

Sadržaj

Uvod	1
1. Klimatske promjene i gospodarenje otpadom	2
1.1. Klimatske promjene.....	2
1.2. Otpad	2
1.3. Gospodarenje otpadom	3
2. Ozbiljne igre i primjena ozbiljnih igara u edukaciji	5
2.1. Što su ozbiljne igre?	5
2.2. Ozbiljne igre u edukaciji.....	5
2.2.1. Prednosti korištenja ozbiljnih igara u edukaciji	5
2.2.2. Oblikovanje učinkovitih edukativnih igara	6
2.3. Ozbiljne igre u edukaciji o klimatskim promjenama.....	6
3. Univerzalni dizajn.....	7
3.1. Što je univerzalni dizajn?	7
3.2. Sedam načela univerzalnog dizajna.....	7
3.3. Univerzalni dizajn u primjeni	9
4. Koncept razvijenog programskog rješenja za podizanje svijesti o klimatskim promjenama	11
4.1. Tijek igre	11
4.2. Dizajn igre	12
4.2.1. Lik zečića.....	12
4.2.2. Sustav <i>Tilemap</i>	13
4.2.3. Otpad	13
4.2.4. Zvuk.....	14
4.2.5. Glazba.....	14
4.3. Primjena načela univerzalnog dizajna i ozbiljnih igara.....	14

5.	Implementacija programskog rješenja.....	16
5.1.	Početna scena.....	16
5.1.1.	Postavke.....	16
5.1.2.	Informacije.....	17
5.1.3.	Poredak igrača s najboljim rezultatima	18
5.2.	Uvodna scena.....	19
5.3.	Scena s uputama za prvi dio igre	19
5.4.	Prvi dio igre	20
5.4.1.	Praćenje kretanja igrača.....	22
5.4.2.	Platforme u pokretu	23
5.4.3.	Skupljanje otpada	23
6.4.2.	Kviz	24
5.5.	Scena s uputama za drugi dio igre	28
5.6.	Drugi dio igre	29
5.6.1.	Razvrstavanje otpada.....	29
5.6.2.	Završetak igre i rezultat	31
6.	Testiranje	34
6.1.	Jedinično testiranje	34
6.2.	Integracijsko testiranje.....	34
6.3.	Ispitivanje korisničke prihvatljivosti	34
6.3.1.	Alfa testiranje	35
6.3.2.	Beta testiranje	35
7.	Zaključak	37
	Literatura	38
	Sažetak.....	41
	Summary.....	41

Uvod

Gospodarenje otpadom jedan je od temeljnih načina usporavanja klimatskih promjena i pomicanja prema održivom razvoju [1]. Održivi razvoj u svojoj suštini podrazumijeva ravnotežu između društva, okoliša i gospodarstva koja osigurava dugoročan razvoj društva u očuvanom okolišu [2]. Gospodarenje otpadom relevantna je tema u mnogim zemljama jer u velikoj mjeri utječe na klimatske promjene, ali i jer se ispravnim gospodarenjem otpadom mogu ostvariti velike uštede.

Informacije o razvrstavanju otpada dolaze iz različitih izvora i često su međusobno kontradiktorne jer se otpad ne razvrstava jednako u svim državama. Zato je u sklopu ovog završnog rada razvijena ozbiljna edukativna računalna igra *Eko Zeko* koja na jednostavan i zabavan način daje relevantne informacije o gospodarenju otpadom i poučava kako ispravno razvrstavati otpad na području Republike Hrvatske. Igra je razvijena po načelima univerzalnog dizajna pa ju mogu koristiti svi građani Republike Hrvatske.

U prvom poglavlju daje se kratak osvrt na klimatske promjene s posebnim naglaskom na utjecaj koji gospodarenje otpadom ima na njih. U drugom poglavlju definira se pojam ozbiljna igra i opisuje korištenje edukativnih ozbiljnih igara. U trećem poglavlju opisana su osnovna načela univerzalnog dizajna. U četvrtom poglavlju predstavljen je koncept razvijenog programskog rješenja zajedno s njegovim osnovnim značajkama i korištenim komponentama. U petom poglavlju opisan je tijek i općenita implementacija programskog rješenja. U šestom poglavlju opisani su postupci i rezultati testiranja. Na kraju slijede zaključak te popis literature.

1. Klimatske promjene i gospodarenje otpadom

1.1. Klimatske promjene

Klimatske promjene predstavljaju rastuću prijetnju i izazov jer utječu na sve aspekte okoliša i cijelo društvo. Utječu na učestalost i intenzitet ekstremnih vremenskih nepogoda (ekstremne padaline, poplave i bujice, erozije, oluje, suša, toplinski valovi, požari) i na postepene klimatske promjene (porast temperature zraka, tla i vodenih površina, podizanje razine mora, zakiseljavanje mora, širenje sušnih područja) čime potenciraju postojeće okolišne probleme poput pada bioraznolikosti i slabljenja usluga koje ekosustavi pružaju [3]. Kao posljedica globalnog zagrijavanja dolazi do smanjenja snježnog pokrivača, osobito u proljeće i ljeti, te do topljenja leda. Također, zabilježen je porast globalne razine mora koji je uzrokovan topljenjem kopnenog leda i toplinskim širenjem oceana zbog zagrijavanja [4].

Klimatske promjene dijelom su posljedica prirodnih procesa poput tektonike ploča ili Sunčevog toplinskog zračenja, ali na klimatske promjene najviše utječu ljudske aktivnosti. Za usporavanje klimatskih promjena potrebno je uključivanje svi segmenata društva – svi gospodarski sektori, od energetskog i građevinskog pa do sektora prometa, poljoprivrede i šumarstva, ali ne smije se zanemariti i važnost svakodnevnih odluka ljudi.

1.2. Otpad

Veliki utjecaj na klimatske promjene ima otpad. Otpad je svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti te sve ono što se u određenoj aktivnosti pojavljuje kao nusproizvod [5]. Otpad nastaje isključivo ljudskom djelatnošću, nepodesan je za daljnju upotrebu na klasičan način i zahtijeva nove načine obrade i prerade [22].

Dosad je u Hrvatskoj 85% proizvedenog otpada odlagano na odlagališta gdje, dok trune zbog reakcije s organskim otpadom, stvara toksične tvari koje cure u tlo te metan koji pojačava staklenički učinak [7].

Čovjekova je dužnost pobrinuti se za otpad koji proizvede. Otpad odbačen u okoliš onečišćuje tlo i vodu, zagađuje zrak, ugrožava životinje, smanjuje bioraznolikost te tako narušava kvalitetu života.

Zbog navedenih negativnih utjecaja i mnogih drugih važno je ispravno gospodariti otpadom. Ispravnim gospodarenjem otpadom on se može, ne samo zbrinuti kako bi se smanjio štetan utjecaj na okoliš, već i iskoristiti kao vrijedna sirovina čime se ostvaruje ekonomski dobitak [7].

1.3. Gospodarenje otpadom

Gospodarenje otpadom uključuje sve aktivnosti koje upravljaju otpadom od njegovog nastanka pa do njegovog uništavanja. Cilj gospodarenja otpadom je smanjiti štetne utjecaje otpada na okoliš i ljudsko zdravlje.

Red prvenstva gospodarenja otpadom uključuje pet koraka koji definiraju prioritet kojim se pristupa otpadu [5]. Slika (Slika 1.1) daje grafički prikaz reda prvenstva gospodarenja otpadom.

1. Sprečavanje nastanka otpada

Najpoželjnije ponašanje u gospodarenju otpadom je spriječiti da otpad uopće nastane, odnosno stvarati što manje otpada.

2. Ponovna upotreba

Ponovna upotreba znači dati novu funkciju nečemu što se u izvornoj funkciji istrošilo [8].

3. Recikliranje

Recikliranje je pretvaranje skupljenih proizvoda u materijale iz kojih će nastati novi proizvodi. Važno je ispravno odvojiti otpad prema vrsti jer neispravno odvojen otpad može uzrokovati kvar u opremi koja se koristi za recikliranje te može uništiti ostali otpad koji je zajedno s njim stavljen za recikliranje zbog čega se onda i taj otpad mora odbaciti na odlagalište.

4. Energetska uporaba

Energetska uporaba je postupak u kojem se otpad koristi za dobivanje električne ili toplinske energije.

5. Zbrinjavanje

Najmanje poželjna opcija u gospodarenju otpadom je zbrinjavanje. Pojam zbrinjavanje uključuje odlaganje na deponij ili spaljivanje otpada.



Slika 1.1 Red gospodarenja otpadom¹

Gospodarenje otpadom razlikuje se od države do države, a ponekad i od grada do grada, pa je važno raspitati se u lokalnoj zajednici o načinu gospodarenja otpadom.

¹ *SmartArt* napravljen u *PowerPoint*-u na temelju slike u brošuri Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost [Z]

2. Ozbiljne igre i primjena ozbiljnih igara u edukaciji

2.1. Što su ozbiljne igre?

Sve definicije na koje se može naići imaju za zajednički nazivnik sljedeće:

ozbiljna igra = korisna funkcionalnost + zabavna igra.

Sande Chen i David Michael, dizajneri igara, daju općenitu formalnu definiciju za ozbiljne igre – "igre čija primarna zadaća nije zabava". Taj dodatni cilj koji ozbiljne igre pokušavaju ostvariti naziva se karakterizirajući cilj (engl. *characterizing goal*) [9]. Ovisno o karakterizirajućem cilju, igre se razvrstavaju u kategorije (npr. zdravlje, marketing, razvoj socijalnih vještina, politika, obrazovanje) [10].

Za dobru ozbiljnu igru nije važno samo to da ima korisnu funkcionalnost i zabavan aspekt, nego je bitan način njihove kombinacije koja igraču daje maksimalnu korist i ozbiljnog i zabavnog aspekta igre.

Područje ozbiljnih igara brzo raste kako se pronalazi sve više načina za njihovu primjenu.

2.2. Ozbiljne igre u edukaciji

U ovom radu naglasak je stavljen na ozbiljne igre koje za svrhu imaju edukaciju korisnika.

2.2.1. Prednosti korištenja ozbiljnih igara u edukaciji

Ozbiljne igre našle su široku primjenu u području edukacije zbog velikih prednosti koje donose u usporedbi s tradicionalnim metodama učenja.

Za razliku od tradicionalnog okruženja učionice gdje učenici slušaju učitelja/učiteljicu, tijekom igranja ozbiljne igre oni su aktivni u procesu učenja pa lakše i brže usvajaju znanja. Nadalje, velika prednost edukativnih igara je njihova sposobnost da u potpunosti zaokupe pozornost igrača. Tijekom igre, korisnik sluša, čita i koristi tipkovnicu, miš ili drugi ulazni uređaj pa takva aktivacija više osjetila pomaže zadržati pozornost korisnika. Također, dok igraju, korisnici mogu zaboraviti da uče jer su motivirani izazovom da ostvare što bolji rezultat u igri ili jednostavno nastavljaju igrati jer im je to zabavno [11].

2.2.2. Oblikovanje učinkovitih edukativnih igara

Učinkovitost edukativne igre odnosi se na njenu sposobnost da prenese potrebno znanje korisniku i time ostvari svoj karakterizirajući cilj.

Za početak, bitno je definirati cilj ozbiljne igre. U slučaju edukativne igre mora se definirati koje znanje korisnik treba usvojiti, odnosno što treba znati po završetku igranja igre. Sljedeće, potrebno je definirati ciljnog korisnika – kojoj dobnoj skupini pripada, koja znanja o temi posjeduje, koja su njegova ograničenja, sposobnosti i sl. Zatim, ovisno o korisniku, definira se način prenošenja znanja i tijek igre. Dobra je praksa u igru uključiti više načina prenošenja znanja jer svi korisnici uče na različite načine i različite aktivnosti smatraju zabavnim [11].

S pedagoške strane također se može izdvojiti par principa koji pozitivno utječu na proces usvajanja znanja i često se koriste u edukativnim igrama. Prvi je učenje iz pogreški. Nastavak igre ne bi smio biti moguć ako je korisnik prethodno odabrao krivu akciju. To osigurava da korisnik sigurno zna što je točan odgovor i svjestan ga je. Također, dobro je često davati povratnu informaciju o napretku jer se tako održava motivacija korisnika te on zna kako napreduje. Posljednje, ozbiljne igre su ipak igre i trebaju biti zabavne. Upravo zabavan aspekt igre motivira igrača pa ga se ne smije zanemariti jer se pokušava prenijeti što je više znanja moguće [12].

2.3. Ozbiljne igre u edukaciji o klimatskim promjenama

Ozbiljne igre pokrivaju širok niz tema iz područja klimatskih promjena: održivi razvoj gradova, navike građana, agrikultura, upravljanje vodom, simulacije klimatskih promjena i dr. Ozbiljne igre našle često se koriste u tom području jer tijekom igranja igrači mogu učiti iz prve ruke kroz eksperimentiranje. Mnoge ozbiljne igre o klimatskim promjenama pobuđuju empatiju kod igrača jer prikazuju različite perspektive (npr. kako klimatske promjene utječu na pojedine životinjske vrste ili na svijet u budućnosti). Također, u takvim igrama igrač uči o važnosti brige za okoliš, postupcima povoljnim za okoliš te usvaja obrasce ponašanja koje treba primjenjivati [13].

3. Univerzalni dizajn

3.1. Što je univerzalni dizajn?

Univerzalni dizajn je dizajn i kompozicija okruženja takva da se njime mogu koristiti svi ljudi bez obzira na njihovu dob, veličinu, sposobnosti i ograničenja. Okruženje bi trebalo biti oblikovano prema potrebama svih onih koji ga žele koristiti. Univerzalni dizajn ne koristi samo osobama ograničenih sposobnosti već svim korisnicima. Ako je okruženje iskoristivo, praktično i jednostavno za korištenje, svi su na dobitku [14].

Univerzalnom dizajnu treba pristupiti na dva načina:

1. Osviješteni dizajn – Potrebno je razmišljati o potrebama raznih skupina korisnika i oblikovati rješenje tako da odgovara što većem broju.
2. Prilagodljiv dizajn – Pri osmišljavanju, treba omogućiti jednostavnu promjenu pojedinih aspekata rješenja i njegovo prilagođavanje pojedinom korisniku.

3.2. Sedam načela univerzalnog dizajna

Načela univerzalnog dizajna razvila je 1997. godine grupa arhitekata, inženjera, industrijskih dizajnera i dizajnera okoliša [15]. Načela trebaju poslužiti pri oblikovanju i ocjenjivanju rješenja.

1. Nepristrana mogućnost korištenja

Rješenje treba biti napravljeno tako da ga mogu koristiti osobe s različitim mogućnostima. Gdje god je to moguće, potrebno je osigurati jednak način korištenja za sve korisnike jer se tako izbjegava segregacija i marginalizacija pojedinih skupina korisnika. Ako nije moguće osigurati jednak način korištenja, onda je potrebno osmisliti njemu ekvivalentan način korištenja.

2. Fleksibilnost kod korištenja

Rješenje se treba moći prilagoditi širokom spektru različitih sklonosti, mogućnosti i ograničenja. Potrebno je omogućiti izbor više opcija i mogućnosti prilagodbe prema osobnim preferencijama korisnika.

3. Jednostavna i intuitivna uporaba

Rješenje mora biti lako razumljivo, bez obzira na korisnikovo prethodno iskustvo, znanje ili trenutnu koncentraciju. Treba eliminirati nepotrebnu složenost, biti konzistentan u dizajnu (rješenje ne smije imati neočekivane varijacije) i često pružati povratnu informaciju (tijekom i nakon izvršavanja zadatka).

4. Uočljive informacije

Dizajn treba davati korisniku potrebne informacije, bez obzira na stanje njegovih osjetila ili uvjete okoliša. Treba koristiti razne vrste izražaja (slikovne, glasovne, zvukovne...) te omogućiti maksimalnu čitljivost bitnih informacija. Također, kako bi bitne informacije došle do izražaja, potrebno je reducirati značajke koje iskustvu korištenja ne dodaju nikakvu dodatnu vrijednost (engl. *Non-value-added activity*, *NVAA*).

5. Toleriranje pogreške

Dizajn mora biti takav da se opasnosti svedu na minimum te da se onemogućе posljedice slučajnog ili nenamjernog djelovanja. Potrebno je implementirati upozorenja na opasnost ili mogućnost pogreške i onemogućiti nesvjesne postupke u zadaćama koje traže punu koncentraciju.

6. Nizak fizički napor

Dizajn treba biti takav da ga se može koristiti djelotvorno i ugodno, s najmanjim mogućim naporom. Napor za izvršenje neke radnje mora biti sveden na razumnu mjeru, a ponavljanja i trajne fizičke napore treba svesti na minimum.

7. Mjere i prostor za pristup i uporabu

Potrebno je osigurati mjere te prostor za pristup i uporabu bez obzira na dimenzije korisnikovog tijela, njegov položaj ili mogućnost mobilnosti. Treba biti osigurana dobra preglednost prema važnim elementima, kako sjedećim, tako i hodajućim korisnicima.

3.3. Univerzalni dizajn u primjeni

Univerzalni dizajn treba se primjenjivati u svim aspektima ljudskog života (arhitektura, prijevoz, interijer, programski proizvodi i dr.) kako bi sve aktivnosti bile dostupne svim korisnicima.

U nastavku su prikazani neki primjeri univerzalnog dizajna u svakodnevnom životu [23]. Slika (Slika 3.1) prikazuje stol za recepciju koji je prilagođen tako da ga mogu koristiti i osobe s invaliditetom. Slika (Slika 3.2) i slika (Slika 3.3) prikazuju načine prilagođavanja prostora tako da se njime lakše mogu kretati osobe s invaliditetom. Slika (Slika 3.4) prikazuje plan zgrade na kojem su oznake napisane Brailleovim pismom tako da se tim planom mogu služiti i slijepe ili slabovidne osobe.



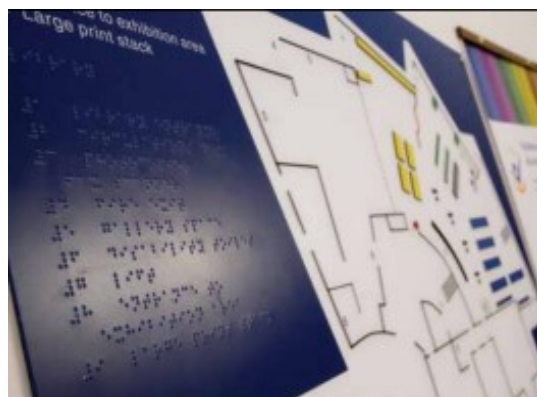
Slika 3.1 Recepcija



Slika 3.2 Rampa



Slika 3.3 Automatska vrata



Slika 3.4 Plan zgrade s Brailleovim pismom

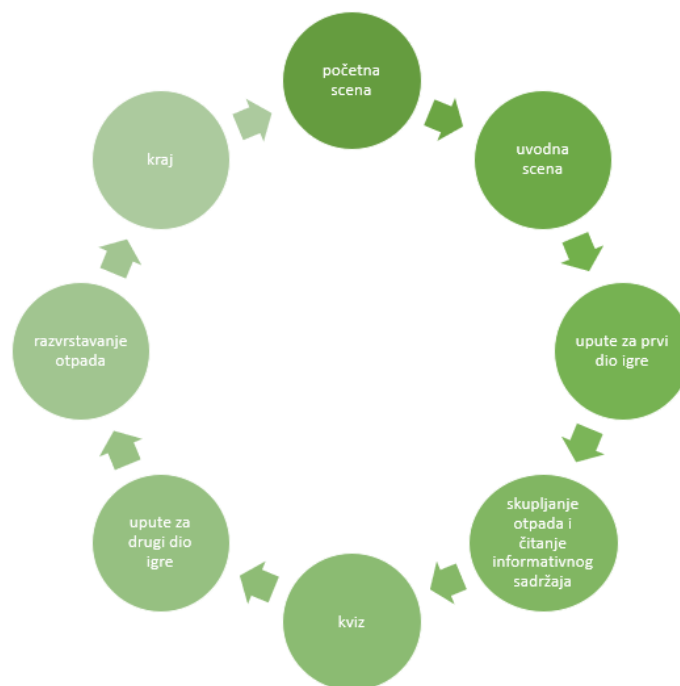
Iz primjera je vidljivo da se svaki proizvod i svaka okolina mogu prilagoditi svim njihovim korisnicima ako se prije izrade dobro promisli o načelima univerzalnog dizajna i uzmu u obzir posebne potrebe koje korisnici mogu imati.

4. Koncept razvijenog programskog rješenja za podizanje svijesti o klimatskim promjenama

Naziv razvijenog programskog rješenja je *Eko Zeko*. *Eko Zeko* je edukativna 2d računalna igra čiji je cilj promjena navika i edukacija o ispravnom gospodarenju otpadom. Budući da se način gospodarenja otpadom razlikuje od države do države, potrebno je istaknuti da je ovo programsko rješenje razvijeno samo za stanovnike Republike Hrvatske.

4.1. Tijek igre

Slika (Slika 4.1) prikazuje kako je bio zamišljen tijek igre *Eko Zeko* prije njezine implementacije.



4.1 Tijek igre²

Na početnom zaslonu igre mogu se namjestiti željene postavke igre (naracija, glazba, zvuk, visoki kontrast, sažeti prikaz sadržaja i težina).

² Dijagram napravljen pomoću *SmartArt* alata u *PowerPoint*-u

Sama igra podijeljena je u dva dijela. Prvi dio igre je platformska igra. Platformska igra je žanr videoigara u kojoj igrač kontrolira lika koji trči i skače po platformama (podovima, zidovima, stepenicama i dr.) te skuplja razne predmete [16]. U prvom dijelu igre *Eko Zeko* igrač tipkama kontrolira lik zečića i skuplja otpad u njegovom okolišu. Cilj prvog dijela je skupiti što više otpada u što kraćem vremenu kako bi se ostvario što bolji rezultat. Kako se skuplja otpad i prolazi kroz razinu, nailazi se na narančaste kutije s upitnikom. Skokom ispod kutije otvara se ekran s edukativnim sadržajem.

Dolaskom na kraj prve razine, otvara se kviz kojim se provjerava činjenično znanje o gospodarenju otpadom. Odgovor na svako pitanje iz kviza može se pronaći na jednom od edukativnih ekrana kojeg se moglo otvoriti izborom neke narančaste kutije.

Nakon što je kviz riješen, prelazi se na drugi dio igre u kojem je cilj otpad, koji pada od vrha ekrana, razvrstati u pripadajući kontejner.

4.2. Dizajn igre

Dizajn igre oblikovan je tako da omogućava lako snalaženje i upravljanje igrom. Dodatno, igru prati instrumentalna glazba što ju čini privlačnijom i zabavnijom.

Igra koristi besplatne komponente preuzete iz *Unity Asset Store*-a ili s web-stranice *OpenGameArt.org*. *Unity Asset Store* je rastuća kolekcija gotovih komponenti koje se mogu koristiti pri izradi igara u *Unity*-ju [17].

4.2.1. Lik zečića

Lik zečića besplatno je preuzet iz *Unity Asset Store*-a³. Lik zečića ima animacije za mirovanje (engl. *idle*), trčanje, skakanje, padanje te animaciju kada ga nešto udari koja nije korištena u igri *Eko Zeko*.

³ Lik zečića preuzet s: <https://assetstore.unity.com/packages/2d/characters/pixel-adventure-2-155418#publisher>

4.2.2. Sustav *Tilemap*

Za dizajn 2d okruženja korišten je sustav *Tilemap* koji pruža *Unity*. Sustav *Tilemap* sastoji se od rešetke (engl. *grid*) na koju se mogu stavljati pločice (engl. *tiles*) [18]. Ovakav sistem dizajna omogućava bržu izradu razina igre.

Pri preuzimanju gotovih pločica⁴, one dolaze u obliku slike (Slika 4.2). Nakon prijenosa slike pločica u *Unity*, u inspektoru moramo postaviti vrijednosti *Sprite Mode* na *Multiple* što označava da se unutar jedne slike nalazi više sličica. Zatim u *Sprite Editoru*, na temelju dimenzije pojedine sličice, preuzetu sliku jednostavno možemo razdvojiti na dijelove koje onda koristimo za izradu razina.



Slika 4.2 Slika pločica *NatureTileset*

4.2.3. Otpad

Otpad se koristi u oba dijela igre. U prvom dijelu on se skuplja, a u drugom razvrstava. Slika (Slika 4.3) prikazuje sav otpad koji se koristi u igri. Slično kao i kod umetanja *Tilemap*-a (4.2.2. Sustav *Tilemap*), nakon preuzimanja⁵ i ubacivanja u *Unity*, vrijednost *Sprite Mode* preuzete slike treba postaviti na *Multiple* te ju zatim razdvojiti na pojedine slike. Svaki komad otpada spada u jednu od kategorija – papir, staklo, metal i plastika te ostali otpad (onaj koji se ne reciklira).

⁴ Pločice preuzete s <https://opengameart.org/content/2d-nature-platformer-tileset-16x16>

⁵ Slika preuzeta s <https://opengameart.org/content/recycle-items-set>



Slika 4.3 Slike korištenog otpada u igri

4.2.4. Zvuk

Sve zvučne datoteke besplatno su preuzete iz *Unity Asset Store*-a⁶. Zvuk služi kao povratna informacija za svaku akciju koju korisnik napravi u igri – klik gumba, skupljanje otpada, otkrivanje informativnog sadržaja, završetak prvog dijela igre i otvaranje kviza, točan/netočan odgovor u kvizu, točno/netočno razvrstavanje otpada te za kraj cijele igre.

4.2.5. Glazba

Glazba je bitna komponenta u korisnikovom iskustvu igranja igre. U igri *Eko Zeko* koristi se instrumentalna glazba kako bi se smanjilo ometanje korisnika pri čitanju edukativnog sadržaja. Glazba je snimljena na klaviru i ubačena u *Unity*. Svaki dio igre ima svoju glazbu što igru čini zabavnijom i zanimljivijom.

4.3. Primjena načela univerzalnog dizajna i ozbiljnih igara

Tijekom osmišljavanja igre *Eko Zeko* obraćala se pozornost na načela univerzalnog dizajna i savjete za oblikovanje ozbiljnih edukativnih igara.

Igra *Eko Zeko* razvijena je tako da ju može koristiti veliki broj korisnika. Korisnici ne trebaju imati nikakvo prethodno iskustvo ili znanje da bi se koristili igrom jer su dane upute za pokretanje i korištenje svakog dijela igre. Također, sav tekst u igri namješten je tako da maksimalno ispunjava područje svojeg raspona tako da je uvijek čitljiv.

U postavkama igre mogu se prilagoditi opcije. Moguće je uključiti/isključiti zvuk i glazbu ako to nekoga ometa, uključiti/isključiti naraciju ako to poboljšava koncentraciju i razumijevanje, odabrati opciju sažetog prikaza sadržaja koja prikazuje samo najbitnije

⁶ Zvučne datoteke: <https://assetstore.unity.com/packages/audio/sound-fx/free-casual-game-sfx-pack-54116>

informacije koje korisnik treba usvojiti i, posljednje, može se odabrati težina igre (koja korelira njezinoj brzini) u skladu sa sposobnostima korisnika.

Toleriranje pogreške korisnika osmišljeno je tako da korisnik iz igre može izaći samo s početnog i krajnjeg ekrana, ali prije izlaska mora potvrditi da stvarno želi izaći iz igre. Također, nije moguće slučajno odabrati odlazak na početnu scenu tijekom igre jer je prije toga potrebno igru pauzirati.

Igra je oblikovana u skladu s principima opisanim u cjelini 2.2.2 *Oblikovanje učinkovitih edukativnih igara*. Često i na konzistentan način daje povratne informacije igraču te koristi višeosjetilne mogućnosti komunikacije - vizualna (ispis poruke) i auditivna (zvučni signal). Također, nastavak igre nije moguć ako je korisnik prethodno odabrao krivu akciju. U kvizu, moguće je vratiti se na razinu i potražiti točan odgovor ako se isprva dao krivi odgovor, a u drugom dijelu igre, razvrstava se isti komad otpada sve dok se ne svrsta u ispravan kontejner.

Posljednje, zabavan aspekt pokušao se postići kroz kombinaciju više vrsta igara, različitih načina prijenosa informacija i dodavanja vesele glazbe. Ocjena uspješnosti tog dijela implementacije ostavlja se korisniku.

5. Implementacija programskog rješenja

Za razvoj programskog rješenja *Eko Zeko* korištena je programska platforma za razvoj igara *Unity*. Programsko rješenje pisano je u jeziku *C#* za što je korištena razvojna okolina *Microsoft Visual Studio 2017*.

5.1. Početna scena

Slika (Slika 5.1) prikazuje početnu scenu igre *Eko Zeko*. Na početnoj sceni može se izabrati početak igre, postavke, ljestvica, informacije ili izlaz iz igre.



Slika 5.1 Početna scena

5.1.1. Postavke

Slika (Slika 5.2) prikazuje prozor koji se otvori ako se na početnoj sceni odabere gumb sa simbolom za postavke. U izborniku je moguće uključiti/isključiti naraciju, glazbu, zvuk, visoki kontrast, sažeti prikaz te odabrati težinu drugog dijela igre. Na slici (Slika 5.2) su prikazane pretpostavljene (engl. *default*) postavke.



Slika 5.2 Postavke

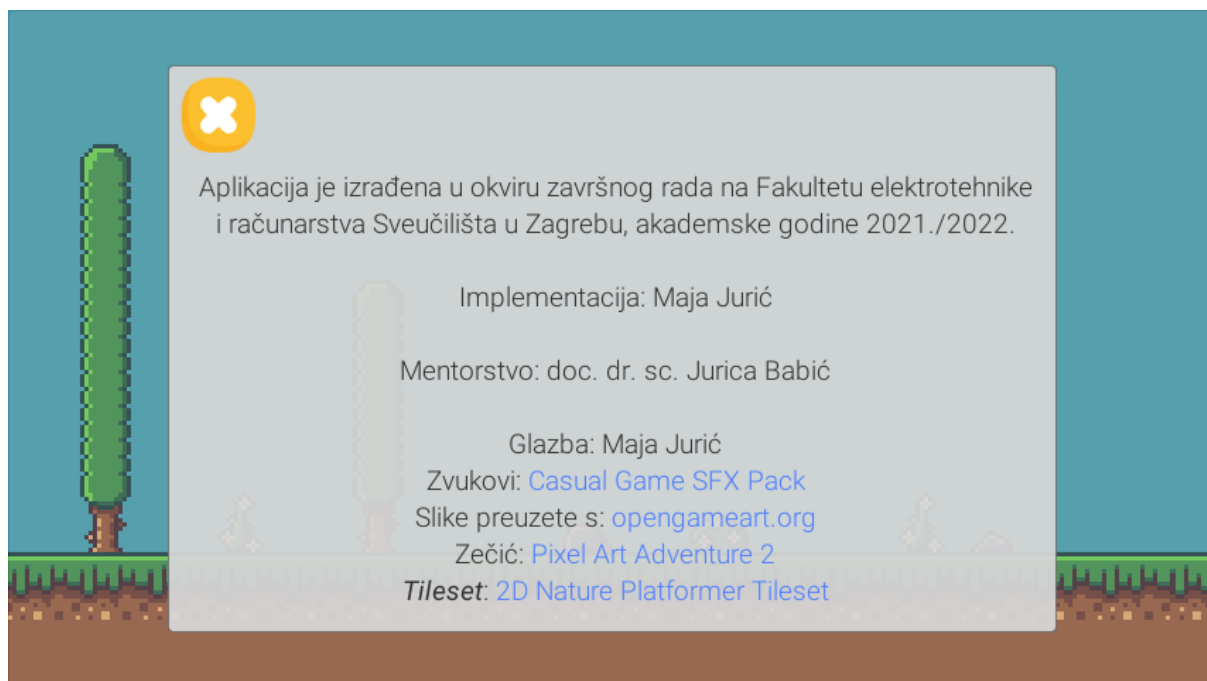
Postavke se spremaju klikom na gumb OK. Spremanje postavki izvedeno je tako da se klikom na gumb OK poziva metoda *spremiPostavke* iz skripte *Prefs.cs* koja iščitava kako su postavljene postavke na ekranu te ih sprema u *PlayerPrefs*.

PlayerPrefs je predefinirana klasa koju nudi Unity koja omogućava čuvanje podataka između scena i sjednica igre (engl. *game session*). U *PlayerPrefs* moguće je pohraniti samo znakovne nizove (*string*) te decimalne (*float*) i cjelobrojne (*int*) vrijednosti [19].

Opcija naracije i sažetog prikaza pohranjene su u *PlayerPrefs* kao cjelobrojne vrijednosti koje se pri korištenju interpretiraju kao logičke (*bool*) vrijednosti tako da cjelobrojna vrijednost 1 predstavlja logičku vrijednost Istina (*True*), a cjelobrojna vrijednost 0 predstavlja logičku vrijednost Neistina (*False*). Opcija težine odnosi se na brzinu kojom pada otpad u drugom dijelu igre pa je ona u *PlayerPrefs* spremljena kao decimalna vrijednost. Opcija visokog kontrasta nije implementirana u ovoj verziji igre.

5.1.2. Informacije

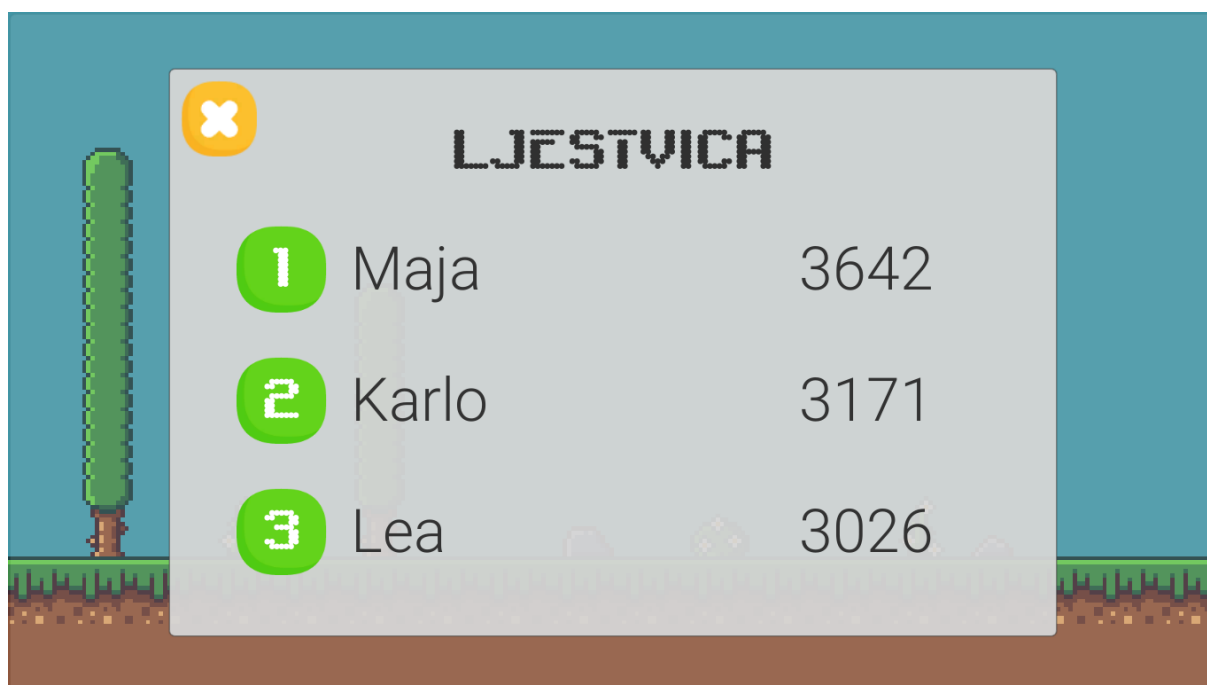
Klikom na gumb informacije, otvara se prozor prikazan na slici (Slika 5.3).



Slika 5.3 Informacije

5.1.3. Poredak igrača s najboljim rezultatima

Slika (Slika 5.4) prikazuje prozor koji se otvori ako se na početnoj sceni odabere gumb sa simbolom trofeja. Prozor prikazuje tri igrača koji imaju najbolje rezultate.



Slika 5.4 Ljestvica igrača

5.2. Uvodna scena

U uvodnoj sceni prikazanoj na slici (Slika 5.5) predstavljaju se neke osnovne informacije o otpadu i daje se motivacija za igranje igre.



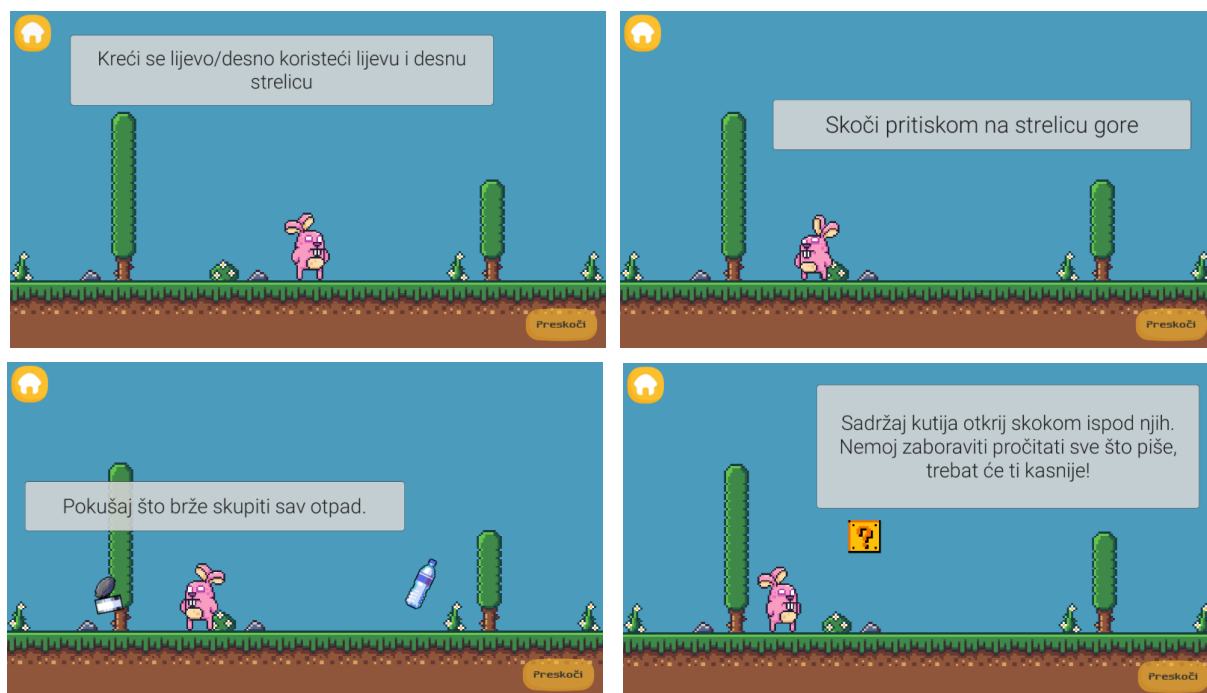
Slika 5.5 Uvodna scena

Tekst se prikazuje cjelinu po cjelinu kako bi se omogućilo lakše čitanje i shvaćanje. Ako je uključena opcija naracije, onda je prikaz svakog teksta popraćen čitanjem tog teksta. Ako je uz naraciju uključena i opcija glazbe, onda se glazba stišava kako bi se jasno mogla čuti naracija.

Klikom na gumb u gornjem lijevom kutu omogućen je povratak na početnu scenu. Klikom na gumb u donjem desnom kutu moguće je preskočiti uvodnu priču i otići na sljedeću scenu.

5.3. Scena s uputama za prvi dio igre

Slike (Slika 5.6) prikazuju scenu kojom se korisnika uči kako pokretati lika u prvom dijelu igre.

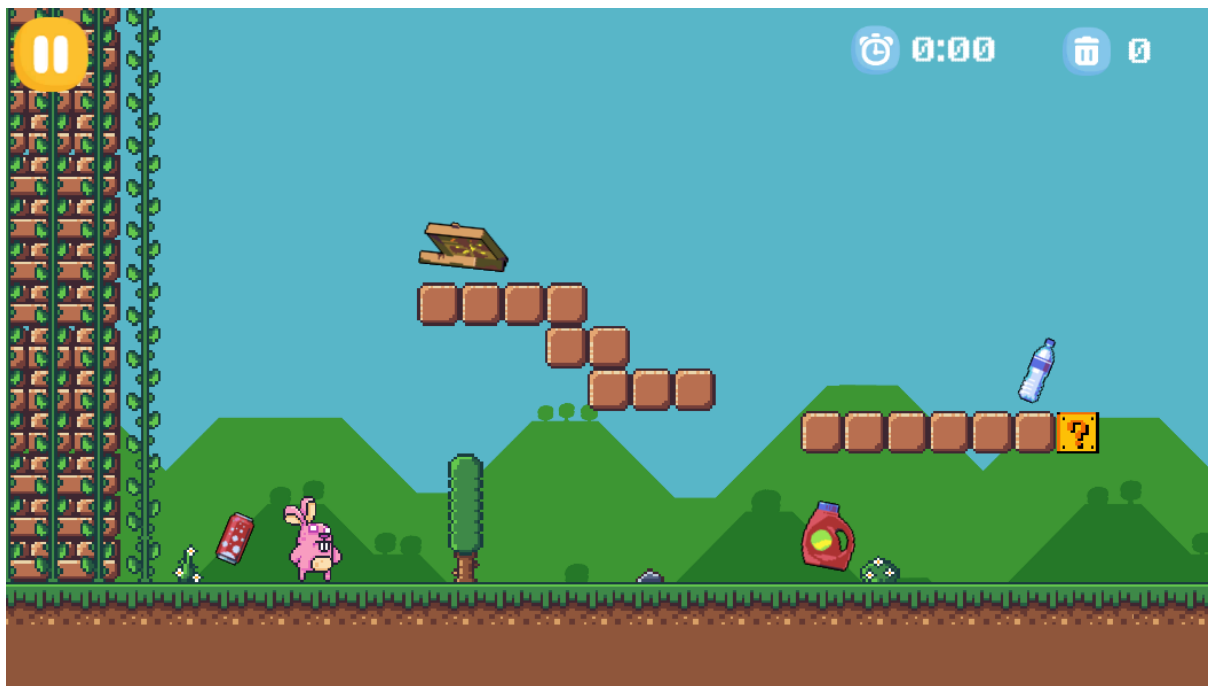


Slika 5.6 Upute za prvi dio igre

Sljedeća instrukcija se prikazuje tek kada se izvrši instrukcija koja je trenutno napisana na ekranu. To je napravljeno u metodi *Update* u skripti *TutorialManagerScript.cs*. Ako je uključena opcija naracije, onda je prikaz svake instrukcije popraćen čitanjem te instrukcije. Isto kao i na uvodnoj sceni (5.2 *Uvodna scena*), ako je uz naraciju uključena i opcija glazbe, onda se glazba stišava kako bi se jasno mogla čuti naracija.

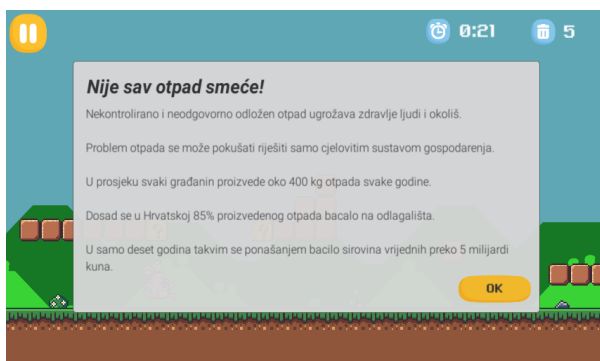
5.4. Prvi dio igre

Slika (Slika 5.7) prikazuje prvi dio igre u kojem je cilj u što manje vremena skupiti što više otpada te, otkrivajući ekrane na narančastim kutijama, učiti o gospodarenju otpadom. Znanje se provjerava kvizom na kraju razine. U gornjem desnom kutu prikazano je vrijeme proteklo od početka razine i broj skupljenog otpada. Brojanje vremena započinje kada se igrač pomakne.

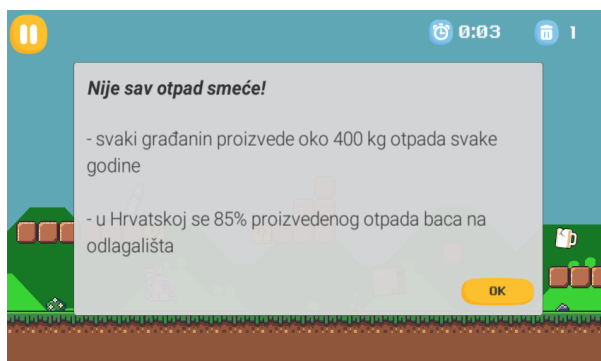


Slika 5.7 Početak prvog dijela igre

Slike (Slika 5.8) prikazuju ekran koji se otvori kada igrač skoči ispod jedne od narančastih kutija. Dok je ekran s činjenicama otvoren, vrijeme je pauzirano i igrač se ne može kretati. Na slici (Slika 5.8a) je ekran s tekstom koji se prikazuje ako u postavkama nije označena opcija „sažeti prikaz“, a slika (Slika 5.8b) prikazuje ekran ako je u postavkama označena ta opcija. Sažeti prikaz prikazuje samo najbitnije informacije i one informacije koje se ispituju u kvizu.

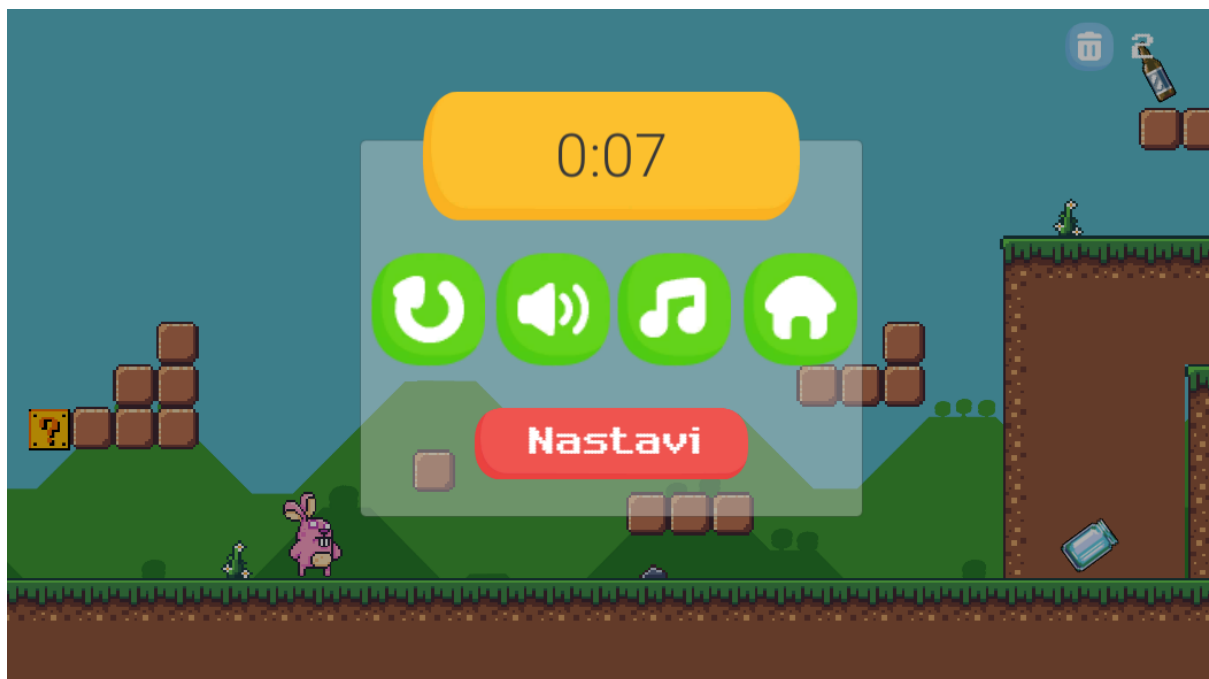


Slika 5.8a Puni prikaz sadržaja narančaste kutije



Slika 5.8b Sažeti prikaz sadržaja narančaste kutije

Igru je moguće pauzirati klikom na gumb u gornjem lijevom kutu što je prikazano na slici (Slika 5.9). U izborniku koji se otvori moguće je ponovno pokrenuti razinu od početka, uključiti/isključiti zvuk, uključiti/isključiti glazbu, vratiti se na početnu scenu ili nastaviti igru.



Slika 5.9 Pauzirana igra

5.4.1. Praćenje kretanja igrača

Kamera je objekt kroz koji korisnik vidi igru. Kako se zečić kreće kroz razinu, kamera ga mora pratiti kako bi on uvijek ostao vidljiv na zaslonu, zato se na objektu *MainCamera* u sceni nalazi skripta *CameraFollow.cs* u kojoj je napisana logika za to.

Skripti se kroz *Unity* okruženje predaje prag (engl. *threshold*), odnosno dvodimenzionalna vektor vrijednost koja predstavljaju koliko se zečić smije pomaknuti po x i y osi bez da se kamera pomakne s njim. Ako je prag nul-vektor, onda će se kamera pomicati sa svakim pomicanjem igrača. U igri *Eko Zeko* x-vrijednost vektora praga postavljena je na nula kako bi se kamera pomicala kako se igrač kreće lijevo-desno tako da je igrač uvijek na fiksnoj poziciji na ekranu. Y-vrijednost vektora praga različita je od nula tako da se kamera ne pomiče gore-dolje sa svakim skokom igrača.

U skripti se unutar metode *Update* kontinuirano izračunava vektorska udaljenost između položaja kamere i položaja zečića. Vektorska udaljenost računa se pomoću ugrađene metode

Vector2.Distance. Ako je vektorska udaljenost veća od praga, kamera se pomiče prema položaju zečića koristeći metodu *Vector2.MoveTowards*.

5.4.2. Platforme u pokretu

Inspirirana drugim 2d platformskim igrama poput *Super Mario Bros* ili *Sonic the Hedgehog* [16], igra *Eko Zeko* ima platforme u pokretu kako bi se igri dodala dinamika i izazov. Platforme u igri kreću se horizontalno ili vertikalno.

Kretanje platformi implementirano je unutar skripte *MovingGround.cs* koja se nalazi na objektima za koje se želi da se pomiču. Skripti se predaju vrijednosti *x* i *y* koje označavaju koliko se platforme trebaju pomicati po *x* i *y* osi te vrijednost brzine kretanja platforme.

U metodi *Start* odredi se početna pozicija platforme te se na temelju početne pozicije i predanih vrijednosti *x* i *y* odredi ciljna pozicija. U metodi *Update* ostvaruje se kretanje platforme pomoću metode *Vector2.MoveTowards* i logičke varijable *moveBack*. Na početku je vrijednost varijable *moveBack* postavljena na Neistina (*False*) pa se platforma kreće od početne prema ciljnoj poziciji. Kada platforma dođe do ciljne pozicije, vrijednost logičke varijable *moveBack* postavi se na Istina (*True*) te se platforma počne kretati u suprotnom smjeru, od ciljne prema početnoj poziciji. Kada se platforma vrati na početnu poziciju, njena vrijednost se opet vrati na Neistina (*False*) te ponovno kreće kretanje platforme prema ciljnoj poziciji.

5.4.3. Skupljanje otpada

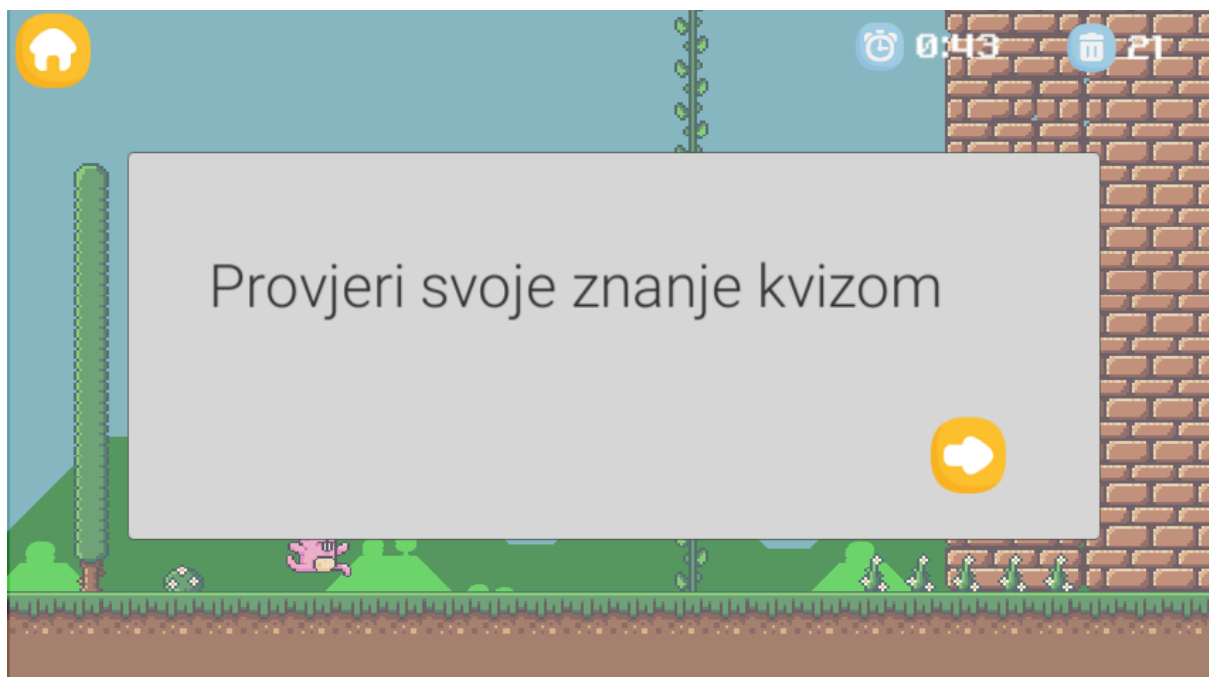
Ako se objekti u igri koriste više puta, korisno je od njih napraviti *Prefab* kako se na svakom objektu ne bi morale namještati postavke za koje se želi da takav objekt posjeduje. *Prefab* je predložak na temelju kojeg se može raditi više objekata s istim svojstvima. [20]

Za svaki tip otpada napravljen je *Prefab* jer svaki tip otpada ima različitu sliku, ali sav otpad ima na sebi istu skriptu, *ItemCollection.cs*, u kojoj se nalazi samo jedna metoda, *OnTriggerEnter2D*, koja se automatski poziva kada se bilo što sudari s objektom na koji je stavljena ta skripta. Da bi metoda funkcionirala, objekt mora imati *Collider2D*, što otpad ima. Metoda *OnTriggerEnter2D* poziva metodu *collect* iz skripte *GameManagerScript.cs* koja pušta odgovarajući zvuk i povećava broj skupljenog otpada. To isto nije se moglo napraviti unutar metode *OnTriggerEnter2D* jer se nakon poziva metode *collect*, instancirani

objekt otpada uništava i nestaje iz scene čime bi podatak o broju sakupljenog otpada bio izgubljen.

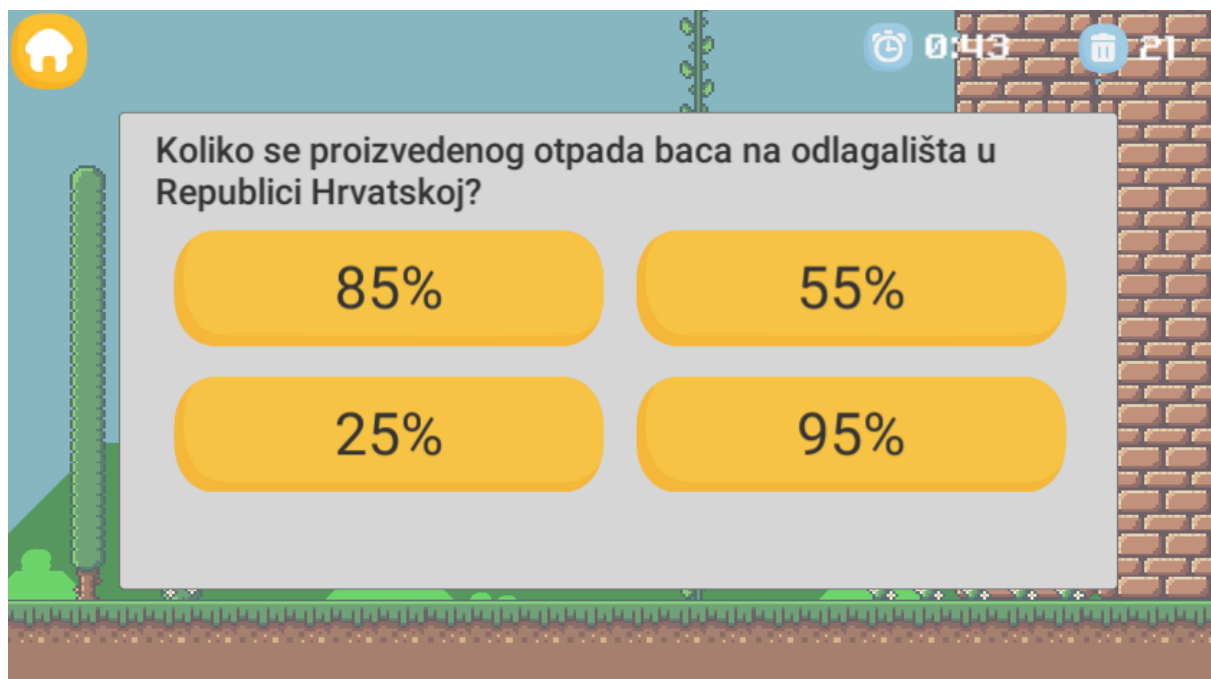
6.4.2. Kviz

Na kraju razine postavljen je okidač (tzv. *trigger*) koji, kada se aktivira, svira zvuk (ako je on uključen) i pokreće kviz. Početak kviza prikazan je na slici (Slika 5.10).



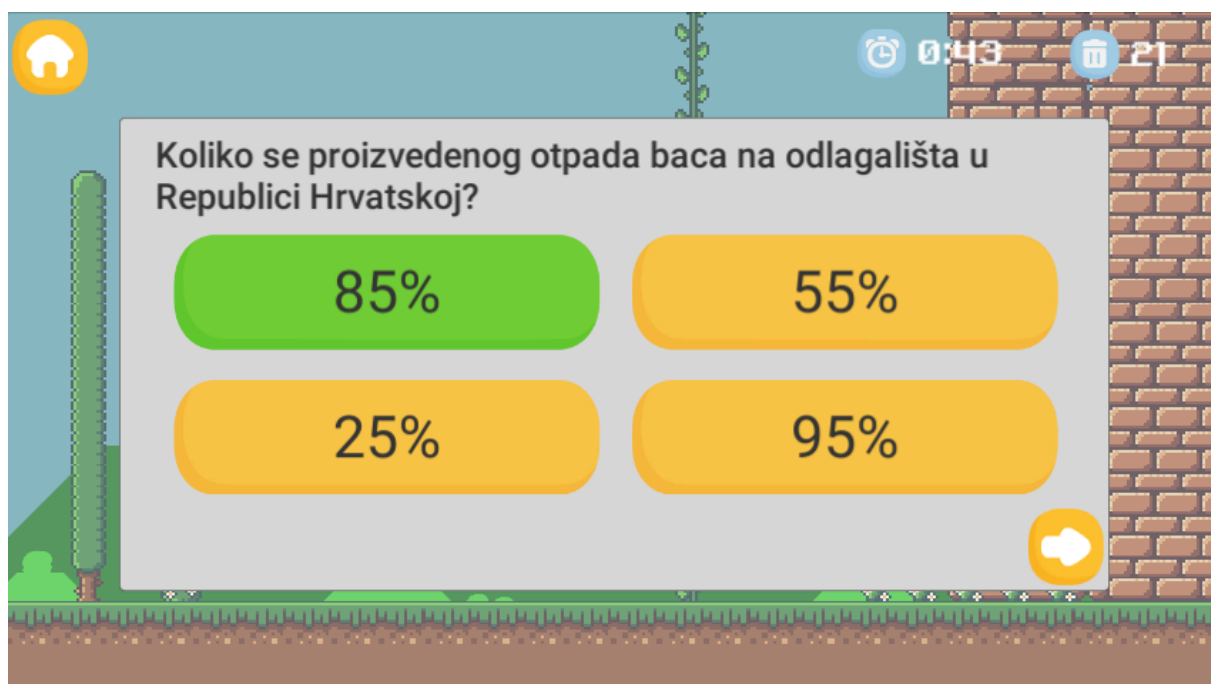
Slika 5.10 Početak kviza

Kvizom upravlja skripta *QuizManagerScript.cs*. Pitanja i ponuđeni odgovori kviza zapisani su u datoteci *kviz.txt*. U metodi *Start* prvo se pročitaju svi redovi datoteke *kviz.txt* te se poziva metoda *SetupNextQuestion* koja iz pročitanih redova datoteke nasumično odabire jedan te na ekran stavlja pitanje i ponuđene odgovore te taj redak uklanja iz pročitanih redova datoteke kako se isto pitanje ne bi ponovilo više puta unutar iste igre. Metoda također postavlja slušače (engl. *listeners*) na gumbe za točne i netočne odgovore. Ekran s postavljenim pitanjem izgleda kao na slici (Slika 5.11).



Slika 5.11 Kviz

Ako je odgovor točan, onda se taj gumb oboja u zelenu boju, pusti se odgovarajući zvuk i omogući prelazak na sljedeće pitanje kako je prikazano na slici (Slika 5.12).



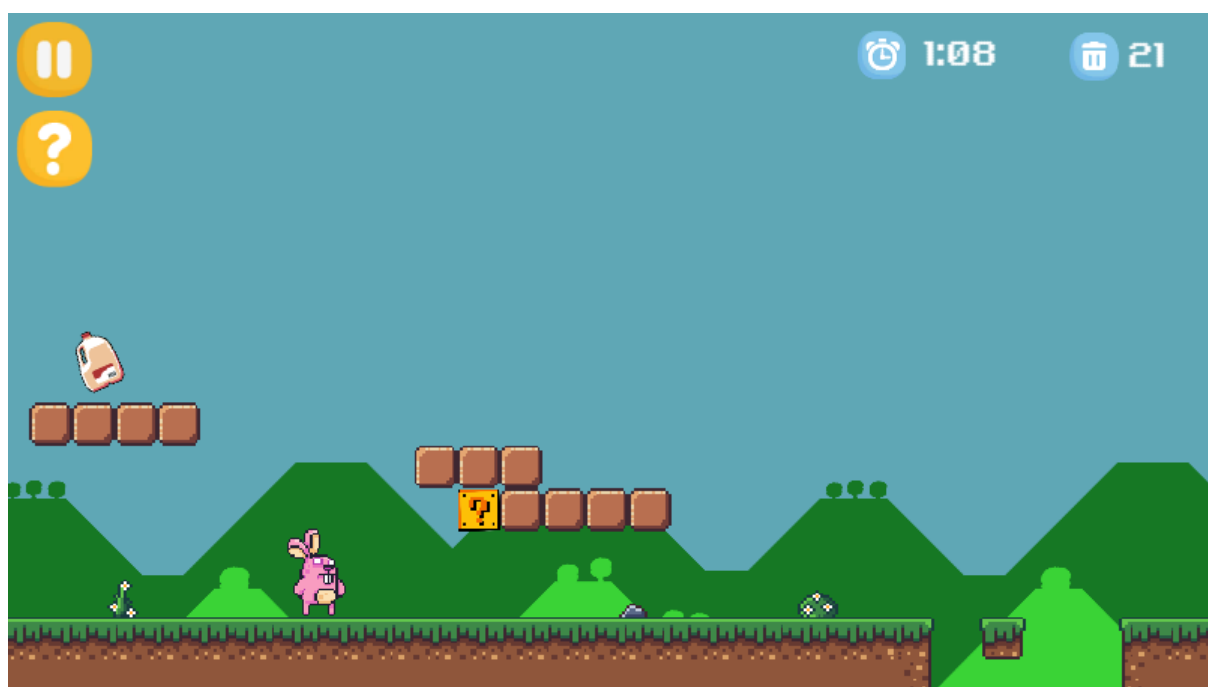
Slika 5.12 Prikaz ekrana ako je igrač točno odgovorio na pitanje

Ako je odgovor netočan, gumb se oboja u crvenu boju, pusti se odgovarajući zvuk i prikaže se poruka „Klikom na x, izađi iz kviza i potraži točan odgovor.“ kako je prikazano na slici (Slika 5.13).



Slika 5.13 Prikaz ekrana ako je igrač netočno odgovorio na pitanje

Ako se izađe iz kviza, nastavak kviza moguć je klikom na gumb s upitnikom kako je prikazano na slici (Slika 5.14).



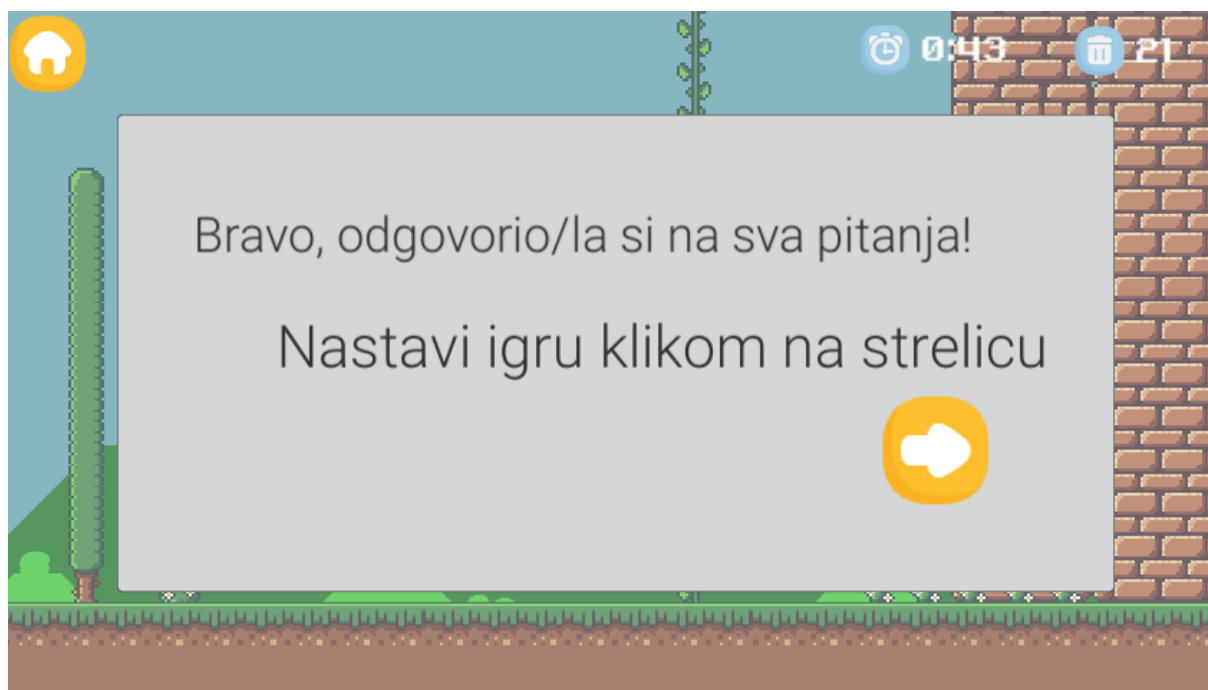
Slika 5.14 Privremeni izlazak iz kviza

Prelazak na sljedeće pitanje moguć je tek kada se da točan odgovor što prikazuje slika (Slika 5.15).



Slika 5.15. Omogućen prijelaz na sljedeće pitanje

Kviz završava tek kada se točno odgovori na tri pitanja. Na kraju kviza prikaže se pozitivna poruka i omogući se prijelaz na drugi dio igre kako je prikazano na slici (Slika 5.16).



Slika 5.16 Kraj kviza

5.5. Scena s uputama za drugi dio igre

Slike (Slika 5.17) prikazuju uvodni dio uputa za drugi dio igre. Tekst se otkriva klik po klik.



Slika 5.17 Upute za drugi dio igre

Kontejneri na slikama (Slika 5.18) su gumbi koji na klik prikazuju (i skrivaju) odgovarajući ekran na kojem je napisano što se u kontejner smije bacati i što ljudi često bacaju u taj kontejner, a zapravo se u njega ne smije bacati.



Slika 5.18 Upute za ispravno sortiranje otpada

Klikom na strelicu u gornjem desnom kutu započinje drugi dio igre.

5.6. Drugi dio igre

U drugom dijelu igre cilj je razvrstati otpad u ispravne kontejnere za recikliranje.

Na početku se prikazuje poruka kako treba pomicati otpad što se može vidjeti na slici (Slika 5.19). Kada igrač izvrši tu instrukciju, poruka nestaje, otpad počinje padati i brojač počinje brojati vrijeme.



Slika 5.19 Početak drugog dijela igre

Sva logika za ovaj dio igre smještena je u skripti *SpawnGameManager.cs*.

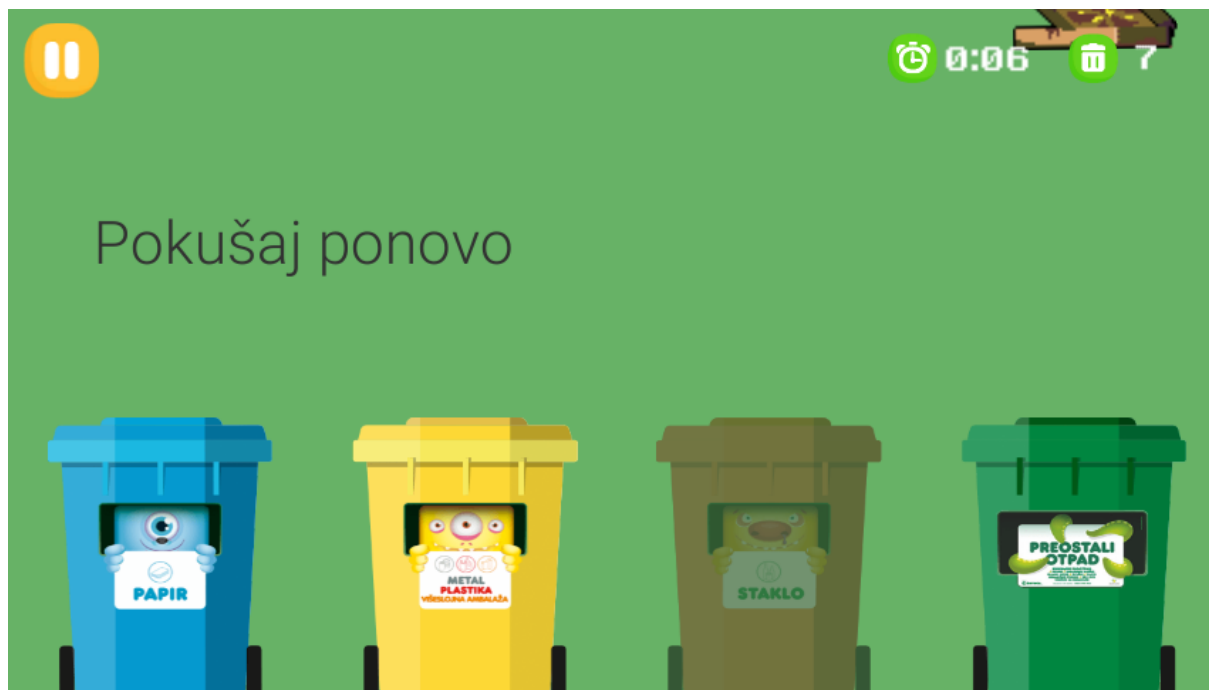
5.6.1. Razvrstavanje otpada

Količina otpada koju je potrebno razvrstati fiksno je postavljena na 8. Ova razina završava kada se točno razvrsta sav otpad.

U metodi *Start* u skripti *SpawnGameManager.cs* iz skupa *Prefab-a* otpada nasumično se odabire 8 primjeraka koji se onda spremaju u listu. Zatim se poziva metoda *SpawnNext* koja iz liste otpada nasumično odabire jedan, instancira ga te ga potom briše iz te liste kako se isti otpad ne bi pojavio više od jednom. Metoda *SpawnNext* nasumično odabire poziciju na vrhu ekrana na koju će postaviti instancirani otpad.

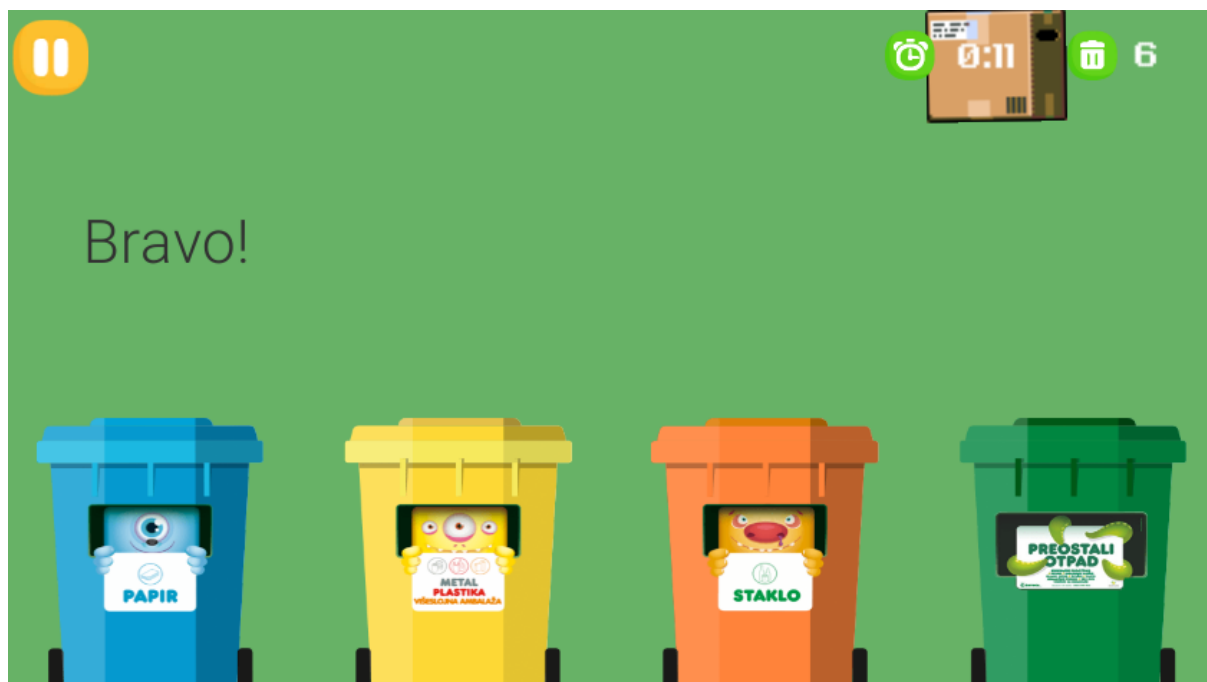
Prefab-i korišteni u ovom dijelu igre razlikuju se od onih korištenih u prvom dijelu jer nemaju na sebi skriptu *ItemCollection.cs*, nego *Controller.cs* u kojoj se smještena logika za pomicanje otpada pritiskom na lijevu i desnu strelicu na tipkovnici. Ovi *prefab*-i također na sebi imaju i *Rigidbody2D* komponentu zbog koje se na njih primjenjuje gravitacijska sila. Brzina padanja otpada s vrha ekrana ovisi o vrijednosti svojstva *gravityScale* koje je pridijeljeno komponenti *Rigidbody2D*. Vrijednost *gravityScale*-a određena je težinom postavljenom u postavkama na početnoj sceni. Veća vrijednost *gravityScale*-a znači da će objekti brže padati.

U skripti *Controller.cs* nalazi se metoda *OnTriggerEnter2D* koja se poziva kada se otpad sudari s nekim od kontejnera koji na sebi imaju *Collider2D*. Nazivi *prefab*-a sadrže ime kontejnera u koji pripadaju pa, kada se sudare s nekim od kontejnera, mora se usporediti naziv objekta na koji je stavljena skripta i ime objekta s kojim se sudario objekt. Ako se otpad pokušao razvrstati u neispravan kontejner, onda taj kontejner postane siv, onemogućujući se njegov *Collider2D* kako igrač ne bi mogao ponovno pokušati sortirati u isti kontejner, pusti se odgovarajući zvuk, ispiše odgovarajuća poruka te se ponovno instancira taj isti objekt otpada sve dok ga igrač ispravno ne sortira. Slika (Slika 5.20) prikazuje ekran nakon što je neki otpad neispravno sortiran.



Slika 5.20. Ekran nakon netočnog razvrstavanja

Ako je otpad ispravno razvrstan, poziva se metoda *Correct* iz *SpawnGameManager.cs* koja pušta odgovarajući zvuk, ispiše odgovarajuću poruku, svim kontejnerima vrati odgovarajuću boju, smanji broj otpada koji se još mora razvrstati i ponovno pozove metodu *SpawnNext* koja instancira novi objekt otpada, ako je broj otpada koji se još mora razvrstati veći od nula, inače, završava igru. Slika (Slika 5.21) prikazuje ekran nakon što je ispravno sortiran neki otpad i nakon što je već instanciran sljedeći otpad koji se mora razvrstati.



Slika 5.21 Ekran nakon točnog razvrstavanja

5.6.2. Završetak igre i rezultat

Igra završava kada broj otpada za razvrstati dođe do nula. Tada se poziva metoda *FinishGame* u *SpawnGameManager.cs*. Metoda pusti odgovarajući zvuk i izračunava rezultat igrača.

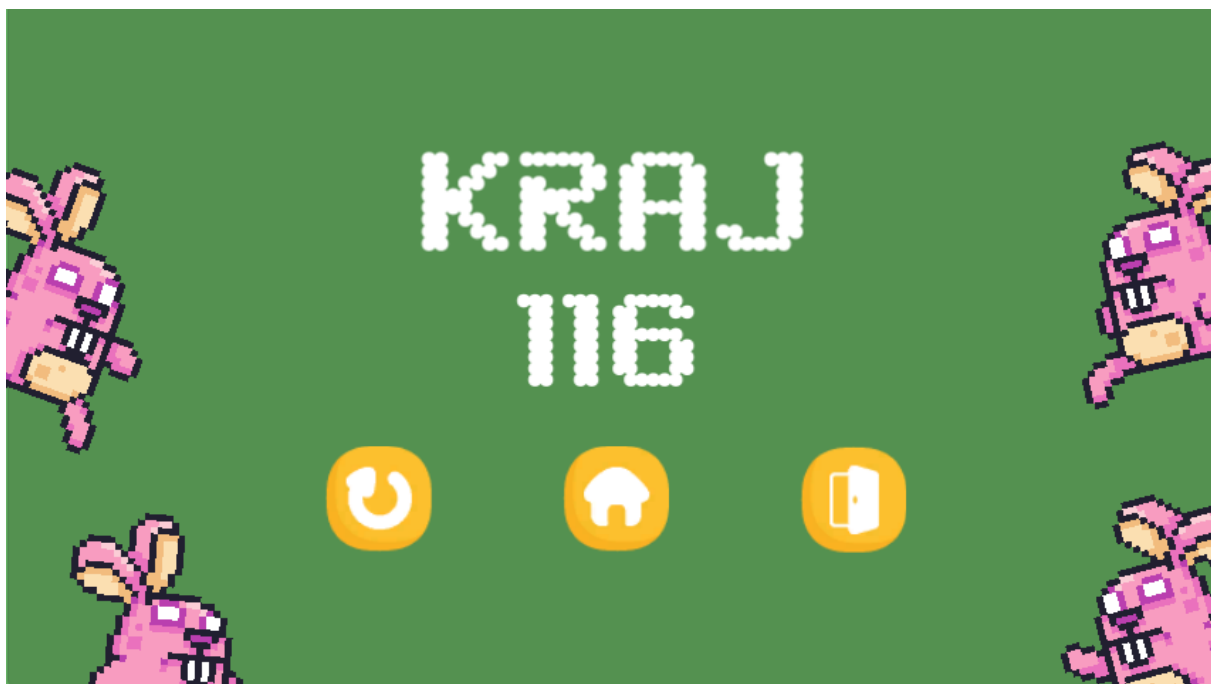
Rezultat se računa na temelju skupljenog otpada, proteklog vremena i broja pitanja kviza na koja je iz prvog pokušaja dan točan odgovor iz prvog dijela igre te na temelju broja otpada koji je iz prvog pokušaja svrstan u ispravan kontejner iz drugog dijela igre. Ako je rezultat igrača veći od rezultata nekog igrača s ljestvice, onda se otvara obrazac u kojem igrač može

upisati svoje ime koji je prikazan na slici (Slika 5.22). Nakon toga, ažurira se ljestvica najboljih rezultata.



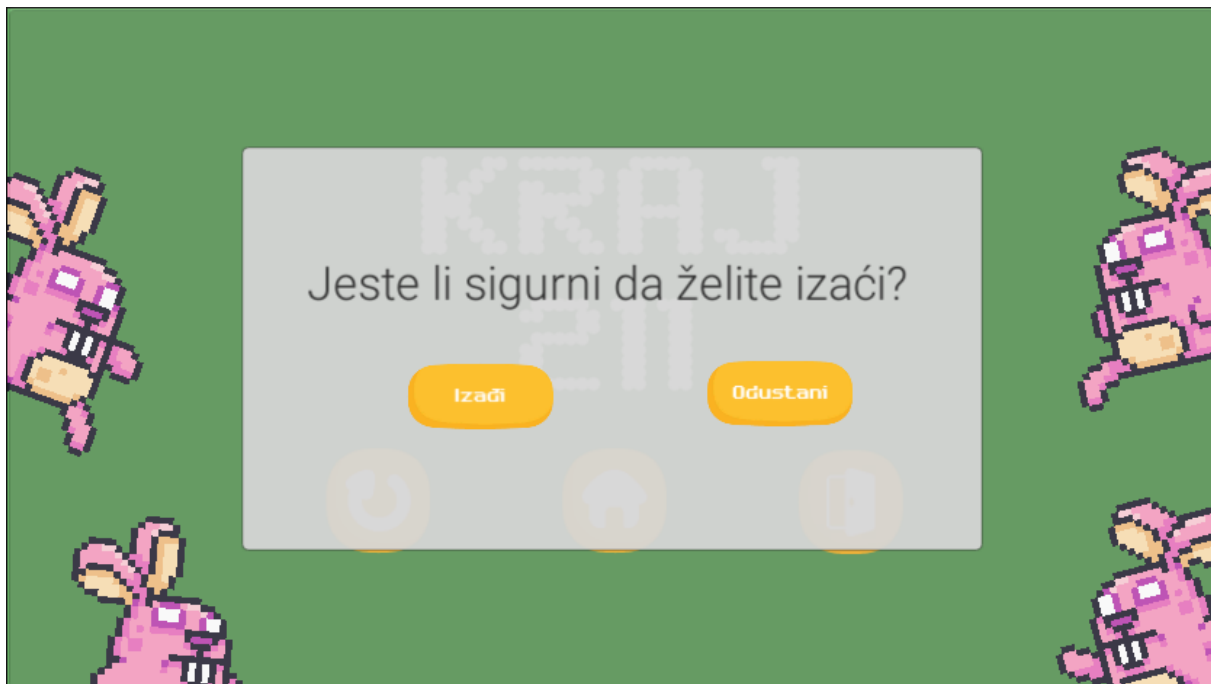
Slika 5.22 Unos imena igrača

Ako igrač nije ostvario rezultat veći od rezultata nekog igrača s ljestvice, onda mu se prikazuje prikaz sa slike (Slika 5.23). Moguće je ponovno pokrenuti drugi dio igre, vratiti se na početnu scenu ili izaći iz igre.



Slika 5.23 Završetak igre

Izlazak iz igre potrebno je potvrditi klikom na gumb „Izađi“ kako je prikazano na slici (Slika 5.24).



Slika 5.24 Izlaz iz igre

6. Testiranje

Testiranje programskog rješenja provodilo se kontinuirano tijekom izrade te nakon završetka izrade.

6.1. Jedinično testiranje

Jedinično testiranje (engl. *unit testing*) upotrebljava se kako bi se provjerilo rade li određene funkcije i značajke programskog proizvoda ispravno [21]. Jedinično testiranje provodilo se po završetku izrade pojedine funkcionalnosti (npr. kretanje lika kroz razinu, otvaranje/zatvaranje izbornika, kretanje otpada, razvrstavanje otpada...).

6.2. Integracijsko testiranje

Integracijsko testiranje (engl. *integration testing*) uzima pojedinačne funkcionalnosti i ispituje ih kao cjelinu čime se provjerava da njihova kombinacija radi ispravno kao grupa [21]. Integracijsko testiranje igre *Eko Zeko* provodilo se nakon razvoja funkcionalnosti koje su u interakciji (npr. završetak igre i pokretanje kviza, prelazak iz jedne scene u drugu, perzistencija podataka između scena...). Integracijsko testiranje završava kada su u programsko rješenje uklopljene sve željene funkcionalnosti, uspješno ispitana njihova interakcija te svi nedostaci riješeni.

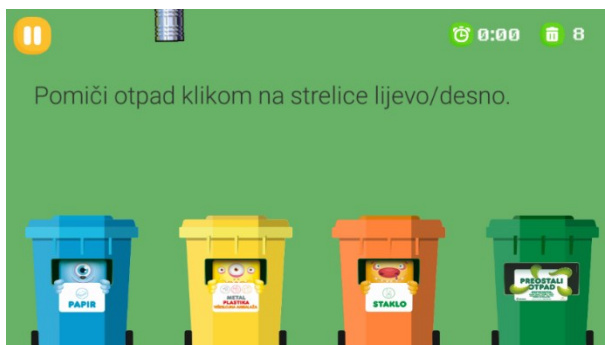
6.3. Ispitivanje korisničke prihvatljivosti

Ispitivanje korisničke prihvatljivosti (engl. *acceptance testing*) provodi korisnik, a ne autor programskog rješenja. Ovim testiranjem se osigurava da ono što je autor izradio odgovara zahtjevima. Dobre prakse ispitivanja korisničke prihvatljivosti uključuju: testiranje na pravim korisnicima za koje se aplikacija razvija, odabir korisnika s različitim tehničkim vještinama, ispitivanje na različitim uređajima i nedavanje uputa korisniku čime se ispituje je li aplikacija intuitivna za korištenje [21].

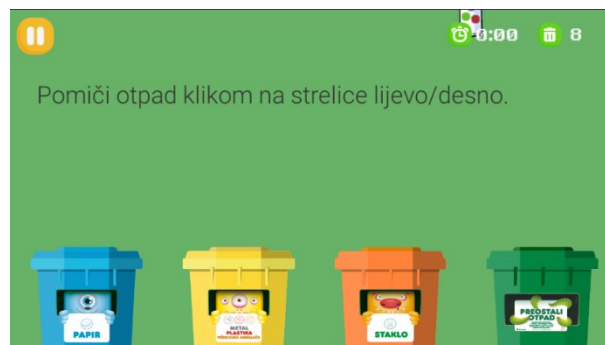
6.3.1. Alfa testiranje

Alfa testiranje (engl. *alpha testing*) je vrsta testiranja koje provode interni članovi prije nego što se programski proizvod pusti na tržište ili korisniku [21]. Alfa testiranje u igri *Eko Zeko* periodički se provodilo na konzultacijama s mentorom ovog završnog rada.

Kao posljedica alfa testiranja, u igru se uključila glazba, opcija naracije te se promijenila pozicija kontejnera u drugom dijelu igre kako bi korisnik imao više vremena za donijeti odluku u koji kontejner svrstati otpad. Slika (Slika 6.1) prikazuje izgled prije, a slika (Slika 6.2) izgled nakon promjene drugog dijela igre.



Slika 6.1 Originalni izgled drugog dijela igre



Slika 6.2 Izgled drugog dijela igre nakon alfa testiranja

6.3.2. Beta testiranje

Beta testiranje (engl. *beta testing*) je vrsta testiranja koju provodi korisnik. Izvodi se u stvarnom okruženju prije puštanja proizvoda na tržište. Beta testiranje provodi se kako bi se osiguralo da nema većih kvarova u proizvodu i da on zadovoljava zahtjeve iz perspektive krajnjeg korisnika [21].

Tijekom beta testiranja igre *Eko Zeko* naglasak je stavljen na ispitivanje intuitivnosti korištenja i responzivnosti, odnosno na ispitivanje prilagođavanja programskog rješenja uređajima s različitim dimenzijama zaslona jer se tijekom izrade za pokretanje koristio samo jedan uređaj.

U fazi beta testiranja sudjelovalo je deset korisnika različitih uzrasta, različitih razina predznanja o gospodarenju otpadom te različitih tehničkih sposobnosti koji su testirali programsko rješenje na različitim uređajima. Korisnicima je poslana poveznica za preuzimanje programskog rješenja s *OneDrive*-a zajedno s uputama za preuzimanje i pokretanje programskog rješenja.

Njihovo iskustvo tijekom korištenja programskog rješenja procijenjeno je razgovorom tijekom kojeg su trebali odgovoriti na niz pitanja. Neka pitanja korištena za vrednovanje programskog rješenja su:

1. Jeste li naučili nešto novo tijekom igre?
2. Koji dio igre Vam je bio najzanimljiviji?
3. Iz kojeg dijela mislite da ste najviše naučili?
4. Ocijenite intuitivnost korištenja – jeste li mogli lako pronaći što ste tražili, je li Vam za korištenje bila potrebna pomoć ili objašnjenje?
5. Postoji li nešto što Vas je ometalo tijekom igre?
6. Što biste promijenili u igri?
7. Koje biste dodatne postavke poželjeli, a da mislite da bi Vama, a potencijalno i drugim korisnicima, bile korisne?
8. Imate li neke dodatne komentare?

Svi korisnici su odgovorili potvrdno na pitanje jesu li naučili nešto novo tijekom igre. Neki su komentirali kako bi htjeli da kviz ima više pitanja, a ne samo tri kako je sada implementirano. Mlađim korisnicima kviz nije bio toliko interesantan koliko ostatak igre. Svi korisnici su komentirali da je glazba u igri ugodna, da je igra atraktivna izgledom te da je intuitivna za korištenje jer za svaki korak na ekranu piše uputa. Neki korisnici su naveli moguća proširenja igre: više razina, više različitih pitanja u kvizu, uvođenje neprijatelja u igru te dodavanje kontejnera za biootpad. Od dodatnih opcija koje bi poželjeli u igri korisnici su naveli: mogućnost promjene izgleda kontejnera na temelju izabrane lokacije (jer se izgled kontejnera razlikuje po regijama), izbor gumba tipkovnicom tako da se cijela igra može koristiti bez miša te uključivanje opcije da u drugom dijelu igre ispod otpada piše ime tog otpada.

Na temelju povratnih informacija dobivenih od korisnika, može se zaključiti da je igra *Eko Zeko* osmišljena u skladu s univerzalnim dizajnom jer su je mogli koristiti svi korisnici kojima je dana na testiranje te da je ona učinkovita edukativna ozbiljna igra jer uspješno ostvaruje svoj karakterizirajući cilj, odnosno korisniku prenosi informacije o gospodarenju otpadom.

7. Zaključak

Klimatske promjene predstavljaju rastuću prijetnju i izazov. Za usporavanje klimatskih promjena ne smije se umanjiti važnost utjecaja svakodnevnih navika građana. Jedan način na koji građani mogu pomoći usporiti proces globalnog zatopljenja je ispravno gospodarenje otpadom. Gospodarenje otpadom uključuje sve aktivnosti koje upravljaju otpadom od njegovog nastanka pa do njegovog uništavanja. Neispravno odvajanje otpada koje kasnije ide na recikliranje može uništiti alate koji se koriste za recikliranje te uzrokovati više štete nego koristi, zato je bitno educirati građane o ispravnom načinu postupanja otpadom.

Koristan alat u edukaciji su ozbiljne igre jer povećavaju motivaciju korisnika za usvajanjem znanja, a smanjuju vjerojatnost gubitka pozornosti tijekom učenja.

Za poučavanje građana o ispravnom načinu postupanja otpadom, a osobito o njegovom ispravnom razvrstavanju, razvijena je ozbiljna edukativna računalna igra *Eko Zeko*. Kako ne bi bila dostupna samo ograničenom skupu korisnika, igra je oblikovana prema načelima univerzalnog dizajna pa ju mogu koristiti svi oni koji za to imaju želju. U igri *Eko Zeko* igrač kontrolirajući lik zečića skuplja otpad u okolišu te otkriva ekrane s edukativnim sadržajem, zatim mora riješiti kviz koji provjerava činjenično znanje o gospodarenju otpadom nakon kojeg može krenuti razvrstavati otpad.

Igru bi se moglo dalje nadograditi tako da ima više postavki (npr. implementiranje čitanja ekrana, korištenje isključivo tipkovnicom bez uporabe miša i dr.), da ima više razina, da se može promijeniti izgled kontejnera na temelju odabrane lokacije, da se uvede još vrsta otpada ili da se uvedu dodatne nagrade (npr. promjena izgleda zečića u igri i sl.) kao dodatna motivacija.

Literatura

- [1] M.-Carmen Juan, David Furió, Leila Alem, Peta Ashworth, Juan Estiu *ARGreenet and BasicGreenet: Two mobile games for learning how to recycle*. . Proceedings of the International Conferences in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision, Plzeň, (2011), str. 25–32.
- [2] Klarin T. *The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues*, Zagreb International Review of Economics & Business, 21,1 (2018), str. 67-94.
- [3] Narodne novine, *Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu*, Poveznica: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_04_46_921.html; pristupljeno: 12. svibnja 2022.
- [4] Patarčić, M *Klimatske promjene*, Državni hidrometeorološki zavod, Poveznica: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_modeli¶m=klima_promjene; pristupljeno: 11. svibnja 2022.
- [5] *Pojmovnik*, cistoca.hr. Poveznica: <https://www.cistoca.hr/gospodarenje-otpadom-8/edukacija-1513/pojmovnik-1534/1534>; pristupljeno: 3. svibnja 2022.
- [6] *Gospodarenje otpadom*, Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Poveznica: <https://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje-otpadom/1345>; pristupljeno: 2. svibnja 2022.
- [7] *Naviku usvojimo i otpad odvojimo!*, Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Poveznica: https://www.fzoeu.hr/UserDocsImages/brosure/naviku_usvojimo_i_otpad_odvojimo_brosura_o_odvajanju_otpada_v2.pdf?vel=3806285; pristupljeno: 4. svibnja 2022.
- [8] *Održivo gospodarenje otpadom*, cistocarijeka.hr. Poveznica: <https://cistocarijeka.hr/edukacija teme/odrzivo-gospodarenje-otpadom/>; pristupljeno: 2.6.2022.
- [9] Caserman P, Hoffmann K, Müller P, Schaub M, Straßburg K, Wiemeyer J, Bruder R, Göbel S, *Quality Criteria for Serious Games: Serious Part, Game Part, and Balance* (2020)
- [10] Milohanić, Melani. *Ozbiljne igre u poslovanju*. Završni rad, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, (2018)

- [11] *The Behavioral Science Of Serious Games*, elearningindustry.com. Poveznica: <https://elearningindustry.com/the-behavioural-science-of-serious-games>; pristupljeno: 31. svibnja 2022.
- [12] Ott Michela, De Gloria Alessandro, Arnab Sylvester, Bellotti Francesco, Kiili, Kristian, Freitas Sara, Berta, Riccardo, *Designing serious games for education: From pedagogical principles to game mechanisms*. Proceedings of the European Conference on Games-based Learning, Atena, (2011)
- [13] Ombretta Gaggi, Francesca Meneghello, Claudio E. Palazzi, Giulio Pante, *Learning how to recycle waste using a game*, Odsjek za matematiku "Tullio Levi-Civita", Sveučilište Padova, Italija
- [14] *What is Universal Design: Definition and overview*. Poveznica: <https://universaldesign.ie/what-is-universal-design/definition-and-overview/>; pristupljeno: 31. svibnja 2022.
- [15] *What is Universal Design: The 7 Principles*. Poveznica: <https://universaldesign.ie/what-is-universal-design/the-7-principles/>; pristupljeno: 31. svibnja 2022.
- [16] *Što je platforma?*, eyewatered.com. Poveznica: <https://bs.eyewatered.com/sta-je-platforma-2/>; pristupljeno: 2. lipnja 2022.
- [17] *Unity Asset Store*, unity3d.com. Poveznica: <https://unity3d.com/quick-guide-to-unity-asset-store>; pristupljeno: 2. svibnja 2022.
- [18] *Tilemap*, unity3d.com. Poveznica: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-Tilemap.html>; pristupljeno: 2. lipnja 2022.
- [19] *PlayerPrefs*, unity3d.com. Poveznica: <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/PlayerPrefs.html>; pristupljeno: 25. svibnja 2022.
- [20] *Prefabs*, unity3d.com. Poveznica: <https://docs.unity3d.com/Manual/Prefabs.html>; pristupljeno: 25. svibnja 2022.
- [21] *Faza testiranja*, docs.microsoft.com. Poveznica: <https://docs.microsoft.com/hr-hr/power-apps/guidance/planning/testing-phase>; pristupljeno: 6. lipnja 2022.
- [22] Pivac, L. *Zbrinjavanje otpada na otoku Krku*. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, 2020.

[23] *Built Environment*, Centre for Excellence in Universal Design. Poveznica: <https://universaldesign.ie/built-environment/>; pristupljeno: 6. lipnja 2022.

Prototip ozbiljne igre za podizanje svijesti o klimatskim promjenama

Sažetak

Ispravno gospodarenje otpadom jedan je od najučinkovitijih načina na koji ljudi mogu pomoći u sprečavanju klimatskih promjena. Informacije o gospodarenju otpadom dolaze iz različitih izvora i često su međusobno kontradiktorne. S ciljem osvješćivanja javnosti o ispravnom načinu gospodarenja otpadom na području Republike Hrvatske razvijena je ozbiljna edukativna računalna igra *Eko Zeko*. Igra je razvijena po načelima univerzalnog dizajna te je implementirana u razvojnom okruženju *Unity*. Testirana je te su u radu dokumentirani prijedlozi za poboljšanje.

Ključne riječi: klimatske promjene, otpad, ozbiljna igra, edukativna igra, univerzalni dizajn, Unity

Serious game prototype for raising awareness on climate change

Summary

Proper waste management is one of the most effective ways people can help prevent climate change. Information on waste management comes from various sources and is often contradictory. In order to raise public awareness on the procedures regarding proper waste management in the Republic of Croatia, a serious educational computer game *Eko Zeko* has been developed. The game was developed following the principles of universal design and has been implemented using the *Unity* game engine. It was tested and suggestions for improvement are documented in the paper.

Keywords: climate change, waste, serious game, educational game, universal design, Unity