

Metodologija za evaluaciju ozbiljnih igara zelene tematike

Gluhak, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:168:188649>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

[FER Repository - University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

DIPLOMSKI RAD br. 648

**METODOLOGIJA ZA EVALUACIJU OZBILJNIH IGARA
ZELENE TEMATIKE**

Matea Gluhak

Zagreb, lipanj 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

DIPLOMSKI RAD br. 648

**METODOLOGIJA ZA EVALUACIJU OZBILJNIH IGARA
ZELENE TEMATIKE**

Matea Gluhak

Zagreb, lipanj 2024.

DIPLOMSKI ZADATAK br. 648

Pristupnica: **Matea Gluhak (0036518207)**
Studij: Računarstvo
Profil: Programsko inženjerstvo i informacijski sustavi
Mentor: prof. dr. sc. Vedran Podobnik

Zadatak: **Metodologija za evaluaciju ozbiljnih igara zelene tematike**

Opis zadatka:

Evaluacija ozbiljnih zelenih igara pruža uvid u utjecaj igara na održivost i prilagodbu sadržaja kako bi se potaknule ekološki prihvatljive odluke i ponašanja igrača. Postoje tri različite komponente koje evaluacija ozbiljnih igara zelene tematike treba obuhvatiti: (i) mjerenje iskustva igranja same igre; (ii) mjerenje efekta unaprijeđenja ekološkog ponašanja igrača i (iii) mjerenje uspješnosti ostvarenja UDL (Universal Design for Learning) komponente. Vaš je zadatak dizajnirati i testirati metodologiju za evaluaciju ozbiljne igre zelene tematike koje se zasniva na povratnoj informaciji igrača nakon odigrane igre. U okviru navedenog zadatka potrebno je istražiti postojeće metodologije za evaluaciju ozbiljnih igara te njihovu uporabu u ozbiljnim igrama zelene tematike. Na temelju analize potrebno je predložiti metodologiju za evaluaciju ozbiljnih igara zelene tematike, te istu testirati na odabranoj sceni igre zelene tematike koju je potrebno implementirati, koristeći razvojni okvir Unity, u najmanje tri varijante kako bi se omogućilo testiranje dizajnirane metodologije za evaluaciju ozbiljne igre zelene tematike.

Rok za predaju rada: 28. lipnja 2024.

Sažetak

Ovaj diplomski rad istražuje problem onečišćenja oceana i korištenje ozbiljnih edukativnih igara za podizanje svijesti o ekološkim pitanjima. U tu svrhu razvijene su tri igre: *Ocean znanja*, *Val čistoće* i *Plima očuvanja*. *Ocean znanja* je kviz igra koja informira igrače o problemima onečišćenja, *Val čistoće* kombinira upravljanje brodom i skupljanje otpada s edukativnim sadržajem, dok *Plima očuvanja* uključuje interaktivne dijaloge i zadatke za povećanje ekološke svijesti. Evaluacija igara provedena je među 15 ispitanika, a rezultati su pokazali da su sve tri igre uspješno povećale svijest i motivaciju igrača za očuvanjem oceana. *Ocean znanja* istaknula se jasnoćom uputa, *Val čistoće* održavanjem motivacije, a *Plima očuvanja* emocionalnom povezanošću s problemom. Kombinacija elemenata svih triju igara može stvoriti učinkovit edukativni alat za očuvanje oceana, naglašavajući važnost kreativnih rješenja u edukaciji o okolišu.

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Postojeće metodologije za izradu i evaluaciju ozbiljnih edukativnih igara	2
2.1.	Metodologije izrade ozbiljnih edukativnih igara	2
2.2.	Metodologije evaluacija ozbiljnih edukativnih igara	6
3.	Prijedlog metodologije za izradu i evaluaciju zelenih ozbiljnih igara	11
4.	Definiranje ciljeva zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana .	15
4.1.	Definiranje ciljeva evaluacije	15
4.2.	Određivanje ishoda učenja zelene ozbiljnu igru na temu očuvanja oceana	16
5.	Izrada upitnika i pilot testiranje.....	18
6.	Dizajn tri varijante zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana .	25
7.	Implementacija tri varijante zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana u Unity-u	33
7.1.	Unity	33
7.2.	Zelena ozbiljna igra Ocean znanja	36
7.3.	Zelena ozbiljna igra Val čistoće	48
7.4.	Zelena ozbiljna igra Plima očuvanja	56
8.	Evaluacija i analiza	67
9.	ZAKLJUČAK	74
10.	Literatura.....	75
	Dodatak 1: Rezultati pilot testiranja upitnika za evaluaciju.....	77
	Dodatak 2: Rezultati evaluacije zelenih ozbiljnih igara na temu očuvanja oceana	83

Popis tablica

Tablica 1: Usporedba postojećih metodologija za izradu ozbiljnih edukativnih igara.....	4
Tablica 2: Usporedba metodologija za evaluaciju ozbiljnih edukativnih igara	8
Tablica 3: Ishodi učenja	17
Tablica 4: Pitanja koja se odnose na ekološki učinak prije i poslije igranja ozbiljne zelene igre	18
Tablica 5: Pitanja koja se odnose na načela univerzalnog dizajna	20
Tablica 6: Pitanja koja se odnose na opće zadovoljstvo igranja	21
Tablica 7: Usporedba tri varijante zelene igre na temu očuvanja oceana	31

Popis slika

Slika 1 Prikaz faza metodologije za izradu i evaluaciju ozbiljnih zelenih igara	11
Slika 2 Dodatak Game Creator 2	34
Slika 3 Dodatak Dialogue 2.....	34
Slika 4 Dodatak Low poly tropical city	35
Slika 5 Dodatak Low poly animated animals.....	35
Slika 6 Dodatak Low poly animated people	36
Slika 7 Sučelje za unos pitanja u igri Ocean znanja.....	41
Slika 8 Početni izbornik igre Ocean znanja	44
Slika 9 Upute igre Ocean znanja.....	45
Slika 10 Postavke zvuka igre Ocean znanja	45
Slika 11 Pitanje iz igre Ocean znanja.....	46
Slika 12 Netočan odgovor u igri Ocean znanja	46
Slika 13 Točan odgovor u igri Ocean znanja	47
Slika 14 Rezultat igre Ocean znanja	47
Slika 15 Svojstva igrača dodatka <i>Game Creator 2</i>	51
Slika 16 Objekt otpada u igri <i>Val čistoće</i>	52
Slika 17 Početni izbornik igre <i>Val čistoće</i>	53
Slika 18 Postavke igre <i>Val čistoće</i>	53
Slika 19 Scena iz igre <i>Val čistoće</i>	54
Slika 20 Edukativni sadržaj igre <i>Val čistoće</i>	55
Slika 21 Izbornik za povratak na početni zaslon u igri <i>Val čistoće</i>	55
Slika 22 <i>Shot Camera</i> komponenta dodatka <i>Game Creator 2</i>	57
Slika 23 Dijalog dodatka Dialogue 2	58
Slika 24 Početni izbornik igre <i>Plima očuvanja</i>	59
Slika 25 Upute igre Plima očuvanja	59
Slika 26 Postavke igre Plima očuvanja	60
Slika 27 Početna scena u igri <i>Plima očuvanja</i>	60
Slika 28 Razgovor glavnog lika i polarnog medvjeda u igri <i>Plima očuvanja</i>	61

Slika 29 Izbor u dijalogu glavnog lika i polarnog medvjeda u igri <i>Plima očuvanja</i>	61
Slika 30 Skupljanje otpada u igri <i>Plima očuvanja</i>	62
Slika 31 Drugi dijalog glavnog lika i polarnog medvjeda u igri <i>Plima očuvanja</i>	62
Slika 32 Drugi dijalog glavnog lika i morža u igri <i>Plima očuvanja</i>	63
Slika 33 Dijalog glavnog lika i kornjače u igri <i>Plima očuvanja</i>	64
Slika 34 Dijalog glavnog lika i čovjeka na plaži u igri <i>Plima očuvanja</i>	64
Slika 35 Prikaz očišćene plaže u igri <i>Plima očuvanja</i>	65
Slika 36 Posljednji dijalog glavnog lika i morža u igri <i>Plima očuvanja</i>	65
Slika 37 Pitanje o razumijevanju načela univerzalnog dizajna	77
Slika 38 Pitanje o jasnoći pitanja koje se odnose na univerzalni dizajn ...	77
Slika 39 Pitanje o korisnikovom općem dojmu	78
Slika 40 Pitanje o razumijevanju pitanja koje se odnose na ekološki učinak	78
Slika 41 Pitanje o jasnoći pitanja koje se odnose na korisnikov opći dojam	79
Slika 42 Pitanje o jasnoći pitanja koje se odnose na ekološki učinak	79
Slika 43 Pitanje o formulaciji pitanja upitnika	80
Slika 44 Pitanje o redoslijedu pitanja upitnika	80
Slika 45 Pitanje o broju pitanja upitnika	81
Slika 46 Pitanje o formatu upitnika.....	81
Slika 47 Otvoreno pitanje	82
Slika 48 Pitanje o ozbiljnosti zagađenja (prije igranja)	83
Slika 49 Pitanje o ozbiljnosti zagađenja (poslije igranja).....	83
Slika 50 Pitanje o zainteresiranosti o zagađenju (prije igranja).....	84
Slika 51 Pitanje o zainteresiranosti o zagađenju (poslije igranja)	84
Slika 52 Pitanje o vjerojatnosti poduzimanja akcija (prije igranja).....	84
Slika 53 Pitanje o vjerojatnosti poduzimanja akcija (poslije igranja).....	85
Slika 54 Pitanje o razmišljanju o utjecaju svakodnevnih aktivnosti na dobrobit oceana (prije igranja).....	85

Slika 55 Pitanje o razmišljanju o utjecaju svakodnevnih aktivnosti na dobrobit oceana (poslije igranja)	86
Slika 56 Pitanje o promjeni svakodnevnih navika (prije igranja).....	86
Slika 57 Pitanje o promjeni svakodnevnih navika (poslije igranja)	86
Slika 58 Pitanje o spremnosti edukacije (prije igranja)	87
Slika 59 Pitanje o spremnosti edukacije (poslije igranja)	87
Slika 60 Pitanje o motiviranosti za sudjelovanje u ekološkim inicijativama (prije igranja)	87
Slika 61 Pitanje o motiviranosti za sudjelovanje u ekološkim inicijativama (poslije igranja).....	88
Slika 62 Pitanje o razumijevanju uputa igre Ocean znanja	88
Slika 63 Pitanje o razumijevanju uputa igre Val čistoće	89
Slika 64 Pitanje o razumijevanju uputa igre Plima očuvanja	89
Slika 65 Pitanje o prilagodbi težine igre Ocean znanja	89
Slika 66 Pitanje o prilagodbi težine igre Val čistoće	90
Slika 67 Pitanje o prilagodbi težine igre Plima očuvanja	90
Slika 68 Pitanje o upravljanju igrom Ocean znanja	90
Slika 69 Pitanje o upravljanju igrom Val čistoće.....	91
Slika 70 Pitanje o upravljanju igrom Plima očuvanja.....	91
Slika 71 Pitanje o lakoći čitanja teksta igre Ocean znanja	91
Slika 72 Pitanje o lakoći čitanja teksta igre Val čistoće	92
Slika 73 Pitanje o lakoći čitanja teksta igre Plima očuvanja	92
Slika 74 Pitanje o motivaciji nakon učinjene greške u igri Ocean znanja .	92
Slika 75 Pitanje o motivaciji nakon učinjene greške u igri Val čistoće	93
Slika 76 Pitanje o motivaciji nakon učinjene greške u igri Plima očuvanja	93
Slika 77 Pitanje o osjećanju opuštenosti tijekom igranja igre Ocean znanja	93
Slika 78 Pitanje o osjećanju opuštenosti tijekom igranja igre Val čistoće.	94
Slika 79 Pitanje o osjećanju opuštenosti tijekom igranja igre Plima očuvanja.....	94
Slika 80 Pitanje o prilagodbi upravljanja igre Ocean znanja	94
Slika 81 Pitanje o prilagodbi upravljanja igre Val čistoće	95

Slika 82 Pitanje o prilagodbi upravljanja igre Plima očuvanja	95
Slika 83 Pitanje o shvaćanju rješavanja zadataka igre Ocean znanja	96
Slika 84 Pitanje o shvaćanju rješavanja zadataka igre Val čistoće	96
Slika 85 Pitanje o shvaćanju rješavanja zadataka igre Plima očuvanja ...	96
Slika 86 Pitanje o tijeku vremena igre Ocean znanja	97
Slika 87 Pitanje o tijeku vremena igre Val čistoće	97
Slika 88 Pitanje o tijeku vremena igre Plima očuvanja	97
Slika 89 Pitanje o postignutim ciljevima u igri Ocean znanja	98
Slika 90 Pitanje o postignutim ciljevima u igri Val čistoće	98
Slika 91 Pitanje o postignutim ciljevima u igri Plima očuvanja	98
Slika 92 Pitanje o osjećajima frustracije tijekom igranja igre Ocean znanja	99
Slika 93 Pitanje o osjećajima frustracije tijekom igranja igre Val čistoće..	99
Slika 94 Pitanje o osjećajima frustracije tijekom igranja igre Plima očuvanja	99
Slika 95 Pitanje o osjećaju napetosti tijekom igranja igre Ocean znanja	100
Slika 96 Pitanje o osjećaju napetosti tijekom igranja igre Val čistoće	100
Slika 97 Pitanje o osjećaju napetosti tijekom igranja igre Plima očuvanja	100
Slika 98 Pitanje o teško rješivim zadacima u igri Ocean znanja	101
Slika 99 Pitanje o teško rješivim zadacima u igri Val čistoće	101
Slika 100 Pitanje o teško rješivim zadacima u igri Plima očuvanja	101

1. Uvod

Onečišćenje oceana predstavlja ozbiljan ekološki problem koji ugrožava ekosustave i morski život [1]. Plastika i drugi zagađivači ulaze u oceane, uzrokujući onečišćenje vode, smanjenje ribljih populacija i uništavanje staništa. Ovaj problem negativno utječe na okoliš, ljude koji se oslanjaju na oceane za hranu, prihod i rekreaciju te na ekonomske aspekte okoliša [2]. Kako ljudska populacija raste, povećava se i potražnja za resursima, što dovodi do većih količina otpada i neodrživih praksi [3]. Plastični otpad, kanalizacija i drugi zagađivači nepovratno štete ekosustavima i morskom životu [4]. Klimatske promjene dodatno pogoršavaju situaciju, uzrokujući zakiseljavanje oceana i porast razine mora. Onečišćenje oceana ima ozbiljne ekonomske i društvene posljedice, pogađajući milijune ljudi koji ovise o ribarstvu, turizmu i drugim industrijama [5]. Važno je poduzeti mjere za smanjenje onečišćenja, uključujući smanjenje uporabe plastike, održivi ribolov i ekološki prihvatljiva putovanja. Inovativan način za podizanje svijesti o onečišćenju oceana su ozbiljne edukativne igre. Takve igre, osim zabave, imaju i edukativne, društvene ili znanstvene ciljeve [6]. Često se koriste u obrazovanju, istraživanjima i terapiji. Jedan od projekata za razvoj ozbiljnih igara je *Play2Green*, koji koristi igre za osvještavanje važnosti očuvanja okoliša i borbe protiv klimatskih promjena [7]. *Play2Green* surađuje s raznim organizacijama kako bi razvio kreativna i interaktivna rješenja za edukaciju javnosti o ekološkim problemima. Inspiriran je mladim ekološkim aktivistima, poput Grete Thunberg, te nastoji podići svijest o ekološkim izazovima među studentima i širom javnošću. U okviru ovog diplomskog rada istražit će se metodologija razvoja i evaluacije tri varijante igre zelene tematike očuvanja oceana, koje služe kao edukativni alat za osvještavanje ljudi o problemu zagađenja oceana i poticanju pozitivnih promjena u odnosu prema okolišu.

2. Postojeće metodologije za izradu i evaluaciju ozbiljnih edukativnih igara

Ozbiljne zelene edukativne igre postaju sve popularnije kao alat za podizanje svijesti o ekološkim pitanjima i poticanje ekološki osviještenog ponašanja. Stoga, kako bi se osigurala kvaliteta zelenih edukativnih igara, potrebno je pronaći učinkovitu metodologiju za njihov razvoj i evaluaciju [8]. U ovom poglavlju razmatrane su neke od brojnih postojećih metodologija za izradu i evaluaciju ozbiljnih edukativnih igara.

2.1. Metodologije izrade ozbiljnih edukativnih igara

Neke od metodologija za izradu ozbiljnih edukativnih igara su sljedeće:

- ***DSRM (engl. Design Science Research Methodology)***

DSRM metodologija predlaže cikličan proces za izradu, primjenu i evaluaciju ozbiljnih zelenih igara. Naglašava dualni pristup koji integrira edukativne i zabavne elemente. U edukativnom pristupu koriste se Bloomova taksonomija i Feuersteinovi kriteriji posredovanog učenja. U zabavnom pristupu, dizajn ozbiljnih igara uključuje mehaniku, estetiku, priču i tehnologiju. Iskustvo igrača, motivacija i postizanje obrazovnih ciljeva procjenjuju se promatranjem i analizom upitnika prije i poslije igranja. Faza primjene uspostavlja strukturu za poučavanje i učenje, slijedeći Feuersteinove kriterije. Evaluacija se provodi putem promatranja sudionika i upitnika kako bi se utvrdila reakcija igrača, motivacija i postizanje pedagoških ciljeva. Pilot test u Računalnom laboratoriju Fakulteta u Florianópolisu pokazao je pozitivne rezultate i omogućio daljnje istraživanje [9].

- ***Metodologija temeljena na inkrementalnom pristupu***

inkrementalni proces sastoji se od četiri faze: dizajn obrazovnog sadržaja, dizajn zabavnog sadržaja, povezivanje obrazovnog i zabavnog sadržaja te modeliranje korisnika. U prvoj fazi, dizajn obrazovnog sadržaja obuhvaća dizajn područja znanja, obrazovnih

ciljeva, zadataka i aktivnosti te obrazovnog modela. U drugoj fazi, dizajn zabavnog sadržaja uključuje osnovni dizajn igre, dizajn izazova, faza i razina igre te modela igre. Treća faza uspostavlja veze između obrazovnog i zabavnog sadržaja. Na kraju, modeliranje korisnika uključuje četiri perspektive: opću, obrazovnu, igru i interakciju. Cilj je olakšati specifikaciju i dizajn obrazovnog i zabavnog sadržaja te osigurati ravnotežu između njih. Koristeći ovu metodologiju, predstavljen je „pilot alat“ koji pomaže učiteljima i dizajnerima u procesu stvaranja igara [10].

- ***DICE (engl. Define Imagine Create Evaluate)***

Metodologija *DICE* predstavlja generički model za dizajn edukativnih igara, istražujući postoji li univerzalni okvir za dizajn ozbiljnih igara ili je potrebno koristiti različite metode za različite aspekte. Nakon pregleda prijašnjih metodologija, autor je izgradio *DICE*, model s četiri faze: definiranje, zamišljanje, stvaranje i evaluacija. Ovaj iterativni proces uključuje fazu definiranja koja specificira obrazovne ciljeve, informacije i potrebne vještine. U fazi zamišljanja dizajnira se igra koja postavlja teoretske temelje implementirane u fazi stvaranja. Na kraju, prototip se evaluira s ciljanom publikom u fazi evaluacije [11].

- ***Metodologija eLuna***

Metodologija *eLuna* usmjerena je na narativ i temelji se na zajedničkom dizajnu, omogućujući edukatorima suradnju s razvojnim timom u multidisciplinarnom dizajnu obrazovnih igara. Proces započinje pripremnom fazom u kojoj edukatori definiraju kurikularni sadržaj, ciljeve učenja, podatke o učenicima i situaciju učenja. Kroz faze su-dizajna i su-specifikacije, koristi se vizualni jezik ikona, boja i opisa za djelomičan i fleksibilan dizajn igre. U završnoj fazi, zajednički kreirani projekt služi kao temelj za razvoj obrazovne igre. Primjer upotrebe ovog okvira je ozbiljna igra *Idun's Apples*, koja je su-

dizajnirana i implementirana kao prototip koristeći *eLuna* metodologiju [12].

- ***PROGame metodologija***

Metodologija *PROGame* je iterativni proces za razvoj ozbiljnih igara koji osigurava da su svi obrazovni elementi razvijeni i potvrđeni sustavnim metodama, što dovodi do kvalitetnih igara. Proces započinje fazom „pokretanja projekta“, koja uključuje opći opis projekta, operativne ciljeve, ograničenja, uključene sudionike i odabir terapije (s fokusom na motoričku rehabilitaciju). Prva faza „planiranje i kontrola“ strukturira i lokalizira sve zadatke. Druga faza „modeliranje“ uključuje dizajn grafičkog sučelja, zahtjeva i komponenti sustava. U fazi „izgradnje“ igra se implementira, a ciklus se zaključuje fazom „evaluacije“ radi otkrivanja i ispravljanja grešaka [13].

- ***Metodologija temeljena na spiralnom pristupu***

Metodologija temeljena na spiralnom pristupu razvija model za dizajn edukativnih igara. Proces započinje definiranjem ciljeva učenja, svrhe igre i potreba koje treba pokriti. Sve informacije ulaze u spiralni ciklus koji se sastoji od faze dizajna, prototipiranja i evaluacije igre te identifikacije manjih pogrešaka za ispravljanje. Ovaj model omogućuje poboljšanje rezultata dizajnirane igre pri svakoj iteraciji spirale. Kako razvoj napreduje, opseg prilagodbi se smanjuje. Proces završava kada razvojni tim smatra da je prototip prihvatljiv. Model je primijenjen u razvoju igre *SEO War* [14].

Tablica 1: Usporedba postojećih metodologija za izradu ozbiljnih edukativnih igara

Metodologija	Opis	Faze	Evaluacija	Praktična primjena

<p>DSRM</p>	<p>Cikličan proces za izradu, primjenu i evaluaciju ozbiljnih igara. Integrira edukativne i zabavne elemente koristeći Bloomovu taksonomiju i Feuersteinove kriterije.</p>	<p>Stvaranje, Primjena, Evaluacija</p>	<p>Promatranje sudionika, rješavanje upitnika prije i poslije igranja</p>	<p>Pilot test u Računalnom laboratoriju Fakulteta u Florianópolis u</p>
<p>Metodologija temeljena na inkrementalnom pristupu</p>	<p>Proces s četiri faze: dizajn obrazovnog i zabavnog sadržaja, povezivanje tih sadržaja te modeliranje korisnika.</p>	<p>Dizajn obrazovnog sadržaja, Dizajn zabavnog sadržaja, Povezivanje sadržaja, Modeliranje korisnika</p>	<p>„Pilot alat“ za učitelje i dizajnere</p>	<p>Učitelji i dizajneri koriste alat u procesu stvaranja igara</p>
<p>DICE</p>	<p>Generički model za dizajn edukativnih igara kroz iterativni proces definicije, zamišljanja, stvaranja i evaluacije.</p>	<p>Definiranje, Zamišljanje, Stvaranje, Evaluacija</p>	<p>Evaluacija s ciljanom publikom</p>	<p>Praktična primjena u razvoju prototipa</p>

eLuna	Metodologija usmjerena na narativ i zajednički dizajn s edukatorima.	Pripremna faza, Su-dizajn, Su-specifikacija	Su-dizajn i su-specifikacija s vizualnim jezikom	Primjer upotrebe u razvoju igre <i>Idun's Apples</i>
PROGame	Iterativni proces za razvoj ozbiljnih igara s fokusom na motoričku rehabilitaciju.	Pokretanje projekta, Planiranje i kontrola, Modeliranje, Izgradnja, Evaluacija	Testiranje i ispravljanje grešaka	Primjena u razvoju igre za motoričku rehabilitaciju
Metodologija temeljena na spiralnom pristupu	Model za dizajn edukativnih igara kroz spiralni ciklus dizajna, prototipiranja i evaluacije.	Definiranje ciljeva, Dizajn, Prototipiranje, Evaluacija	Evaluacija i identifikacija grešaka	Primjena u razvoju igre <i>SEO War</i>

Na tablici iznad vidljiva je usporedba ranije navedenih metodologija za izradu ozbiljnih edukativnih igara s obzirom na njihove faze, način evaluacije i praktičnu primjenu.

2.2. Metodologije evaluacija ozbiljnih edukativnih igara

Evaluacija ozbiljnih edukativnih igara može se provoditi pomoću kvantitativnih i kvalitativnih metodologija [15]. Kvantitativne metode fokusiraju se na prikupljanje i analizu numeričkih podataka kako bi se dobili objektivni i mjerljivi rezultati [16]. Kvalitativne metode, s druge strane, prikupljaju

tekstualne ili deskriptivne podatke kako bi pružile dublje razumijevanje subjektivnih iskustava i percepcija igrača [17]. Obje metode su važne za sveobuhvatnu evaluaciju i unapređenje igara.

Neki primjeri kvantitativnih metodologija su sljedeći:

- **Analiza vremena igranja:** Praćenje vremena koje igrači provode u igri, na pojedinim razinama ili u interakciji s određenim elementima igre, može dati uvide u igračevu angažiranost i interes [18].
- **Analiza postignuća:** Praćenje napretka igrača u igri, kao što su bodovi, oznake ili otključane razine, može kvantificirati njihovo učenje i vještine [19].
- **Analiza toplinske mape:** Vizualizacija područja igre s kojima igrači najčešće komuniciraju može dati uvide u igračev fokus i strategiju igranja [20].
- **Analiza očiju:** Praćenje kretanja očiju igrača tijekom igranja može otkriti na što se fokusiraju i kako procesuiraju informacije u igri [21].

Neki primjeri kvalitativnih metodologija su sljedeći:

- **Intervjui s igračima:** Provođenje individualnih ili grupnih intervjuova s igračima može dati bogate i detaljne uvide u njihova iskustva, mišljenja i osjećaje tijekom igranja [22].
- **Usmeno prepričavanje:** Traženje igrača da ispričaju svoje iskustvo igranja vlastitim riječima može otkriti nepredviđene perspektive i dublje razumijevanje njihove interakcije s igrom [23].
- **Analiza rasprava na forumima:** Praćenje *online* rasprava i komentara igrača o igri može dati uvide u njihove reakcije, kritike i ideje za poboljšanje [24].
- **Analiza recenzija igara:** Proučavanje recenzija igara iz različitih izvora može dati širi uvid u percepciju igre od strane publike [24].

- **Popunjavanje upitnika:** Upitnici se mogu koristiti prije i poslije igranja ili samo poslije igranja kako bi se prikupili podaci o iskustvima igrača, njihovoj motivaciji, zadovoljstvu i postignuću obrazovnih ciljeva [25].

Odabir metodologija za evaluaciju ozbiljne edukativne igre ovisi o specifičnim ciljevima evaluacije, dostupnim resursima i karakteristikama igre. Važno je razmotriti sljedeće faktore:

- **Ciljevi evaluacije:** Što se želi postići evaluacijom? Je li cilj procjena učenja igrača, angažiranosti, zabave ili utjecaja na ponašanje?
- **Dostupni resursi:** Koliko vremena, novca i ljudskih resursa je dostupno za evaluaciju?
- **Karakteristike igre:** Kakav je tip igre? Koje su njene edukativne i zabavne komponente? Tko je ciljna publika?

Na tablici ispod vidljiva je usporedba kvantitativnih i kvalitativnih metodologija evaluacije zelenih ozbiljnih igara s obzirom na njihove prednosti i nedostatke.

Tablica 2: Usporedba metodologija za evaluaciju ozbiljnih edukativnih igara

Metodologija	Opis	Prednosti	Nedostaci
Analiza vremena igranja (kvantitativna)	Praćenje vremena koje igrači provode u igri, na pojedinim razinama ili u interakciji s određenim elementima igre.	Objektivni podaci o angažiranosti i interesu igrača.	Ne pruža uvide u razloge ponašanja igrača.
Analiza	Praćenje napretka igrača u igri, kao	Kvantificira učenje	Ne uzima u obzir kvalitativne

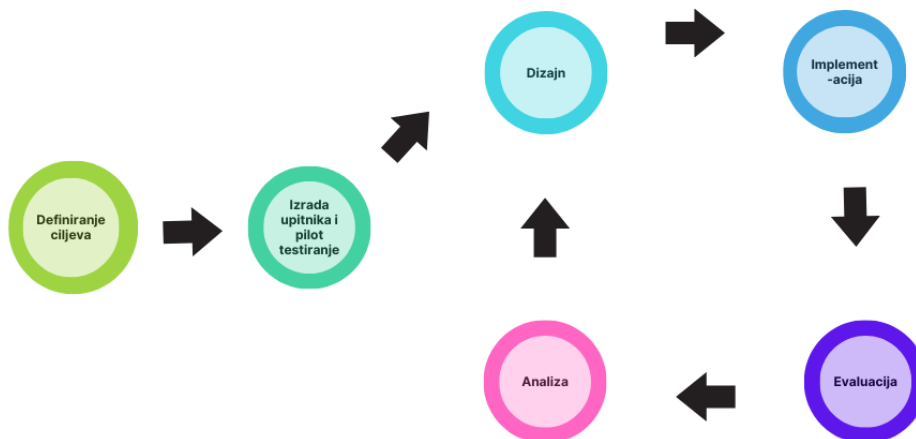
postignuća (kvantitativna)	što su bodovi, oznake ili otključane razine.	i vještine igrača.	aspekte učenja i iskustva igrača.
Analiza toplinske mape (kvantitativna)	Vizualizacija područja igre s kojima igrači najčešće komuniciraju.	Otkriva na što se igrači fokusiraju i kako procesuiraju informacije.	Skupa i tehnički zahtjevna metoda.
Intervjui s igračima (kvalitativna)	Provođenje individualnih ili grupnih intervju s igračima.	Detaljni uvidi u iskustva, mišljenja i osjećaje igrača.	Vrijeme i resursi potrebni za provođenje i analizu intervju s igračima.
Usmene narative (kvalitativna)	Zahtijevanje od igrača da ispričaju svoje iskustvo igranja vlastitim riječima.	Otkriće nepredviđenih perspektiva i dublje razumijevanje interakcije s igrom.	Subjektivnost i potencijalna pristranost u izjavama igrača.
Analiza rasprava na forumima (kvalitativna)	Praćenje online rasprava i komentara igrača o igri.	Uvidi u reakcije, kritike i ideje za poboljšanje od strane šire publike.	Teškoća u verifikaciji autentičnosti i reprezentativnosti komentara.
Analiza recenzija igara (kvalitativna)	Proučavanje recenzija igara iz različitih izvora.	Širi uvid u percepciju igre od strane publike.	Mogućnost pristranosti i varijabilnost kvalitete recenzija.
Popunjavanje upitnika (kvalitativna)	Upitnici prije i poslije igranja ili samo poslije igranja za prikupljanje podataka o iskustvima,	Jednostavna primjena i analiza, pruža kvantitativne i kvalitativne uvide.	Ovisi o iskrenosti i točnosti odgovora ispitanika.

	motivaciji, zadovoljstvu i postignuću obrazovnih ciljeva.		
--	--	--	--

3. Prijedlog metodologije za izradu i evaluaciju zelenih ozbiljnih igara

Razvoj zelenih ozbiljnih igara zahtijeva strukturiran pristup kako bi se osiguralo da igre nisu samo zabavne, već i učinkovite u postizanju obrazovnih i ekoloških ciljeva. Sljedeća metodologija od šest faza predlaže iterativni proces dizajna i kvalitativne evaluacije koji omogućuje kontinuirano poboljšanje igre kroz povratne informacije i analizu.

Slika 1 prikazuje vizualan prikaz faza predložene metodologije. Prva faza je *Definiranje ciljeva*, a zatim slijedi faza *Izrada upitnika i pilot testiranje*. Nakon toga, slijedi ciklus od četiri faze koje se ponavljaju iterativno, ovisno o rezultatima evaluacije i analize. Te faze su redom *Dizajn*, *Implementacija*, *Evaluacija* i *Analiza*. U nastavku slijedi detaljniji opis svake od šest faza.



Slika 1 Prikaz faza metodologije za izradu i evaluaciju ozbiljnih zelenih igara

1. Definiranje ciljeva

Prvi korak u razvoju zelene ozbiljne edukativne igre je jasno definiranje ciljeva igre. To uključuje:

- Definiranje ciljeva evaluacije igre: Precizno određivanje što se želi postići evaluacijom igre, poput procjene učinkovitosti učenja, angažiranosti igrača ili ekološke svijesti. Važno je postaviti jasne ciljeve kako bi se mogla procijeniti uspješnost igre u postizanju tih ciljeva.
- Određivanje ishoda učenja: Odabir tematskih područja koja će se obrađivati u igri, s naglaskom na ekološke i održive prakse. Na primjer, teme mogu uključivati smanjenje otpada, očuvanje morskih ekosustava, obnovljive izvore energije i druge važne ekološke koncepte.

2. Izrada upitnika i pilot testiranje

Nakon definiranja ciljeva, slijedi razvoj metode za prikupljanje povratnih informacija:

- Osmišljavanje seta pitanja za prikupljanje povratnih informacija: Kreiranje upitnika koji će obuhvatiti različite aspekte igre, uključujući načela univerzalnog dizajna (engl. Universal Design for Learning), opće zadovoljstvo samom igrom (engl. Game Experience) i ekološki učinak. Pitanja trebaju biti postavljena tako da prikupljaju podatke o iskustvima igrača, njihovoj motivaciji, zadovoljstvu igrom i postignuću edukativnih ciljeva.
- Pilot testiranje upitnika: Testiranje upitnika na manjoj grupi igrača kako bi se osiguralo da su pitanja jasna i relevantna. Ova faza omogućuje prilagodbu i poboljšanje upitnika prije široke primjene.

3. Dizajn

Dizajn igre je iterativni proces koji uključuje stalno usavršavanje i prilagodbu:

- Razvoj edukacijskog i zabavnog sadržaja igre: Definiranje što će igrači naučiti igrajući zelenu ozbiljnu igru, te dizajn likova, radnje i dijaloga koji će igru učiniti zanimljivom. Edukacijski sadržaj treba biti integriran na način koji je prirodan i povezan s igranjem, kako bi se osigurala visoka razina angažiranosti igrača.
- Dizajniranje mehanika igre i integracija edukacijskih elemenata: Kreiranje igračkih mehanika koje će podržati edukativne ciljeve, poput izazova i zadataka koji promoviraju učenje i svijest o odabranoj zelenoj temi. Mehanike igre trebaju biti dizajnirane tako da igrači uče kroz interakciju i rješavanje problema unutar igre.

Iterativni dizajn omogućuje prilagodbu i optimizaciju igre na temelju povratnih informacija dobivenih tijekom testiranja.

4. Implementacija

Nakon dizajniranja, slijedi implementacija igre. To podrazumijeva razvoj igre prema specifikacijama dizajna, uključujući programiranje, grafički dizajn i integraciju svih elemenata igre. Tehnička implementacija uključuje korištenje softverskih alata i platformi za razvoj igara, kao što su na primjer *Unity* ili *Unreal Engine*, kako bi se osigurala visoka kvaliteta i funkcionalnost igre.

5. Evaluacija

Evaluacija igre provodi se kako bi se prikupile povratne informacije o učinkovitosti i doživljaju igre. Ova metodologija koristi sljedeću kvantitativnu metodu evaluacije:

- Provedba upitnika nad skupinom igrača: Prikupljanje podataka od igrača prije i nakon igranja igre kako bi se procijenili njihovi dojmovi i postignuća. Upitnici mogu uključivati pitanja o razumijevanju ekoloških koncepata, prilagodbi univerzalnog dizajna u igri te zadovoljstvu igrom i motivaciji za daljnje učenje.

Evaluacija je jedna od najvažnijih faza koja omogućuje identificiranje snaga i slabosti igre te pruža smjernice za buduća poboljšanja.

6. Analiza

Nakon prikupljanja podataka, slijedi analiza rezultata upitnika koja podrazumijeva sljedeće:

- Analiza povratnih informacija igrača: Analiza podataka prikupljenih putem upitnika kako bi se dobili uvidi u iskustva i stavove igrača. Korištenjem statističkih metoda i alata za analizu podataka može se procijeniti učinkovitost igre u postizanju obrazovnih ciljeva.
- Identifikacija područja za poboljšanje u igri: Na temelju analize, identificiranje specifičnih područja igre koja treba unaprijediti kako bi se postigli bolji edukacijski i ekološki učinci. Ova faza uključuje preporuke za promjene u dizajnu, sadržaju ili mehanikama igre.

Iterativni proces dizajna, implementacije i evaluacije omogućuje kontinuirano poboljšanje igre. Povratne informacije igrača koriste se za prilagodbu i optimizaciju igre, osiguravajući da igra ostane relevantna i učinkovita u postizanju svojih ciljeva.

U daljnjim poglavljima, bit će razmatrana primjena opisane metodologije na tri varijante zelene ozbiljne igre s tematikom očuvanja oceana.

4. Definiranje ciljeva zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana

Prvi korak u razvoju zelene ozbiljne edukativne igre je jasno definiranje ciljeva igre. U ovom poglavlju razmatrano je definiranje ciljeva za tri varijante ozbiljne zelene igre na temu očuvanja oceana. Takve zelene ozbiljne igre trebaju educirati igrače o problemu onečišćenja oceana i promicati svijest o održivim praksama koje mogu pomoći u očuvanju morskih ekosustava. Definiranje ciljeva uključuje postavljanje ciljeva evaluacije igara te identifikaciju potrebnih edukacijsko-ekoloških tema za integraciju u igre.

4.1. Definiranje ciljeva evaluacije

Preciznim određivanjem željenog postignuća evaluacijom igre prvi je korak u osiguravanju njezine učinkovitosti. Ciljevi evaluacije za svaku od tri varijante ozbiljne zelene igre na temu očuvanja oceana obuhvaćaju nekoliko bitnih aspekata:

1. Procjena učinkovitosti učenja:

- Ispunjavanje upitnika: Cilj je mjeriti znanje i zainteresiranost igrača o onečišćenju oceana prije i poslije igranja igre. Upitnik prije igranja postavlja pitanja koja utvrđuju u kojoj mjeri je ispitanik svjestan svojeg utjecaja na onečišćenje oceana, u kojoj mjeri je spreman promijeniti svoje navike te koliko je općenito zainteresiran za temu. Nakon igranja, isti se upitnik koristiti za procjenu u kojoj mjeri je ispitanik podigao svoju svijest o temi onečišćenja oceana.
- Rezultati upitnika prije i poslije igranja igre omogućavaju analizu promjena u edukaciji igrača, pružajući objektivne podatke o učinku igre na edukaciju.

2. Procjena prilagodbe univerzalnog dizajna:

- Pitanja nakon igranja: Evaluacija uključuje pitanja o prilagodbi univerzalnog dizajna za svaku od tri varijante igre. Univerzalni dizajn (engl. Universal Design for Learning) fokusira se na stvaranje pristupačnog i inkluzivnog okruženja za sve igrače, bez obzira na njihove sposobnosti. Pitanja obuhvaćaju aspekte poput lakoće navigacije kroz igru, razumljivosti instrukcija, te dostupnosti i prilagodljivosti sadržaja.
- Prikupljeni odgovori omogućuju analizu koja utvrđuje koliko su različite varijante igre uspjele u implementaciji univerzalnog dizajna.

3. Procjena općeg zadovoljstva igranja:

- Pitanja općeg zadovoljstva igranja (engl. Game Experience Questionnaire, GEQ) poslije igranja obuhvaćaju aspekte poput angažiranosti, zabave, izazova, korisničkog iskustva i ukupnog zadovoljstva igrom. Ova pitanja će pružiti uvid u subjektivna iskustva igrača i njihovu percepciju kvalitete igre.
- Analiza zadovoljstva: Prikupljeni podaci omogućuju analizu općeg zadovoljstva igrača, identificirajući pozitivne aspekte igre kao i područja koja zahtijevaju poboljšanje.

4.2. *Određivanje ishoda učenja zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana*

Nakon definiranja ciljeva evaluacije, sljedeći korak je identifikacija ključnih edukacijsko-ekoloških tema koje se integriraju u tri varijante zelene ozbiljne igre na temu zagađenja i očuvanja oceana te određivanje ishoda učenja. Razumijevanje učinaka različitih vrsta onečišćenja oceana, uključujući onečišćenje plastikom, kemikalijama i hranjivim tvarima važan je ishod učenja svakog edukacijskog sadržaja usmjerenog na onečišćenje oceana. Cilj je prepoznati značajan utjecaj ljudskih aktivnosti na ocean i razumjeti kako onečišćenje utječe na morska staništa, vrste i naposljetku na

cjelokupno zdravlje oceanskog ekosustava. Uzroci onečišćenja oceana, kao što su ljudske aktivnosti i klimatske promjene, ključni su za razumijevanje kako bi se stekao uvid u to kako njihovi postupci mogu utjecati na okoliš oceana. Razumijevanjem temeljnih uzroka onečišćenja oceana, osobe mogu donositi informirane odluke koje pomažu smanjiti njihov utjecaj na ocean. Dublje razumijevanje morskih staništa i vrsta još je jedan važan ishod učenja edukacijskog sadržaja usmjerenog na onečišćenje oceana. Osobe mogu učiti o različitim vrstama morskih staništa i njihovoj međusobnoj povezanosti s različitim vrstama. Ovo znanje može pomoći pri prepoznavanju važnosti nastojanja da se zaštite morske vrste i njihova staništa. Navedeni ishodi učenja ključni su za razvoj igre koja educira igrače o onečišćenju oceana. Razumijevanje učinaka onečišćenja, prepoznavanje uzroka onečišćenja oceana, učenje o morskim staništima i vrstama pomaže osobama da donesu informirane odluke i poduzmu mjere za zaštitu oceana.

Tablica 3: Ishodi učenja prikazuje popis potrebnih ishoda učenja za tri varijante zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana.

Tablica 3: Ishodi učenja

Ishodi učenja
Razumijevanje učinaka različitih vrsta onečišćenja oceana, uključujući onečišćenje plastikom, kemikalijama i hranjivim tvarima
Poznavanje uzroka onečišćenja oceana, kao što su ljudske aktivnosti i klimatske promjene
Dublje poznavanje morskih staništa i vrsta
Stjecanje sposobnosti rješavanja problema preuzimanjem brojnih zadataka i problema povezanih s očuvanjem oceana, kao što je čišćenje kontaminiranih područja i spašavanje morskih vrsta u nevolji

5. Izrada upitnika i pilot testiranje

Pilot testiranje upitnika provedeno je kako bi se procijenila učinkovitost edukativnih aspekata igre, primjena načela univerzalnog dizajna te opće zadovoljstvo igrača tijekom igranja. Upitnici su osmišljeni kako bi pružili uvid u različite dimenzije iskustva igrača, od njihovog razumijevanja ekoloških problema do zadovoljstva i angažiranosti tijekom igre.

Tablica 4 prikazuje pitanja koja se odnose na ekološki učinak, ispitivana prije i poslije igranja igre. Cilj je procijeniti promjene u svijesti, interesu, spremnosti na djelovanje i motivaciji igrača da sudjeluju u inicijativama za očuvanje oceana. Tablica 5 sadrži pitanja koja se odnose na načela univerzalnog dizajna, ocjenjujući pristupačnost i fleksibilnost igre za sve korisnike. Korištenjem *Likertove* skale, igrači ocjenjuju svoje iskustvo u razumijevanju uputa, prilagođavanju težine igre, jasnoći informacija i drugim aspektima dizajna. Tablica 6 fokusira se na opće zadovoljstvo igranja, procjenjujući koliko su se igrači osjećali kompetentno, uronjeno u igru, te koliko su iskusili pozitivne ili negativne emocije i napetost.

Tablica 4: Pitanja koja se odnose na ekološki učinak prije i poslije igranja ozbiljne zelene igre

Element učenja	Pitanje prije igranja	Pitanje poslije igranja
Svijest o problemima onečišćenja oceana	U kojoj mjeri trenutno smatrate da je očuvanje oceana od zagađenja ozbiljan društveni problem?	U kojoj mjeri se slažete da je očuvanje oceana od zagađenja ozbiljan društveni problem?
Interes za učenje o onečišćenju oceana	Koliko ste trenutno zainteresirani za učenje o uzrocima i posljedicama onečišćenja oceana?	Koliko je igranje ove igre povećalo vaš interes za učenje više o uzrocima i posljedicama onečišćenja oceana?

Namjera za djelovanje	Kolika je trenutno vjerojatnost da ćete poduzeti stvarne akcije za smanjenje onečišćenja oceana?	Kolika je vjerojatnost da ćete poduzeti stvarne akcije za smanjenje onečišćenja oceana predstavljene u igri?
Svijest o utjecaju svakodnevnih aktivnosti	Koliko često trenutno razmišljate o tome kako vaše svakodnevne aktivnosti mogu utjecati na dobrobit oceana?	Koliko često razmišljate o tome kako vaše svakodnevne aktivnosti mogu utjecati na dobrobit oceana nakon igranja ove igre?
Promjena svakodnevnih navika	Koliko ste trenutno spremni promijeniti svoje svakodnevne navike kako biste smanjili onečišćenje oceana?	Koliko ste spremni promijeniti svoje svakodnevne navike kako biste smanjili onečišćenje oceana nakon igranja ove igre?
Spremnost za edukaciju drugih	Koliko ste trenutno spremni educirati svoje prijatelje ili obitelj o problemima onečišćenja oceana?	Koliko ste spremni educirati svoje prijatelje ili obitelj o problemima onečišćenja oceana koje ste naučili igrajući ovu igru?
Motivacija za sudjelovanje u inicijativama	Koliko ste trenutno motivirani sudjelovati u lokalnim ili globalnim ekološkim inicijativama koje se fokusiraju na problematiku onečišćenja oceana?	Koliko ste motivirani sudjelovati u lokalnim ili globalnim ekološkim inicijativama koje se fokusiraju na problematiku onečišćenja oceana nakon igranja ove igre?

Tablica 5: Pitanja koja se odnose na načela univerzalnog dizajna

Načelo univerzalnog dizajna	Pristup	Pitanje (Likertova skala)
Nepristrana mogućnost korištenja	Zvukovne upute	Kako biste ocijenili svoje iskustvo u razumijevanju uputa u igri, posebno kada se niste mogli osloniti na vizualne elemente?
Fleksibilnost kod korištenja	Odabir težine igre	U kojoj mjeri se slažete da ste tijekom igranja igre osjećali da težina igre odgovara vašim sposobnostima i preferencijama?
Jednostavna i intuitivna uporaba	Jednostavne i intuitivne opcije za upravljanje	U kojoj mjeri se slažete da ste brzo shvatili kako upravljati igrom?
Uočljive informacije	Odgovarajućí kontrast pozadine i teksta	U kojoj mjeri se slažete da ste mogli čitati tekst u igri bez naprezanja vida, bez obzira na pozadinu?
Toleriranje pogreške	Pružanje uputa tijekom igre	U kojoj mjeri ste se osjećali motivirano da nastavite igrati nakon što ste napravili grešku u igri?
Nizak fizički napor	Upravljanje pruža nizak fizički napor	U kojoj mjeri ste se osjećali opušteno dok ste igrali igru?
Mjere i prostor za pristup i	Jednostavne postavke	U kojoj mjeri se slažete da je upravljanje igrom bilo prilagođeno vašim osobnim

uporabu	upravljanja	potrebama?
---------	-------------	------------

Tablica 6: Pitanja koja se odnose na opće zadovoljstvo igranja

Komponenta	Pitanje (Likertova skala)
Kompetencija	Koliko često ste osjećali da ste u potpunosti shvatili kako riješiti zadatke ili izazove koje igra predstavlja?
Tijek igre	Koliko često ste se našli u situaciji gdje ste izgubili pojam o vremenu zbog vašeg potpunog fokusa na igru?
Pozitivan efekt	Koliko često ste se osjećali izuzetno sretno ili zadovoljno nakon postizanja određenog cilja ili rješavanja problema u igri?
Negativan efekt	Koliko često ste se osjećali frustrirano ili razočarano tijekom igre, ali ste i dalje željeli nastaviti igrati?
Napetost	Koliko često ste se tijekom igranja igre osjećali napeto zbog preokreta ili izazova u igri?
Izazov	Koliko često ste se u igri našli pred zadatkom ili problemom koji se činio teško rješivim, ali ste ipak osjećali zadovoljstvo pokušavajući ga riješiti?

Pilot testiranje upitnika, posebno u kontekstu razvoja igara, služi kao temeljni korak u osiguravanju da su upitnici učinkoviti, točni i prilagođeni korisniku. Takav proces uključuje preliminarnu fazu testiranja u kojoj se prototip upitnika predstavlja maloj, reprezentativnoj skupini korisnika kako bi se procijenila njegova izvedba u realnim uvjetima. Primarni cilj je identificirati sve probleme u dizajnu upitnika, kao što su nejasna pitanja, zbunjujuće oblikovanje ili nerelevantan sadržaj, koji bi mogli utjecati na pouzdanost i valjanost prikupljenih podataka.

Pilot testiranje u sklopu provjere upitnika igre o očuvanju oceana provedeno

je nad deset ispitanika različitih dobnih skupina. Od 10 ispitanika, 70% imalo je između 22 i 25 godina, 20% imalo je preko 50 godina, a 10% imalo je ispod 18 godina.

Kriteriji evaluacije pilot testiranja bili su sljedeći:

- **Jasnoća i razumljivost:** Provjerava jesu li pitanja jasno formulirana i razumljiva.
- **Relevantnost:** Provjerava je li sadržaj pitanja relevantan za teme i ciljeve igre.
- **Tijek i logika:** Provjerava je li slijed pitanja logično strukturiran i pruža li jednostavno ispunjavanje.
- **Oblikovanje:** Provjerava je li fizički izgled ankete jednostavan za korištenje i estetski ugodan.
- **Sveukupno zadovoljstvo:** Opće povratne informacije o iskustvu upitnika.

Postavljena pitanja u sklopu pilot testa bila su sljedeća:

Ispitanici trebaju odabrati u kojoj mjeri (Likertova skala 1-5) se slažu sa sljedećim tvrdnjama:

1. Razumio/la sam pitanja koja se odnose na načela univerzalnog dizajna (eng. UDL).
2. Pitanja koja se odnose na načela univerzalnog dizajna (eng. UDL) su jasna i nisu zbunjujuća.
3. Razumio/la sam pitanja koja se odnose na korisnikov opći dojam (eng. GEQ).
4. Pitanja koja se odnose na korisnikov opći dojam (eng. GEQ) su jasna i nisu zbunjujuća.
5. Razumio/la sam pitanja koja se odnose na ekološki učinak.
6. Pitanja koja se odnose na ekološki učinak su jasna i nisu zbunjujuća.
7. Pitanja su bila formulirana na način koji je omogućavao lako i precizno izražavanje mišljenja.
8. Redoslijed pitanja bio je logičan i tekao je na prirodan način.
9. Upitnik je sadržavao prevelik broj pitanja.

10. Format upitnika bio je pregledan i lak za praćenje.

Otvoreno pitanje: Navedite pitanja koja Vam nisu bila dovoljno jasna ili čiji format smatrate da se treba promijeniti.

Dodatak 1: Rezultati pilot testiranja upitnika za evaluaciju sadržava grafove na kojima su jasno vidljivi rezultati pilot testiranja upitnika.

Većina ispitanika (90%) izjavila je da su u potpunosti razumjeli pitanja koja se odnose na načela univerzalnog dizajna, dok je 10% ispitanika vrlo dobro razumjelo ta pitanja (Slika 37). Ispitanici su jednako ocijenili i pitanja koja se odnose na razumijevanje pitanja o općem zadovoljstvu tijekom igranja (Slika 39), dok su se svi ispitanici složili da u potpunosti razumiju pitanja koja se odnose na ekološki učinak (Slika 40). 70% ispitanika se u potpunosti slaže da su pitanja koja se odnose na načela univerzalnog dizajna jasna i nisu zbunjujuća, dok 30% ispitanika smatra da su pitanja vrlo jasna (Slika 38). 80% ispitanika se slaže da su pitanja koja se odnose na opće zadovoljstvo tijekom igranja u potpunosti jasna, dok 20% njih smatra da su vrlo jasna (Slika 41). Ispitanici su se jednako izjasnili i za pitanja koja se odnose na jasnoću pitanja o ekološkom učinku (Slika 42). 70% ispitanika smatra da su pitanja u potpunosti bila formulirana na način koji im lako omogućava izražavanje mišljenja, dok 30% ispitanika smatra da su bila vrlo dobro formulirana (Slika 43). Ispitanici su se na jednak način izjasnili i za redosljed pitanja u upitniku (Slika 44). 60% ispitanika smatra da upitnik nikako ne sadržava prevelik broj pitanja, 30% smatra da ne sadržava prevelik broj pitanja, a 10% ispitanika je odgovorilo neutralno (Slika 45). 60% ispitanika smatra da je format upitnika u potpunosti bio pregledan i lak za praćenje, a 40% smatra da je bio vrlo pregledan i lak za praćenje (Slika 46). 40% ispitanika odgovorilo je na posljednje pitanje otvorenog tipa, a većina se složila da ne bi mijenjala format niti jednog pitanja, a jedan ispitanik je dao prijedlog za malu promjenu jednog pitanja (Slika 47).

Prednosti pilot testiranja su mnoge. Prvenstveno, osigurava da konačan upitnik bude dobro usklađen s razinama razumijevanja i očekivanjima

publike, čime se povećava točnost prikupljenih podataka. Većina ispitanika izrazila je zadovoljstvo upitnikom te se složila da su pitanja jasna i razumljiva. Pilot test je uspješno proveden, a rezultati pokazuju da nema potrebe za mijenjanjem pitanja upitnika. Ovo potvrđuje da su pitanja dobro usklađena s razinama razumijevanja i očekivanjima publike.

6. Dizajn tri varijante zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana

U ovom poglavlju razmatra se dizajn tri varijante zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana. Svaka od igara ima jedinstveni pristup i mehaniku, ali sve dijele zajednički cilj – educirati igrače o važnosti očuvanja oceana i potaknuti ih na aktivno sudjelovanje u zaštiti morskih ekosustava. Prva varijanta igre, *Ocean znanja*, je kviz igra koja testira i proširuje znanje igrača o problemima onečišćenja oceana kroz seriju pitanja i odgovora. Cilj ove igre je povećati svijest i razumijevanje važnih ekoloških koncepata putem interaktivnog kviza. Druga varijanta, *Val čistoće*, uključuje upravljanje brodom i skuplja smeća po oceanu. Ova igra kombinira akcijski tijek igre (engl. Gameplay) s edukativnim sadržajem, naglašavajući važnost čišćenja oceana i smanjenja plastičnog otpada. Treća varijanta, *Plima očuvanja*, usredotočena je na interakciju glavnog lika sa životinjama u nevolji. Igrač razgovara sa životinjama, saznaje više o njihovim problemima uzrokovanim onečišćenjem te pokušava pronaći rješenja za njihove probleme. Na taj način igra ima za cilj razviti empatiju i razumijevanje među igračima o posljedicama onečišćenja na morski život.

Dizajn zelene ozbiljne igre ***Ocean znanja*** temelji se na sljedećim glavnim značajkama koje obuhvaćaju edukaciju o očuvanju oceana kroz interaktivni kviz i prikupljanje bodova:

- Naziv igre: Ocean znanja
- Žanr igre: Edukativna kviz igra
- Broj igrača: Jedan igrač
- Elementi igre: Odgovaranje na pitanja, prikupljanje bodova, učenje o očuvanju oceana, razumijevanje utjecaja onečišćenja na život u moru
- Tehnički oblik: 2D grafika
- Pogled: Pogled iz trećeg lica
- Platforma: PC
- Jezik: C#

- Opis igre: Ocean znanja je edukativna kviz igra koja ima za cilj povećati svijest i znanje igrača o očuvanju oceana i utjecaju onečišćenja na morski život. Igrači odgovaraju na pitanja iz različitih dobnih kategorija, prikupljaju bodove i uče kroz interaktivni kviz koji testira i proširuje njihovo znanje.
- Otvaranje igre: Igra počinje prikazom glavnog izbornika koji sadrži tri gumba: Start, Postavke i Kraj. Igrači mogu odabrati početak igre, pristupiti postavkama ili završiti igru.
- Opcije igre: U postavkama igrači mogu birati dobnu kategoriju (7-12 godina, 13-17 godina, 18+ godina) koja određuje težinu pitanja i broj bodova koje svako pitanje nosi. Također mogu namjestiti glasnoću zvuka. Tijekom igre, pored teksta pitanja nalazi se gumb za zvuk koji omogućuje slušanje naracije pitanja.
- Načini rada: Igra nema posebne načine rada; sastoji se od serije pitanja prilagođenih odabranoj dobnj skupini.
- Razine igre: Svaka dobnj kategorija sadrži 20 pitanja. Pitanja iz kategorije 7-12 godina donose po 5 bodova i nemaju vremensko ograničenje. Pitanja iz kategorije 13-17 godina donose 5, 10 ili 15 bodova, s vremenskim ograničenjem od 30 ili 60 sekundi, dok pitanja iz kategorije 18+ godina nose 15 ili 20 bodova s jednakim vremenskim ograničenjima.
- Kontrole igrača: Igrač koristi miš za odabir odgovora i navigaciju kroz izbornike. Klikom na gumb "Nastavi" potvrđuje svoj odgovor.
- Pobjeda i gubitak u igri: Igrač pobjeđuje tako što točno odgovori na što veći broj pitanja i prikupi maksimalan broj bodova. Nakon odgovaranja na sva pitanja, prikazuje se ukupan broj osvojenih bodova i rekordni broj bodova. Igrač može birati između igranja ponovo ili povratka na glavni izbornik.
- Zabavni elementi igre: Interaktivni kviz omogućuje igračima da uče i testiraju svoje znanje na zabavan način. Prikupljanje bodova i

postavljanje rekorda povećava motivaciju za daljnje igranje. Naracija pitanja dodaje dodatnu dimenziju igri, čineći je pristupačnijom i zanimljivijom.

- Ključne značajke:
 - Različite težine pitanja prilagođene dobnoj skupini
 - Interaktivni zvučni gumb za naraciju pitanja
 - Sistem bodovanja koji motivira igrače
 - Intuitivno sučelje koje je lako za navigaciju
 - Opcije prilagodbe zvuka i težine igre
- Definicija igrača: Igrač odgovara na pitanja i prikuplja bodove kroz edukativni kviz koji ga educira o očuvanju oceana i utjecaju onečišćenja na morski život.

Dizajn zelene ozbiljne igre **Val čistoće** temelji se na sljedećim glavnim značajkama koje obuhvaćaju edukaciju o očuvanju oceana kroz interaktivno upravljanje brodom i skupljanje otpada:

- Naziv igre: Val čistoće
- Žanr igre: Edukativna akcijska igra
- Broj igrača: Jedan igrač
- Elementi igre: Upravljanje brodom, skupljanje otpada, učenje o onečišćenju oceana, razumijevanje utjecaja otpada na morski život
- Tehnički oblik: 3D grafika
- Pogled: Pogled odozgo prema dolje
- Platforma: PC
- Jezik: C#
- Opis igre: *Val čistoće* je edukativna akcijska igra u kojoj igrač upravlja brodom i skuplja otpad u oceanu. Cilj igre je podići svijest o problemu onečišćenja oceana kroz interaktivno i zabavno skupljanje otpada te edukativne tekstove prilagođene dobi igrača.

- Otvaranje igre: Igra počinje prikazom glavnog izbornika s gumbima: *Start*, *Postavke* i *Kraj*. Igrač može odabrati početak igre, pristupiti postavkama ili završiti igru.
- Opcije igre: U postavkama igrač može birati dobnu kategoriju (7-12, 13-17, 18+) koja određuje prilagodbu edukativnih tekstova. Također može namjestiti glasnoću zvuka.
- Načini rada: Igra nema posebne načine rada
- Razine igre: Igra se sastoji od jedne glavne razine gdje igrač upravlja brodom i skuplja otpad. Međutim, edukativni tekstovi i slike koji se pojavljuju se nakon svakog skupljenog komada otpada su prilagođeni s obzirom na odabranu dob u postavkama.
- Kontrole igrača: Igrač koristi tipke za upravljanje brodom (strelice ili WASD tipke) kako bi plovio oceanom. Kada se brod približi komadu otpada, igrač ga pokupi. Također, korištenjem miša igrač može mijenjati svoj smjer kretanja i pogled.
- Pobjeda i gubitak u igri: Igrač pobjeđuje kada sakupi svih 20 komada otpada. Nema klasičnog gubitka, ali igra može završiti ako igrač odustane prije nego što prikupi sav otpad.
- Zabavni elementi igre: Interaktivno upravljanje brodom, skupljanje otpada i učenje kroz edukativne tekstove i slike čine igru zabavnom i edukativnom. Naracija tekstova dodaje dodatnu dimenziju igri
- Ključne značajke:
 - Upravljanje brodom u 3D okruženju
 - Interaktivni gumb za naraciju edukativnih tekstova
 - Prilagodba edukativnih tekstova prema dobnoj skupini
 - Intuitivno sučelje i jednostavne kontrole
 - Edukacija o onečišćenju oceana kroz igru
- Definicija igrača: Igrač upravlja brodom i skuplja otpad, učeći pritom o problemima onečišćenja oceana i važnosti očuvanja morskih ekosustava.

Dizajn zelene ozbiljne igre ***Plima očuvanja*** temelji se na sljedećim glavnim značajkama koje obuhvaćaju edukaciju o očuvanju oceana kroz interaktivno istraživanje, razgovore s likovima i rješavanje problema:

- Naziv igre: Plima očuvanja
- Žanr igre: Edukativna avanturistička igra
- Broj igrača: Jedan igrač
- Elementi igre: Istraživanje, razgovor s likovima, skupljanje otpada, rješavanje problema, edukacija o ekološkim temama
- Tehnički oblik: 3D grafika
- Pogled: Pogled odozgo prema dolje
- Platforma: PC
- Jezik: C#
- Opis igre: *Plima očuvanja* je edukativna avanturistička igra u kojoj igrač preuzima ulogu Maxa, koji pomaže morskim životinjama u nevolji. Igrač istražuje različite lokacije, razgovara s likovima, skuplja otpad i uči o problemima onečišćenja oceana, globalnog zatopljenja i utjecaja ljudi na morski ekosustav.
- Otvaranje igre: Igra počinje prikazom glavnog izbornika s gumbima: *Start*, *Postavke* i *Kraj*. Igrač može odabrati početak igre, pristupiti postavkama ili završiti igru.
- Opcije igre: U postavkama igrač može birati dobnu kategoriju (7-12 godina, 13-17 godina, 18+ godina) koja određuje prilagodbu edukativnih tekstova. Također može namjestiti glasnoću zvuka.
- Načini rada: Igra nema posebne načine rada; sastoji se od niza zadataka i interakcija koje igrač mora obaviti kako bi pomogao životinjama u nevolji.
- Razine igre: Igra se sastoji od različitih lokacija koje igrač istražuje, uključujući plažu, grad i polarni krajolik. Svaka lokacija ima specifične zadatke i likove s kojima igrač komunicira.
- Kontrole igrača: Igrač koristi tipke za kretanje (strelice ili WASD tipke) kako bi istraživao okoliš i mišem za interakciju s likovima i objektima.

Također, može koristiti miš kako bi promijenio smjer kretanja ili pogled.

- Pobjeda i gubitak u igri: Igrač pobjeđuje tako što uspješno pomogne svim životinjama u nevolji i dovrši sve zadatke. Nema klasičnog gubitka, ali igra može završiti ako igrač odustane.
- Zabavni elementi igre: Interaktivno istraživanje, razgovori s likovima i rješavanje ekoloških problema čine igru zabavnom i edukativnom. Igrači uče kroz iskustvo i interakciju, što povećava angažiranost i svijest o ekološkim temama.
- Ključne značajke:
 - Različite lokacije za istraživanje
 - Interakcija s različitim likovima životinja
 - Edukativni tekstovi i naracija prilagođeni dobnoj skupini
 - Intuitivne kontrole i pregledno sučelje
 - Edukacija o problemima zagađenja oceana
- Definicija igrača: Igrač preuzima ulogu Maxa i pomaže životinjama u nevolji, istražuje različite lokacije i uči o problemima onečišćenja oceana i globalnog zatopljenja.
- Ostali likovi:
 - Morž Oli: Usmjerava igrača Maxa i daje mu zadatke.
 - Polarni medvjed Berni: Educira igrača o ekološkim temama i daje mu zadatak da pokupi otpad u polarnom staništu.
 - Kornjača Nana: Daje zadatak Maxu da ode do njene plaže i razgovara s ljudima kako bi ih educirao o onečišćenju oceana i nagovorio da prestanu zagađivati okoliš.
 - Čovjek Luka: Razgovara s igračem Maxom koji ga nagovara da promijeni svoje navike i prestane zagađivati ocean

Sve tri varijante zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana, iako različite po pristupu i mehanici, dijele nekoliko glavnih edukativnih ciljeva koji su usmjereni na povećanje svijesti i motivacije igrača za očuvanje oceana. Bez

obzira na razlike u igranju, sve tri varijante igre imaju za cilj potaknuti sljedeća ponašanja kod igrača:

- Igrač razvija razumijevanje i svijest o važnosti očuvanja oceana. Kroz igru, igrači uče o raznim oblicima zagađenja i njihovim učincima na morski ekosustav.
- Povećava se interes igrača za učenje o uzrocima i posljedicama onečišćenja oceana. Igre su osmišljene tako da potaknu znatiželju i želju za dodatnim informacijama.
- Igrač postaje motiviran za poduzimanje stvarnih akcija za smanjenje onečišćenja oceana. Kroz razne zadatke i izazove, igrači se potiču na razmišljanje o konkretnim koracima koje mogu poduzeti u stvarnom životu.
- Igrač počinje razmišljati o tome kako njihove svakodnevne aktivnosti utječu na dobrobit oceana. Igre educiraju igrače o tome kako svakodnevne navike mogu pridonijeti ili smanjiti zagađenje.
- Igrač je spreman promijeniti svoje svakodnevne navike kako bi smanjio onečišćenje oceana. Igre pružaju konkretne primjere i savjete za održiviji način života.
- Igrač postaje motiviran za edukaciju svojih prijatelja ili obitelji o problemima onečišćenja oceana. Igre potiču igrače da dijele stečeno znanje i motiviraju druge na djelovanje.
- Igrač je motiviran sudjelovati u lokalnim ili globalnim ekološkim inicijativama fokusiranim na očuvanje oceana. Igre informiraju igrače o različitim inicijativama i načinima na koje mogu sudjelovati i doprinijeti.

Na sljedećoj tablici vidljiva je usporedba sve tri varijante igre, uzimajući u obzir neke od ključnih elemenata igre.

Tablica 7: Usporedba tri varijante zelene igre na temu očuvanja oceana

Element igre	Ocean znanja	Val čistoće	Plima očuvanja
--------------	--------------	-------------	----------------

Edukativni sadržaj	Da	Da	Da
Vizualne i zvučne informacije	Da	Da	Da
Interakcija s okolišem	Ne	Da	Da
Vremenski ograničeni zadaci	Da	Ne	Ne
Priča	Ne	Minimalna priča s fokusom na mehaniku igre	Razvijena priča s fokusom na emocionalnu povezanost s problematikom
Dijalozi	Ne	Ne	Dijalozi s likovima za edukaciju i napredovanje u priči
Kviz	Da	Ne	Ne
Edukativni sadržaj	Integriran u pitanja	Pojavljuje se nakon skupljanja predmeta	Integriran u priču i dijaloge
Mehanika igre	Biranje točnih odgovora	Upravljanje brodom, skupljanje otpada	Istraživanje, interakcija s likovima, rješavanje problema
Cilj	Odgovoriti na sva pitanja točno	Skupiti sav otpad u oceanu	Pomoći likovima u nevolji

7. Implementacija tri varijante zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana u Unity-u

7.1. Unity

Unity je popularan sustav za razvoj igara koji se može koristiti za razvoj igara za razne platforme uključujući računala, mobitele i konzole. Široko se koristi u industriji igara zbog svoje svestranosti i jednostavnosti korištenja. *Unity* nudi niz značajki kao što su simulacija fizike, osvjetljenje, zvuk i alati za 3D modeliranje, što ga čini idealnim izborom za stvaranje 3D igara s visokokvalitetnom grafikom [26]. U slučaju igara o onečišćenju oceana, *Unity* se može koristiti za stvaranje vizualno privlačnog i interaktivnog iskustva za igrače. Mogućnosti *Unity*-a mogu se iskoristiti za stvaranje realističnih oceanskih okruženja, animacija za morska stvorenja i drugih elemenata igre. Također, *Unity* ima veliku i aktivnu zajednicu programera i korisnika, koja pruža podršku i resurse za pomoć programerima u stvaranju visokokvalitetnih igara. Upravo je *Unity*, zbog navedenih značajki, izabran kao sredstvo razvoja tri varijante zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana.

Jedna od mnogih prednosti *Unity*-a je njegova velika i aktivna zajednica, koja je stvorila mnoštvo dodataka i sredstava za pomoć u pojednostavljivanju razvoja igara. U nastavku su predstavljeni korišteni alati za razvoj tri varijante zelene ozbiljne igre na temu očuvanja oceana.

Koristan dodatak za razvoj 3D ozbiljnih igara je *Game Creator 2* [27]. Ovaj dodatak pruža paket alata za stvaranje mehanike igranja, uključujući AI, misije, upravljanje inventarom i više. Uz *Game Creator 2*, razvijatelji mogu brzo i jednostavno stvoriti privlačna iskustva igranja bez potrebe za pisanjem složenog koda.



Slika 2 Dodatak Game Creator 2

Dodatak *Dialogue 2* moćan je alat koji razvijateljima igara s lakoćom omogućuje stvaranje složenih sustava dijaloga [28]. Ovaj dodatak pruža intuitivni vizualni uređivač koji omogućuje stvaranje razgranatih razgovora i opcija dijaloga s višestrukim izborom.



Slika 3 Dodatak Dialogue 2

Dodatak *Low Poly Tropical City* omogućava stvaranje vizualno privlačnih urbanih okruženja s tropskim temama [29]. Ovaj set nudi razne 3D modele, uključujući zgrade, vozila, biljke i druge objekte koje se mogu koristiti za izradu detaljnih i optimiziranih gradskih scena. Idealno je rješenje za razvoj

igara koje zahtijevaju visokokvalitetne, ali performansama prilagođene modele.



Slika 4 Dodatak Low poly tropical city

Dodatak *Low Poly Animated Animals* nudi kolekciju animiranih životinja [30]. Ovaj set sadrži razne životinjske modele s animacijama koje se mogu koristiti za dodavanje dinamičnih i realistično pokretljivih životinja u igre i aplikacije. Dodatak je idealan za projekte koji zahtijevaju optimizirane resurse bez kompromisa na vizualnoj privlačnosti. Zahvaljujući ovim animiranim modelima, razvijatelji mogu lako stvoriti interaktivne scene s raznovrsnim životinjskim likovima.



Slika 5 Dodatak Low poly animated animals

Dodatak *Low Poly Animated People* istoga autora pruža kolekciju animiranih ljudskih likova [31]. Ovaj set uključuje različite modele ljudi s realističnim animacijama koje se mogu koristiti za dodavanje dinamičnih i interaktivnih ljudskih likova u igre i aplikacije.



Slika 6 Dodatak Low poly animated people

7.2. Zelena ozbiljna igra Ocean znanja

Ocean znanja je edukativna kviz igra koja ima za cilj povećati svijest i znanje igrača o očuvanju oceana i utjecaju onečišćenja na morski život. Igrači odgovaraju na pitanja iz različitih dobnih kategorija, prikupljaju bodove i uče kroz interaktivni kviz. Igra je razvijena u sustavu za razvoj igara *Unity* verzije 2018.4.36f1. Neki od važnijih *Unity* koncepata korištenih pri izradi *Ocana znanja* su sljedeći:

- **Canvas:** Canvas je osnovna komponenta za izradu korisničkog sučelja u *Unity*-u. Sve UI (engl. user interface) komponente kao što su gumbi, tekstovi, slike i slično, nalaze se unutar Canvas-a. U igri *Ocean znanja*, Canvas se koristi za prikaz glavnog izbornika, pitanja, rezultata i drugih elemenata sučelja.
- **Panel:** Panel je UI element unutar Canvas-a koji se koristi za grupiranje drugih UI elemenata. Paneli olakšavaju organizaciju i

kontrolu vidljivosti i rasporeda elemenata. U *Oceanu znanja*, Paneli se koriste za organizaciju pitanja i odgovora, kao i za prikaz rezultata.

- **Camera:** Kamera u *Unity*-u je komponenta koja prikazuje sve što se nalazi unutar scene. U 2D igrama, kamera obično prati radnju iz određene perspektive. U igri *Ocean znanja*, kamera je postavljena tako da prikazuje 2D sučelje igre, omogućujući igraču interakciju s pitanjima i odgovorima.
- **Button:** Button je interaktivni UI element koji igrači koriste za interakciju s igrom. U *Oceanu znanja*, gumbi se koriste za odabir odgovora, navigaciju kroz izbornike i podešavanje postavki. Svaki gumb može imati različite akcije koje se izvršavaju kada igrač klikne na njega.
- **PlayerPrefs:** PlayerPrefs je sustav u *Unity*-u za pohranu jednostavnih podataka u obliku ključeva i vrijednosti. Koristi se za spremanje i učitavanje postavki poput glasnoće zvuka, odabrane dobne kategorije i drugih preferencija igrača. Podaci spremljeni u PlayerPrefs ostaju pohranjeni i nakon što igrač zatvori igru, omogućavajući očuvanje postavki između različitih sesija igranja.
- **Scene:** Scene su osnovne strukturalne jedinice u *Unity*-u koje sadrže objekte igre. Svaka scena može predstavljati različiti dio igre, kao što su izbornici, nivo igre ili specifične lokacije. U *Oceanu znanja*, jedna scena se koristi za glavni izbornik, a druga za prikaz i interakciju s kvizom.
- **Built-in Render Pipeline:** *Unity* nudi nekoliko „render pipelines“, a *Built-in Render Pipeline* je zadana opcija koja dolazi s *Unity*-em. Koristi se za renderiranje scena i objekata igre s visokim performansama i vizualnim kvalitetama. *Built-in Render Pipeline* je jednostavan za korištenje i široko podržan, što ga čini idealnim izborom za mnoge igre, uključujući *Ocean znanja*.

U igri *Ocean znanja* igrači u postavkama mogu birati dobnu kategoriju (7-12 godina, 13-17 godina, 18+ godina) koja određuje težinu pitanja.

Također, u postavkama postoji „slider“ za podešavanje glasnoće zvuka. U nastavku je prikazan odjeljak *C#* koda kojim su implementiranje takve postavke.

```
[SerializeField] private Slider volumeSlider;
[SerializeField] private TMP_Dropdown ageGroupDropdown;

void Start()
{
    if (!PlayerPrefs.HasKey("musicVolume"))
    {
        PlayerPrefs.SetFloat("musicVolume", 1);
        LoadVolume();
    }
    else
    {
        LoadVolume();
    }
    LoadAgeGroup();
}

public void ChangeVolume()
{
    AudiListener.volume = volumeSlider.value;
    SaveVolume();
}

private void LoadVolume()
{
    volumeSlider.value = PlayerPrefs.GetFloat("musicVolume");
}

private void SaveVolume()
{
    PlayerPrefs.SetFloat("musicVolume", volumeSlider.value);
}

private void LoadAgeGroup()
{
    int selectedAgeGroup = PlayerPrefs.GetInt("SelectedAgeGroup", 0);
    ageGroupDropdown.value = selectedAgeGroup;
}

public void SetAgeGroup()
{
    int selectedAgeGroupIndex = ageGroupDropdown.value;
    PlayerPrefs.SetInt("SelectedAgeGroup", selectedAgeGroupIndex);
    PlayerPrefs.Save();
}
```

U deklaraciji varijabli definirani su *volumeSlider*, UI element koji omogućuje kontrolu glasnoće, i *ageGroupDropdown*, koji omogućuje odabir dobne kategorije. Metoda *Start* provjerava postoji li ključ *musicVolume* u *PlayerPrefs*. Ako ključ ne postoji, postavlja ga na zadanu vrijednost 1, što predstavlja maksimalnu glasnoću, te poziva metodu *LoadVolume* za učitavanje te vrijednosti. Ako ključ postoji, metoda jednostavno učitava spremljenu vrijednost. Također, *Start* poziva metodu *LoadAgeGroup* koja

postavlja trenutnu odabranu dobnu skupinu. Metoda *ChangeVolume* se poziva kada igrač promijeni vrijednost na *slideru* za glasnoću, postavljajući glasnoću zvuka (*AudioListener.volume*) na novu vrijednost *slidera* i pozivajući metodu *SaveVolume* koja sprema tu vrijednost u *PlayerPrefs*. Metoda *LoadVolume* učitava vrijednost glasnoće iz *PlayerPrefs* i postavlja *slider* na tu vrijednost. *SaveVolume* sprema trenutnu vrijednost *slidera* za glasnoću u *PlayerPrefs*. Metoda *LoadAgeGroup* učitava odabranu dobnu skupinu iz *PlayerPrefs* i postavlja *dropdown* na tu vrijednost, postavljajući ga na zadanu vrijednost (0) ako ključ ne postoji. Konačno, metoda *SetAgeGroup* sprema trenutno odabranu dobnu skupinu u *PlayerPrefs* kada igrač promijeni izbor u *dropdownu*, osiguravajući da su promjene spremljene. Ovaj kod omogućava jednostavno upravljanje postavkama igre, osiguravajući da se preferencije igrača za glasnoću i dobnu skupinu pravilno spremaju i učitavaju pri svakom pokretanju igre.

Za kreiranje i upravljanje pitanjima napravljen je prilagođeni uređivač za pitanja čiji izgled prikazuje Slika 7.

Na početku, definirane su serijalizirane varijable koje odgovaraju atributima unutar *Question* klase:

```
SerializedProperty questionInfoProp = null;
SerializedProperty answersProp = null;
SerializedProperty useTimerProp = null;
SerializedProperty timerProp = null;
SerializedProperty addScoreProp = null;
SerializedProperty audioClipProp = null;
SerializedProperty ageGroupProp = null;
```

Metoda *OnEnable* inicijalizira sljedeće serijalizirane varijable:

```
void OnEnable()
{
    questionInfoProp = serializedObject.FindProperty("_info");
    answersProp = serializedObject.FindProperty("_answers");
    useTimerProp = serializedObject.FindProperty("_useTimer");
    timerProp = serializedObject.FindProperty("_timer");
    addScoreProp = serializedObject.FindProperty("_addScore");
    audioClipProp = serializedObject.FindProperty("_audioClip");
    ageGroupProp = serializedObject.FindProperty("_ageGroup");
}
```

Te varijable služe redom za postavljanje teksta pitanja, odgovora pitanja, mogućnosti korištenja isteka vremena u pitanju, količine vremena do kraja

pitanja, bodova koje pitanje nosi, snimljenog zvuka pitanja i dobne kategorije pitanja.

Metoda *OnInspectorGUI* ažurira serijalizirani objekt i kreira korisničko sučelje za uređivanje svojstava pitanja:

```
public override void OnInspectorGUI()
{
    serializedObject.Update();
    GUILayout.Label("Question", EditorStyles.miniLabel);
    questionInfoProp.stringValue =
EditorGUILayout.TextArea(questionInfoProp.stringValue, new
GUIStyle(EditorStyles.textArea) { fontSize = 15, fixedHeight = 30, alignment =
TextAnchor.MiddleLeft });
    EditorGUILayout.PropertyField(audioClipProp, new GUIContent("Audio Clip"));
    EditorGUILayout.PropertyField(ageGroupProp, new GUIContent("Age Group"));
    GUILayout.Space(7.5f);

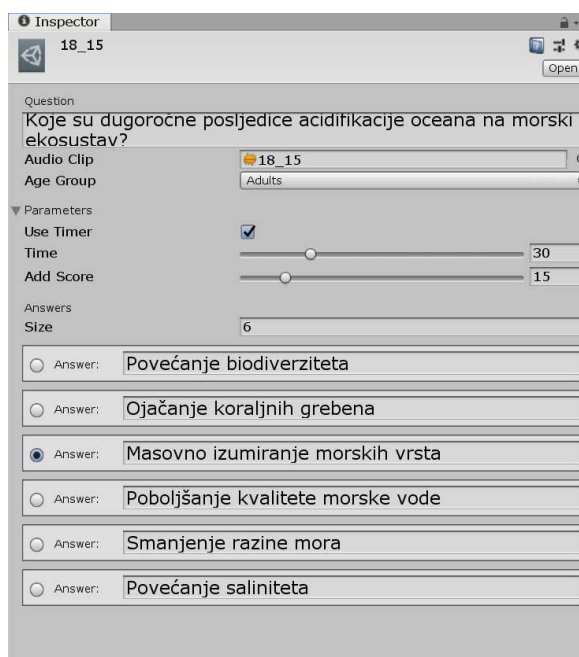
    if (EditorGUILayout.Foldout(showParameters, "Parameters", new
GUIStyle(EditorStyles.foldout) { fontSize = 10 }))
    {
        EditorGUILayout.PropertyField(useTimerProp, new GUIContent("Use Timer", "Should
this question have a timer?"));
        if (useTimerProp.boolValue)
        {
            timerProp.intValue = EditorGUILayout.IntSlider(new GUIContent("Time"),
timerProp.intValue, 1, 120);
            addScoreProp.intValue = EditorGUILayout.IntSlider(new GUIContent("Add Score"),
addScoreProp.intValue, 0, 100);
        }
        GUILayout.Label("Answers", EditorStyles.miniLabel);
        DrawAnswers();
        serializedObject.ApplyModifiedProperties();
    }
}
```

Metoda *DrawAnswers* prikazuje i omogućava uređivanje odgovora za trenutno pitanje:

```
void DrawAnswers()
{
    EditorGUILayout.BeginVertical();
    EditorGUILayout.PropertyField(arraySizeProp);
    GUILayout.Space(5);

    for (int i = 0; i < arraySizeProp.intValue; i++)
    {
        EditorGUILayout.PropertyField(answersProp.GetArrayElementAtIndex(i));
        GUILayout.Space(5);
    }

    EditorGUILayout.EndVertical();
}
```



Slika 7 Sučelje za unos pitanja u igri Ocean znanja

Logika igre implementirana je u *C#* klasi *GameManager* koja koristi *Unity*-jeve komponente kao što su *Animator*, *TextMeshProUGUI*, *Color*, i *SceneManager*. Metoda *Awake* inicijalizira konačni rezultat igre na 0, dok *Start* postavlja početne postavke, uključujući boju brojača vremena i učitavanje pitanja na temelju odabrane dobne skupine pohranjene u *PlayerPrefs*.

```

void Awake()
{
    events.CurrentFinalScore = 0;
}

void Start()
{
    events.StartupHighscore = PlayerPrefs.GetInt(GameUtility.SavePrefKey);
    AudioManager.Instance.PlayStartUpSound();

    timerDefaultColor = timerText.color;
    LoadQuestions();

    timerStateParaHash = Animator.StringToHash("TimerState");

    var seed = UnityEngine.Random.Range(int.MinValue, int.MaxValue);
    UnityEngine.Random.InitState(seed);

    Display();
}

```

Metoda *UpdateAnswers* ažurira odgovore koje je igrač odabrao, dok *EraseAnswers* briše sve odabrane odgovore. Metoda *Display* prikazuje novo pitanje, pokreće brojač vremena ako je potrebno, i postavlja pitanje u *Audio player*.

```
public void UpdateAnswers(AnswerData newAnswer)
{
    if (Questions[currentQuestion].GetAnswerType == Question.AnswerType.Single)
    {
        foreach (var answer in PickedAnswers)
        {
            if (answer != newAnswer)
            {
                answer.Reset();
            }
        }
        PickedAnswers.Clear();
        PickedAnswers.Add(newAnswer);
    }
    else
    {
        bool alreadyPicked = PickedAnswers.Exists(x => x == newAnswer);
        if (alreadyPicked)
        {
            PickedAnswers.Remove(newAnswer);
        }
        else
        {
            PickedAnswers.Add(newAnswer);
        }
    }
}

void Display()
{
    EraseAnswers();
    var question = GetRandomQuestion();

    if (question != null)
    {
        QuestionAudioPlayer.Instance.SetQuestion(question);

        if (events.UpdateQuestionUI != null)
        {
            events.UpdateQuestionUI(question);
            if (question.UseTimer)
            {
                UpdateTimer(true);
            }
            else
            {
                UpdateTimer(false);
            }
        }
        else
        {
            Debug.LogError("GameEvents.UpdateQuestionUI is null.");
        }
    }
    else
    {
        Debug.Log("No questions left");
    }
}
```

Metoda *Accept* provjerava odgovore igrača, ažurira rezultat, i određuje vrstu ekrana za prikazivanje (ispravan ili pogrešan odgovor). *CheckAnswers* i *CompareAnswers* provjeravaju točnost odgovora igrača.

```
public void Accept()
{
    UpdateTimer(false);
    bool isCorrect = CheckAnswers();
    string correctAnswer = Questions[currentQuestion].GetCorrectAnswerInfo();

    UpdateScore(isCorrect ? Questions[currentQuestion].AddScore : 0);

    UIManager.ResolutionScreenType type = isCorrect ?
    UIManager.ResolutionScreenType.Correct : UIManager.ResolutionScreenType.Incorrect;

    if (events.DisplayResolutionScreen != null)
    {
        events.DisplayResolutionScreen(type, Questions[currentQuestion].AddScore,
        correctAnswer);
    }

    AudioManager.Instance.PlaySound(isCorrect ? "CorrectSFX" : "IncorrectSFX");

    FinishedQuestions.Add(currentQuestion);

    if (FinishedQuestions.Count >= Questions.Length)
    {
        IsFinished = true;
        AudioManager.Instance.StopStartUpSound();
        SetHighscore();

        if (IE_WaitTillNextRound != null)
        {
            StopCoroutine(IE_WaitTillNextRound);
        }
        IE_WaitTillNextRound = WaitTillNextRound(final: true, isCorrect: isCorrect);
        StartCoroutine(IE_WaitTillNextRound);
    }
    else
    {
        PrepareNextRound();
    }
}

bool CheckAnswers()
{
    if (!CompareAnswers())
    {
        return false;
    }
    return true;
}

bool CompareAnswers()
{
    if (PickedAnswers.Count > 0)
    {
        List<int> c = Questions[currentQuestion].GetCorrectAnswers();
        List<int> p = PickedAnswers.Select(x => x.AnswerIndex).ToList();

        var f = c.Except(p).ToList();
        var s = p.Except(c).ToList();

        return !f.Any() && !s.Any();
    }
    return false;
}
```

Metoda *LoadQuestions* učitava pitanja iz resursa igre na temelju odabrane dobne skupine.

```
void LoadQuestions()
{
    int selectedAgeGroup = PlayerPrefs.GetInt("SelectedAgeGroup", 0);
    Object[] allQuestions = Resources.LoadAll("Questions", typeof(Question));
    List<Question> filteredQuestions = new List<Question>();

    foreach (Question question in allQuestions)
    {
        if ((int)question.GetAgeGroup == selectedAgeGroup)
        {
            filteredQuestions.Add(question);
        }
    }

    _questions = filteredQuestions.ToArray();
}
```

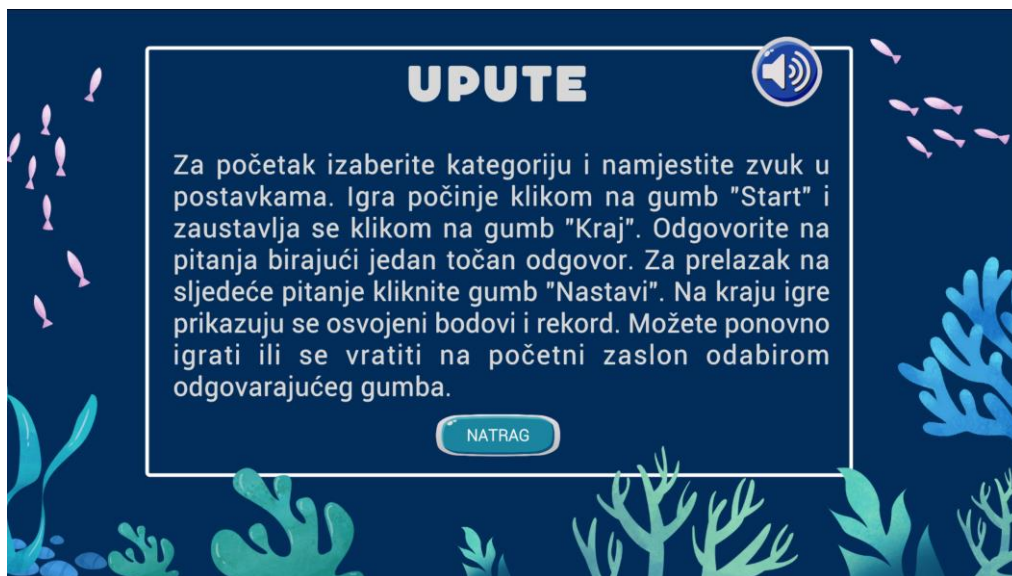
Rezultati implementacije igre *Ocean znanja* prikazani su slikama u nastavku.

Sljedeća slika (Slika 8) prikazuje početni izbornik igre *Ocean znanja*. Na početnom izborniku, igrač može započeti ili završiti igru te otvoriti postavke ili dodatne informacije klikom na gumb upitnika.



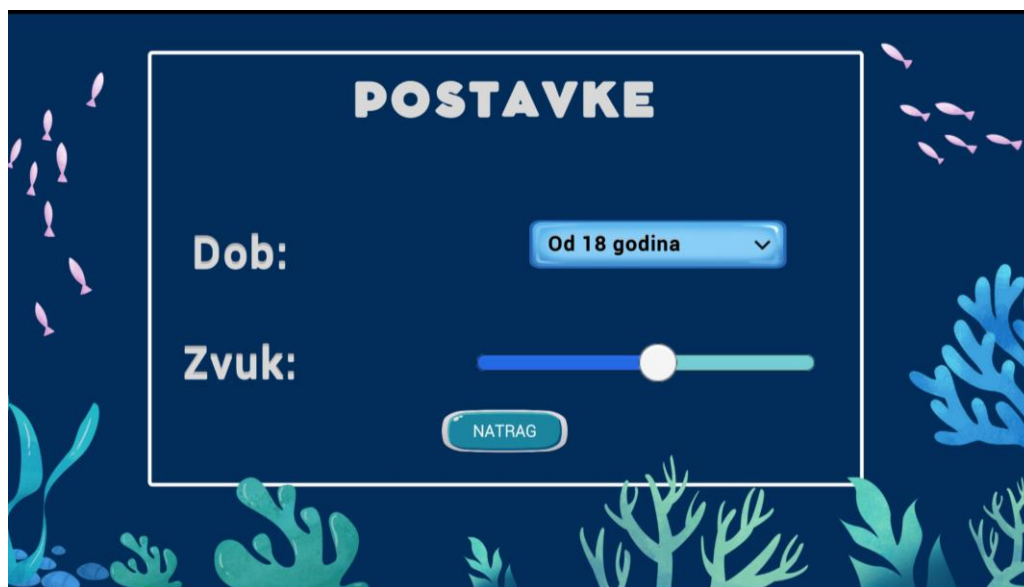
Slika 8 Početni izbornik igre Ocean znanja

Slika 9 prikazuje upute igranja. Ako igrač želi čuti tekst uputa naglas, može kliknuti pripadajući gumb.



Slika 9 Upute igre Ocean znanja

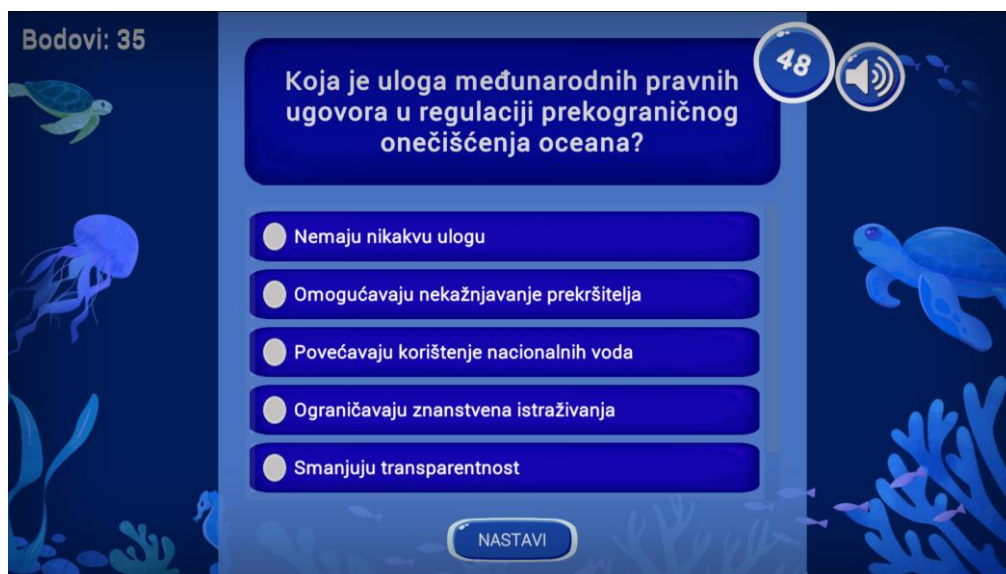
Slika 10 prikazuje postavke igre *Ocean znanja*. Igrači mogu u padajućem izborniku izabrati dobnu kategoriju te pomoću „slidera“ namjestiti glasnoću zvuka.



Slika 10 Postavke zvuka igre Ocean znanja

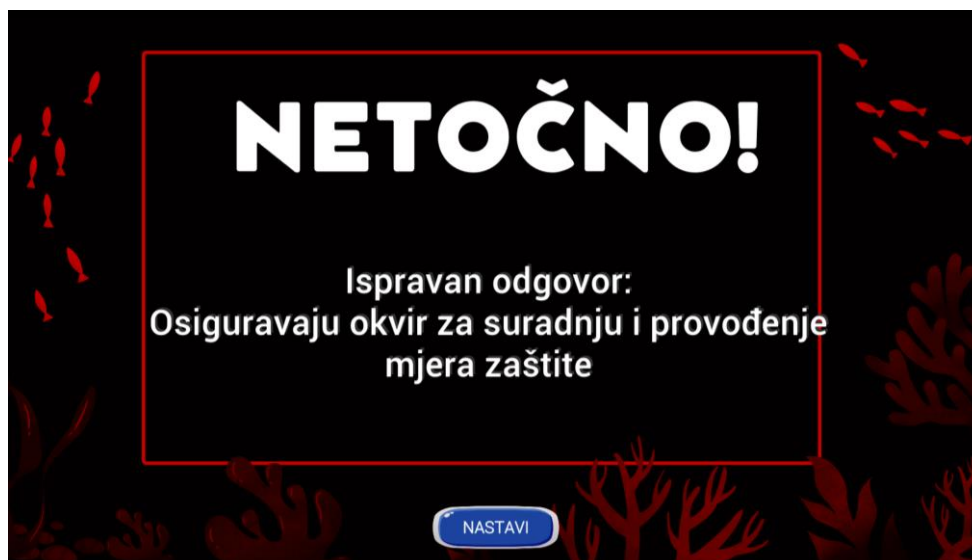
Slika 11 prikazuje izgled pitanja u igri *Ocean znanja*. U gornjem lijevom kutu nalazi se broj dosad prikupljenih bodova. S desne strane vidljiv je

brojač isteka vremena i gumb za reprodukciju zvuka pitanja. Klikom na određeni odgovor i gumb *Nastavi*, igrač nastavlja dalje.



Slika 11 Pitanje iz igre Ocean znanja

Slika 12 prikazuje zaslon koji se pojavi ukoliko igrač odgovori netočno. Klikom na gumb *Nastavi* igraču se prikazuje sljedeće pitanje.



Slika 12 Netočan odgovor u igri Ocean znanja

Slika 13 prikazuje zaslon koji se pojavi ukoliko igrač odgovori točno. Nakon par sekundi igrač automatski prelazi na sljedeće pitanje.



Slika 13 Točan odgovor u igri Ocean znanja

Slika 14 predstavlja zaslon koji se pojavi kada igrač odgovori na svih dvadeset pitanja. Igraču se prikaže broj bodova te rekordni broj bodova. Igrač može odmah igrati ponovno ili se vratiti na početni zaslon klikom na pripadajući gumb.



Slika 14 Rezultat igre Ocean znanja

7.3. Zelena ozbiljna igra Val čistoće

Val čistoće je edukativna akcijska igra koja kombinira upravljanje brodom i skupljanje otpada s ciljem podizanja svijesti o očuvanju oceana. U ovoj igri igrači skupljaju otpad kako bi očistili ocean, dok se istovremeno educiraju o ekološkim problemima. Igra je razvijena u sustavu za razvoj igara *Unity* verzije 2022.3.27f1. *Val čistoće* koristi već spomenute *Unity* elemente u prijašnjem poglavlju kao što su *Canvas*, *Panel*, *Camera*, *Button*, *PlayerPrefs* i *Scene*. Neke od novih komponenti u igri *Val čistoće* su *Collider* i *Rigidbody*. *Collider* je komponenta u *Unity*-u koja omogućuje detekciju kolizija između objekata u igri. Ona definira oblik objekta za potrebe fizičkih interakcija, omogućujući reakcije na sudare poput prikupljanja predmeta ili detekcije kontakta s drugim objektima. U igri *Val čistoće*, *Collider* se koristi za prepoznavanje kada brod dođe u kontakt s otpadom, aktivirajući događaje poput prikupljanja otpada i prikazivanja edukativnih informacija igraču. *Val čistoće*, za razliku od *Oceana znanja*, ne koristi *Built-in pipeline*, već *HDRP* (engl. High Definition Render Pipeline) kako bi se omogućilo korištenje naprednih vizualnih efekata i objekta *Ocean*. *HDRP* je napredni rendering sustav koji omogućava stvaranje visoko kvalitetnih vizualnih efekata, realističnih svjetlosnih efekata i materijala. Korištenjem *HDRP*-a u igri *Val čistoće* omogućeno je stvaranje izuzetno realističnog okruženja, što uključuje prirodnu simulaciju oceana, refleksije na vodi, te detaljne i dinamične svjetlosne efekte. Ovo poboljšava vizualni dojam igre i čini iskustvo igranja uvjerljivijim za igrače.

Komponenta *Rigidbody* omogućava objektima da sudjeluju u fizikalnoj simulaciji. Dodavanje *Rigidbody* komponente objektu omogućuje primjenu sila i momenta, te objekti postaju podložni gravitaciji i sudarima. Ona kontrolira kretanje objekata putem fizikalnih zakona, omogućavajući realistične simulacije poput padanja, sudaranja i klizanja. Parametri poput mase, otpora zraka i gravitacije mogu se prilagoditi kako bi se postiglo željeno ponašanje objekta u igri, kao što je u slučaju *Vala čistoće* bilo plutanje objekata na površini oceana.

Val čistoće koristi jednake postavke kao i igra *Ocean znanja*, uključujući odabir dobne kategorije i podešavanje glasnoće zvuka. Takve postavke su detaljnije opisane u poglavlju 7.2.

Sljedeći isječak koda, *TrashCounter* klasa, prati broj prikupljenih komada otpada. Kada se pronađe komad otpada, ažurira se brojilo i provjerava se je li sav otpad prikupljen. Nakon svakog prikupljenog komada otpada, prikaže se zaslon sa pripadajućim edukativnim sadržajem. Ako je sav otpad prikupljen, prikazuje se zaslon pobjede.

```
public class TrashCounter : MonoBehaviour
{
    public TMP_Text counterText;
    public GameObject victoryCanvas;
    public ModalManager modalManager;
    private int totalTrash = 20;
    private int foundTrash = 0;
    private bool allTrashFound = false;
    private string finalMessage;
    private Sprite finalImage;
    private AudioClip finalAudioClip

    private void Start()
    {
        UpdateCounterText();
        victoryCanvas.SetActive(false);
    }

    public void TrashFound(string message, Sprite image, AudioClip audioClip)
    {
        foundTrash++;
        UpdateCounterText();

        if (foundTrash >= totalTrash)
        {
            allTrashFound = true;
            finalMessage = message;
            finalImage = image;
            finalAudioClip = audioClip;
            StartCoroutine(ShowVictorySequence(finalMessage, finalImage,
finalAudioClip));
        }
        else
        {
            modalManager.ShowModal(message, image, audioClip, null);
        }
    }

    private void UpdateCounterText()
    {
        counterText.text = $"Pronađeno: {foundTrash}/{totalTrash}";
    }

    private IEnumerator ShowVictorySequence(string message, Sprite image, AudioClip
audioClip)
    {
        modalManager.ShowModal(message, image, audioClip, () =>
        {
            victoryCanvas.SetActive(true);
        });
    }

    yield return null;
}
```

```
}
```

Sljedeći isječak koda predstavlja *Destroyobject* klasu koja koristi *Collider* za detekciju sudara između broda i otpada. Kada se detektira sudar, otpad se uništava, prikazuje se modal s informacijama, i ažurira se brojač prikupljenog otpada.

```
public class Destroyobject : MonoBehaviour
{
    public ModalManager modalManager;
    public TrashCounter trashCounter;
    public string destroyMessage;
    public Sprite trashImage;
    public AudioClip trashAudioClip;

    private void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        if (CompareTag("Trash") && other.CompareTag("Player"))
        {
            Destroy(gameObject);
            modalManager.ShowModal(destroyMessage, trashImage, trashAudioClip, null);
            trashCounter.TrashFound(destroyMessage, trashImage, trashAudioClip);
        }
    }
}
```

Sljedeći isječak koda predstavlja *C#* klasu *Floater* koja simulira plovnost objekata na površini oceana. Klasa koristi komponentu *Rigidbody* za upravljanje fizikom objekta. Parametri *depthBefSub*, *displacementAmt*, *floaters*, *waterDrag*, i *waterAngularDrag* određuju ponašanje plovnosti. U metodi *FixedUpdate*, gravitacija se primjenjuje na objekt, a zatim se pomoću *WaterSearchParameters* traži visina površine vode. Ako je objekt ispod te visine, računa se pomak i primjenjuje se sila da objekt pluta. Dodatne sile i momenti se primjenjuju kako bi se simuliralo otpor vode, stabilizirajući objekt na površini vode. To omogućava realistično ponašanje objekata na površini oceana u igri.

```
public class Floater : MonoBehaviour
{
    public Rigidbody rb;
    public float depthBefSub;
    public float displacementAmt;
    public int floaters;

    public float waterDrag;
    public float waterAngularDrag;
    public WaterSurface water;
    WaterSearchParameters Search;
    WaterSearchResult SearchResult;

    private void FixedUpdate()
    {
        rb.AddForceAtPosition(Physics.gravity / floaters, transform.position,
        ForceMode.Acceleration);

        Search.startPosition = transform.position;
    }
}
```

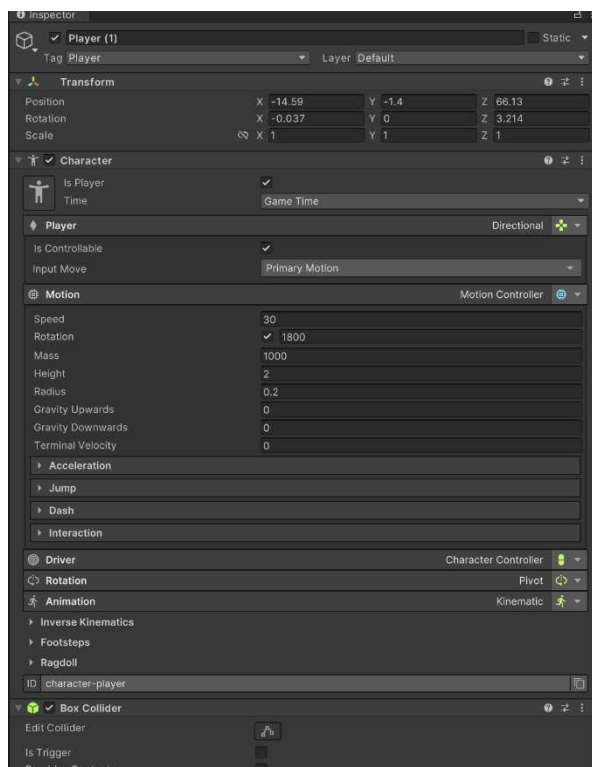
```

water.FindWaterSurfaceHeight(Search, out SearchResult);

if (transform.position.y < SearchResult.height)
{
    float displacementMulti = Mathf.Clamp01(SearchResult.height -
transform.position.y / depthBefSub) * displacementAmt;
    rb.AddForceAtPosition(new Vector3(0f, Mathf.Abs(Physics.gravity.y) *
displacementMulti, 0f), transform.position, ForceMode.Acceleration);
    rb.AddForce(displacementMulti * -rb.velocity * waterDrag *
Time.fixedDeltaTime, ForceMode.VelocityChange);
    rb.AddTorque(displacementMulti * -rb.angularVelocity * waterAngularDrag *
Time.fixedDeltaTime, ForceMode.VelocityChange);
}
}
}

```

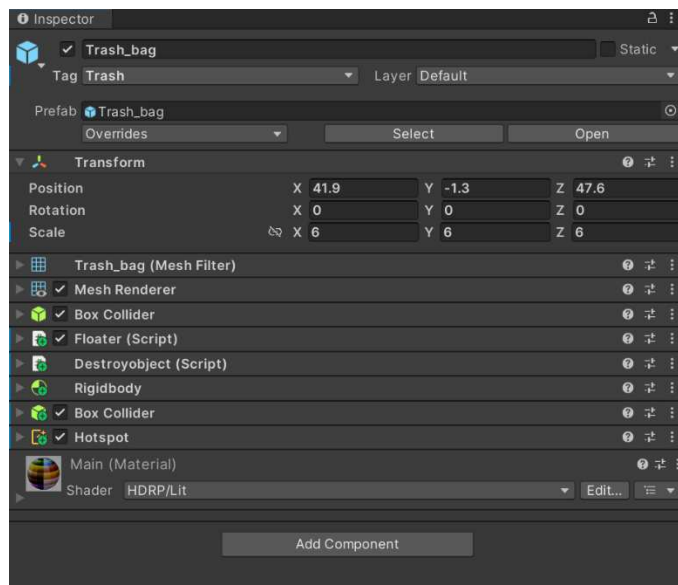
Od navedenih *Unity* dodataka spomenutih u poglavlju 7.1, u igri *Val čistoće* bili su korišteni *Game Creator 2* i *Low poly tropical city*. Dodatak *Game Creator 2* koristi se za upravljanje svojstava igrača (engl. *Player*), što je u ovom slučaju brod. Slika 15 prikazuje svojstva igrača dodatka *Game Creator 2* koja su se prilagodila potrebama igre, kao npr. brzina i akceleracija.



Slika 15 Svojstva igrača dodatka *Game Creator 2*

Slika 16 prikazuje jedan od objekata otpada za skupljanje te koje sve komponente u *Unity*-ju sadrži. Od onih koje već nisu spomenute, zanimljiva je komponenta dodatka *Game Creator 2* naziva *Hotspot*. *Hotspot* omogućava

dodavanje određenog obilježja objektu, kako bi bio uočljiviji igraču. U slučaju igre *Val čistoće* komponenta *Hotspot* se koristi za dodavanje znaka trokuta s uskličnikom iznad objekta otpada, kada mu se igrač dovoljno približi.



Slika 16 Objekt otpada u igri *Val čistoće*

Val čistoće koristi dodatak *Low poly tropical city* za korištenje gotovih objekata okoliša i brodova.

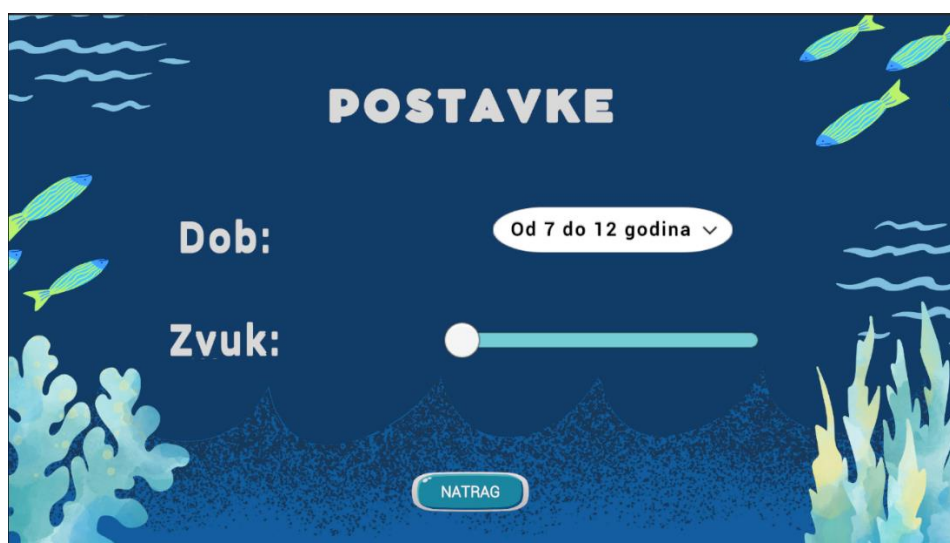
Rezultati implementacije igre *Val čistoće* prikazani su slikama u nastavku.

Slika 17 prikazuje početni izbornik u igri *Val čistoće*. Na početnom izborniku, igrač može započeti ili završiti igru te otvoriti postavke ili dodatne informacije klikom na gumb upitnika.



Slika 17 Početni izbornik igre *Val čistoće*

Slika 18 prikazuje postavke igre *Val čistoće*. Igrači mogu u padajućem izborniku izabrati dobnu kategoriju te pomoću „slidera“ namjestiti glasnoću zvuka.



Slika 18 Postavke igre *Val čistoće*

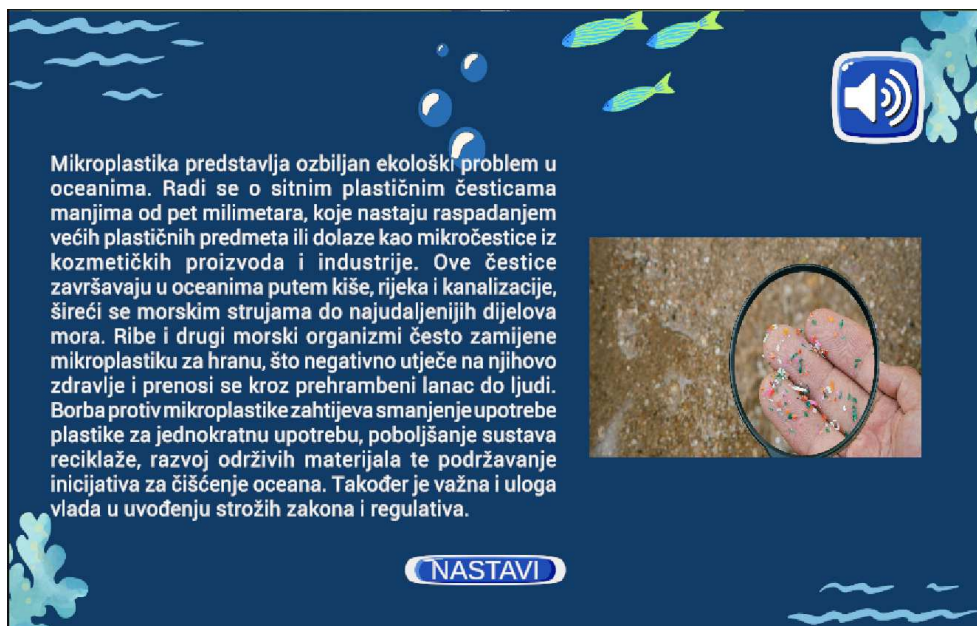
Slika 19 predstavlja brod kojim je potrebno upravljati u igri. Kada se brod približi komadu otpada koji treba pokupiti, iznad njega se pojavi znak trokuta s uskličnikom. U gornjem lijevom kutu prikazan je broj do sada pronađenih

komada otpada, a u gornjem desnom kutu nalazi se gumb koji može poslužiti za povratak u glavni izbornik.



Slika 19 Scena iz igre *Val čistoće*

Slika 20 predstavlja primjer edukativnog sadržaja koji se pojavi kada igrač pokupi komad otpada. Igrač može poslušati naraciju teksta klikom na pripadajući gumb, a kako bi nastavio dalje sa igrom treba kliknuti gumb *Nastavi*.



Slika 20 Edukativni sadržaj igre *Val čistoće*

Slika 21 predstavlja izbornik koji je moguće otvoriti klikom na gumb u gornjem desnom kutu igre. Klikom na *Da* igrač se vraća na početni izbornik, a klikom na *Ne* nastavlja igru.



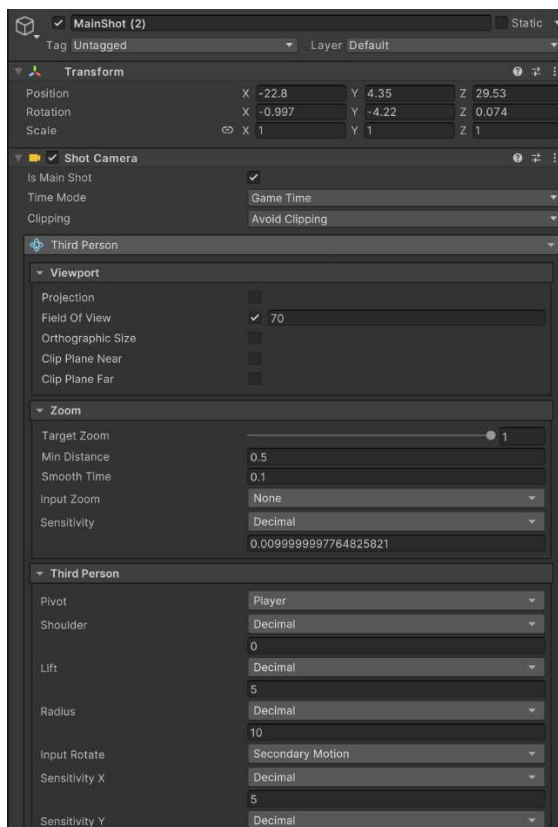
Slika 21 Izbornik za povratak na početni zaslon u igri *Val čistoće*

7.4. Zelena ozbiljna igra Plima očuvanja

Zelena ozbiljna igra *Plima očuvanja* je edukativna avanturistička igra koja ima za cilj povećati svijest igrača o očuvanju oceana kroz interaktivno istraživanje, razgovore s likovima i rješavanje ekoloških problema. Igrači preuzimaju ulogu Maxa, lika koji pomaže morskim životinjama u nevolji. Kroz različite zadatke i interakcije, igrači uče o problemima onečišćenja, globalnog zatopljenja i utjecaja ljudi na morski ekosustav. Igra je razvijena u sustavu za razvoj igara *Unity* verzije 2022.3.17f1. *Val čistoće* koristi već spomenute *Unity* elemente u prijašnjim poglavljima kao što su *Canvas*, *Panel*, *Camera*, *Button*, *PlayerPrefs*, *Scene* i *Collider* te kao i igra *Ocean znanja* koristi *Built-in rendering pipeline*.

Plima očuvanja koristi jednake postavke kao i igre *Ocean znanja* i *Val čistoće*, uključujući odabir dobne kategorije i podešavanje glasnoće zvuka. Takve postavke su detaljnije opisane u poglavlju 7.2. Također, *Plima očuvanja* koristi iste skripte za prikupljanje otpada kao i igra *Val čistoće*, što je detaljnije opisano u poglavlju 7.3.

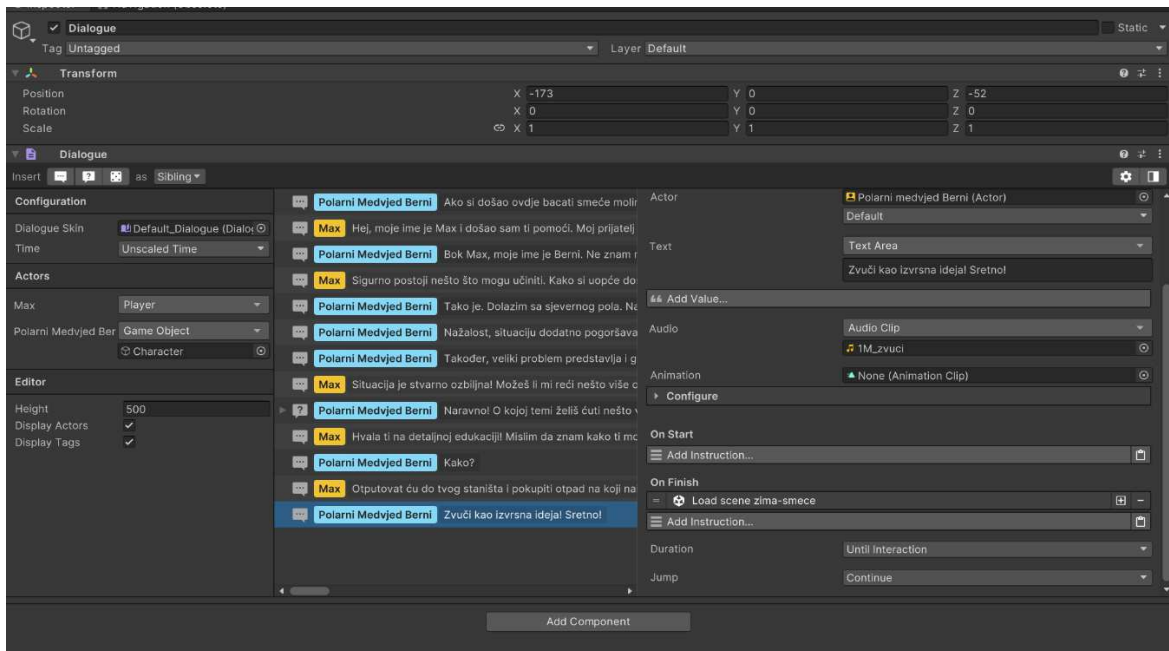
Od navedenih *Unity* dodataka spomenutih u poglavlju 7.1, u igri *Plima očuvanja* korišteni su svi navedeni. Dodatak *Game Creator 2* koristi se za upravljanje svojstava igrača (engl. *Player*), što je u ovom slučaju lik čovjeka. Kao i kod igre *Val čistoće*, trebala su se podesiti svojstva igrača poput brzine, akceleracije, visine skokova itd. Isto tako koristi se i komponenta *Hotspot*, kao i u igri *Val čistoće*, za obilježavanje otpada te obilježavanje mogućnosti vođenja dijaloga s likovima. Također, korištena je i komponenta *Game Creator 2* naziva *Shot Camera*, koja omogućuje odabir perspektive igranja, što je u ovom slučaju bila *Third Person*. To znači da kamera cijelo vrijeme prati kretanje glavnog lika te igrač micanjem miša može rotirati kameru oko glavnog lika. Namještanjem svojstva *Field Of View*, upravlja se veličinom vidljivog prostora oko igrača kao što prikazuje Slika 22.



Slika 22 Shot Camera komponenta dodatka Game Creator 2

Za implementaciju dijaloga u igri *Plima očuvanja* koristi se dodatak *Dialogue 2*, koji omogućuje kreiranje složenih i interaktivnih dijaloga između igrača i likova u igri. Proces započinje stvaranjem sustava dijaloga unutar korisničkog sučelja, gdje je potrebno kreirati novi objekt tipa *Dialogue*. Takvo sučelje objekta *Dialogue* prikazano je na Slika 25. Unutar *Dialogue* objekta definiraju se različiti čvorovi dijaloga koji predstavljaju linije dijaloga za likove. Svaki čvor uređen je tako da sadrži specifičan tekst, lik kojem pripada, snimljenu naraciju dijaloga itd. Također, neki čvorovi su postavljeni kao okidači za učitavanje novih scena. Npr., nakon što glavni lik završi razgovor s polarnim medvjedom u polarnom staništu, učitava se scena u kojoj je glavni lik ponovno na plaži. Konfiguriranje grananja dijaloga unutar korisničkog sučelja također je vrlo jednostavno. Ako je kreiran čvor tipa *Choice*, na temelju igračeva izbora dijalog se može preusmjeriti na odgovarajući čvor tipa *Text*. To se postiže dodavanjem čvora tipa *Text* opcijom *Insert as Child* umjesto opcijom *Insert as Sibling*. Na taj se način stvara nova grana dijaloga koja se može dalje granati na isti način, omogućujući složene i interaktivne dijaloške

strukture. Ovakav sustav za kreiranje dijaloga omogućava igračima duboko uranjanje u narativ igre, pružajući im mogućnost donošenja odluka koje utječu na tijek razgovora i razvoj priče, čime se povećava angažiranost i svijest o ekološkim problemima koje igra *Plima čistoće* obrađuje. Slika 23 prikazuje korisničko sučelje za uređivanje objekta *Dialogue* na opisani način.



Slika 23 Dijalog dodatka Dialogue 2

Plima očuvanja, kao i *Val čistoće*, koristi dodatak *Low poly tropical city* za korištenje gotovih objekata okoliša i brodova. Dodaci *Low poly animated people* i *Low poly animated animals* koriste se za ljudske i životinjske likove.

Rezultati implementacije igre *Plima očuvanja* prikazani su slikama u nastavku.

Slika 24 prikazuje početni izbornik u igri *Plima očuvanja*. Na početnom izborniku, igrač može započeti ili završiti igru te otvoriti postavke ili dodatne informacije klikom na gumb upitnika.



Slika 24 Početni izbornik igre *Plima očuvanja*

Slika 25 prikazuje upute igranja. Ako igrač želi čuti tekst uputa naglas, može kliknuti pripadajući gumb.



Slika 25 Upute igre *Plima očuvanja*

Slika 26 prikazuje postavke igre *Plima očuvanja*. Igrači mogu u padajućem izborniku izabrati dobnu kategoriju te pomoću „slidera“ namjestiti glasnoću zvuka.



Slika 26 Postavke igre Plima očuvanja

Slika 27 prikazuje početnu scenu igre u kojoj igrač klikom na tipku *E* priča s moržem Olijem koji mu se žali na probleme zagađenja oceana i plaže te ga šalje u potragu za polarnim medvjedom Bernijem.



Slika 27 Početna scena u igri *Plima očuvanja*

Kada glavni lik Max pronade polarnog medvjeda Bernija, on ga moli za pomoć i objašnjava mu razne ekološke teme poput globalnog zatopljenja, naftnih mrlja i zagađenja uzrokovanog morskim prometom (Slika 28 i Slika 29).



Slika 28 Razgovor glavnog lika i polarnog medvjeda u igri *Plima očuvanja*



Slika 29 Izbor u dijalogu glavnog lika i polarnog medvjeda u igri *Plima očuvanja*

Igrač treba skupiti deset komada otpada u polarnom staništu medvjeda (Slika 30). Kada to uspješno napravi, glavni lik ponovno priča s polarnim medvjedom te se nakon toga preusmjeruje u sljedeću scenu (Slika 31).



Slika 30 Skupljanje otpada u igri *Plima očuvanja*



Slika 31 Drugi dijalog glavnog lika i polarnog medvjeda u igri *Plima očuvanja*

Igrač ponovno vodi dijalog s moržem Olijem, koji mu ovoga puta daje upute za pomoć kornjači Nani (Slika 32). Nakon što igrač pronade kornjaču, ona ga moli za pomoć i šalje na svoju plažu koju zagađuju ljudi (Slika 33). Kada igrač pronade plažu, susreće čovjeka Luku kojega kroz dijalog mora educirati o raznim temama poput mikroplastike, antropogenog šuma, utjecaja zagađenja na ljudsko zdravlje, bacanja otpada u oceane itd. Igrač može birati između tri pristupa, emocionalnog, informativnog i negativnog (Slika 34). Ovisno o odabirima, dijalog se mijenja. Kada igrač uspješno završi dijalog s Lukom, nađe se na čistoj plaži gdje ponovno priča s kornjačom Nanom koja mu se zahvali (Slika 35).



Slika 32 Drugi dijalog glavnog lika i morža u igri *Plima očuvanja*



Slika 33 Dijalog glavnog lika i kornjače u igri *Plima očuvanja*



Slika 34 Dijalog glavnog lika i čovjeka na plaži u igri *Plima očuvanja*



Slika 35 Prikaz očišćene plaže u igri *Plima očuvanja*

Slika 36 prikazuje posljednji razgovor glavnog lika i morža nakon kojeg se igrač vraća na glavni izbornik.



Slika 36 Posljednji dijalog glavnog lika i morža u igri *Plima očuvanja*

Sve tri igre, *Ocean znanja*, *Val čistoće* i *Plima očuvanja*, koriste različite pristupe u implementaciji kako bi postigle svoj edukativni cilj i povećale svijest o očuvanju oceana. *Ocean znanja* koristi jednostavniju implementaciju s fokusom na kviz, gdje su pitanja i odgovori upravljani putem serijaliziranih varijabli i prilagođenog uređivača u Unity-u. Upotrebljava *Canvas* za prikaz korisničkog sučelja i *Built-in Render Pipeline* za renderiranje. *Val čistoće* koristi napredniju implementaciju koristeći *HDRP (High Definition Render Pipeline)* za stvaranje vizualno privlačnog okruženja. Kombinira upravljanje brodom i skupljanje otpada s edukacijom kroz interakcije s objektima u igri. *Collider* komponenta omogućuje detekciju kolizija, a *Rigidbody* upravlja fizikalnim svojstvima objekata. *Game Creator 2* dodatak se koristi za upravljanje svojstvima igrača i objekata, omogućujući brzu i jednostavnu izradu složenih mehanika. *Plima očuvanja* integrira sustav dijaloga pomoću *Dialogue 2* dodatka, omogućujući složene interaktivne dijaloge između igrača i likova. Također koristi *Game Creator 2* za upravljanje likovima i okolinom, s dodatkom *Shot Camera* za dinamičnu kontrolu perspektive igre. Sve tri igre koriste *PlayerPrefs* za spremanje postavki poput glasnoće i odabrane dobne kategorije, osiguravajući dosljedno korisničko iskustvo. Iako svaka igra ima jedinstveni pristup i mehanike, zajednički elementi poput korištenja *Unity* komponenata i dodataka omogućuju im da učinkovito educiraju igrače o važnosti očuvanja oceana.

8. Evaluacija i analiza

Evaluacija svih triju igara (*Ocean znanja*, *Val čistoće*, *Plima očuvanja*) provedena je korištenjem upitnika spomenutog u poglavlju 5 nad 15 ispitanika različitih dobnih skupina. Od 15 ispitanika, 80% imalo je između 22 i 25 godina, 13.3% imalo je preko 50 godina, a 6.7% imalo je ispod 18 godina. Ispitanici su na dio pitanja odgovarali prije igranja, a na ostatak nakon igranja sve tri varijante zelene ozbiljne igre. Pitanja su bila podijeljena u 3 kategorije: evaluacija ekološkog učinka prije i poslije igranja, evaluacija načela univerzalnog dizajna i evaluacija iskustva igranja igre.

Dodatak 2: Rezultati evaluacije zelenih ozbiljnih igara na temu očuvanja oceana prikazuje rezultate evaluacije navedenog upitnika za sve tri varijante zelene ozbiljne igre u obliku grafova, a u nastavku slijedi opis rezultata upitnika.

1. Pitanja o ekološkom učinku:

- Očuvanje oceana kao ozbiljan društveni problem (Slika 48, Slika 49):
Prije igranja, 53.3% ispitanika ocijenilo je očuvanje oceana kao izuzetno ozbiljan problem (ocjena 5), dok je 46.7% ocijenilo kao vrlo ozbiljan problem (ocjena 4).
Nakon igranja, 100% ispitanika ocijenilo je očuvanje oceana kao izuzetno ozbiljan problem.
- Zainteresiranost za učenje o onečišćenju oceana (Slika 50, Slika 51):
Prije igranja, 40% ispitanika bilo je vrlo zainteresirano (ocjena 4), 46.7% jako zainteresirano (ocjena 5), dok je 13.3% bilo slabije zainteresirano (ocjena 3).
Nakon igranja, 93.3% ispitanika bilo je jako zainteresirano, a 6.7% vrlo zainteresirano.
- Vjerojatnost poduzimanja akcija za smanjenje onečišćenja (Slika 52, Slika 53):
Prije igranja, 26.7% ispitanika ocijenilo je vjerojatnost jako visokom (ocjena 5), 46.7% visokom (ocjena 4), a 26.7% umjerenom (ocjena 3).

Nakon igranja, 93.3% ispitanika ocijenilo je vjerojatnost jako visokim, a 6.7% visokom.

- Razmišljanje o utjecaju svakodnevnih aktivnosti na ocean (Slika 54, Slika 55):

Prije igranja, 20% ispitanika rijetko je razmišljalo o utjecaju svojih aktivnosti (ocjena 2), 33.3% povremeno (ocjena 3), a 46.7% često (ocjena 4).

Nakon igranja, 93.3% ispitanika vrlo često je razmišljalo o tome, a 6.7% je često razmišljalo o tome.

- Spremnost na promjenu svakodnevnih navika (Slika 56, Slika 57):

Prije igranja, 20% ispitanika bilo je jako spremno (ocjena 5), 66.7% vrlo spremno (ocjena 4), a 13.3% umjereno spremno (ocjena 3) promijeniti svoje svakodnevne navike.

Nakon igranja, 93.3% ispitanika bilo je vrlo spremno, 6.7% bilo je spremno promijeniti svoje svakodnevne navike.

- Spremnost za edukaciju prijatelja i obitelji (Slika 58, Slika 59):

Prije igranja, 13.3% ispitanika bilo je jako spremno (ocjena 5), 33.3% vrlo spremno (ocjena 4), 33.3% umjereno spremno (ocjena 3), a 20% slabo spremno educirati svoje prijatelje i obitelj.

Nakon igranja, 86.7% ispitanika bilo je vrlo spremno, 6.7% spremno, a 6.7% umjereno spremno educirati svoje prijatelje i obitelj.

- Motivacija za sudjelovanje u ekološkim inicijativama (Slika 60, Slika 61):

Prije igranja, 6.7% ispitanika bilo je jako motivirano (ocjena 5), 6.7% ispitanika vrlo spremno (ocjena 4), 60% umjereno motivirano (ocjena 3), 20% slabo motivirano (ocjena 2), a 6.7% nikako motivirano (ocjena 1) za sudjelovanje u ekološkim inicijativama.

Nakon igranja, 53.3% ispitanika bilo je jako motivirano, 40% vrlo motivirano, a 6.7% umjereno motivirano za sudjelovanje u ekološkim inicijativama.

2. Evaluacija Načela Univerzalnog Dizajna (UDL)

- Razumijevanje uputa bez vizualnih elemenata (Slika 62, Slika 63, Slika 64):
Za igru *Ocean znanja* 93.3% ispitanika ocijenilo je razumijevanje uputa izrazito visokom ocjenom (5), dok je 6.7% ocijenilo vrlo visokom ocjenom (4). Za igru *Val čistoće* rezultati su bili jednaki, a za igru *Plima očuvanja* 80% ispitanika ocijenilo je razumijevanje uputa izrazito visokom ocjenom (5), dok je 20% ocijenilo vrlo visokom ocjenom (4).
- Težina igre i sposobnosti (Slika 65, Slika 66, Slika 67):
Za igru *Ocean znanja* 93.3% ispitanika osjetilo je da težina igre izrazito odgovara njihovim sposobnostima (ocjena 5), a 6.7% ispitanika osjetilo je da vrlo odgovara. Jednaki rezultati bili su za igre *Val čistoće* i *Plima očuvanje*.
- Brzo shvaćanje načina upravljanja (Slika 68, Slika 69, Slika 70):
Za igru *Ocean znanja* 93.3% ispitanika ocijenilo je brzo shvaćanje upravljanja izrazito visokom ocjenom (5), a 6.7% vrlo visokom ocjenom (ocjena 4). Isti rezultat bio je i za igru *Val čistoće*. Za igru *Plima očuvanja*, 80% ispitanika ocijenilo je brzo shvaćanje upravljanja izrazito visokom ocjenom (5), a 20% vrlo visokom ocjenom (ocjena 4).
- Čitljivost teksta (Slika 71, Slika 72, Slika 73):
Za igru *Ocean znanja* 100% ispitanika ocijenilo je lakoću čitljivosti teksta izrazito visokom ocjenom (5). Isti rezultat bio je i za igre *Val čistoće* i *Plima očuvanja*.
- Motivacija nakon napravljene greške u igri (Slika 74, Slika 75, Slika 76):
Za igru *Ocean znanja* 73.3% ispitanika ocijenilo je motivaciju nakon napravljene greške u igri kao izrazito veliku (ocjena 5), dok ju je 26.7% ispitanika ocijenilo kao vrlo veliku (ocjena 4). Za igru *Val čistoće* 93.3% ispitanika ocijenilo je motivaciju nakon napravljene greške u igri kao izrazito veliku (ocjena 5), dok ju je 6.7% ispitanika ocijenilo kao vrlo veliku (ocjena 4). Za igru *Plima očuvanja* 100% ispitanika ocijenilo je motivaciju nakon napravljene greške u igri kao izrazito veliku (ocjena 5).

- Opuštenost tijekom igranja (Slika 77, Slika 78, Slika 79):
Za igru *Ocean znanja* 100% ispitanika ocijenilo je opuštenost tijekom igranja izrazito visokom (ocjena 5). Za igre *Val čistoće* i *Plima očuvanja* rezultat je bio isti.
- Prilagođenost načina upravljanja osobnim potrebama (Slika 80, Slika 81, Slika 82):
Za igru *Ocean znanja* 100% ispitanika ocijenilo je prilagođenost upravljanja igre osobnim potrebama izrazito visokom (ocjena 5). Za igre *Val čistoće* i *Plima očuvanja* rezultat je bio isti.

3. Evaluacija Iskustva Igranja (GEQ)

- Potpuno shvaćanje zadataka (Slika 83, Slika 84, Slika 85):
Za igru *Ocean znanja* 100% ispitanika ocijenilo je potpuno shvaćanje zadataka vrlo visokom ocjenom (5). Za igru *Val čistoće* 93.3% ispitanika ocijenilo je potpuno shvaćanje zadataka ocjenom 5, dok je 6.7% ispitanika ocijenilo ocjenom 4. Za igru *Plima očuvanja* 66.7% ispitanika ocijenilo je potpuno shvaćanje zadataka ocjenom 5, dok je 33.3% ispitanika ocijenilo ocjenom 4.
- Gubitak pojma o vremenu zbog potpunog fokusa na igru (Slika 86, Slika 87, Slika 88):
Za igru *Ocean znanja* 33.3% ispitanika je jako često gubilo pojam o vremenu (ocjena 5), 40% je vrlo često gubilo pojam o vremenu (ocjena 4), dok je 26.7% umjereno često gubilo pojam o vremenu. Za igru *Val čistoće* 60% ispitanika je jako često gubilo pojam o vremenu (ocjena 5), 33.3% je vrlo često gubilo pojam o vremenu (ocjena 4), dok je 6.7% umjereno često gubilo pojam o vremenu. Za igru *Plima očuvanja* 66.7% ispitanika je jako često gubilo pojam o vremenu (ocjena 5), 26.7% je vrlo često gubilo pojam o vremenu (ocjena 4), dok je 6.7% umjereno često gubilo pojam o vremenu.
- Osjećaj izuzetne sreće ili zadovoljstva nakon postizanja cilja ili rješavanja problema u igri (Slika 89, Slika 90, Slika 91):

Za igru *Ocean znanja* 46.7% ispitanika jako često je osjećalo izuzetnu sreću ili zadovoljstvo (ocjena 5), dok je 46.7% vrlo često osjećalo zadovoljstvo (ocjena 4), a 6.7% je umjereno često osjećalo zadovoljstvo (ocjena 3). Za igru *Val čistoće* 86.7% ispitanika jako često je osjećalo izuzetnu sreću ili zadovoljstvo (ocjena 5), dok je 6.7% vrlo često osjećalo zadovoljstvo (ocjena 4), a 6.7% je umjereno često osjećalo zadovoljstvo (ocjena 3). Za igru *Plima očuvanja* 93.3% ispitanika jako često je osjećalo izuzetnu sreću ili zadovoljstvo (ocjena 5), a 6.7% je umjereno često osjećalo zadovoljstvo (ocjena 3).

- Osjećaj frustracije ili razočaranja tijekom igre, ali s željom za nastavak igranja (Slika 92, Slika 93, Slika 94):

Za igru *Ocean znanja* 20% ispitanika jako često je osjećalo frustraciju ili razočaranje (ocjena 5), 60% je vrlo često osjećalo frustraciju (ocjena 4), 13.3% je umjereno osjećalo frustraciju, a 6.7% je gotovo nikad osjećalo frustraciju. Za igru *Val čistoće* 40% ispitanika jako često je osjećalo frustraciju ili razočaranje (ocjena 5), 46.7% je vrlo često osjećalo frustraciju (ocjena 4), a 13.3% je umjereno osjećalo frustraciju. Za igru *Plima očuvanja* 33.3% ispitanika jako često je osjećalo frustraciju ili razočaranje (ocjena 5), 46.7% je vrlo često osjećalo frustraciju (ocjena 4), a 20% je umjereno osjećalo frustraciju.

- Osjećaj napetosti zbog preokreta ili izazova u igri (Slika 95, Slika 96, Slika 97):

Za igru *Ocean znanja* 20% ispitanika jako je često osjećalo napetost (ocjena 5), 46.7% je vrlo često osjećalo napetost (ocjena 4), 20% je povremeno osjećalo napetost (ocjena 3), dok 13.3% gotovo nije osjećalo napetost. Za igru *Val čistoće* 66.7% ispitanika jako je često osjećalo napetost (ocjena 5), 6.7% je vrlo često osjećalo napetost (ocjena 4), 20% je povremeno osjećalo napetost (ocjena 3), dok 6.7% gotovo nije osjećalo napetost. Za igru *Plima očuvanja* 80% ispitanika jako je često osjećalo napetost (ocjena 5), 6.7% je vrlo često osjećalo napetost (ocjena 4), a 13.3% je povremeno osjećalo napetost (ocjena 3).

- Zadovoljstvo rješavanja teško rješivog problema (Slika 98, Slika 99, Slika 100):

Za igru *Ocean znanja* 60% ispitanika jako često je nalazilo teške zadatke zadovoljavajućim (ocjena 5), 33.3% vrlo često osjećalo zadovoljstvo (ocjena 4), a 6.7% je povremeno osjećalo zadovoljstvo (ocjena 3). Za igru *Val čistoće* 86.7% ispitanika jako često je nalazilo teške zadatke zadovoljavajućim (ocjena 5), a 13.3% vrlo često osjećalo zadovoljstvo (ocjena 4). Isti rezultat bio je i za igru *Plima očuvanja*.

Na temelju evaluacije, svaka od tri igre (*Ocean znanja*, *Val čistoće*, *Plima očuvanja*) pokazala je svoje specifične snage u različitim područjima. Igra *Ocean znanja* se pokazala najefikasnijom u pružanju jasnih uputa i razumijevanju težine igre. Igrači su izrazili najveće zadovoljstvo u kategoriji brzo shvaćanja načina upravljanja i lakoće čitanja teksta. Igra *Ocean znanja* je također dobila visoke ocjene za prilagođenost načina upravljanja osobnim potrebama igrača. Igra *Val čistoće* je bila najuspješnija u održavanju motivacije igrača nakon napravljenih grešaka i pružanju osjećaja opuštenosti tijekom igranja. Dinamičan tijek igre i vizualni efekti omogućili su igračima da se osjećaju „uronjenima“ u svijet igre, što je rezultiralo visokom razinom angažiranosti. Kroz praktične zadatke skupljanja otpada, igrači su razvili konkretne ideje za doprinos očuvanju okoliša. *Plima očuvanja* je bila najbolja u stvaranju emocionalne povezanosti s ekološkim problemima i održavanju dugoročne motivacije igrača. Kroz interaktivne zadatke i dijaloge s likovima, igrači su razvili dublje razumijevanje i osjećaj odgovornosti za očuvanje oceana. *Plima očuvanja* je također postigla najvišu ocjenu u kategoriji zadovoljstva nakon postizanja ciljeva i rješavanja problema.

Sve tri igre uspješno su doprinijele povećanju ekološke svijesti i motivacije među igračima, svaka na svoj jedinstven način. *Ocean znanja* se istaknula u edukaciji i jasnom prenošenju informacija, *Val čistoće* u održavanju motivacije i opuštenosti tijekom igre, a *Plima očuvanja* u emocionalnom angažmanu i dugoročnoj motivaciji. Kombiniranjem elemenata svih triju igara,

mogao bi se stvoriti sveobuhvatan i efektivan edukativni alat za očuvanje oceana.

9. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu istražen je ozbiljan ekološki problem onečišćenja oceana zajedno s različitim pristupima edukaciji i podizanju svijesti koristeći zelene ozbiljne igre. *Ocean znanja*, *Val čistoće* i *Plima očuvanja* tri su varijante igara koje su dizajnirane i implementirane kako bi educirale igrače o važnosti očuvanja oceana i potaknule ih na aktivno sudjelovanje u zaštiti morskih ekosustava. *Ocean znanja*, kviz igra, usmjerena je na pružanje informacija kroz seriju pitanja, dok *Val čistoće* kombinira upravljanje brodom i skupljanje otpada s edukativnim elementima. *Plima očuvanja*, avanturistička igra, uključuje interaktivne dijaloge s likovima i zadatke koji promiču razumijevanje ekoloških problema. Evaluacija igara provedena je nad 15 ispitanika, a rezultati su pokazali da su sve tri igre uspješno povećale svijest i motivaciju igrača za očuvanje oceana. *Ocean znanja* pokazala se najučinkovitijom u jasnoći uputa i prilagođenosti načina upravljanja. *Val čistoće* je istaknula motivaciju i opuštenost tijekom igranja, dok je *Plima očuvanja* najuspješnije stvorila emocionalnu povezanost s ekološkim problemima. Kombinacija elemenata svih triju igara može stvoriti sveobuhvatan edukativni alat koji ne samo da informira, već i motivira igrače na konkretne akcije za očuvanje oceana. Implementacija i evaluacija ovih igara u *Unity*-u pokazala je kako ozbiljne igre mogu biti moćan alat za obrazovanje i podizanje svijesti o ekološkim pitanjima. Ovaj rad naglašava važnost kreativnih i interaktivnih rješenja u edukaciji o okolišu i potiče daljnje istraživanje i razvoj u području ozbiljnih igara s zelenom tematikom.

10. Literatura

- [1] M. R. Abbing Plastic Soup: An Atlas of Ocean Pollution, 2019.
- [2] B. Brannon Discover Ocean Pollution, 2005.
- [3] C. Sindermann, Ocean Pollution : Effects on Living Resources and Humans, 1995.
- [4] A. Arias, S. Bottle, Coastal and deep ocean pollution, 2020.
- [5] R. Clark Marine pollution, Oxford University Press, 2001.
- [6] R. Dörner, Serious games: foundations, 2016.
- [7] »Play2Green« Poveznica: <https://sociallab.fer.hr/play2green> [Pristupljeno 25. lipnja 2024.]
- [8] A. Merino-Cajaraville, S. Reyes-de-Cózar, P. Navazo-Ostúa SCHEMA: A Process for the Creation and Evaluation of Serious, 2023.
- [9] R. Jappur, F. Forcellini, F. Spanhol, Modelo conceitual para jogos educativos digitais, 2014.
- [10] S. Reyes-de-Cózar, M. Pérez-EscolarP. Navazo-Ostúa »Digital Competencies for New Journalistic Work in Media Outlets: A Systematic Review«
- [11] D. Djaouti »DICE: A Generic Model for the Design Process of Serious Games,« 2020.
- [12] F. Breien, B. Wasson » ELuna: A Co-Design Framework for Narrative Digital Game-Based Learning That Support STEAM« 2022.
- [13] E. Amengual Alcover, A. Jaume-i-Capó, B. Moyà-Alcover »PRO-Game: A process framework for serious game development for motor rehabilitation therapy« 2018.
- [14] R. Lui, C. Au »Establishing an educational game development model: From the experience of teaching search engine optimization,« stranice: 52-73, 2018.
- [15] G. Petri, C. Wangenheim »How to Evaluate Educational Games: a Systematic Literature Review,« JOURNAL OF UNIVERSAL COMPUTER SCIENCE, srpanj, 2016.
- [16] P. Caputi, M. Balnaves Introduction to Quantitative Research Methods, 2001.
- [17] A. Bailey, I. Hutter, M. Hennink Qualitative Research Methods, 2010.
- [18] K. Neil »Game design tools: Time to evaluate« 2012.
- [19] B. Dolarice »Implementing a Process to Collect Player Behaviour Data for Mobile Game Development« 2019.

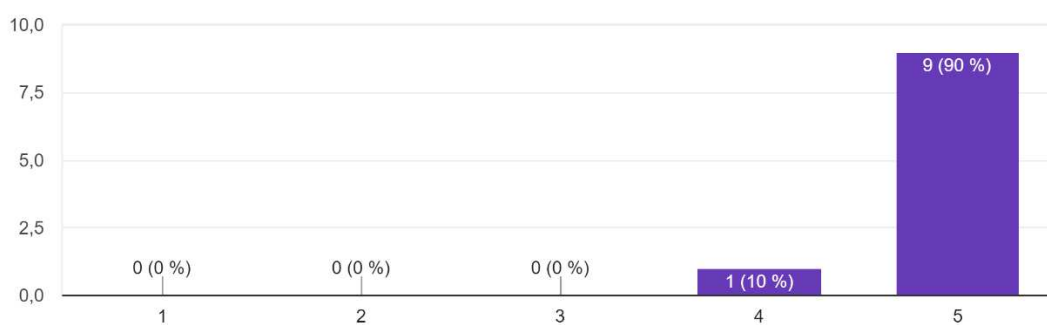
-
- [20] J. Almeida, R. Rossetti, A. Coelho »Mapping 3D character location for tracking players' behaviour« 2013.
- [21] A. Picardi »Modelling virtual camera behaviour through player gaze,« u FDG '11: Proceedings of the 6th International Conference on Foundations of Digital Games, 2011.
- [22] M. El-Nasr, S. Durga Data-Driven Retrospective Interviewing (DDRI): A proposed methodology for formative evaluation of pervasive games, 2015.
- [23] K. Chu K »Methodologies for Evaluating Player Experience in Game Play« 2011.
- [24] X. Tong »Positioning game review as a crucial element of game user feedback in the ongoing development of independent video games« 2021.
- [25] J. Brockmyer, C. Fox, K. Curtiss »The development of the Game Engagement Questionnaire: A measure of engagement in video game-playing« 2009.
- [26] B. Nicoll, B. Keogh »The Unity Game Engine and the Circuits of Cultural Software« 2019.
- [27] »GameCreator2« Catsoft Works, Poveznica:
<https://assetstore.unity.com/packages/tools/game-toolkits/game-creator-2-203069> [Pristupljeno 25. lipnja 2024.]
- [28] »Dialogue2« Catsoft Works, Poveznica:
<https://assetstore.unity.com/packages/tools/gui/dialogue-2-game-creator-2-by-catsoft-works-218635> [Pristupljeno 25. lipnja 2024.]
- [29] »Low poly tropical city« JustCreate, 2023. Poveznica:
<https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/urban/low-poly-tropical-city-226154> [Pristupljeno 25. lipnja 2024.]
- [30] »Low poly animated animals« polyperfect, Poveznica:
<https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/animals/low-poly-animated-animals-93089> [Pristupljeno 25. lipnja 2024.]
- [31] »Low poly animated people,« polyperfect, Poveznica:
<https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/humanoids/low-poly-animated-people-156748> [Pristupljeno 25. lipnja 2024.]

Dodatak 1: Rezultati pilot testiranja upitnika za evaluaciju

Rezultati pilot testiranja (10 ispitanika):

Razumio/la sam pitanja koja se odnose na načela univerzalnog dizajna (eng. UDL).

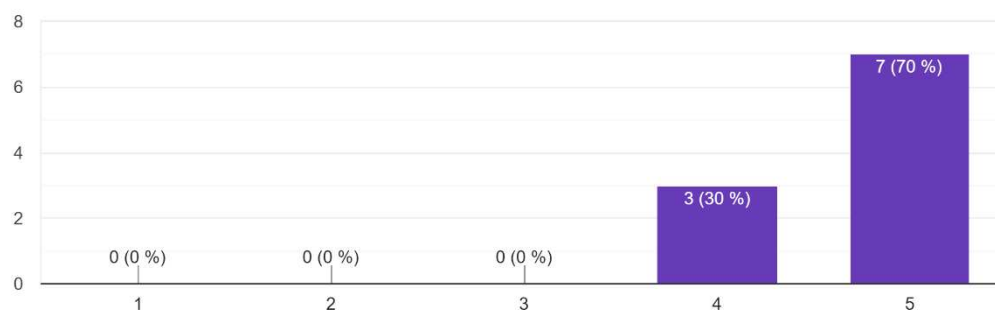
10 odgovora



Slika 37 Pitanje o razumijevanju načela univerzalnog dizajna

Pitanja koja se odnose na načela univerzalnog dizajna (eng. UDL) su jasna i nisu zbunjujuća.

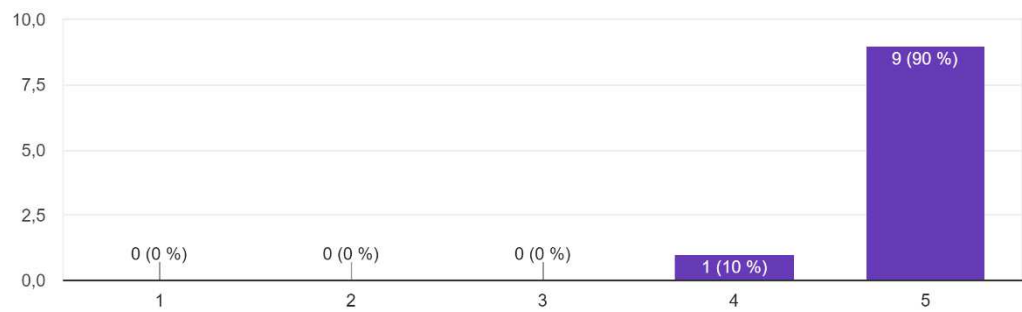
10 odgovora



Slika 38 Pitanje o jasnoći pitanja koje se odnose na univerzalni dizajn

Razumio/la sam pitanja koja se odnose na korisnikov opći dojam (eng. GEQ).

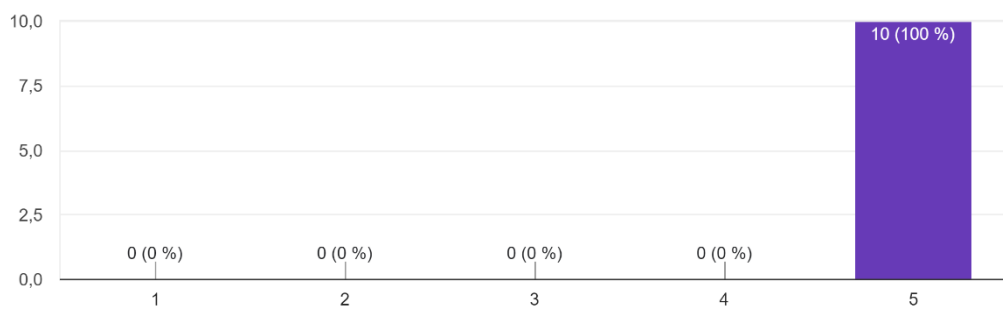
10 odgovora



Slika 39 Pitanje o korisnikovom općem dojmu

Razumio/la sam pitanja koja se odnose na ekološki učinak.

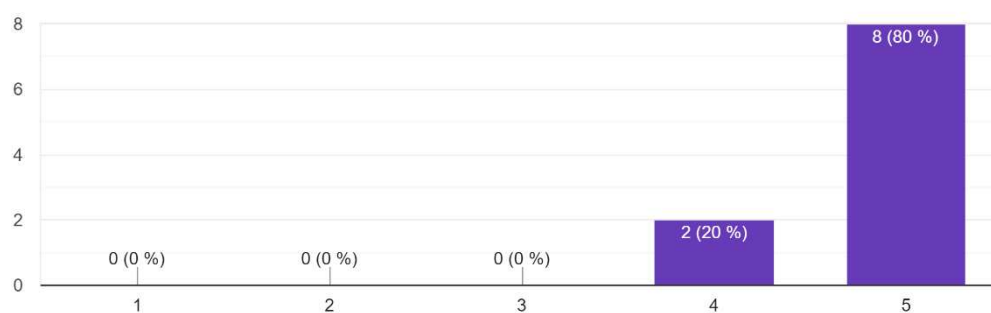
10 odgovora



Slika 40 Pitanje o razumijevanju pitanja koje se odnose na ekološki učinak

Pitanja koja se odnose na korisnikov opći dojam (eng. GEQ) su jasna i nisu zbunjujuća.

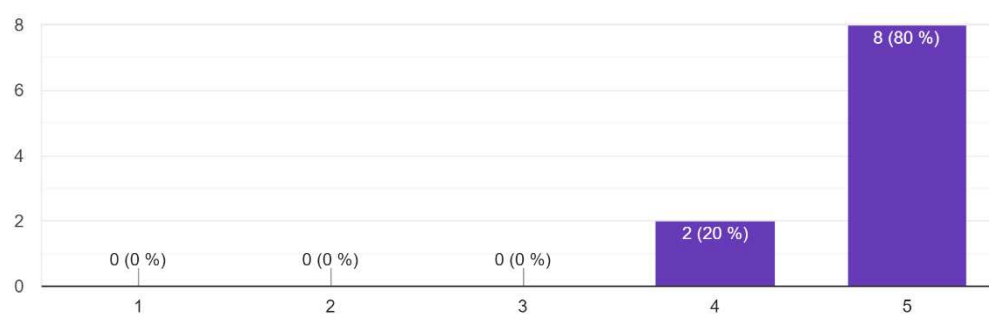
10 odgovora



Slika 41 Pitanje o jasnoći pitanja koje se odnose na korisnikov opći dojam

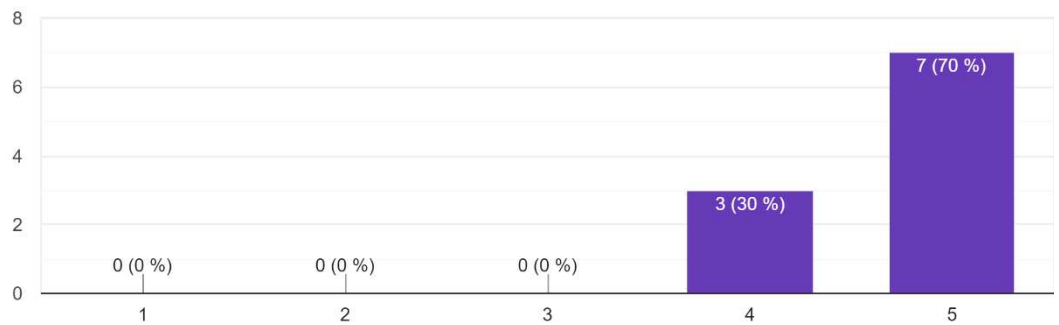
Pitanja koja se odnose na ekološki učinak su jasna i nisu zbunjujuća.

10 odgovora



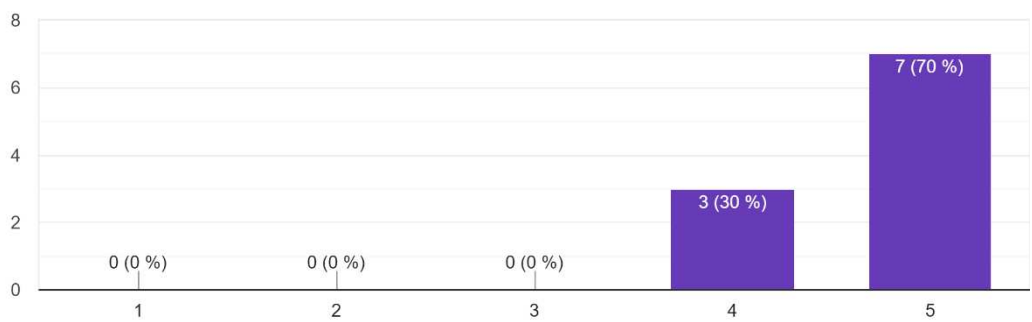
Slika 42 Pitanje o jasnoći pitanja koje se odnose na ekološki učinak

Pitanja su bila formulirana na način koji je omogućavao lako i precizno izražavanje mišljenja.
10 odgovora



Slika 43 Pitanje o formulaciji pitanja upitnika

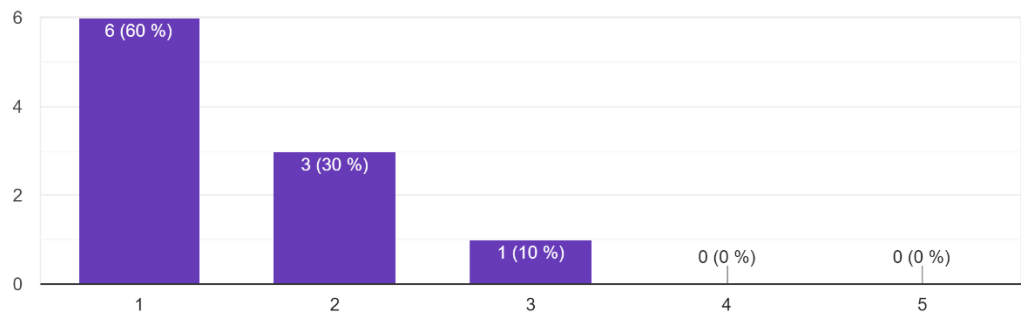
Redoslijed pitanja bio je logičan i tekao je na prirodan način.
10 odgovora



Slika 44 Pitanje o redoslijedu pitanja upitnika

Upitnik je sadržavao prevelik broj pitanja.

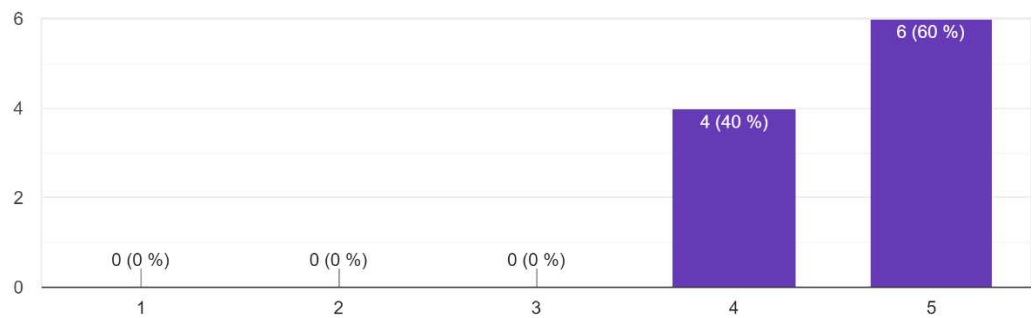
10 odgovora



Slika 45 Pitanje o broju pitanja upitnika

Format upitnika bio je pregledan i lak za praćenje.

10 odgovora



Slika 46 Pitanje o formatu upitnika

Navedite pitanja koja Vam nisu bila dovoljno jasna ili čiji format smatrate da se treba promijeniti.

4 odgovora

Nema pitanja koja su mi bila nejasna.

Pitanje "Koliko često ste osjećali da ste u potpunosti shvatili kako riješiti zadatke ili izazove koje igra predstavlja?" bi se možda moglo promijeniti u "Koliko često ste pomislili da ste u potpunosti shvatili kako riješiti zadatke ili izazove koje igra predstavlja?"

Sva pitanja su jasna i precizna.

Eventualno bi se neka pitanja mogla skratiti ali su razumljiva

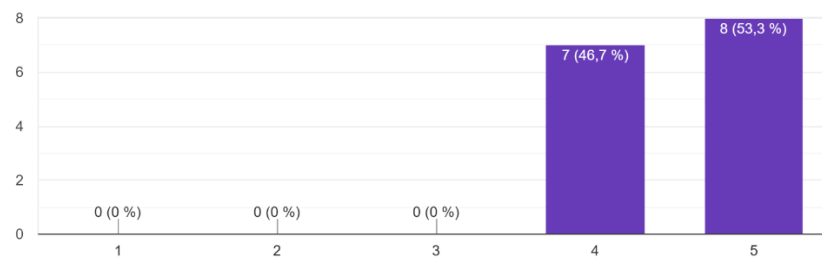
Slika 47 Otvoreno pitanje

Dodatak 2: Rezultati evaluacije zelenih ozbiljnih igara na temu očuvanja oceana

1. Pitanja o ekološkom učinku (prije i poslije igranja)

Prije:

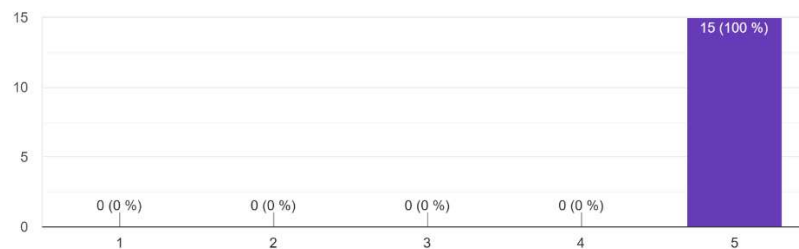
U kojoj mjeri trenutno smatrate da je očuvanje oceana od zagađenja ozbiljan društveni problem?
15 odgovora



Slika 48 Pitanje o ozbiljnosti zagađenja (prije igranja)

Poslije:

U kojoj mjeri trenutno smatrate da je očuvanje oceana od zagađenja ozbiljan društveni problem?
15 odgovora

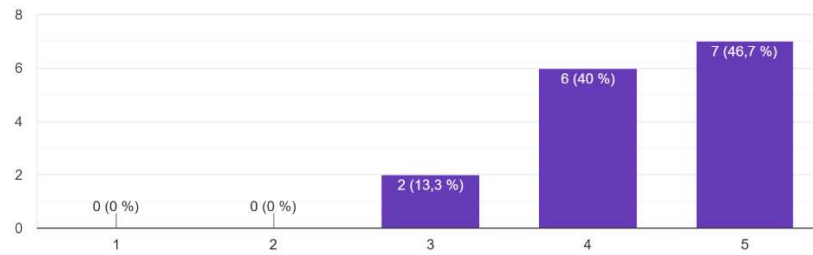


Slika 49 Pitanje o ozbiljnosti zagađenja (poslije igranja)

Prije:

Koliko ste trenutno zainteresirani za učenje o uzrocima i posljedicama onečišćenja oceana?

15 odgovora

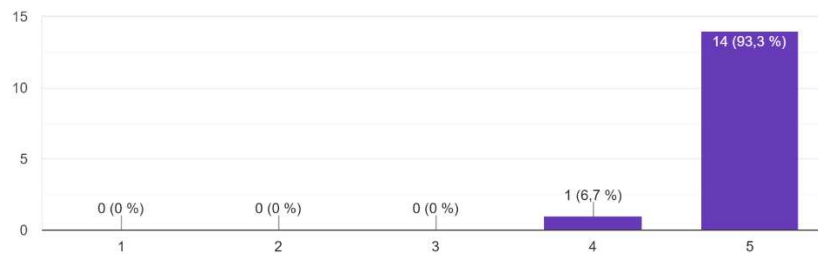


Slika 50 Pitanje o zainteresiranosti o zagađenju (prije igranja)

Poslije:

Koliko ste trenutno zainteresirani za učenje o uzrocima i posljedicama onečišćenja oceana?

15 odgovora

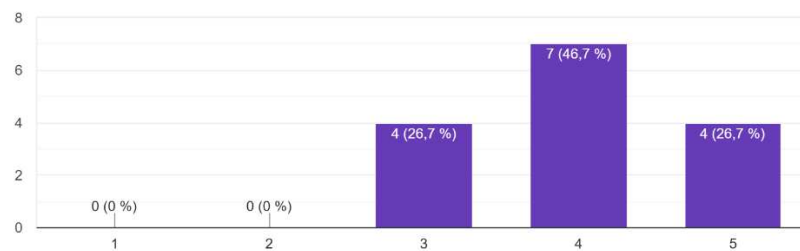


Slika 51 Pitanje o zainteresiranosti o zagađenju (poslije igranja)

Prije:

Kolika je trenutno vjerojatnost da ćete poduzeti stvarne akcije za smanjenje onečišćenja oceana?

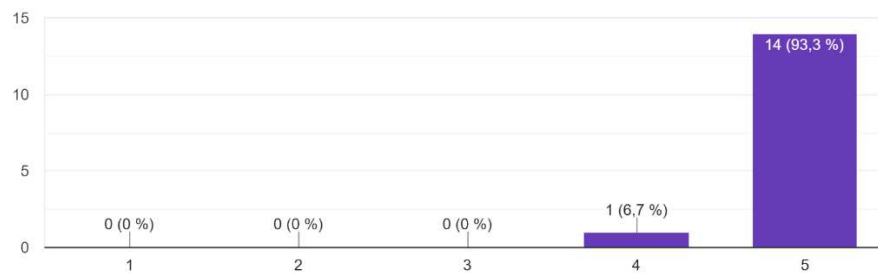
15 odgovora



Slika 52 Pitanje o vjerojatnosti poduzimanja akcija (prije igranja)

Poslije:

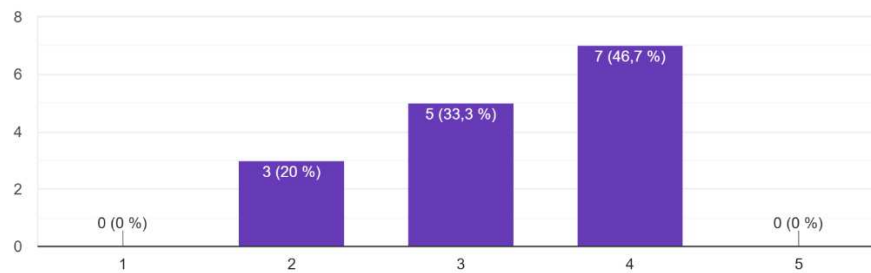
Kolika je trenutno vjerojatnost da ćete poduzeti stvarne akcije za smanjenje onečišćenja oceana?
15 odgovora



Slika 53 Pitanje o vjerojatnosti poduzimanja akcija (poslije igranja)

Prije:

Koliko često trenutno razmišljate o tome kako vaše svakodnevne aktivnosti mogu utjecati na dobrobit oceana?
15 odgovora

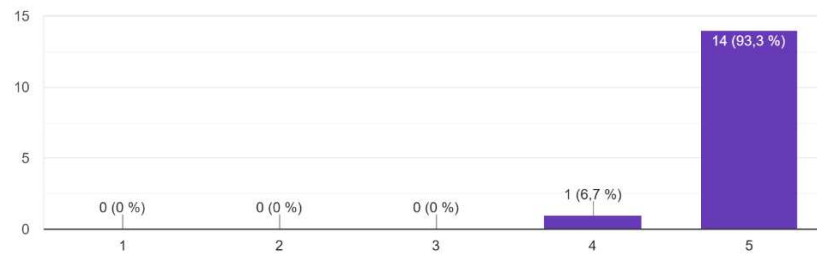


Slika 54 Pitanje o razmišljanju o utjecaju svakodnevnih aktivnosti na dobrobit oceana (prije igranja)

Poslije:

Koliko često trenutno razmišljate o tome kako vaše svakodnevne aktivnosti mogu utjecati na dobrobit oceana?

15 odgovora

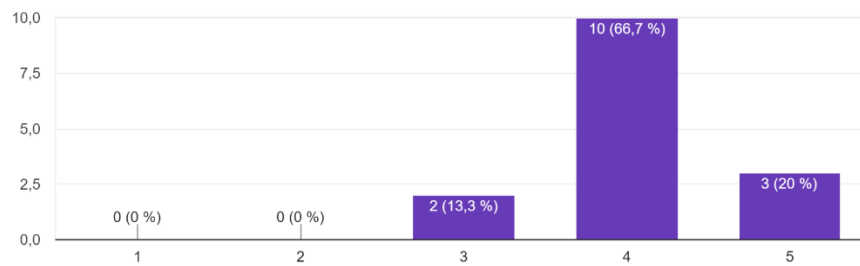


Slika 55 Pitanje o razmišljanju o utjecaju svakodnevni aktivnosti na dobrobit oceana (poslije igranja)

Prije:

Koliko ste trenutno spremni promijeniti svoje svakodnevne navike kako biste smanjili onečišćenje oceana?

15 odgovora

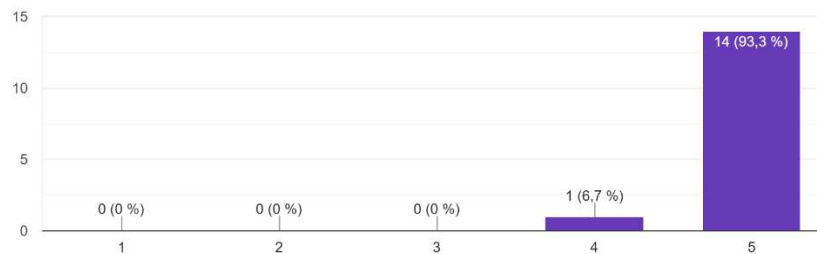


Slika 56 Pitanje o promjeni svakodnevni navika (prije igranja)

Poslije:

Koliko ste trenutno spremni promijeniti svoje svakodnevne navike kako biste smanjili onečišćenje oceana?

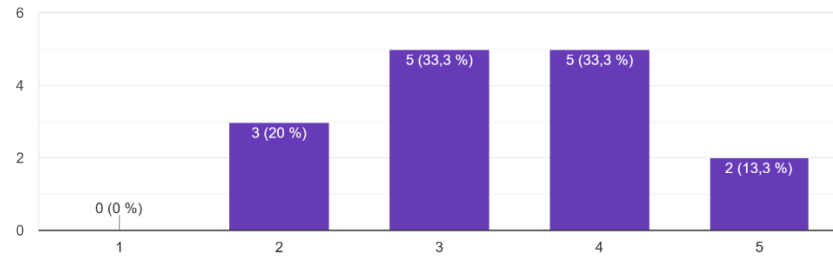
15 odgovora



Slika 57 Pitanje o promjeni svakodnevni navika (poslije igranja)

Prije:

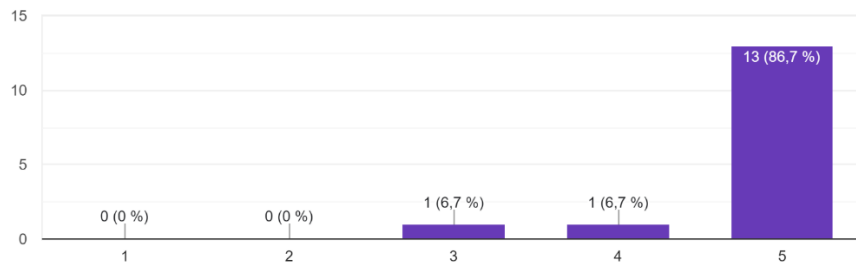
Koiko ste trenutno spremni educirati svoje prijatelje ili obitelj o problemima onečišćenja oceana?
15 odgovora



Slika 58 Pitanje o spremnosti edukacije (prije igranja)

Poslije:

Koiko ste trenutno spremni educirati svoje prijatelje ili obitelj o problemima onečišćenja oceana?
15 odgovora

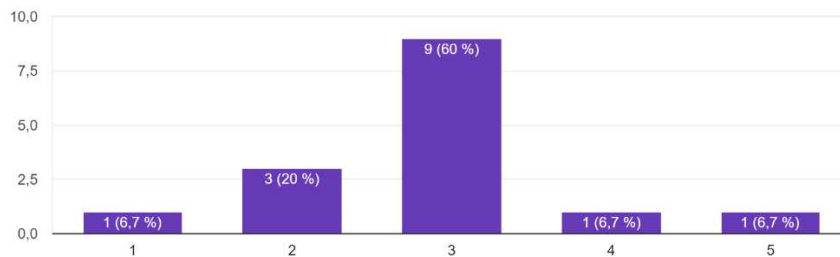


Slika 59 Pitanje o spremnosti edukacije (poslije igranja)

Prije:

Koliko ste trenutno motivirani sudjelovati u lokalnim ili globalnim ekološkim inicijativama koje se fokusiraju na problematiku onečišćenja oceana?

15 odgovora

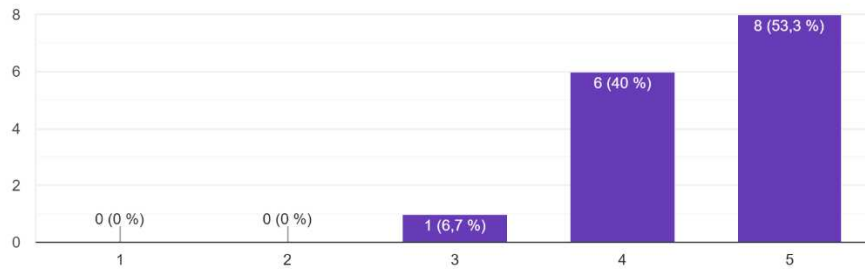


Slika 60 Pitanje o motiviranosti za sudjelovanje u ekološkim inicijativama (prije igranja)

Poslije:

Koliko ste trenutno motivirani sudjelovati u lokalnim ili globalnim ekološkim inicijativama koje se fokusiraju na problematiku onečišćenja oceana?

15 odgovora

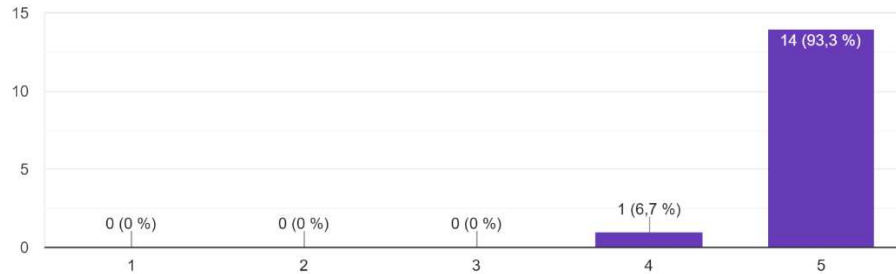


Slika 61 Pitanje o motiviranosti za sudjelovanje u ekološkim inicijativama (poslije igranja)

2. Evaluacija načela univerzalnog dizajna (eng. UDL)

Kako biste ocijenili svoje iskustvo u razumijevanju uputa u igri Ocean znanja, posebno kada se niste mogli osloniti na vizualne elemente?

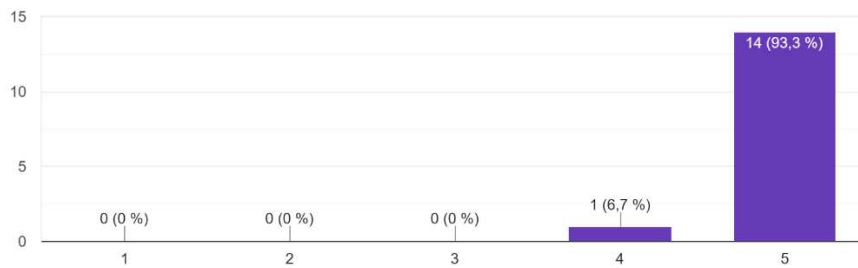
15 odgovora



Slika 62 Pitanje o razumijevanju uputa igre Ocean znanja

Kako biste ocijenili svoje iskustvo u razumijevanju uputa u igri Val čistoće, posebno kada se niste mogli osloniti na vizualne elemente?

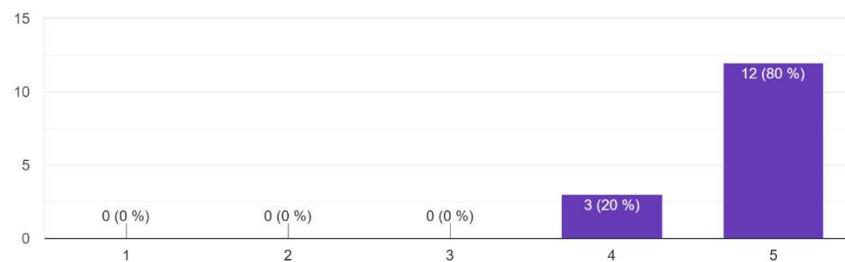
15 odgovora



Slika 63 Pitanje o razumijevanju uputa igre Val čistoće

Kako biste ocijenili svoje iskustvo u razumijevanju uputa u igri Plima očuvanja, posebno kada se niste mogli osloniti na vizualne elemente?

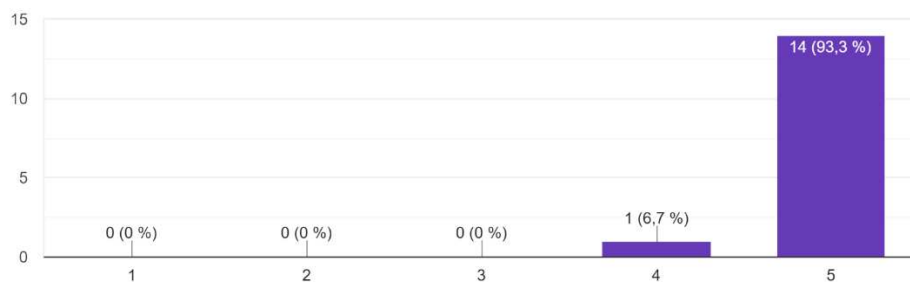
15 odgovora



Slika 64 Pitanje o razumijevanju uputa igre Plima očuvanja

U kojoj mjeri se slažete da ste tijekom igranja igre Ocean znanja osjećali da težina igre odgovara vašim sposobnostima i preferencijama?

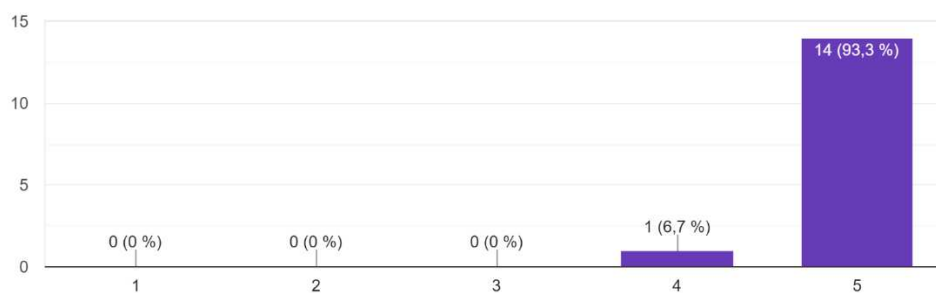
15 odgovora



Slika 65 Pitanje o prilagodbi težine igre Ocean znanja

U kojoj mjeri se slažete da ste tijekom igranja igre Val čistoće osjećali da težina igre odgovara vašim sposobnostima i preferencijama?

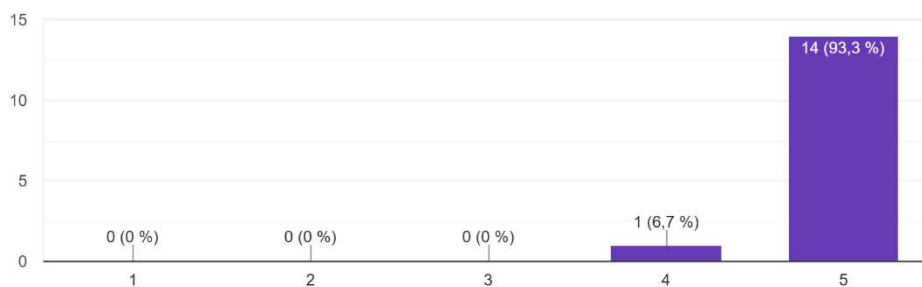
15 odgovora



Slika 66 Pitanje o prilagodbi težine igre Val čistoće

U kojoj mjeri se slažete da ste tijekom igranja igre Plima očuvanja osjećali da težina igre odgovara vašim sposobnostima i preferencijama?

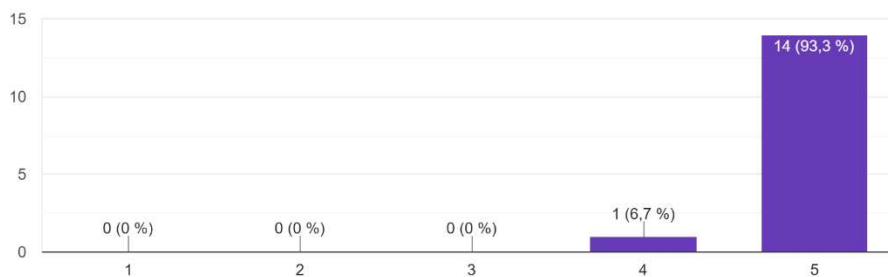
15 odgovora



Slika 67 Pitanje o prilagodbi težine igre Plima očuvanja

U kojoj mjeri se slažete da ste brzo shvatili kako upravljati igrom Ocean znanja?

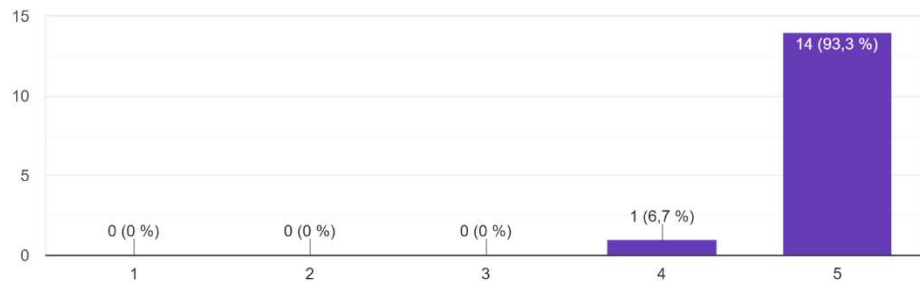
15 odgovora



Slika 68 Pitanje o upravljanju igrom Ocean znanja

U kojoj mjeri se slažete da ste brzo shvatili kako upravljati igrom Val čistoće?

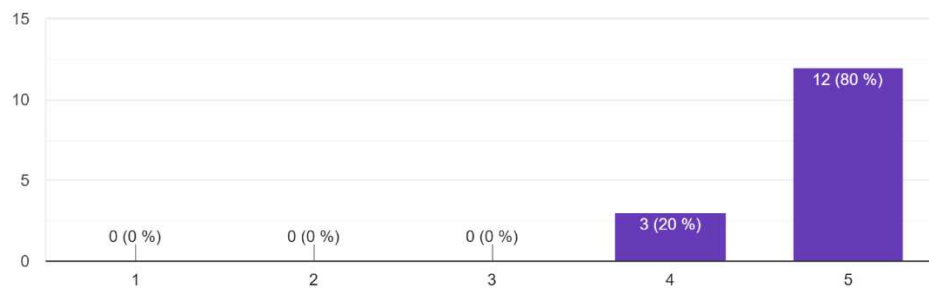
15 odgovora



Slika 69 Pitanje o upravljanju igrom Val čistoće

U kojoj mjeri se slažete da ste brzo shvatili kako upravljati igrom Plima očuvanja?

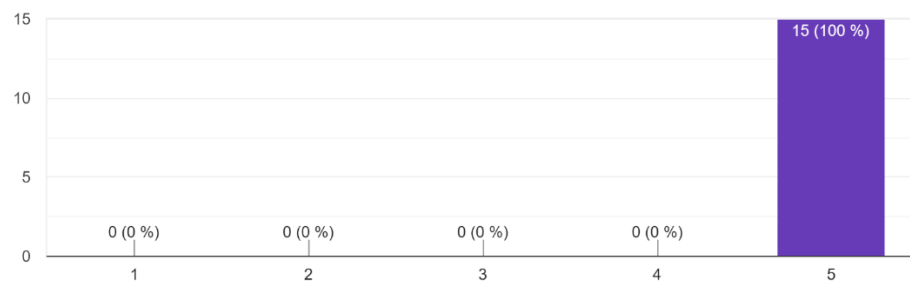
15 odgovora



Slika 70 Pitanje o upravljanju igrom Plima očuvanja

U kojoj mjeri se slažete da ste mogli čitati tekst u igri Ocean znanja bez naprezanja vida, bez obzira na pozadinu?

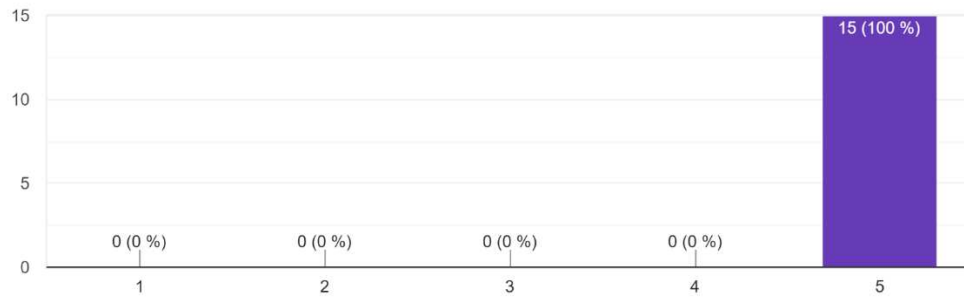
15 odgovora



Slika 71 Pitanje o lakoći čitanja teksta igre Ocean znanja

U kojoj mjeri se slažete da ste mogli čitati tekst u igri Val čistoće bez naprezanja vida, bez obzira na pozadinu?

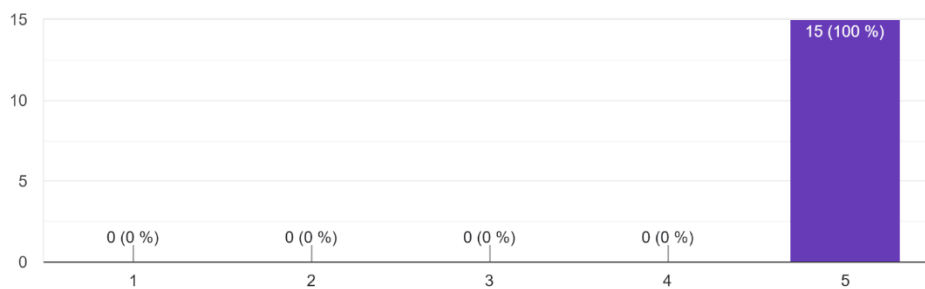
15 odgovora



Slika 72 Pitanje o lakoći čitanja teksta igre Val čistoće

U kojoj mjeri se slažete da ste mogli čitati tekst u igri Plima očuvanja bez naprezanja vida, bez obzira na pozadinu?

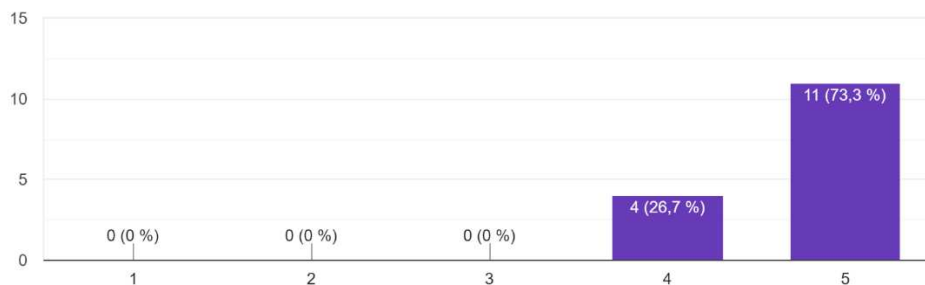
15 odgovora



Slika 73 Pitanje o lakoći čitanja teksta igre Plima očuvanja

U kojoj mjeri ste se osjećali motivirano da nastavite igrati nakon što ste napravili grešku u igri Ocean znanja?

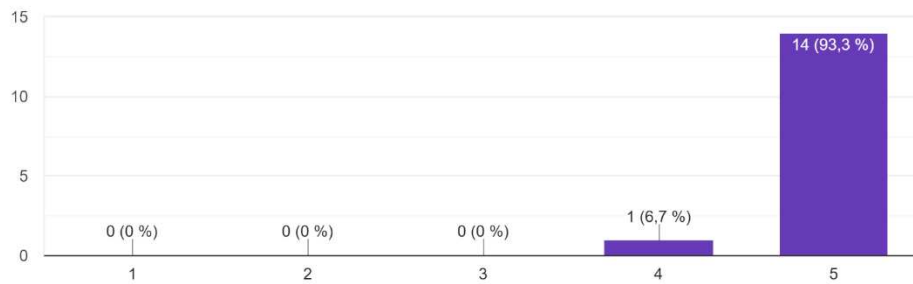
15 odgovora



Slika 74 Pitanje o motivaciji nakon učinjene greške u igri Ocean znanja

U kojoj mjeri ste se osjećali motivirano da nastavite igrati nakon što ste napravili grešku u igri Val čistoće?

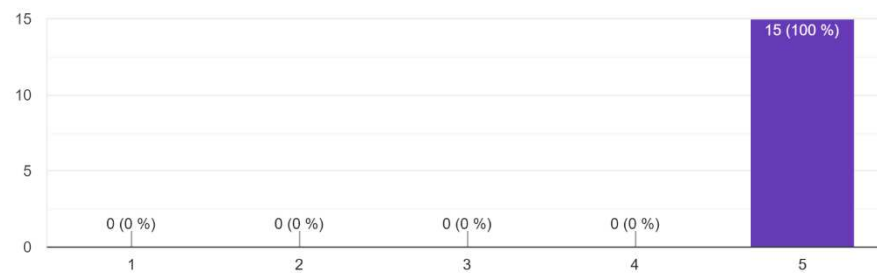
15 odgovora



Slika 75 Pitanje o motivaciji nakon učinjene greške u igri Val čistoće

U kojoj mjeri ste se osjećali motivirano da nastavite igrati nakon što ste napravili grešku u igri Plima očuvanja?

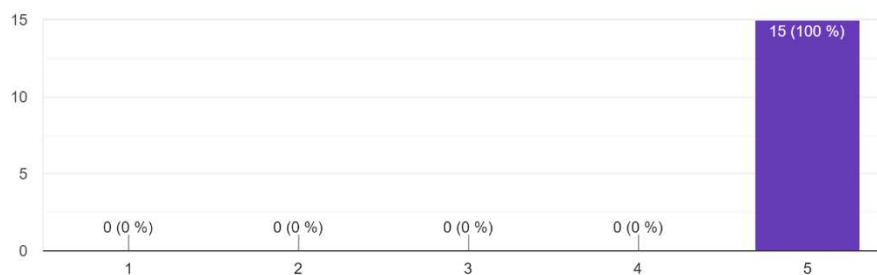
15 odgovora



Slika 76 Pitanje o motivaciji nakon učinjene greške u igri Plima očuvanja

U kojoj mjeri ste se osjećali opušteno dok ste igrali igru Ocean znanja?

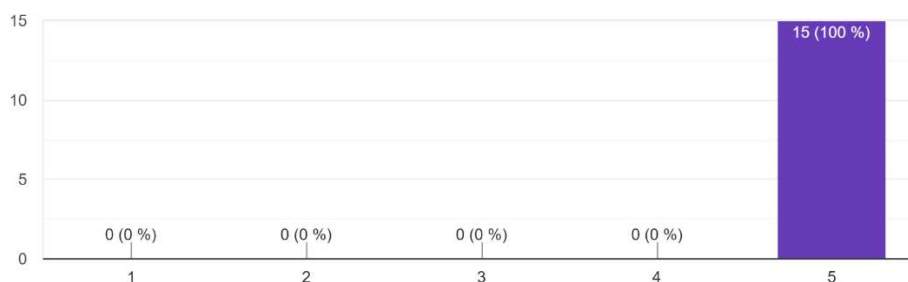
15 odgovora



Slika 77 Pitanje o osjećanju opuštenosti tijekom igranja igre Ocean znanja

U kojoj mjeri ste se osjećali opušteno dok ste igrali igru Val čistoće?

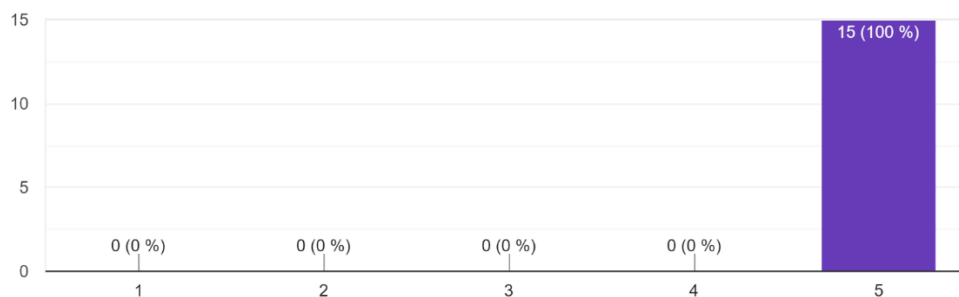
15 odgovora



Slika 78 Pitanje o osjećanju opuštenosti tijekom igranja igre Val čistoće

U kojoj mjeri ste se osjećali opušteno dok ste igrali igru Plima očuvanja?

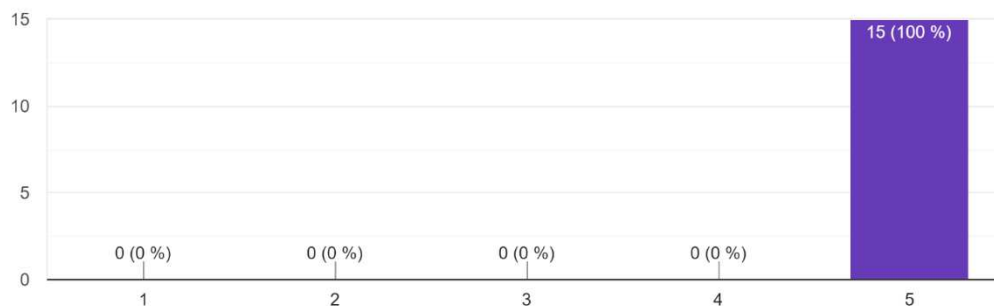
15 odgovora



Slika 79 Pitanje o osjećanju opuštenosti tijekom igranja igre Plima očuvanja

U kojoj mjeri se slažete da je upravljanje igrom Ocean znanja bilo prilagođeno vašim osobnim potrebama?

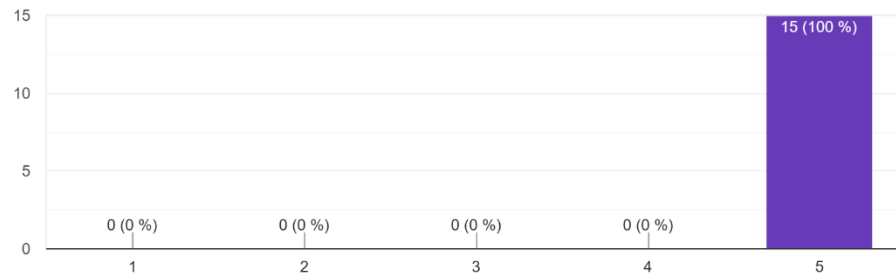
15 odgovora



Slika 80 Pitanje o prilagodbi upravljanja igre Ocean znanja

U kojoj mjeri se slažete da je upravljanje igrom Val čistoće bilo prilagođeno vašim osobnim potrebama?

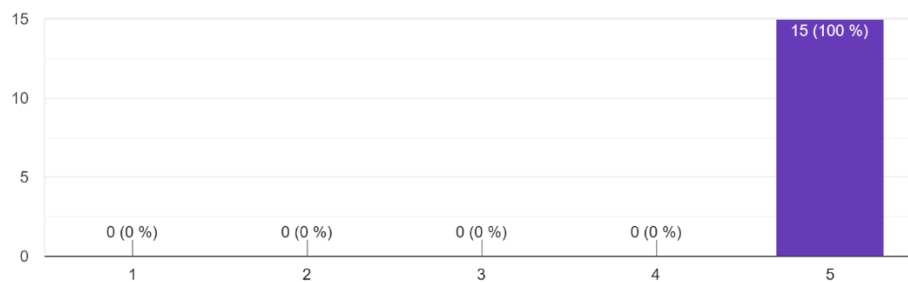
15 odgovora



Slika 81 Pitanje o prilagodbi upravljanja igre Val čistoće

U kojoj mjeri se slažete da je upravljanje igrom Plima očuvanja bilo prilagođeno vašim osobnim potrebama?

15 odgovora

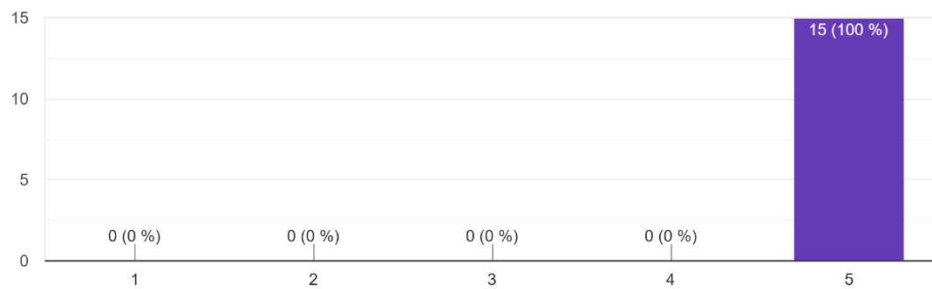


Slika 82 Pitanje o prilagodbi upravljanja igre Plima očuvanja

3. Evaluacija iskustva igranja igre (eng. GEQ)

Koliko često ste osjećali da ste u potpunosti shvatili kako riješiti zadatke ili izazove koje igra Ocean znanja predstavlja?

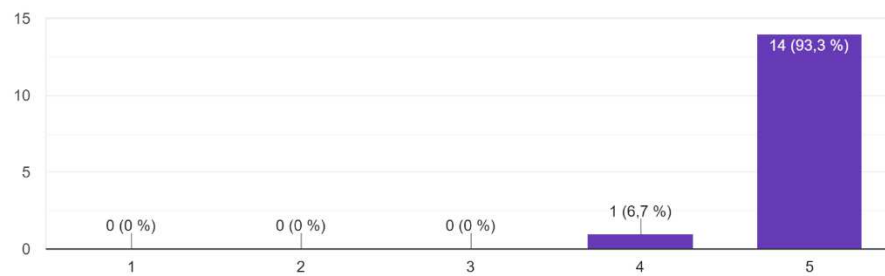
15 odgovora



Slika 83 Pitanje o shvaćanju rješavanja zadataka igre Ocean znanja

Koliko često ste osjećali da ste u potpunosti shvatili kako riješiti zadatke ili izazove koje igra Val čistoće predstavlja?

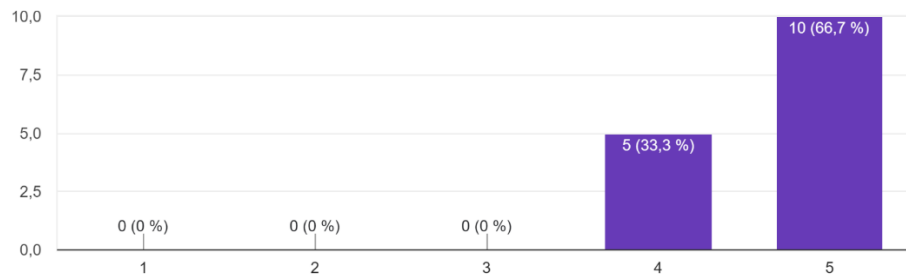
15 odgovora



Slika 84 Pitanje o shvaćanju rješavanja zadataka igre Val čistoće

Koliko često ste osjećali da ste u potpunosti shvatili kako riješiti zadatke ili izazove koje igra Plima očuvanja predstavlja?

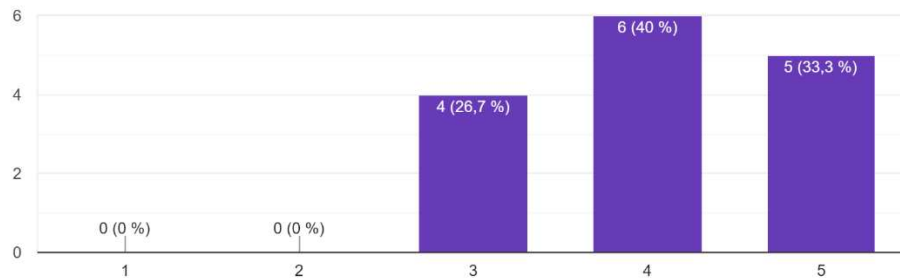
15 odgovora



Slika 85 Pitanje o shvaćanju rješavanja zadataka igre Plima očuvanja

Koliko često ste se našli u situaciji gdje ste izgubili pojam o vremenu zbog vašeg potpunog fokusa na igru Ocean znanja?

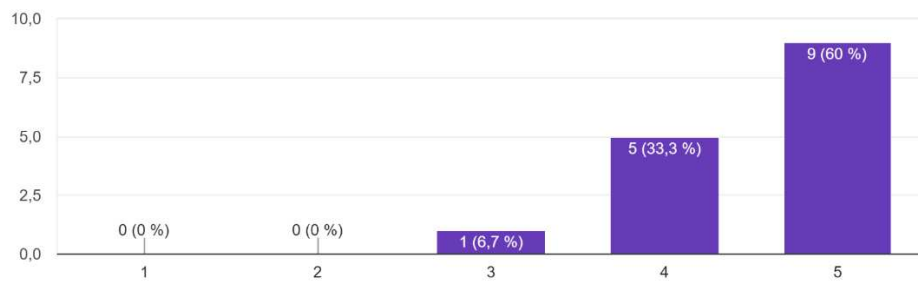
15 odgovora



Slika 86 Pitanje o tijeku vremena igre Ocean znanja

Koliko često ste se našli u situaciji gdje ste izgubili pojam o vremenu zbog vašeg potpunog fokusa na igru Val čistoće?

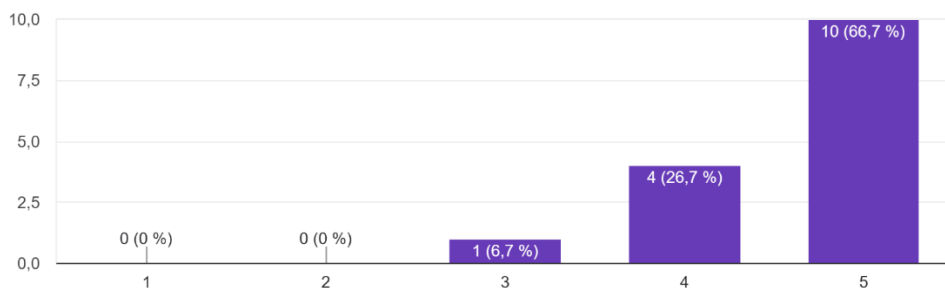
15 odgovora



Slika 87 Pitanje o tijeku vremena igre Val čistoće

Koliko često ste se našli u situaciji gdje ste izgubili pojam o vremenu zbog vašeg potpunog fokusa na igru Plima očuvanja?

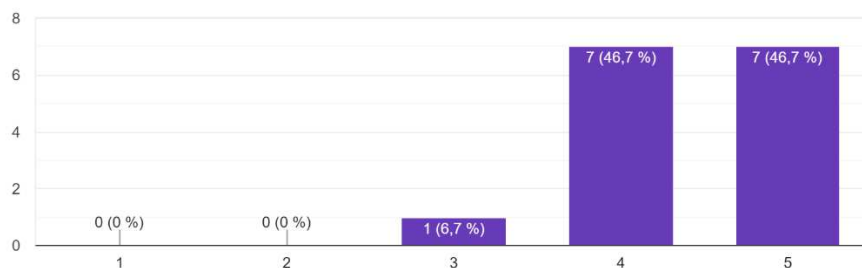
15 odgovora



Slika 88 Pitanje o tijeku vremena igre Plima očuvanja

Koliko često ste se osjećali izuzetno sretno ili zadovoljno nakon postizanja određenog cilja ili rješavanja problema u igri Ocean znanja?

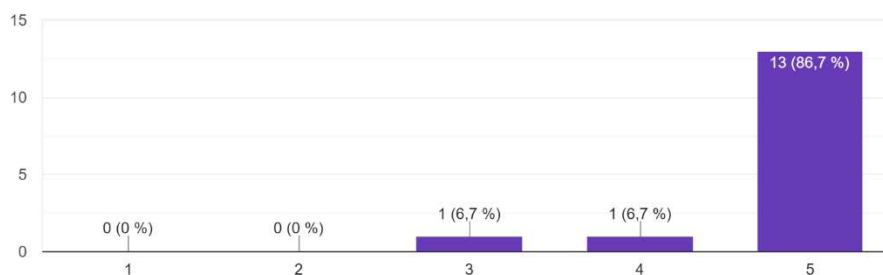
15 odgovora



Slika 89 Pitanje o postignutim ciljevima u igri Ocean znanja

Koliko često ste se osjećali izuzetno sretno ili zadovoljno nakon postizanja određenog cilja ili rješavanja problema u igri Val čistoće?

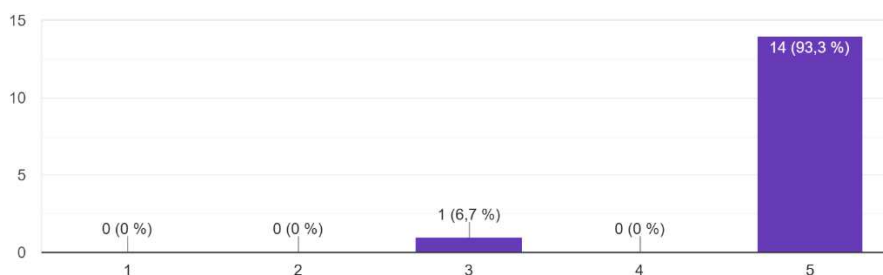
15 odgovora



Slika 90 Pitanje o postignutim ciljevima u igri Val čistoće

Koliko često ste se osjećali izuzetno sretno ili zadovoljno nakon postizanja određenog cilja ili rješavanja problema u igri Plima očuvanja?

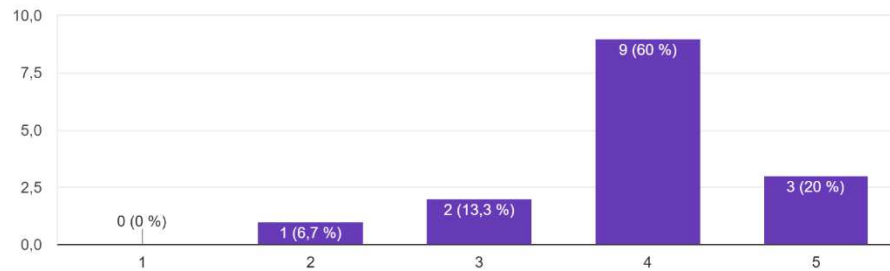
15 odgovora



Slika 91 Pitanje o postignutim ciljevima u igri Plima očuvanja

Koliko često ste se osjećali frustrirano ili razočarano tijekom igre Ocean znanja, ali ste i dalje željeli nastaviti igrati?

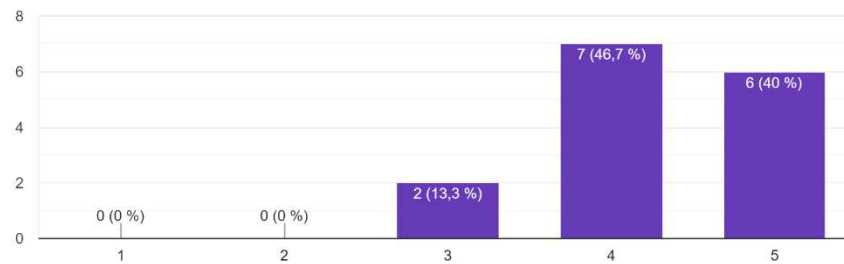
15 odgovora



Slika 92 Pitanje o osjećajima frustracije tijekom igranja igre Ocean znanja

Koliko često ste se osjećali frustrirano ili razočarano tijekom igre Val čistoće, ali ste i dalje željeli nastaviti igrati?

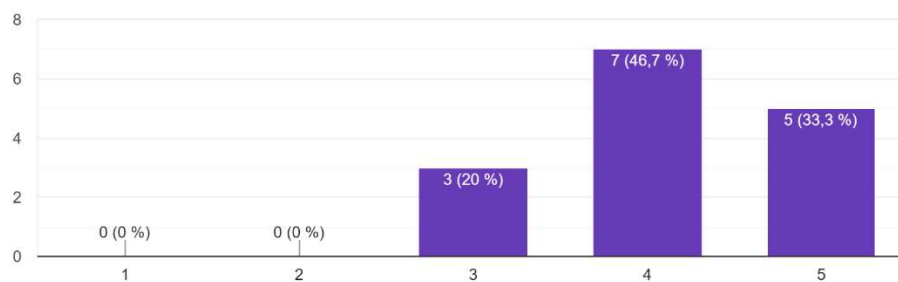
15 odgovora



Slika 93 Pitanje o osjećajima frustracije tijekom igranja igre Val čistoće

Koliko često ste se osjećali frustrirano ili razočarano tijekom igre Plima očuvanja, ali ste i dalje željeli nastaviti igrati?

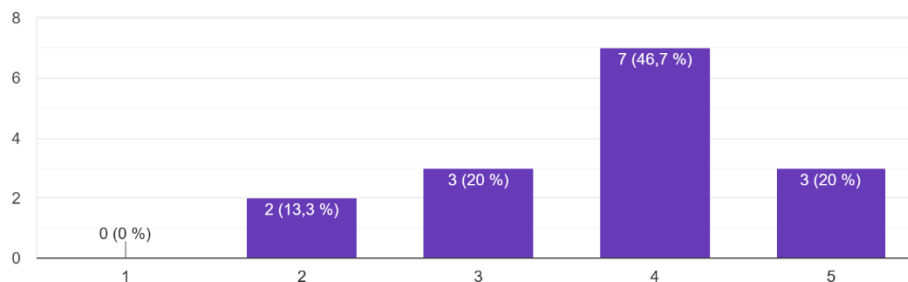
15 odgovora



Slika 94 Pitanje o osjećajima frustracije tijekom igranja igre Plima očuvanja

Koliko često ste se tijekom igranja igre osjećali napeto zbog preokreta ili izazova u igri Ocean znanja?

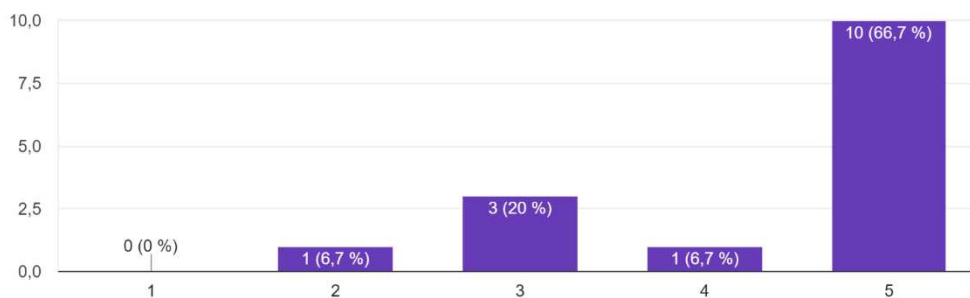
15 odgovora



Slika 95 Pitanje o osjećaju napetosti tijekom igranja igre Ocean znanja

Koliko često ste se tijekom igranja igre osjećali napeto zbog preokreta ili izazova u igri Val čistoće?

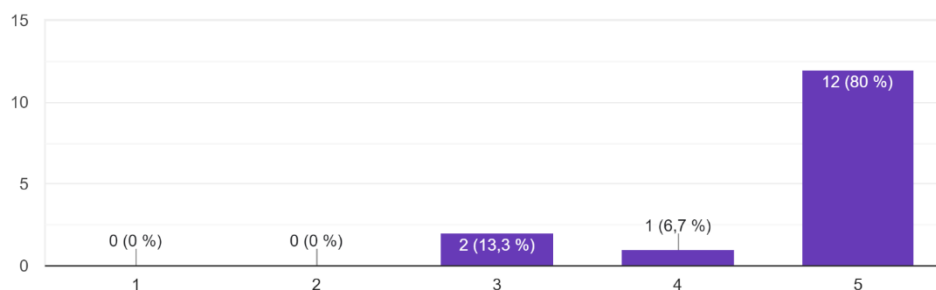
15 odgovora



Slika 96 Pitanje o osjećaju napetosti tijekom igranja igre Val čistoće

Koliko često ste se tijekom igranja igre osjećali napeto zbog preokreta ili izazova u igri Plima očuvanja?

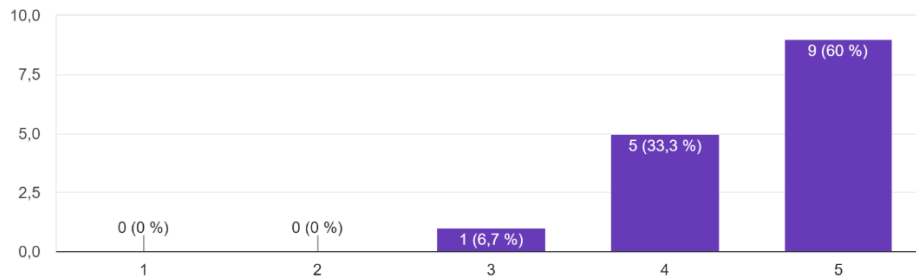
15 odgovora



Slika 97 Pitanje o osjećaju napetosti tijekom igranja igre Plima očuvanja

Koliko često ste se u igri Ocean znanja našli pred zadatkom ili problemom koji se činio teško rješivim, ali ste ipak osjećali zadovoljstvo pokušavajući ga riješiti?

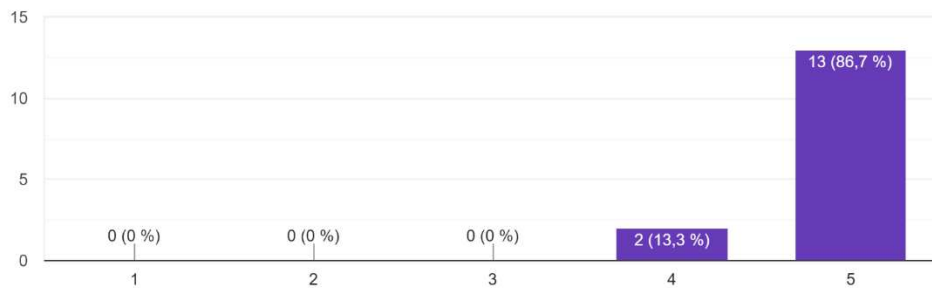
15 odgovora



Slika 98 Pitanje o teško rješivim zadacima u igri Ocean znanja

Koliko često ste se u igri Val čistoće našli pred zadatkom ili problemom koji se činio teško rješivim, ali ste ipak osjećali zadovoljstvo pokušavajući ga riješiti?

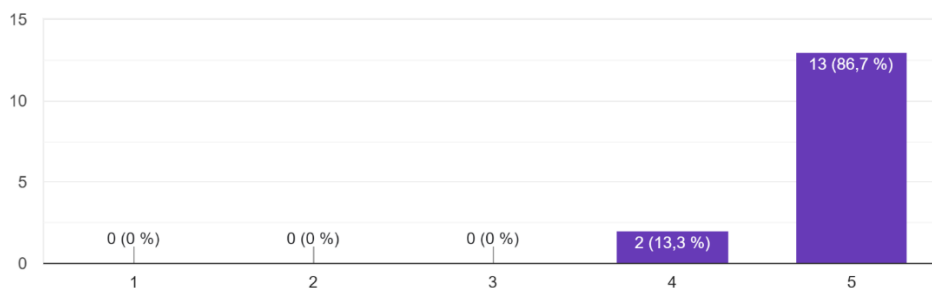
15 odgovora



Slika 99 Pitanje o teško rješivim zadacima u igri Val čistoće

Koliko često ste se u igri Plima očuvanja našli pred zadatkom ili problemom koji se činio teško rješivim, ali ste ipak osjećali zadovoljstvo pokušavajući ga riješiti?

15 odgovora



Slika 100 Pitanje o teško rješivim zadacima u igri Plima očuvanja