjim godinama. Promatrali smo kako su studenti više uključeni i motivirani u proces učenja, aktivno sudjelovali u svim izazovima i zatraženim aktivnostima. Broj studenata koji su uspješno završili evaluacijske aktivnosti značajno se povećao. Sa druge strane, nastavnici imaju znanje o jakim i slabim stranama svakog studenta, u svim područjima procesa učenja programiranja.“ [20]

„Igrifikacija u učionici ima sve da učini poučavanje primamljivim i studente sretnim što sudjeluju u nastavi.“ [20]

Nekoliko izjava studenata koji su sudjelovali u istraživanju i nastavi u kojoj je primijenjena igrifikacija ukazuje na...:

„Osjećam se odlično kad znam sve odgovore. Pravo na hvaljenje je također plus.“ [8],

„Čini te da se osjećaš kao da si nešto naučio kad završiš lekciju u CodeAcademy-u.“ [8],

Komentar na jedan od mehanizama igrifikacije, traku napretka: „Stvarno me pokreće. Želiš da traka bude zelena!“ [3].

Velika većina istraživanja daje pozitivno orijentirane rezultate, ali iako se rezultati čine obećavajućima, ima i mnogo istraživanja gdje su izostali konkretni zaključci ili onih s miješanim rezultatima [14]. Na primjer, jedno istraživanje pokazalo je općenito negativan utjecaj. Sustav je uključivao ljestvicu s najboljim rezultatima i značke te su rezultati bili smanjeno zadovoljstvo, osnaživanje i motivacija [9]. Većina analiza istraživanja provodi se kvantitativnim metodama, koje u obzir uzimaju, na primjer, stečene bodove. Ipak, neka istraživanja analizu provode kvalitativnim metodama te se zbog toga pronalaze mješoviti rezultati. Priroda kvalitativne analize dopušta dublje i bogatije analiziranje te su njeni ishodi drugačije oblikovani. Na primjer, u ishodu se spominje kako je netko imao koristi od nečega i bio je motiviran, ali netko drugi nije. Također, veliki je problem što jako mali broj istraživanja istražuje efekt pojedinog mehanizma igrifikacije. Zbog toga je teško povezati interakciju pojedinog mehanizma sa porastom motivacije. Unatoč tome, u onima studijama u kojima je ispitan utjecaj pojedinog mehanizma, zaključak je da su najuspješnije implementirani bodovi, značke, ljestvica sa vodećim rezultatima i povratna informacija [18]. Autori također naglašavaju da su istraživanja provedena u kraćim periodima, po nekoliko tjedana te da zato dobiveni rezultati mogu biti pod utjecajem efekta noviteta. Neke studije su pokazale da su se percipirane koristi igrifikacije smanjivale, kako se vrijeme korištenja povećavalo te da se utjecaj na motivaciju učenika promijenio nakon početnog pozitivnog efekta [21]. Na Federalnom sveučilištu Amazonas, provedeno je istraživanje u kojem je sudjelovalo 756 studenata. Ondje su rezultati također pokazali utjecaj efekta noviteta, ali nakon što su protekla 4 tjedna, efekt igrifikacije se počeo povećavati [21]. Time je dana potpora efektu upoznavanja (engl. *familization effect*) – korisnicima je potrebno neko vrijeme da se u potpunosti upoznaju sa novitetom.

## 2.7. Postojeće platforme i alati

Budući da je igrifikacija pronašla primjenu u mnogim aspektima života, osim u edukaciji, u nastavku su navedena 2 primjera takvih aplikacija. Nakon toga, nalaze se četiri primjera aplikacija, od kojih je jedna platforma za stvaranje igrificiranog sadržaja za učenje i povećanje angažmana, a ostale se koriste u svrhu učenja programiranja.

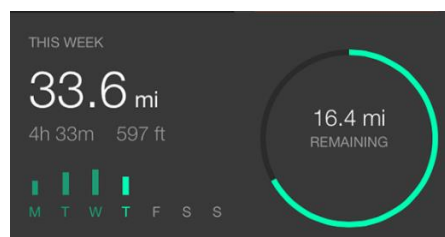
### 2.7.1. Strava

Strava je fitnes aplikacija koja iz mjeseca u mjesec dobiva po čak milijun novih korisnika. Na početku je služila samo za biciklizam i trčanje, ali s vremenom je počela obuhvaćati i jogu, treninge s utezima i tako dalje. Osim što implementira elemente igara, isto tako koristi unutarnju motivaciju ljudi da postanu zdraviji ili da se bave sportom [22]. Ljestvice s vodećim rezultatima sadrže bodove svih korisnika, ali ova aplikacija nudi i filtriranje prikaza na osnovu dobi. Na taj način korisnik ima priliku natjecati se protiv svojih vršnjaka, obzirom da je u sportu dob života jedan od faktora koji utječu na rezultat. Postoje individualni te grupni izazovi koji daju priliku društvenom povezivanju. Ukoliko je izazov izvršen, korisnik ili korisnici su nagrađeni značkom (slika 2.7).



Slika 2.7. Strava - značke

Nadalje, korisnik postavlja svoje tjedne i/ili godišnje ciljeve, a vizualni prikaz napretka dan je trakom napretkom koja je prikazana na slici 2.8. Također, aplikacija nudi mogućnost stvaranja zajednice time što korisnik kreira svoj profil te može pratiti druge korisnike, međusobno si mogu slati poruke, komentirati postignuća i pridružiti se virtualnim klubovima.



Slika 2.8. Strava - traka napretka

### 2.7.2. MySugr Junior

Aplikacija služi djeci dijabetičarima kako bi pratili razinu šećera u krvi, doze inzulina, obroke, aktivnosti, raspoloženje i druge podatke. Dijabetes je kronična bolest i praćenje napretka bitan je dio upravljanja dijabetesom. Ne služi samo djeci, već i roditeljima ili skrbnicima je su svi podatkovni unosi djeteta sinkronizirani s mobitelima roditelja ili skrbnika. Stoga ako se dijete nađe u situaciji da ne zna što učiniti, može dobiti obavijest od roditelja ili skrbnika pozivom ili porukom. Bodovi se skupljaju svakim unosom novog podatka, a cilj je osvojiti određeni broj bodova svaki dan što potiče djecu da redovno vode računa o dijabetesu. Osim skupljanja bodova kao elementa igre, dijabetes je prikazan kao čudovište, kojeg se može vidjeti na slici 2.9 Čudovište daje bodove



Slika 2.9. mySugar Junior - čudovište

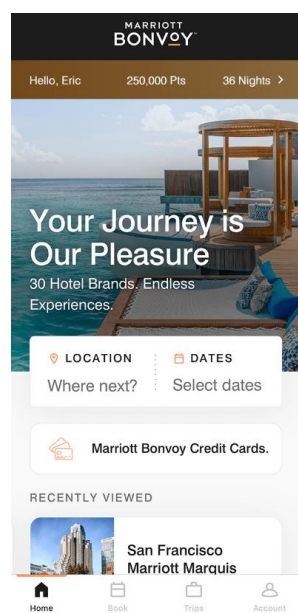
i edukativnu povratnu informaciju za uneseni podatak. Svrha aplikacije jest da djeca sa dijabetesom postanu neovisnija, da lakše podnose bolest i da nauče biti uključena u svoju terapiju.

### 2.7.3. Mambo.io

Mambo.io vodeća je konfiguracijska platforma za igrifikaciju. Služi za angažiranje, mjerenje aktivnosti, postavljanje ciljeva i povećanje uspješnosti poslovanja. Nudi rješenja za povećanje lojalnosti kupaca, angažmana zaposlenika i obuku ili e-učenje. Korisnik može definirati, pratiti i nagraditi bilo koje ponašanje i uključuje analitičke alate koji pomažu u dizajniranju nagrada, razina i misija. Sadrži i ljestvicu s vodećim rezultatima za povećanje kompetitivnosti i za usporedbu rezultata. Također, nudi i opciju davanja povratne informacije koja je esencijalna u bilo kojem obliku modernog poslovanja. Tvrtka *North 6th Agency* iskoristila je ovu platformu za povećanje angažmana zaposlenika [23]. Sustav nagrađivanja sastoji se od bonusa i plaćenog slobodnog vremena. Na kraju svakog tromjesečja prikupljaju povratne informacije od zaposlenika kako bi



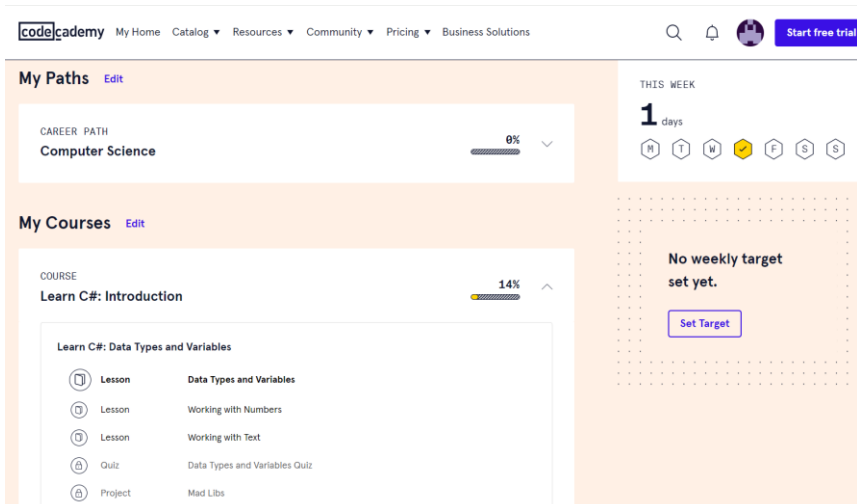
zaključili funkcioniraju li takve aktivnosti ili ne. Igrifikacija nudi i mogućnost uključivanja zaposlenika na daljinu u aktivnosti, obzirom da se sve prati i svi podaci se prikupljaju u stvarnom vremenu. Zaposlenicima nudi priliku za napredak i razvoj karijere rješavanjem zadataka i napretkom kroz tečajeve u kojima sudjeluju putem platforme. Na ovoj platformi zasniva se i *Marriott Bonvoy*, hotelski program lojalnosti, čiji je početni zaslon mobilne aplikacije vidljiv na slici 2.10. Cilj ovog programa je povećanja broja posjetitelja. Bodovi se dobivaju za posjet bilo kojem *Marriott* brandu hotela, a mogu se pretvoriti u donacije, koristiti za usluge prijevoza sa Uberom ili iskoristi kao kuponi na šoping portalima. Ovisno o broju sakupljenih bodova, korisnik je na određenoj razini, odnosno, ima određenu vrstu članstva, poput: *Silver Elite*, *Gold Elite*, *Premium Elite* i tako dalje.



**Slika 2.10.** Marriott Bonvoy mobilna aplikacija

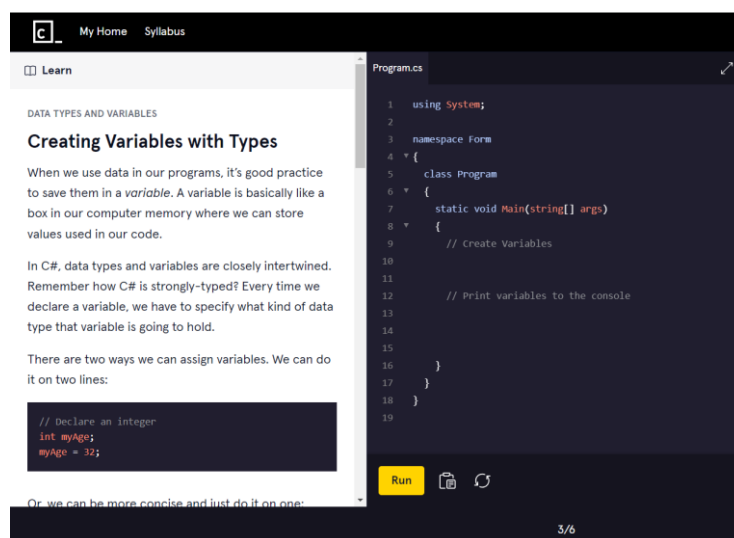
#### 2.7.4. Code Academy

Code Academy je web aplikacija za e-učenje programiranja. Korisnicima nudi tečajeve kao što su: Python, C#, Javascript, web dizajn i razvoj, strojno učenje i tako dalje. Osim tečajeva nudi i odabir karijere u svijetu razvojnih programera, na primjer, *full-stack*, *back-end*, iOS. Nakon toga, korisnik uči potrebne vještine za odabranu karijeru te na kraju dobiva certifikat. Na početnoj stranici, koja je vidljiva na slici 2.11, nalaze se odabrani tečajevi i karijerni put korisnika. Traka napretka prikazuje dovršenost aktivnosti. Korisnik može postaviti svoj tjedni cilj učenja. Za povećanje motivacije, koriste se značke. Postoji više vrsta znački koje se zasnivaju na tipu aktivnosti pa tako



Slika 2.11. Code Academy - početna stranica

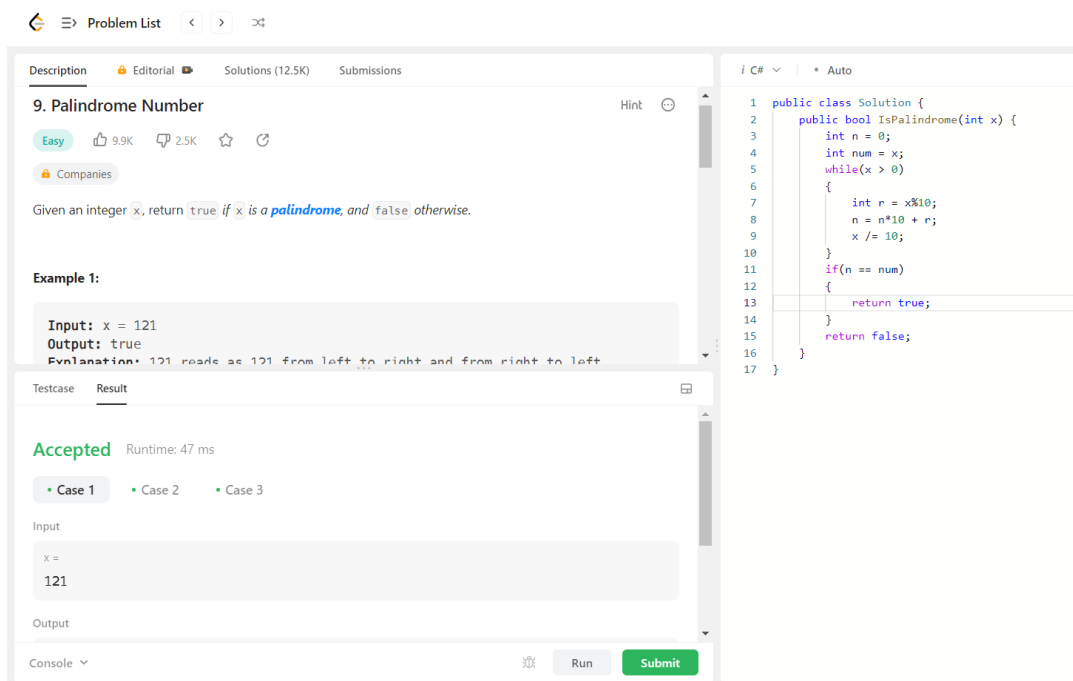
postoje značke za kompletne vježbe, završetak tečaja i značke za sudjelovanje u timskoj aktivnosti. Za svaku dovršenu vježbu, korisnik biva nagrađen bodovima. Aplikacija nudi i postavljanje tjednih ciljeva, u smislu koliko dana korisnici žele provesti učeći te kada dobivaju nagradu. Uz vremenske ciljeve, korisnik si može postaviti jasne ciljeve u smislu napretka na određenoj karijeri ili vještini. Ukoliko više dana zaredom korisnik završi vježbu, započinje *streak*, odnosno, uzastopni niz pobjeda. To nije rezultat ili mjera koliko je naučeno, već pokazatelj dosljednosti u tome da se nastavi s učenjem i vježbanjem. To je još jedan način motivacije korisnika da nastavi sa učenjem svakodnevno jer ako se jedan dan preskoči, rezultat se resetira. Ova aplikacija nudi zadatke koje treba riješiti, ali uz to pored svakog zadatka se nalazi dio u kojem korisnik uči o temi zadatka. Na slici 2.12 dan je prikaz zadatka o varijablama i njihovim tipovima.



Slika 2.12. Code Academy - zadatak

## 2.7.5. LeetCode

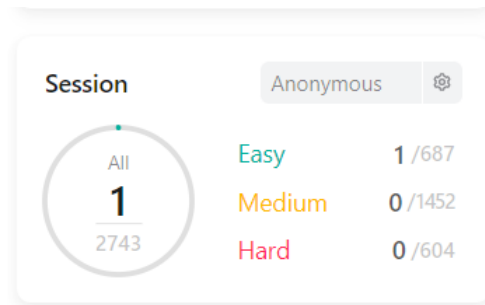
LeetCode je platforma koja se bazira na poučavanju algoritama i podatkovnih struktura. Najčešće se koristi, osim za učenje programiranja, i kao priprema za intervju. Čak je postao industrijski standard za intervju koji uključuju posao programera. Google, Amazon i Facebook koriste ga za procjenu talenata prijavljenih osoba za posao [24]. Uz to, LeetCode je postao popularna web aplikacija koja služi kao izvor pitanja za intervju. Izgled sučelja u kojemu se rješavaju zadaci, nalik je onome iz prethodnog primjera, Code Academy. Jedan dio odnosi se na objašnjenje zadatka i nekoliko primjera testova te dijelom za pisanje koda i pokretanje istog što se može vidjeti na slici 2.13. Nakon što se uspješno riješi zadatak, korisnik dobiva informacije o zauzeću memorije i može



Slika 2.13. LeetCode - zadatak

vidjeti ostala rješenje, na primjer, ona koja zauzimaju manje memorije. Kako bi korisnici imali motivaciju za nastavak pripreme za intervju, LeetCode implementira igrifikacijske mehanizme. Nakon uspješnog riješenog i predanog zadatka, korisnik dobiva *LeetCoin*, što je vrsta nekakvih bodova. Ti bodovi mogu se zamijeniti u LeetCode trgovini za majice sa logom, 30 dana *premium* pretplate i slično. Natjecanja su u trajanju od tjedan ili 2 te sudjelovanjem u njima korisnik također može dobiti *LeetCoin*. Socijalni dio ove platforme su forumi na kojima korisnik može doprinijeti dajući odgovore, a za to također biva nagrađen. Korisnik može pratiti svoj napredak pomoću trake napretka koja prikazuje broj riješenih zadataka po trima kategorijama: lagano, srednje i napredno

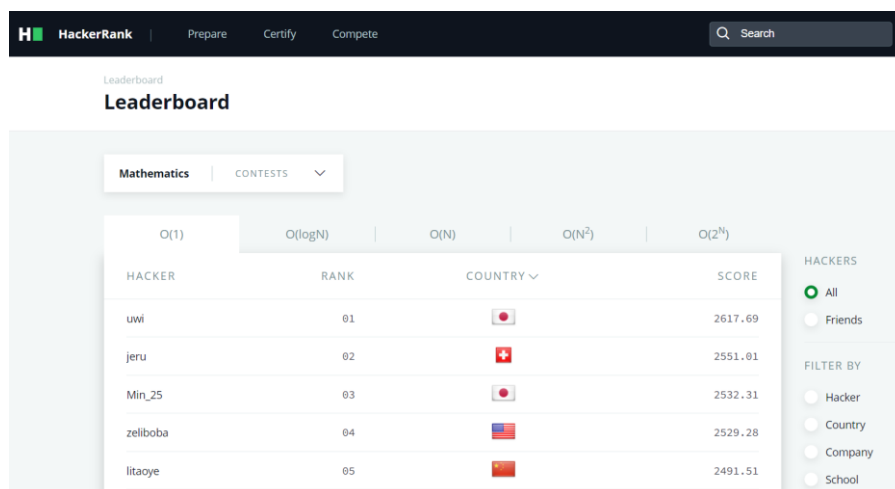
te po sveukupnom broju zadataka. Izgled je dan na slici 2.14. Platforma podržava 16 programskih jezika.



Slika 2.14. LeetCode - traka napretka

### 2.7.6. HackerRank

HackerRank je web aplikacija za rješavanje programskih problema u različitim domenama računalne znanosti kao što su algoritmi, strojno učenje i umjetna inteligencija te za briljiranje u različitim programskim paradigmatama kao što je funkcionalno programiranje [25]. Ciljana skupina su programeri, ali i tvrtke IT sektora. Za programere nudi mogućnost poboljšanja vještine programiranja kroz samostalno rješavanje zadataka i sudjelovanja u natjecanjima za koje korisnik dobiva bodove. Nakon određenog broja bodova, korisnik dobiva zvjezdicu, a nakon određenog broja zvjezdica dobiva značku. Sučelje za rješavanje zadataka nalik je onima iz prethodna 2 primjera, ali uz to nudi za svaki zadatak pojedinačno prikaz ljestvice sa vodećim rezultatima i forum. Odvojene ljestvice za vodećim rezultatima postoje za pojedinačni zadatak, odnosno za dio pripreme i za natjecanja i to za svako područje. Primjer je dan za natjecanja iz područja matematike na slici 2.15. Tvrtkama nudi objavu poslova i kreiranje vlastitih programskih izazova, suradničke



Slika 2.15. HackerRank - ljestvica sa vodećim rezultatima

intervjue kodiranja i personalizirane uvide potaknute strojnim učenjem. Korisnici mogu sudjelovati u izazovima i na taj način dobiti posao. Dakle, ova platforma daje mogućnost i za regrutaciju zaposlenika.

### 3. PROGRAMSKO RJEŠENJE ZA UČENJE I POUČAVANJE PROGRAMIRANJA ZASNOVANO NA IGRIFIKACIJI

Praktični dio ovoga rada zahtjeva izradu programskog rješenja za učenje i poučavanje programiranja koje implementira igrifikaciju. Stoga, u ovome poglavlju dani su zahtjevi i opisan je rad web aplikacije naziva *GamingNProgramming*. Prije izrade programskog rješenja, provedeno je anketno istraživanje o utjecaju igrifikacijskih elemenata na motivaciju.

#### 3.1. Istraživanje

U sklopu praktičnog dijela ovog rada, osim izrade programskog rješenja provedeno je i anketno istraživanje.

##### 3.1.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja odnosi se na utjecaj igrifikacijskih elemenata na motivaciju tokom korištenja igrificiranih aplikacija za učenje programiranja i primjene igrifikacije u nastavi. Prikupljene su informacije o tome kako pojedini elementi igara utječu na nastavak rješavanja zadataka. Ispitanici su trebali dati svoje mišljenje o ishodu nastave u kojoj bi bila implementirana igrifikacija i da li bi i oni sami sudjelovali u takvoj nastavi.

##### 3.1.2. Metodologija

Korištena istraživačka metoda je anketa. Ispitanici su popunjavali anketu putem Interneta. Uvjet za ispunjavanje ankete je prethodno korištenje igrificiranih aplikacija za učenje programiranja poput *LeetCode* ili *CodeAcademy*.

##### 3.1.3. Postupak i mjerni instrument

Mjerni instrument istraživanja je anketni upitnik kreiran pomoću *Google Forms* aplikacije. Upitnik je bio anonimn te se sastojao od 15 pitanja od kojih su prva 3 bila osobna. Osobna pitanja potraživala su odgovore vezane za dob, stupanj znanja programiranja i stupanj obrazovanja. Ostala pitanja pokrivala su predmet istraživanja te su ista priložena u tablici 3.2.

Tablica 3.2. Anketna pitanja

REDNI BROJ	PITANJE
1.	Motivira li Vas leaderboard, odnosno, Vaša pozicija na leaderboardu, da skupite što više bodova?

2.	Volite li se više natjecati sami sa sobom (na primjer obarati vlastitog rekorda) ili protiv nekog?
3.	Kada ne biste imali nekakvu vrstu progress bara pomoću koje možete pratiti svoj napredak, bi li Vas to demotiviralo za daljnje rješavanje zadataka?
4.	Ako Vam je idući level (razina) zaključana, jeste li više motivirani da nastavite igrati igru kako biste otključali idući level?
5.	Sviđa li Vam se kada možete izabrati svog avatara?
6.	Da li bi Vam bilo zanimljivije da aplikacija za učenje programiranja ima narativ, tj. neku pozadinsku priču? Na primjer kao što tokom igranja Super Maria cilj je da izbjegnemo kornjaču i poražavamo razna čudovišta kako bi na kraju spasili princezu.
7.	Da je zadatku ograničeno vrijeme za rješavanje, ali možete vidjeti što se traži u zadatku, biste li istražili više o toj temi kako bi bili sigurni da ćete stići riješiti zadatak u zadanom vremenu?
8.	Da ne osvajate bodove za rješavanje zadataka, biste li riješili manje zadataka nego da osvajate bodove?
9.	Je li Vam učenje zabavnije i lakše ako koristite aplikaciju poput LeetCode?
10.	Koji način učenja programiranja preferirate i predložili biste drugima?
11.	Da ste imali priliku tokom svog školovanja sudjelovati na predmetu/kolegiju koji je bio koncipiran na način da implementira igrifikacijske elemente, biste li sudjelovali ili bi radije sudjelovali u klasičnoj nastavi?
12.	Smatrate li da bi ishodi učenja bili bolji i da bi učenici/studenti bili motiviraniji kada bi se predmet/kolegij koncipirao na način da implementira igrifikaciju?

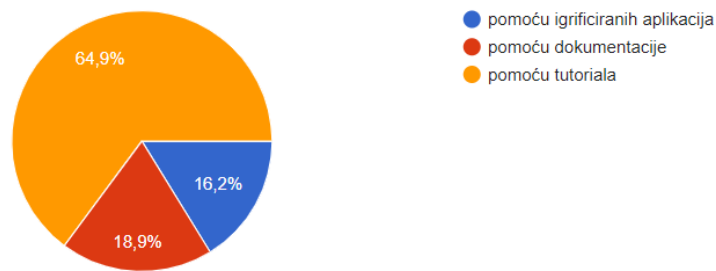
### 3.1.4. Uzorak ispitanika

Uzorak ispitanika čini 40 osoba koje su se susrele s programiranjem tokom obrazovanja ili su zaposleni u IT tvrtki i koristile su igrificirani sustav za učenje programiranja. Anketu su ispunjavali ispitanici sa razinama obrazovanja koja seže od srednje stručne spreme do visoke stručne spreme i sa različitim stupnjem znanja programiranja.

### 3.1.5. Analiza

Nakon analize odgovora koji se odnose na to bi li osoba htjela sudjelovati u igrificiranoj nastavi te što smatra o ishodu provedbe takve nastave, zaključak je da bi 89% ispitanika sudjelovalo u takvoj nastavi. Isti taj postotak ispitanika smatra da bi ishodi učenja bili bolji i da bi učenici, odnosno, studenti bili motiviraniji kada bi sudjelovali u takvoj nastavi. Rezultati nemaju međusobne poveznice sa razinom znanja ili obrazovanja ispitanika. Unatoč rezultatima koji naginju ka pozitivnom utjecaju i prihvaćenosti igrifikacije, samo 16.2% ispitanika odabire igrificirane aplikacije kao izvor učenja dok ostali preferiraju dokumentaciju i tutorijale, što se

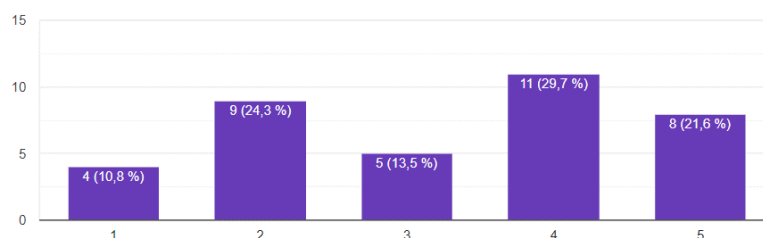
može vidjeti iz priloženog grafa na slici 3.1. Također, većina ispitanika izrazila je neutralan i trećina pozitivan stav o tome je li im učenje zabavnije i lakše ako koriste igrificiranu aplikaciju za učenje programiranja, ali samo je 8% izrazilo negativan stav. Veoma mali postotak negativnih odgovora može biti uzrokovan time što u takvim aplikacijama strah od pada ne može postojati i time je osoba pod manjim stresom nego što bi bila tijekom ispita.



**Slika 3.1.** Preferirani izvor učenja programiranja

Pri kreiranju igara, natjecanje je jedan od glavnih motivatora. Natjecati se može protiv nekog drugog, ali i protiv samog sebe, obaranjem vlastitog rekorda. Na osnovu toga, nije neočekivani rezultat da se samo 8% ispitanika ne voli natjecati, dok se većina više voli natjecati protiv samog sebe. Ljestvica s vodećim rezultatima jedan je od elemenata igara koji može potaknuti natjecateljski duh te ju tek 20% ispitanika ne smatra motivirajućom, a 35% ju smatra neutralnom.

Traka napretka je po dosadašnjim istraživanjima spomenutim u ovome radu pokazala pozitivan stav po pitanju motivacije za daljnje rješavanje zadataka. Međutim, u ovome istraživanju, dobiveni su raznovrsni odgovori. Na slici 3.2 prikazana je Likertova skala, gdje broj 1 označava da bi ih izostanak trake napretka demotivirao, a broj 5 označava da ih izostanak trake napretka nipošto ne bi demotivirao. Većina ispitanika izjasnila se da izostanak trake napretka ne bi negativno utjecao na daljnje rješavanje zadataka, 35% ispitanika bi to demotiviralo. Demotivacija u ovome slučaju,

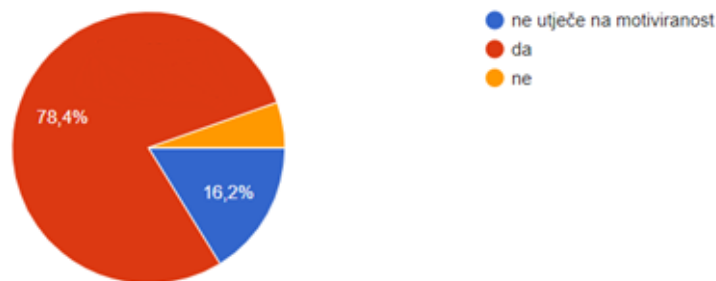


**Slika 3.2.** Likertova skala - traka napretka



proizlazi iz činjenice da su ljudi vizualni tipovi i da više cijene svoj rad i imaju volju za daljnjim radom ako imaju uvid u to da je nešto odrađeno, kao što mogu vidjeti na traci napretka.

Iako je bodovni sustav temelj skoro svih igara, ali i igrificiranih aplikacija za učenje, više od 40% ispitanika smatra da ne bi riješila manje zadataka da ne osvaja bodove. U razliku od toga, ono što se definitivno pokazalo kao motivator je zaključavanje razina sa čak 78% pozitivnih odgovora, a postotak ostalih odgovora vidljiv je na slici 3.3. Obzirom na to da je samo jedan odgovor od ispitanika sa početnom razinom znanja programiranja bio neutralan, svakako bi bilo preporučljivo implementirati ovaj mehanizam. Osim toga, i avatar je jedan od elemenata koje bi trebalo uzeti u obzir pri implementaciji jer je isti postotak ispitanika izjavio da im se mogućnost odabira avatara sviđa.



**Slika 3.3.** Zaključavanje razina

Kako bi se stvorio izazov, jedan od načina je ograničiti vrijeme rješavanja zadataka. Ovom anketom zaključeno je da bi većina ispitanika detaljnije proučila problematiku zadatka kako bi bili sigurni da će stići riješiti zadatak, a trećina je dala neutralan odgovor. Dakle, ovaj mehanizam može uzrokovati da korisnik utroši više vremena na učenje i prouči detaljnije o određenoj temi nego što bi inače. Većinu je pridobio i mehanizam narativa sa 67%, ali njih 17% misli da igra ne bi bila zanimljivija ukoliko se implementira narativ.

Zaključak provedene ankete je da svi mehanizmi pridonose povećanju motivacije. Ljestvica s vodećim rezultatima i traka napretka su manje motivirajuće naspram zaključavanja razina, izazova i narativa. Unatoč pozitivnim efektima, većina ljudi ne bira igrificirane aplikacije za učenje programiranja kao primaran izvor učenja. Takva situacija može biti povezana s time da se određene aplikacije moraju platiti ako se žele otključati sve funkcionalnosti. Nadalje, neki ljudi smatraju da su to igre i imaju stav da neće toliko dobro i detaljno naučiti koliko mogu, na primjer, iz dokumentacije. Također, nekim osobama je lakše naučiti nešto novo ako im netko objašnjava, kao što je situacija u video tutorijalima.

### 3.2. Zahtjevi na programsko rješenje

Zahtjevi na programsko rješenje dijele se na osnovu toga koju ulogu ima korisnik – profesor ili student. U tablici 3.1 dan je popis funkcionalnosti, naziv i opis koje nudi programsko rješenje.

**Tablica 3.1.** Popis funkcionalnosti aplikacije *GamingNProgramming*

	FUNKCIONALNOST	NAZIV	OPIS
F1	Registracija i prijava korisnika u sustav	Registracija i prijava	Korisnik se treba registrirati pri prvom korištenju aplikacije, a kasnije prijaviti sa lozinkom i korisničkim imenom.
F2	Odabir uloge	Uloge	Korisnik pri registraciji odabire svoju ulogu koja može biti profesor ili student.
Mogućnosti uloge profesor			
F3	Dodavanje studenta	Dodavanje studenta	Korisnik profesor može dodati druge studente na svoj popis studenata. Jedan student može biti na popisu samo jednog profesora
F4	Kreiranje mape	Mapa	Korisnik profesor može kreirati svoju mapu sa razinama te je ona vidljiva samo studentima koji su na popisu. Potrebno je odabrati i predložak mape od dva dostupna.
F5	Kreiranje razine	Razina	Korisnik profesor u sklopu mape kreira ograničen broj razina (maksimalno 11) sa zadacima.
F6	Kreiranje zadataka	Zadatak	Korisnik profesor u sklopu kreiranja razina, dodaje ograničen broj zadataka (maksimalno 13). Profesor sam određuje broj bodova koje zadatak nosi.
F7	Biranje tipa zadatka	Tip zadatka	Tip zadatka može biti programski (dostupan programski jezik C) ili teoretski (odabir jednog ili više točnih odgovora).
F8	Ograničenje vremena za izvršavanje zadatka	Vremensko ograničenje zadatka	Zadatku se može ograničiti vrijeme izvršavanja na proizvoljan broj sekundi.
F9	Pridodavanje značke zadatku	Pridodavanje značke	Rješavanjem zadatka sa 100% može se osvojiti značka koju je profesor prethodno odabrao.
F10	Postavljanje inicijalnog koda	Postavljanje inicijalnog koda	Programskom zadatku moguće je postaviti inicijalni kod koji će biti vidljiv studentu.
F11	Dodavanje testnih slučajeva	Testni slučajevi	Programskom zadatku potrebno je dodati minimalno jedan testni slučaj, koji može i ne mora imati ulazne podatke.
F12	Pregled kreirane mape	Pregled mape	Korisnik profesor može pogledati kompletnu mapu koju je kreirao, ali jednom kada ju spremi više ju ne može prepravljati.
F13	Traka napretka	Traka napretka	Korisnik profesor vidi traku napretka za svakog studenta koja prikazuje postotak sakupljenih bodova na pojedinoj mapi.
F14	Ljestvica s vodećim rezultatima	Ljestvica s vodećim rezultatima	Korisnik profesor ima uvid u ljestvicu s vodećim rezultatima na kojoj su prikazani

			studenti sa njegova popisa sa rezultatima postignutim na profesorovim mapama.
F15	Pregled riješenih zadataka	Pregled zadataka	Korisnik profesor ima uvid u to kako je student riješio pojedini zadatak.
F16	Ažuriranje postignutih bodova	Ažuriranje bodova	Korisnik profesor pri uvidu u zadatak ima mogućnost prepraviti osvojene bodove.
Mogućnosti uloge student			
F17	Dodavanje prijatelja	Dodavanje prijatelja	Korisnik student može dodati drugog studenta za prijatelja.
F18	Igranje bitke	Bitka	Korisnik student može igrati bitku u bilo kojem trenutku sa svojim prijateljem. Zadaci obuhvaćaju znanje do niže razine na kojoj je jedan od igrača. Pobjedom se osvajaju <i>experience</i> bodovi (XPs). Bitka je vremenski ograničena na 15 minuta i sastoji se od 2 teoretska i 2 programska zadatka.
F19	Mjerenje vremena za izvršavanje zadatka	Mjerenje vremena	Ako korisnik student rješava programski zadatak, mjeri se vrijeme izvršavanja koda te se to vrijeme zbraja za svaki zadatak .
F20	Igranje mape	Igranje mape	Korisnik student može igrati mapu <i>Osnove programskog jezika C</i> koja je dostupna svim studentima. Ako je student na popisu profesora tada može igrati i profesorove mape. Bodovi se gledaju odvojeno.
F21	Uvid u ljestvicu s vodećim rezultatima	Ljestvica s vodećim rezultatima	Korisnik student može imati uvid u 3 ljestvice: svi igrači, prijatelji, studenti. Na ljestvici gdje su studenti (igrači koji su na popisu kod istog profesora) gledaju se bodovi stečeni na profesorovim mapama, dok na druge dvije se gledaju bodovi sa mape <i>Osnove programskog jezika C</i> . Na poredak utječu bodovi, XPs i ukupno vrijeme koje je utrošeno na izvođenje koda programskih zadataka.
F22	Traka napretka	Traka napretka	Korisnik student ima uvid u traku napretka, jednu za prikaz skupljenih bodova na mapi <i>Osnove programskog jezika C</i> i jednu za profesorove mape (ako je na popisu kod nekog profesora).
F23	Uvid u riješene zadatke	Pregled riješenih zadataka	Korisnik student može pogledati sve zadatke koje je riješio i vidjeti postotak riješenosti.
F24	Uvid u bitke	Uvid u bitke	Korisnik student može pogledati rezultate svih svojih odigranih bitki.
F25	Odabir avatara	Avatar	Korisnik student pri registraciji odabire svoj avatar.
F26	Uvid u trenutnu poziciju	Pozicija	Korisnik student na mapi može vidjeti svoj avatar na mjestu trenutnog zadatka i razine na kojoj se nalazi.
F27	Osvajanje značke	Osvajanje značke	Ako je zadatku pridodana značka i korisnik riješi taj zadatak 100%, osvaja značku.

F28	Osvajanje bodova	Bodovi	Korisnik student osvaja bodove rješavanjem zadataka, a igranjem bitki može osvojiti <i>experience</i> bodove (XPs).
-----	------------------	--------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 3.3. Korišteni alati i tehnologije

Programsko rješenje je web aplikacija koja se sastoji od *frontend*-a, koji je izrađen u Angular radnom okviru i *backend*-a koji je izrađen u ASP .NET Core radnom okviru. *Frontend* označava korisničko sučelje i interakciju korisnika sa sučeljem, a *backend* je poslužiteljska strana web aplikacije koju korisnik ne može vidjeti i ne može imati interakciju s njom. Web aplikacija koristi bazu podataka koja je kreirana pomoću alata Microsoft SQL Server Management Studio. Detaljnije o svakoj tehnologiji opisano je u nastavku.

#### Microsoft SQL Server Management Studio

Microsoft SQL Server Management Studio je aplikacija koju je razvio Microsoft 2005. godine. Koristi se za konfiguriranje, upravljanje i administriranje svih komponenti unutar Microsoft SQL poslužitelja. Sadrži grupu grafičkih alata i uređivače za SQL skripte kako bi omogućio pristup SQL poslužitelju programerima i administratorima baza podataka neovisno o razini znanja i vještina. Glavna značajka aplikacije je istraživač objekata (engl. *object explorer*) koji nudi pregled, odabir i djelovanje na svaki objekt koji se nalazi unutar poslužitelja. Ovaj alat može se pokrenuti samo na Windows operacijskom sustavu.

#### ASP .NET Core

ASP .NET Core je višeplatformski radni okvir koji se temelji na programskom jeziku C#. On služi za izradu web aplikacija i usluga, *backend* za mobilne aplikacije, aplikacije za Internet stvari (engl. *Internet of Things*, IoT) i mikroservisa. Može se pokrenuti na Windows, macOS i Linux operacijskom sustavu. ASP .NET Core je nova, poboljšana verzija .NET radnog okvira, a oboje je razvio Microsoft. Poboljšanje se očituje u tome da je ASP .NET Core višeplatformski i otvorenog koda (engl. *open source*).

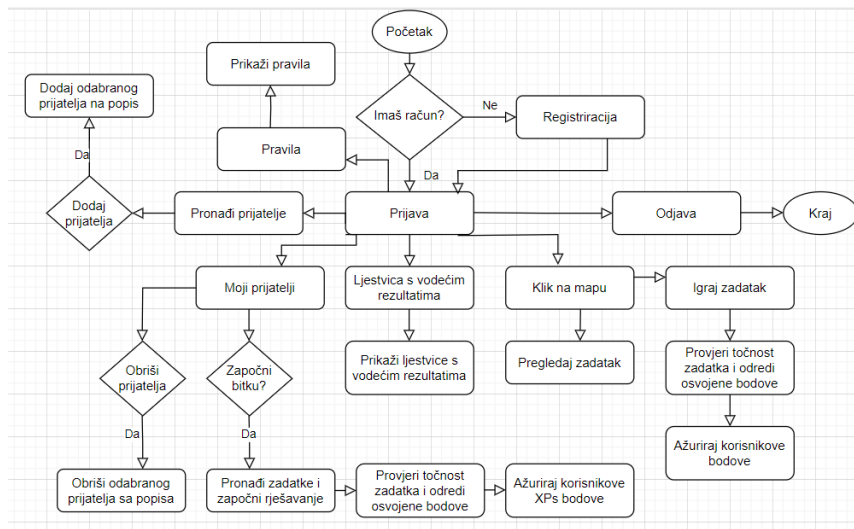
#### Angular

Angular je platforma otvorenog koda koju je razvio Google 2016. godine. Starija verzija je AngularJS, a Angular je nova verzija koju je isti tim u potpunosti preradio. Zasnovan je na programskom jeziku *TypeScript*. Obzirom na to da noviji web preglednici ne razumiju *TypeScript*,

on se prevodi u *JavaScript* kod. Služi za izradu jednostraničnih (engl. *single page*) klijentskih aplikacija koristeći *TypeScript* i *HTML*. Funkcionalnosti su implementirane kao skup *TypeScript* biblioteka koje se uvoze u aplikaciju kako bi se koristile.

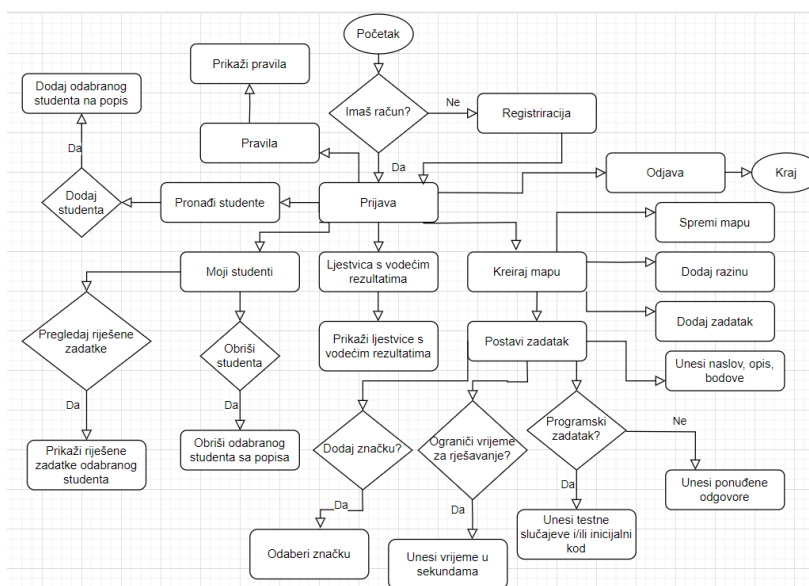
### 3.4. Implementacijski detalji

Na slici 3.4 prikazan je tijek rada aplikacije od registracije, odnosno, prijave. Ovaj tok vrijedi za korisnika koji je student. Prikazane su glavne funkcionalnosti.



Slika 3.4. Tijek rada aplikacije za studenta

Slika 3.5 prikazuje tijek rada aplikacije za korisnika koji se prijavi u sustav kao profesor.



Slika 3.5. Tijek rada aplikacije za profesora

Arhitektura programskog rješenja web rješenja je višeslojna te se ona još naziva i klijent-poslužitelj arhitektura. To znači da se sastoji od više slojeva, a u ovom konkretnom slučaju od tri sloja. Prezentacijski ili klijentski sloj predstavlja korisničko sučelje koje je vidljivo korisniku i s kojim ima interakciju. Taj sloj čini *frontend* dio aplikacije. Aplikacijski ili poslovni sloj bavi se logikom sustava i obradom podataka koji dolaze iz prezentacijskog i podatkovnog sloja. Spomenuti podatkovni sloj je treći sloj i on služi za komunikaciju s bazom podataka. Aplikacijski i podatkovni sloj zajedno čine *backend*.

Unutar aplikacijskog sloja potrebno je obaviti provjeru valjanosti riješenog zadatka. Međutim, problem je nastao kada je trebalo odabrati način za provjeru programskog zadatka. Korisnikov kod trebalo je nekako prevesti i pokrenuti unutar aplikacije. Postoje gotova rješenja za takav problem, ali ona se plaćaju. Jedno takvo pogodno rješenje je aplikacijsko programsko sučelje (engl. *Application Programming Interface*, API) kojemu je potrebno poslati kod, a ono bi vratilo rezultat pokretanja koda. Daljnjim istraživanjem, odlučeno je taj problem riješiti kreiranjem novog procesa, koji će pokrenuti program naredbeni redak (engl. *Command Prompt*). To je postignuto korištenjem klase *ProcessStartInfo* koja je dio biblioteke *System.Diagnostics* programskog jezika C#. Prethodno je potrebno korisnikov kod zapisati u datoteku, što je postignuto korištenjem biblioteke *System.IO* i klase *File*. Obzirom da je potrebno pokrenuti kod koji je pisan u programskom jeziku C, potrebno je i novu datoteku spremi sa ekstenzijom *c*. Kada je to sve odrađeno, moguće je prevesti kod pomoću skupa programerskih prevoditelja naziva *GNU Compiler Compilation*, pomoću naredbe oblika *gcc nazivDatoteke.c*. Ako je kod valjan, ta naredba će kreirati izvršnu datoteku pod nazivom *a.exe*. Zatim je potrebno ponovo pokrenuti naredbeni redak, ali ovaj put kako bi se izvršio kod. Tada je naredba oblika *gcc a.exe*. U slučaju da je potrebno kod pokrenuti sa ulaznim parametrima, tada se oni pridodaju na kraju naredbe. Ako u kodu nema grešaka, kod se pokreće. U suprotnom, korisniku će se na sučelju ispisati greška. Kod za prevođenje korisnikovog koda prikazan je na slici 3.6. Iako je ovaj pristup besplatan i relativno jednostavan za implementirati, postoji mogućnost napada koji se naziva injekcija koda (engl. *code injection*). Korisnikov kod ne mora biti rješenje zadatka, već može biti bilo što napisano u programskom jeziku C i taj kod će se pokrenuti unutar aplikacije. Tako taj kod može biti i zlonamjerman te oštetiti aplikaciju, ali i računalo. Iduća potencijalna ranjivost ovog pristupa je prekoračenje kapaciteta međuspremnik (engl. *buffer overflow*) koja se pojavljuje kada korisnik pokuša spremi podatke izvan granica međuspremnik određene duljine i taj višak podataka prepisuje susjedne memorijske lokacije. Ono omogućuje napadaču da unese svoj zlonamjerni kod

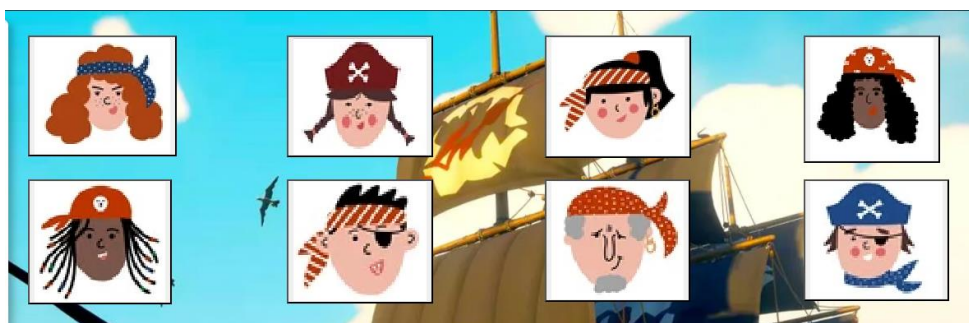
i preotme kontrolu nad izvođenjem procesa. To se može dogoditi pri spremanju podataka u polje.

<i>Linija</i>	<i>Kod</i>
1:	private async Task<RunCodeResultModel> CompileCode(string code) {
2:	string folder = @"C:\Users\Martina\Documents\GamingNProgramming\GamingNProgramming" + "API\codeFiles\";
3:	string fileName = "file.c";
4:	string fullPath = folder + fileName;
5:	System.IO.File.WriteAllLines(fullPath, new[] { code });
6:	ProcessStartInfo startInfo = new ProcessStartInfo();
7:	startInfo.CreateNoWindow = false;
9:	startInfo.UseShellExecute = false;
9:	startInfo.RedirectStandardOutput = true;
10:	startInfo.RedirectStandardError = true;
11:	startInfo.FileName = @"C:\Windows\System32\cmd.exe";
12:	startInfo.WindowStyle = ProcessWindowStyle.Normal;
13:	startInfo.WorkingDirectory = folder;
14:	startInfo.Arguments = "/c gcc file.c";
15:	var result = "";
16:	var error = "";
17:	try {
18:	using (Process exeProcess = Process.Start(startInfo)) {
19:	exeProcess.WaitForExit();
20:	using (StreamReader reader = exeProcess.StandardOutput) {
21:	result = reader.ReadToEnd();
22:	} using (StreamReader reader = exeProcess.StandardError) {
23:	error = reader.ReadToEnd();
24:	}
25:	}
26:	} catch {}
27:	var data = new RunCodeResultModel {
28:	Result = result, Error = error };
29:	return data;
30:	}

**Slika 3.6.** Kôd za prevođenje korisnikovog koda

### 3.5. Korišteni koncepti igrifikacije

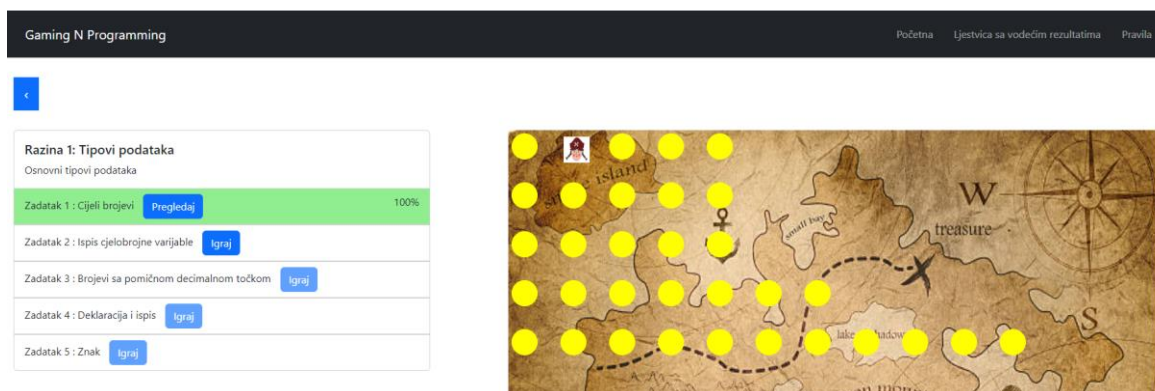
Programsko rješenje, osim toga što treba služiti učenju i poučavanju programiranja, treba implementirati igrifikacijske elemente. **Avatar** je implementiran u procesu registracije, tokom kojeg korisnik odabire jedan od mogućih 8 avatara, koji su prikazani na slici 3.7.



Slika 3.7. Avatari

**Bodovni sustav** sastoji se od dvije vrste bodova: bodovi sakupljeni rješavanjem zadataka i bodovi koji se osvajaju pobjedom u bitki, odnosno, *experience* bodovi (XPs). Također, bodovi sakupljeni na profesorovim mapama zbrajaju se odvojeno. U slučaju da se svi bodovi zbrajaju ne bi bilo pravedno prema igračima koji nisu na popisu kod niti jednog profesora jer bi tada igrači koji jesu mogli sakupiti više bodova.

Svaka mapa sastoji se od **Razina** i svaka razina od zadataka. Korisnik mora rješavati zadatke po redu, svi ostali su „zaključani“. Kako korisnik rješava zadatke tako se i njegov avatar pomiče po mapi, a to je prikazano na slici 3.8. Pri kreiranju razina, korisnik uloge profesor na taj način ima mogućnost podijeliti gradivo u logičke cjeline. Na primjer prva razina su tipovi podataka, druga su operacije nad tipovima podataka, treća je grananje i tako dalje.



Slika 3.8. Prikaz avatara na mapi

Ukoliko korisnik riješi zadatak u potpunosti točno i tom zadatku je pri kreiranju dodijeljena **Značka**, tada ju korisnik osvaja. Na popisu zadataka niti tokom rješavanja nigdje nije navedeno da se može osvojiti značka kako bi se korisnika iznenadilo i potaknulo da svaki zadatak pokuša riješiti što je bolje moguće.

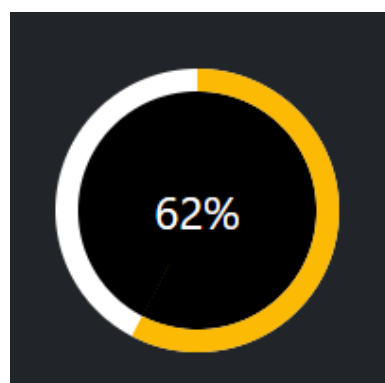


**Ljestvica s vodećim rezultatima** nalazi se na izbornoj traci i dostupna je korisniku nakon registracije ili prijave. Korisnik student ima uvid u tri ljestvice s vodećim rezultatima: svi igrači, prijatelji i svi studenti koji su kod istog profesora. Ako korisnik nije na popisu niti jednog profesora tada nema uvid u zadnje spomenutu ljestvicu. U obzir za poredak se uzimaju bodovi osvojeni rješavanjem zadataka, XPs bodovi te vrijeme koje je ukupno utrošeno na izvođenje koda programskih zadataka. Na ljestvici gdje su svi igrači ili prijatelji, u obzir se uzimaju bodovi sakupljeni na mapi *Osnove programskog jezika C* koja je dostupna svim igračima. Na slici 3.9 prikazan je izgled ljestvice s vodećim rezultatima. Na njoj su prikazane i značke koje je korisnik osvojio i one se također prikazuju odvojeno za profesorove mape.

	Korisničko ime	Bodovi	Ukupno vrijeme izvršavanja [ms]	XPs	Značke
1	student	41	911	0	
2	marko12	0	0	0	

**Slika 3.9.** Ljestvica s vodećim rezultatima

Kako bi korisnik mogao pratiti svoj napredak, na početnoj stranici nalazi se **Traka napretka**. Ako je korisnik na popisu kod bilo kojeg profesora, tada ima dvije trake napretka. Ona prikazuje postotak osvojenih bodova u riješenim zadacima od ukupnog broja bodova na mapi, odnosno, mapama ukoliko profesor ima više mapi. Traka napretka vidljiva je na slici 3.10. Također, profesor ima uvid u riješene zadatke svojih studenata te i on ima prikaz trake napretka, ali je horizontalna.



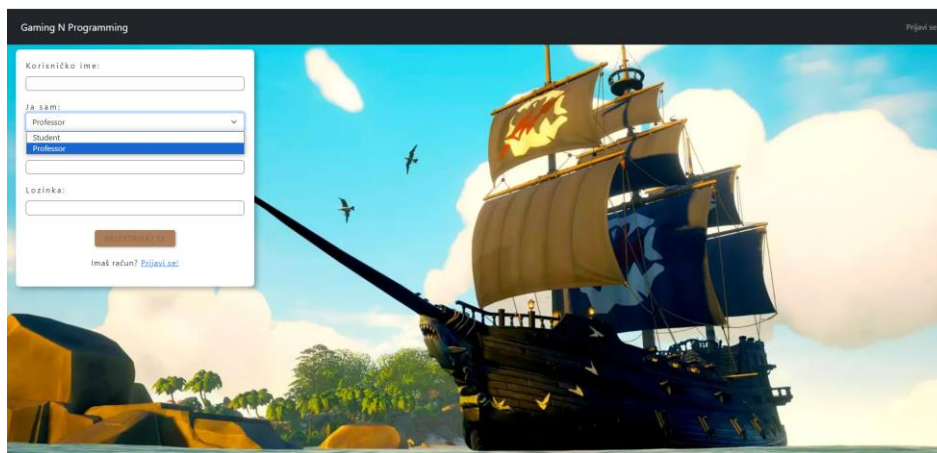
**Slika 3.10.** Traka napretka - student

**Izazov** je implementiran u obliku vremenskog ograničenja i to u dvije situacije. Prva se odnosi na to da je pri kreiranju zadatka postavljeno ograničeno vrijeme za rješavanje. Druga situacija odnosi

se na igranje bitke. Korisnik student može sa bilo kojim svojim prijateljem igrati bitku koja se sastoji od 4 zadatka. Dva zadatka su teoretska i dva su programska. Ukupno vrijeme za rješavanje svih zadataka, odnosno, trajanje bitke je 15 minuta. Ukoliko korisnik pobjedi, osvaja određeni broj XPs bodova, a ako izgubi, gubi 2 XPs boda. Ukoliko je rezultat izjednačen, odluka o pobjedi donosi se na osnovu vremena utrošenog na rješavanje zadataka.

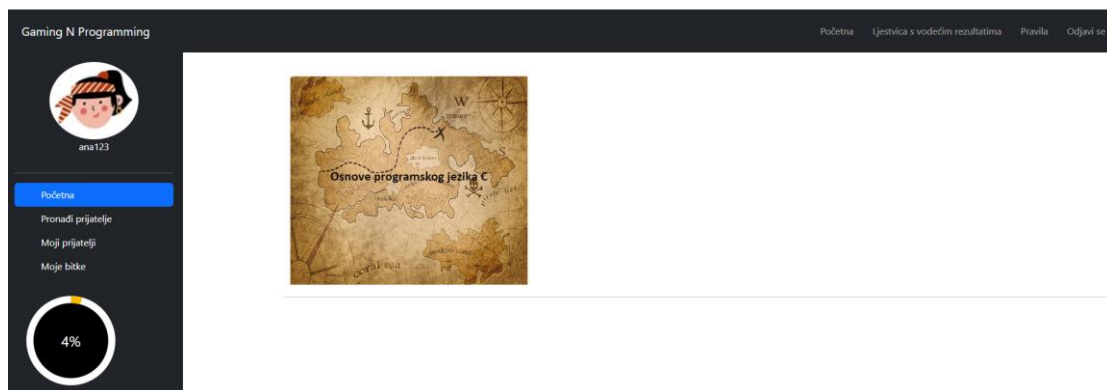
### 3.6. Prikaz načina rada sustava

Prije nego što korisnik može početi koristiti aplikaciju, potrebna je registracija. Izgled sučelja za registraciju vidljiv je na slici 3.11. Korisnik se može registrirati kao student ili kao profesor.



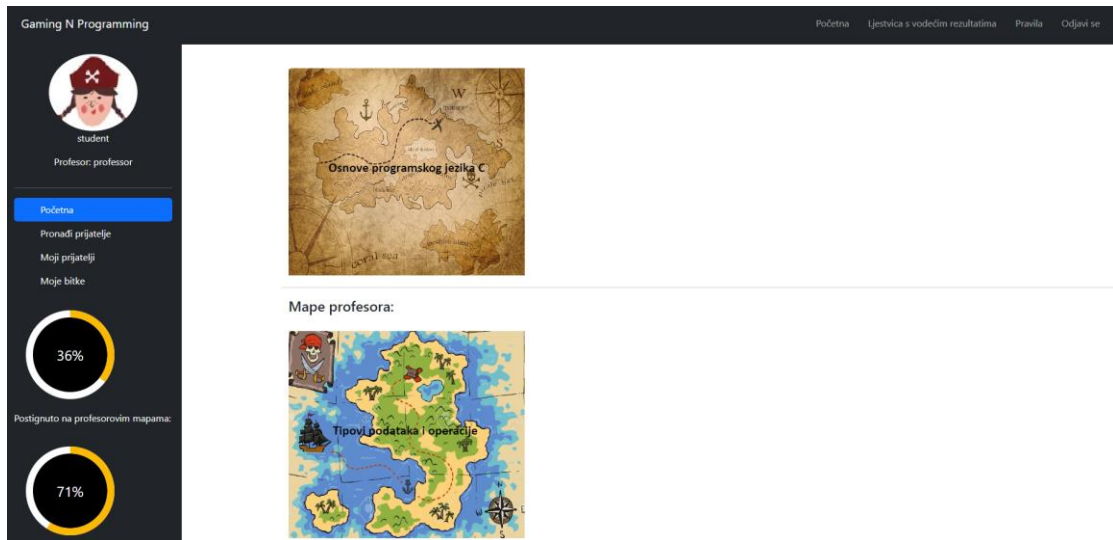
Slika 3.11. Registracija

Student je osoba koja je došla učiti te može biti dodana kod profesora na popis studenata. Profesor može kreirati svoje mape i zadatke koje će biti vidljive studentima na njegovom popisu. Nakon registracije, korisnik se treba prijaviti pomoću e-mail adrese i lozinke. Korisničko ime koje je korisnik unio tokom registracije bit će prikazivano unutar aplikacije ostalim korisnicima. Ukoliko je korisnik student, njegov početni zaslon izgledat će kao na slici 3.12.



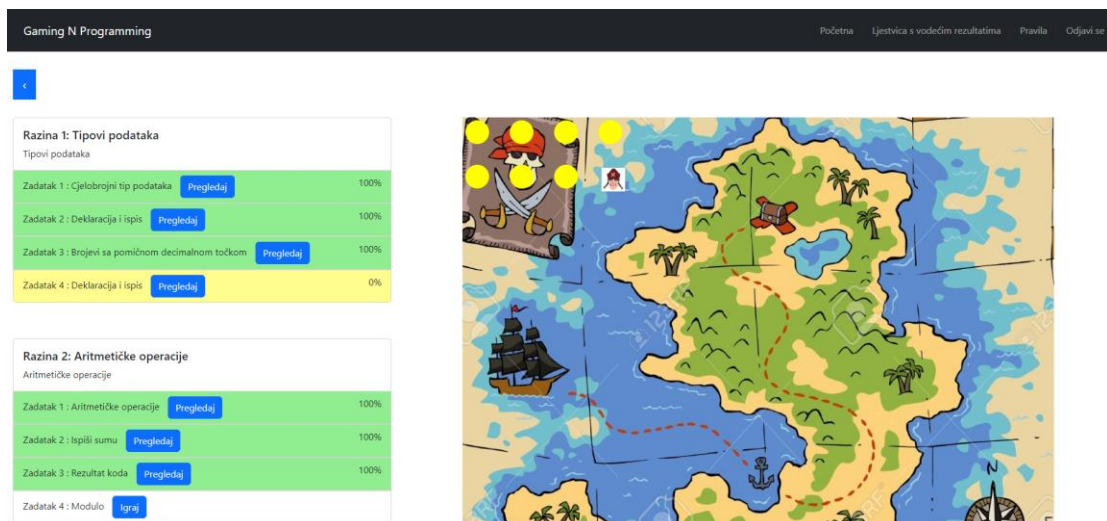
Slika 3.12. Početni zaslon 1- student

Ako je korisnik student i nalazi se na popisu studenata kod profesora, tada njegov početni zaslon izgleda kao na slici 3.13. Razlika je u tome što student koji je na popisu kod profesora, vidi i njegove mape te ima dvije trake napretka. Trake napretka prikazuju broj ostvarenih bodova u



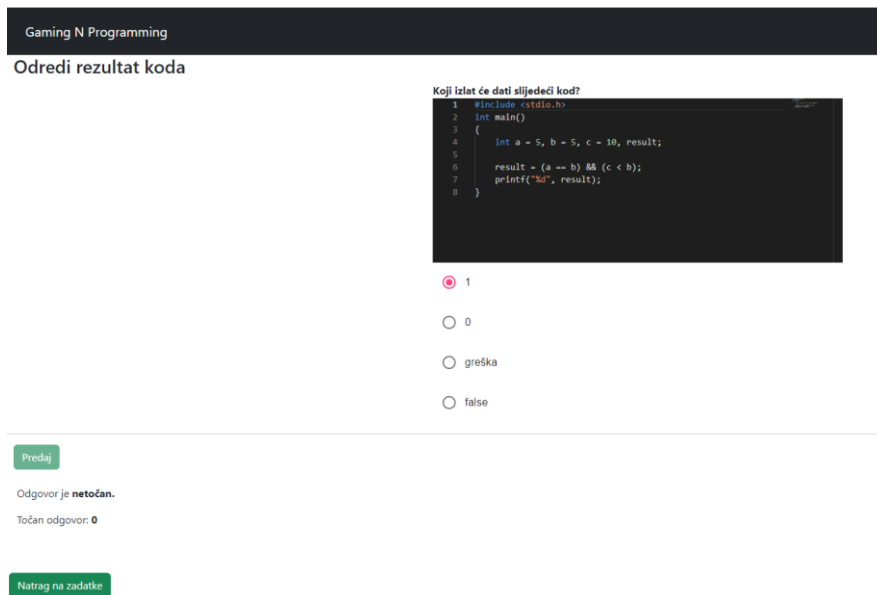
Slika 3.13. Početni zaslon 2 - student

odnosu na mogući ukupan broj bodova. Na taj način korisnik može dobiti uvid u kojoj mjeri je savladao određeno područje. Klikom na mapu otvara se sučelje kao na slici 3.14. Korisnik može nastaviti rješavati zadatke klikom na gumb *Igraj* ili pregledati svoje rješenje zadatka klikom na gumb *Pregledaj*. Korisnik također može vidjeti postotak u kojem je riješio određen zadatak. Ako je postotak manji od 50%, tada je pozadinska boja žuta, a u suprotnome je zelena. Avatar se nalazi



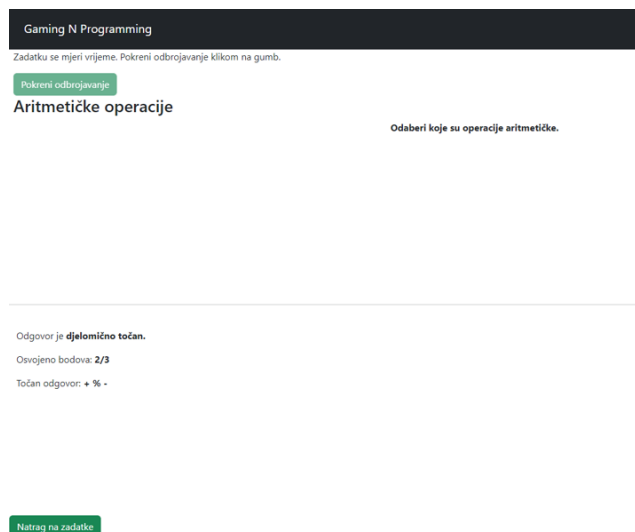
Slika 3.14. Pregledavanje mape - student

na poziciji zadatka kojeg korisnik trenutno treba riješiti, kao što je opisano u prethodnom potpoglavlju. Zadatak može biti teoretski ili programski i može se riješiti samo jednom. Izgled sučelja za teoretski zadatak prikazan je na slici 3.15. Zadatak sa slike ima jedan točan odgovor, a



Slika 3.14. Teoretski zadatak

kada bi tip zadatka bio takav da ima više točnih odgovora, umjesto radio gumbova ondje bi se nalazili okviri za izbor. Ukoliko je zadatak vremenski ograničen, korisnik treba kliknuti na gumb *Pokreni odbrojavanje* kako bi ga mogao početi rješavati i kako bi se prikazali ponuđeni odgovori (slika 3.16). Nakon predaje zadatka, na sučelju se ispiše je li odgovor točan ili netočan, koliko je bodova osvojeno i točan odgovor.



Slika 3.15. Teoretski zadatak višestrukog odgovora

Izgled sučelja za programske zadatke prikazan je na slici 3.17. Sa lijeve strane nalazi se opis zadatka, sa desne je uređivač koda. Donji dio sučelja zauzima tekstni okvir u kojemu bude ispisan

The screenshot shows a web interface for a programming task. The title is 'Gaming N Programming' and the task is 'Switch case'. The description asks the user to complete code using a switch case to calculate the sum or difference of two numbers based on an operator. An input field contains '5 4 -'. Below the input are 'Pokreni' and 'Predaj' buttons. A large empty text area is provided for the output. A 'Natrag na zadatke' button is at the bottom.

**Switch case**

Dovršiti kod na način da koristiš switch case. Ako je operator + ispiši sumu, ako je - ispiši razliku, ako je \* ispiši umnožak, inače ispiši 0. Prvo unesi 2 broja, a i b, a onda operator. Primjer: 5 4 -

```

1 #include<stdio.h>
2 #include<stdlib.h>
3 #include<string.h>
4
5 int main (int argc, char *argv[])
6 {
7     int a = atoi(argv[1]);
8     int b = atoi(argv[2]);
9     char operator = (argv[3])[0];
10
11 }

```

Unesi ulazne podatke (ako ih je više, odvoji ih razmakom, npr: 1 5 3):

Slika 3.17. Programski zadatak

rezultat pokretanja koda. Korisnik može pokrenuti kod neograničeno puta, ali može predati samo jednom. Nakon predaje zadatka, prikazuju se testni slučajevi te su crveno obrubljeni oni koji nisu zadovoljeni. Prikazano je i koliko bodova je osvojeno te vrijeme koje je bilo potrebno za izvršavanje koda, što je vidljivo na slici 3.18.

The screenshot shows the same programming task interface, but now it displays test results. The task is 'Ispiši rezultat usporedbe'. The description asks the user to compare two numbers and print 'jednak' if they are equal, or the larger number otherwise. The input field contains '3 4'. The output area shows a table of test cases. The second test case, with input '5 5' and expected output 'jednak', is highlighted with a red border, indicating it failed. The interface also shows 'Osvojeno bodova: 1/2' and 'Vrijeme izvođenja: 39 ms'. A 'Natrag na zadatke' button is at the bottom.

**Ispiši rezultat usporedbe**

Ako je a veći ili jednak od b, ispiši a. Ako je a jednak b ispiši 'jednak'. Inače ispiši b. Prvo unesi a pa onda b.

```

1 #include<stdio.h>
2 #include<stdlib.h>
3
4 int main (int argc, char *argv[])
5 {
6     int a = atoi(argv[1]);
7     int b = atoi(argv[2]);
8
9     if(a >= b)
10    {
11        printf("%d", a);
12    }
13    if(a == b)
14    {
15        printf("jednak");
16    }
17    else
18    {
19        printf("%d", b);
20    }
21 }

```

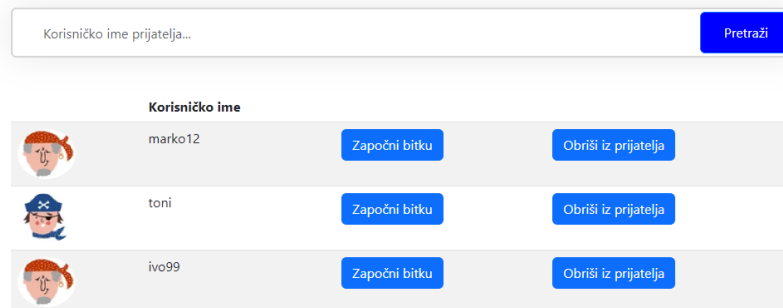
Unesi ulazne podatke (ako ih je više, odvoji ih razmakom, npr: 1 5 3):

Ulaz	Izlaz	Očekivani izlaz
3 6	6	6
5 5	Sjednak	jednak

Osvojeno bodova: 1/2  
Vrijeme izvođenja: 39 ms

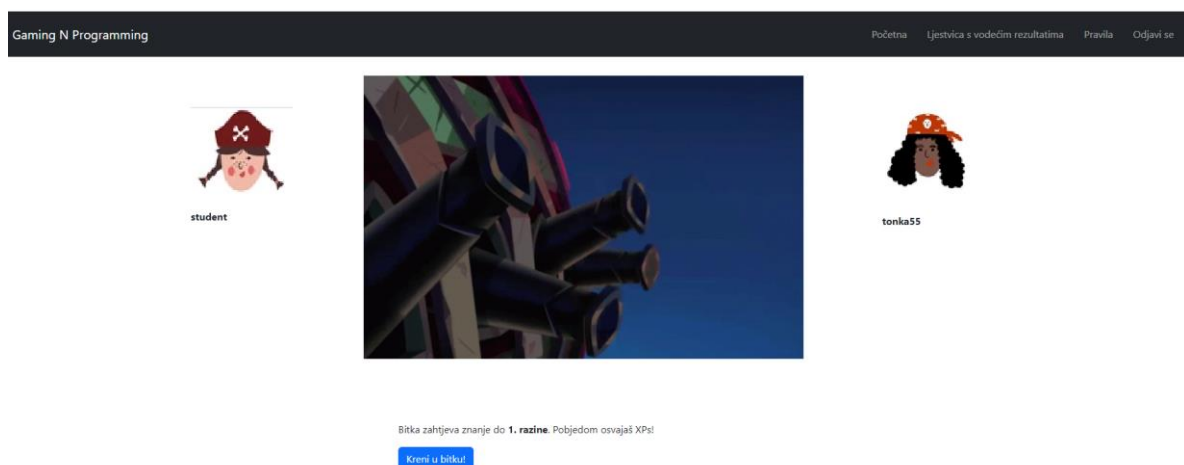
Slika 3.16. Riješen programski zadatak

Vraćanjem na početnu stranicu, na bočnoj izbornoj traci nalaze se opcije *Moji prijatelji* i *Pronađi prijatelje*. Student odlaskom na pronalazak prijatelja može dodati bilo kojeg drugog studenta na popis svojih prijatelja. Time ima mogućnost igrati bitku s njime. Izgled sučelja *Moji prijatelji* izgleda kao na slici 3.19. Klikom na gumb *Započni bitku* otvara se zaslon koji je prikazan na slici



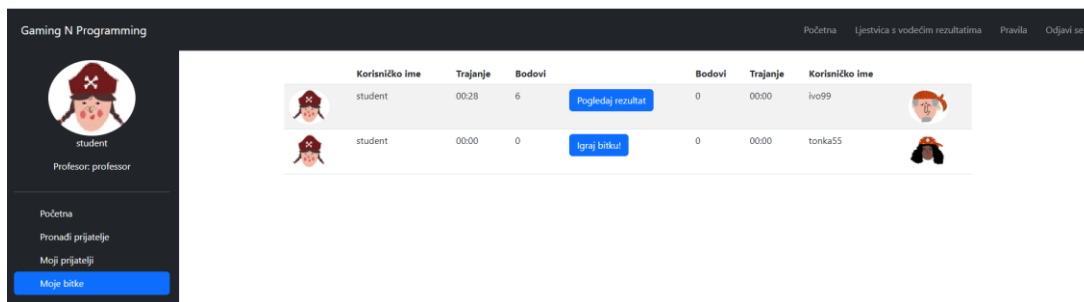
**Slika 3.18.** Moji prijatelji

3.20. Bitka se sastoji od četiri zadatka od kojih su dva programska i dva teoretska. Vrijeme za rješavanje zadataka ograničeno je na 15 minuta. Ako korisnik pobjedi osvaja *experience* bodove (XPs) i to dva puta više nego što li je osvojio rješavanjem zadataka. Nakon što i protivnik odigra bitku, pobjednik se određuje na osnovu osvojenih bodova. Ako je rezultat izjednačen, tada se u obzir uzima vrijeme za koje je korisnik riješio zadatke te onaj igrač koji je utrošio manje vremena



**Slika 3.19.** Bitka

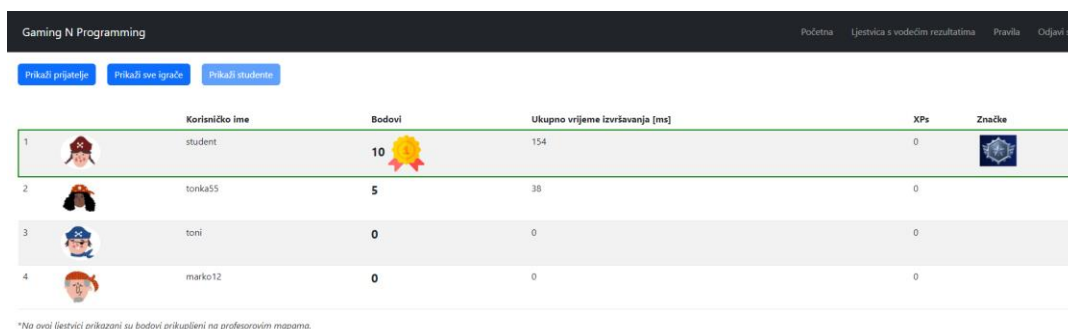
pobjeđuje. Odlaskom na *Moje bitke*, korisnik dobiva uvid u sve svoje započete i odigrane bitke, što je prikazano na slici 3.21. Ako je bitka već odigrana, tada se klikom na gumb *Pogledaj rezultat* može dobiti uvid u rezultat bitke i koliko bodova je korisnik osvojio ili izgubio tom bitkom. Ukoliko bitka nije odigrana od strane trenutno prijavljenog korisnika, tada se na tome mjestu nalazi



Slika 3.20. Moje bitke

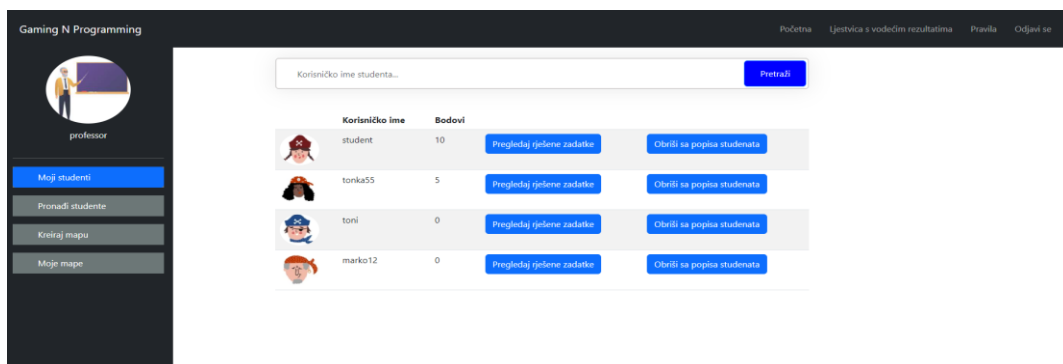
gumb *Igraj bitku*. Ako je korisnik bitku odigrao, ali protivnik još nije, klikom na gumb *Pogledaj rezultat*, otvorit će se skočni prozor koji će o tome obavijestiti korisnika.

Do ljestvice s vodećim rezultatima može se doći klikom na gumb *Ljestvica s vodećim rezultatima* koji se nalazi na gornjoj izbornoj traci. Izgled sučelja prikazan je na slici 3.22. Na ljestvici s vodećim rezultatima mogu se vidjeti podaci o korisničkom imenu, osvojenim bodovima, ukupnom vremenu koje je utrošeno na izvršavanje koda u programskim zadacima, osvojenim XP bodovima



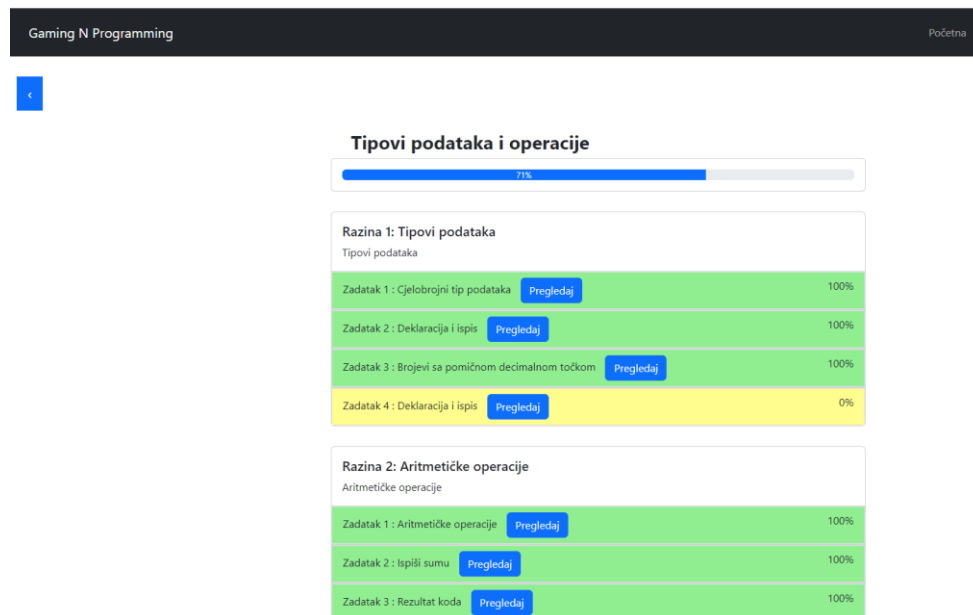
Slika 3.21. Ljestvica s vodećim rezultatima - student

te slike osvojenih znački. Postoji više vrsta ljestvica, kao što je već spomenuto i opisano. Ukoliko je registrirani korisnik profesor, njegovo početno sučelje izgleda kao na slici 3.23.



Slika 3.22. Početna stranica - profesor

Ondje su prikazani profesorovi studenti. Nove studente može dodati klikom na *Pronađi studente*. Klikom na gumb *Pregledaj riješene zadatke*, otvara se prikaz svih zadataka sa profesorovih mapa te postotak riješenosti (slika 3.24). Također, ondje se nalazi i traka napretka koja prikazuje postotak



Slika 3.23. Pregled studentovih riješenih zadataka

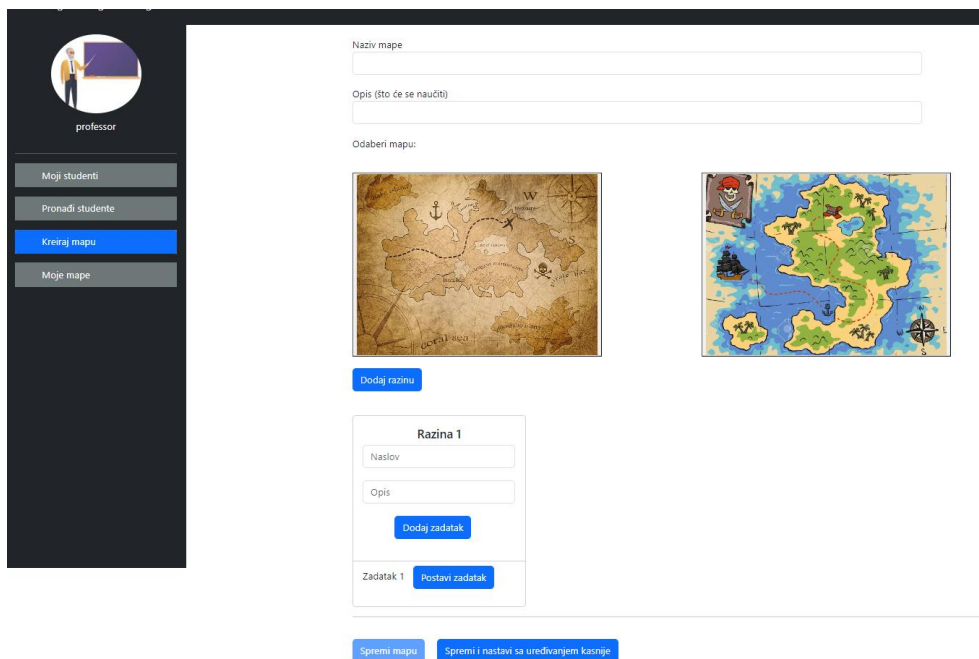
sakupljenih bodova od ukupnog mogućeg broja bodova. Klikom na gumb *Pregledaj* otvara se sučelje identično kao na slikama 3.15., 3.16. ili 3.18. ovisno o tipu zadatka. Jedina razlika je u tome što se osvojeni broj bodova može izmijeniti. Do ljestvice s vodećim rezultatima dolazi se na isti način, ali profesor ima samo jednu ljestvicu. Na njoj su prikazani samo studenti koji se nalaze na njegovom popisu i bodovi koji su sakupljeni na njegovim mapama, što je vidljivo na slici 3.25. Kako bi profesor kreirao svoju mapu, mora se nalaziti na početnoj stranici te sa bočnog

Gaming N Programming					
Početna Ljestvica s vodećim rezultatima Pravila Ođjavi se					
	Korisničko ime	Bodovi	Ukupno vrijeme izvršavanja [ms]	XPs	Značke
1	student	10	154	0	
2	tonka55	5	38	0	
3	toni	0	0	0	
4	marko12	0	0	0	

Slika 3.24. Ljestvica s vodećim rezultatima - profesor

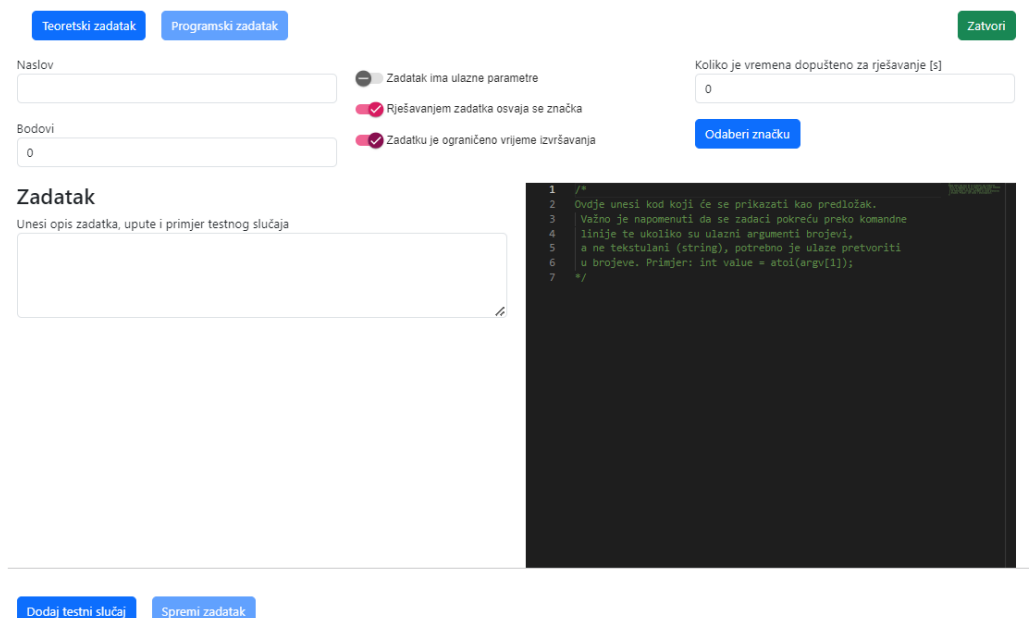
izbornika odabrati *Kreiraj mapu*. Tada se prikazuje sučelje prikazano na slici 3.26. Potrebno je unijeti naziv i opis mape, odabrati slikovni predložak. Nakon toga, korisnik može dodati najviše 11 razina i 13 zadataka po razini. Opcija *Spremi i nastavi sa uređivanjem kasnije*, sprema mapu u





Slika 3.25. Prikaz zaslona za kreiranje mape

bazu podataka, ali nije vidljiva studentima. Profesor ju može nastaviti uređivati bilo kad klikom na *Kreiraj mapu*. Tek kada se odabere opcija *Spremi mapu*, tada je ona vidljiva studentima i više se ne može uređivati. Postavljanje zadataka odvija se u dijaloškom okviru koji izgleda kao na slici 3.27. Potrebno je upisati bodove, naslov i opis zadatka u kojemu će biti objašnjeno što se u zadatku traži od studenta. Profesor može i ne mora unijeti inicijalni kod koji će se prikazati studentu kada



Slika 3.26. Postavljanje programskog zadatka

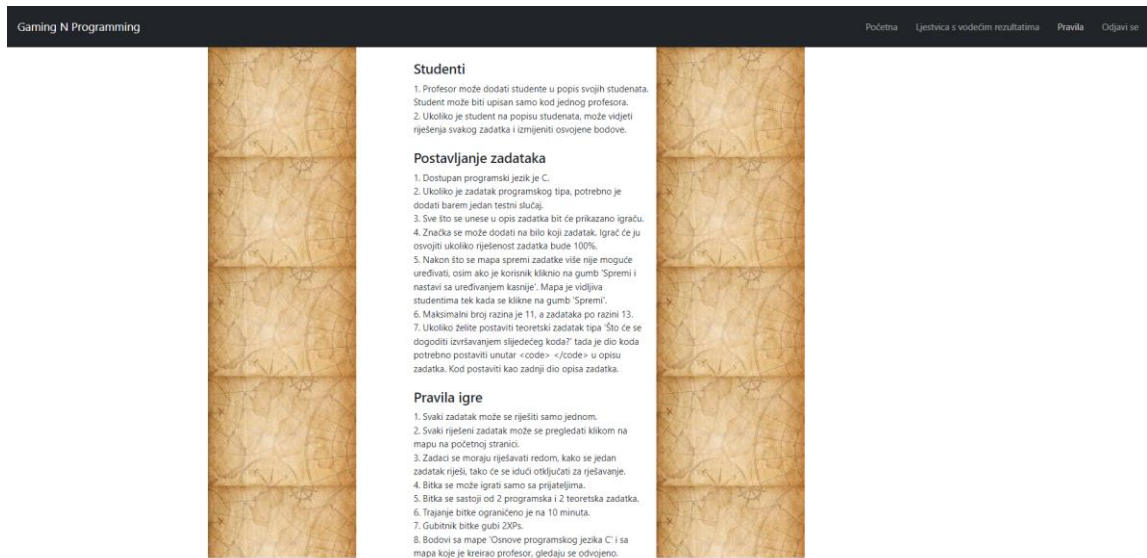
bude rješavao zadatak. Može se ograničiti vrijeme rješavanja i dodati značka za 100% riješen zadatak. Izgled značke odabire se klikom na gumb *Odaberi značku* nakon čega se otvara dijaloški okvir sa značkama. Ako korisnik klikne na gumb *Teoretski zadatak*, tada se izgled dijaloškog okvira mijenja i izgleda kao na slici 3.28. Potrebno je unijeti ponuđene odgovore, odabrati točan

**Slika 3.27.** Postavljanje teoretskog zadatka

ili točne odgovore ako ih ima više i spremi zadatak. Nakon što korisnik kreira sve razine i zadatke i spremi mapu, tada će ona biti vidljiva klikom na *Moje mape* u bočnom izborniku. Tada će se na sučelju nalaziti slika i naziv mape kao na početnom sučelju studenta. Ukoliko profesor klikne na mapu, može dobiti uvid u zadatke i pregledati ih kao što je prikazano na slici 3.29, ali ih više ne može uređivati. Klikom na gumb *Pregledaj zadatak* otvara se dijaloški okvir poput onog za kreiranje zadataka, ali su svi gumbi onemogućeni. Na gornjoj izbornoj traci i student i profesor

**Slika 3.28.** Pregledavanje mape - profesor

imaju gumb *Pravila* te klikom na njega prikazuje se identično sučelje na kojemu su navedena pravila igre i kreiranja zadataka, što je prikazano na slici 3.30.



Slika 3.29. Pravila

## 4. ZAKLJUČAK

Tehnologija je sve više prisutna i to u sve većoj mjeri te je time implementacija igrifikacije jednostavnija i dostupnija u raznim područjima - od poslovanja pa do edukacije. Obzirom na to da se današnji profesori bore s nedostatkom koncentracije i motivacije u učenika, igrifikacija bi bila dobra promjena i novitet u obrazovnom sustavu. Time bi se mogao promijeniti stav učenika prema učenju, povećati angažman i općenito privući njihovu pozornost. Posebnu pozornost moguće bi bilo privući u sklopu nastave u kojoj se uči programiranje. Razlog tomu je što se programiranje najbolje nauči kada osoba uči sama, a igrificirani oblik nastave bi upravo to i omogućavao. Sukladno tome, kao praktični dio ovog rada, izrađeno je programsko rješenje koje se može koristiti u nastavi, od strane profesora i učenika. Profesori imaju mogućnost preslikati lekcije u razine sa vlastitim zadacima. Učenici imaju priliku učiti gradivo i rješavati zadatke na zabavniji način nego dosad. Značajka koja ih povezuje je ta da profesor može dodati učenike na svoj popis i time zadaci koje je kreirao postaju vidljivi učenicima, odnosno, studentima. Aplikacija implementira slijedeće igrifikacijske mehanizme: bodovni sustav, traka napretka, ljestvica s vodećim rezultatima, izazov, razina, avatar. Dosadašnja istraživanja o primjeni u edukaciji pokazala su očekivani i željeni rezultat u većini slučajeva. Međutim, dobiveni rezultati mogu biti pod utjecajem efekta noviteta te bi stoga bilo poželjno provesti istraživanje koje je dugotrajnije, kako bi rezultati prikazivali stvarno i trajno stanje. Provedena istraživanja nisu u velikoj mjeri ispitala utjecaj pojedinog elementa igre na motivaciju, stoga je jedno takvo istraživanje provedeno u sklopu ovog rada. Mehanizmi sa najboljim utjecajem na motivaciju su zaključavanje razina i izazov. Prisutnost narativa i odabira avatara također stvara pozitivan efekt, ali ne po pitanju motiviranosti, već u smislu da je aplikacija zanimljivija. U sklopu ankete, zatraženo je i mišljenje o primjeni igrifikacije u nastavi. Odgovor da bi takva nastava povećala motivaciju učenika i da bi ishod učenja bio bolji, dalo je 89% ispitanika. Osim toga, isti postotak ispitanika bi sudjelovao u takvoj vrsti nastave da su imali priliku. Zaključak je da igrifikacija u edukaciji u potpunosti ima zeleno svjetlo.

Problemi na koje je moguće naići tokom primjene u edukaciji jesu pretjerana kompetitivnost, što uzrokuje nedostatak suradnje. Također, unutrašnja motivacija može prijeći u vanjsku, odnosno, učenicima postaju važniji bodovi, značke i rang. Moguća posljedica toga je da korisnik počne varati, čime bi svoj rang pomicao prema gore uz puno manje truda i time učenje prestaje biti glavni cilj. Dakle, pri osmišljavanju strukture igrificiranog sustava treba uzeti u obzir ove potencijalne negativne ishode. Što se tiče unaprjeđenja strukture i funkcionalnosti programskog rješenja

izrađenog u praktičnom dijelu ovog rada, svakako bi se trebalo uvjeriti da ima što manje ili da uopće nema načina za varanje jer to rezultira demotivacijom korisnika za daljnji napredak. Funkcionalnost koja bi pomogla profesorima pri kreiranju zadataka je da imaju uvid u već postojeće zadatke koji su kreirali ostali profesor i uvesti ih u svoju novu mapu. Nadogradnja koja je zahtjevnija odnosi se na to da je veza student profesor oblika jedan naprema više, odnosno da jedan student može biti na popisu studenata kod više profesora.

## LITERATURA

- [1] G. Kiryakova, N. Angelova i L. Yordanova, Gamification in education, 9th International Balkan Education and Science Conference, sv.1, pp. 679-684, Edirne,Turska, 2014.
- [2] I. Caponetto, J. Earp i M. Ott, Gamification and Education: A Literature Review, 8th European Conference on Games-Based Learning, sv. 1, pp. 50-57, Berlin, Njemačka, 2014.
- [3] O. M, M. P i C. J, Visualisation and Gamification of e-Learning and Programming, The Electronic Journal of e-Learning, br. 6, sv. 13, pp. 441-454, siječanj 2016.
- [4] C. Meske, T. Brockmann, K. Wilms i S. Stieglitz, Gamification - Using Game Elements in Serious Contexts: Social Collaboration and Gamification, Springer Cham, 2016, pp. 93-109.
- [5] D. Basten, Gamification, IEEE Software, br. 5, sv. 34, pp. 76-81, siječanj 2017.
- [6] P. Buckley i E. Doyle, Gamification and student motivation, Interactive Learning Environments, svez. 6, pp. 1162 - 1175, 2017.
- [7] R. Elshiekh i L. Butgerit, Using Gamification to Teach Students Programming Concepts, Open Access Library Journal, sv. 4, pp. 1-7, kolovoz 2017.
- [8] P. Fotaris, T. Mastoras, R. Leinfellner i Y. Rosunally, Climbing Up the Leaderboard: An Empirical Study of Applying Gamification Techniques to a Computer Programming Class, The Electronic Journal of e-Learning, br. 2, svez. 14, pp. 94-110, svibanj 2016.
- [9] C. Perryer, N. A. Celestine, B. Scott-Ladd i C. Leighton, Enhancing workplace motivation through gamification: Transferrable lessons from pedagogy, The International Journal of Management Education, br. 3, sv. 14, pp. 327 - 335, studeni 2016.
- [10] A. Filatro i C. C. Cavalcanti, Structural and content gamification design for tutor education, E-Learn: World Conference on e-Learning, sv. 2016, pp. 1152–1157, Washington DC, Sjedinjene Američke Države, 2016.
- [11] S. Thiebes i S. Lins, Gamifying Information Systems – A Synthesis of Gamification Mechanics and Dynamics, 22. European Conference on Information Systems, Tel Aviv, Izrael, 2014.
- [12] M. Piteira, C. J. Costa i M. Aparicio, Computer Programming Learning: How to Apply Gamification on Online Courses?, Journal of Information Systems Engineering & Management, br. 2, sv. 3, travanj 2018.
- [13] P. T. Palomino, A. Toda, W. Oliveira i A. Cristea, Narrative for Gamification in Education: Why Should you Care?, 2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning, sv. 2161, pp. 97-99, Maceió, Brazil, 2019.
- [14] J. Majuri, J. Koivisto i J. Hamari, Gamification of education and learning: A review of empirical literature, GamiFIN Conference 2018, sv. 2186, pp. 11-19, Pori, Finska, 2018.
- [15] A. D. Cahyani, Gamification Approach to Enhance Students Engagement in Studying Language course, The 3rd Bali International Seminar on Science & Technology, sv. 58, pp. , Bali, Indonezija, 2016.
- [16] J. Dias, Teaching operations research to undergraduate management students: The role of gamification, The International Journal of Management Education, br. 1, sv. 15, pp. 98-111, ožujak 2017.

- [17] F. Groh, Gamification: State of the Art Definition and Utilization, *Research Trends in Media Informatics*, sv. 39, pp. 39-46, Ulm, Njemačka, 2012.
- [18] S. Šćepanović, N. Žarić i T. Matijević, Gamification in higher education learning–state of the art, challenges and opportunities, *The Sixth International Conference on e-Learning*, pp. 128-1384, Beograd, Srbija, 2015.
- [19] M. Carreño-León, A. Sandoval-Bringas, F. Álvarez-Rodríguez i Y. Camacho-González, Gamification technique for teaching programming, *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pp. 2009-2014, Santa Cruz de Tenerife, Španjolska, 2018.
- [20] J. Figueiredo i F. J. García-Peñalvo, Increasing student motivation in computer programming with gamification, *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pp. 997-1000, Porto, Portugal, 2020.
- [21] L. Rodrigues, F. D. Pereira, A. M. Toda, P. T. Palomino, M. Pessoa, L. S. G. Carvalho, D. Fernandes, E. H. T. Oliveira, A. I. Cristea i S. Isotani, Gamification suffers from the novelty effect but benefits from the familiarization effect: Findings from a longitudinal study, *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, br. 1, sv. 19, pp. 1-25, veljača 2022.
- [22] Gamification for apps: How Strava Drives App Engagment [online], Strive Cloud, 2023., dostupno na: <https://strivecloud.io/blog/app-gamification/app-engagement-strava/> [22. kolovoz 2023.]
- [23] M. Kanazawa, 10 of the Best Employee Engagement Statistics for 2022 [online], mambo.io, 2023., dostupno na: <https://mambo.io/blog/10-of-the-best-employee-engagement-statistics-for-2022>. [22. lipanj 2023.]
- [24] G. Darling, LeetCode Review: Will LeetCode Make You A Better Coder? [online], The Code Bytes, 2022. dostupno na: <https://thecodebytes.com/leetcode-review/>. [24. lipanj 2023.]
- [25] A. Coppens, Gamification stuff we love: HackerRank [online], Gamification Nation, 2019., dostupno na: <https://gamificationnation.com/blog/gamification-stuff-love-hackerrank/>. [24. lipanj 2023.]
- [26] T. Laning, How to improve engagement with leaderboards in gamification? [online], 2020., dostupno na: <https://grendelgames.com/how-to-improve-engagement-with-leaderboards-in-gamification/>. [22. kolovoz 2023.]
- [27] E. Tran, Microsoft Flight Simulator Review – Head In The Xbox Clouds [online], 2020., dostupno na: <https://www.gamespot.com/reviews/microsoft-flight-simulator-review-head-in-the-xbox-clouds/1900-6417537/>. [1. rujan 2023.]

## SAŽETAK

Igre su oduvijek bile dio čovjekova života i predstavljaju aktivnost u kojoj osoba uživa i zabavlja se. Razvojem tehnologije, ljudi su se upoznali s video igrama koje su počele biti dio svakodnevice. Primijećeno je da koncentracija tokom igranja video igara ne opada ni nakon nekoliko sati te da elementi video igara imaju utjecaj na unutarnju i vanjsku motivaciju. Stoga, elementi igara počeli su se primjenjivati u raznim okolinama koje nisu igre pa tako i u edukaciji. Taj proces naziva se igrifikacija i poseban naglasak u ovome radu je primjena iste u učenju programiranja. Praktični dio ovog rada obuhvaća izradu takve aplikacije. Implementirani su elementi igara poput ljestvice s vodećim rezultatima, trake napretka, izazova, bodovnog sustava i znački. Uz to, provedeno je istraživanje koje je uključivalo ispitanike koji su se susreli sa takvim sustavima. Cilj istraživanja bilo je saznati utjecaj pojedinog elementa igre na motivaciju i mišljenje o primjeni takvih sustava u obrazovanje i ishodu primjene.

**Ključne riječi:** elementi igara, igrifikacija, učenje programiranja, unutarnja motivacija, vanjska motivacija



## **Gamification as tool for teaching and learning programming**

### **ABSTRACT**

Games were always a part of human life and they represent an activity in which a person enjoys and has fun. With the development of technology, people were introduced to video games that have become part of everyday life. It's been noticed that while playing video games, concentration does not decrease even after a couple of hours and that game elements have an impact on intrinsic and extrinsic motivation. Therefore, game elements have begun to be applied in various contexts that are not games and one of them being education. That process is called gamification and special emphasis in this thesis is on applying this process in learning programming. As a practical part of this thesis such an application was developed. It implements game elements such as a leaderboard, progress bar, challenge, point system and badge. In addition to that, a survey was conducted that included respondents who have met with that kind of applications. The aim of the survey was to determine the influence of a single game element on motivation and opinion on applying that kind of systems in education and on the outcome of the application.

**Keywords:** game elements, gamification, programming education, intrinsic motivation, extrinsic motivation

## **ŽIVOTOPIS**

Martina Damjanović rođena je u Osijeku, 20. listopada, 1999. godine. Osnovnu školu pohađala je u Osijeku. Srednjoškolsko obrazovanje stekla je u III. gimnaziji u Osijeku sa završetkom u 2018. godini. Iste godine upisala je preddiplomski sveučilišni studij računarstva na fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek. 2021. godine upisala je diplomski studij na istome fakultetu.

## **PRILOZI**

1. "Naslov rada" u .docx formatu
2. "Naslov rada" u .pdf formatu
3. Izvorni kod programskog rješenja
4. Popis pitanja i izvorni oblik odgovora ankete