

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

Escape Room VR

Tehnička dokumentacija

Verzija 1.1

Studentski tim: Borna Cafuk
Dino Grgić
Josip Komljenović
Lovro Nuić
Sara Sičić
Ivan Vlahov

Nastavnik: prof. dr. sc. Željka Mihajlović

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

Sadržaj

1	Opis razvijenog proizvoda	3
2.	Tehničke značajke	4
2.1	Korištena tehnologija	4
2.2	VR tehnologija	5
2.3	Kamera	7
2.4	Interakcija i kontrole	8
2.5	Glavni izbornik	9
2.6	Glavni igrač i kretanje	11
2.7	Interijer	12
	2.7.1. Glavna prostorija	12
	2.7.2. Labirint	14
2.8	Modeli	16
2.9	Arkadni aparati (engl. <i>arcade machine</i>)	20
2.10	Robotska ruka	22
2.11	Ostali interaktivni modeli	25
2.12	Verzioniranje	26
2.13	Komunikacija	26
3.	Upute za korištenje	27
4.	Literatura	28

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

Tehnička dokumentacija

1. Opis razvijenog proizvoda

„Escape Room VR“ je rekreacija popularne društvene igre escape room u virtualnoj stvarnosti (skraćeno VR). U stvarnosti escape room je koncept zagonetne igre u prostoriji gdje skupina ljudi rješava zagonetke kako bi pronašla način kako pobjeći iz prostorije koja najčešće ima zaključana vrata. Osim uspješnog izlaska iz prostorije postoji dodatni cilj a to je izaći iz prostorije u što kraćem vremenskom periodu. Organizatori escape rooma tada imaju evidenciju svih rezultata za određenu varijaciju prostorije te prate najbolji rezultat.

Cilj igre „Escape room VR“ je pobjeći iz zaključane prostorije rješavanjem raznih igara i zagonetki. U slučaju „Escape Room VR“ igre cilj je sakupiti dvije baterije koje aktiviraju veliku robotsku ruku. Uz pomoć robotske ruke, igrač razbija vrata te uspješno izlazi iz escape room-a. Načini prikupljanja baterije su: pronalazak sakrivene baterije u prostoriji ili pobjeda igre na arkadnoj mašini (engl. *arcade machine*).

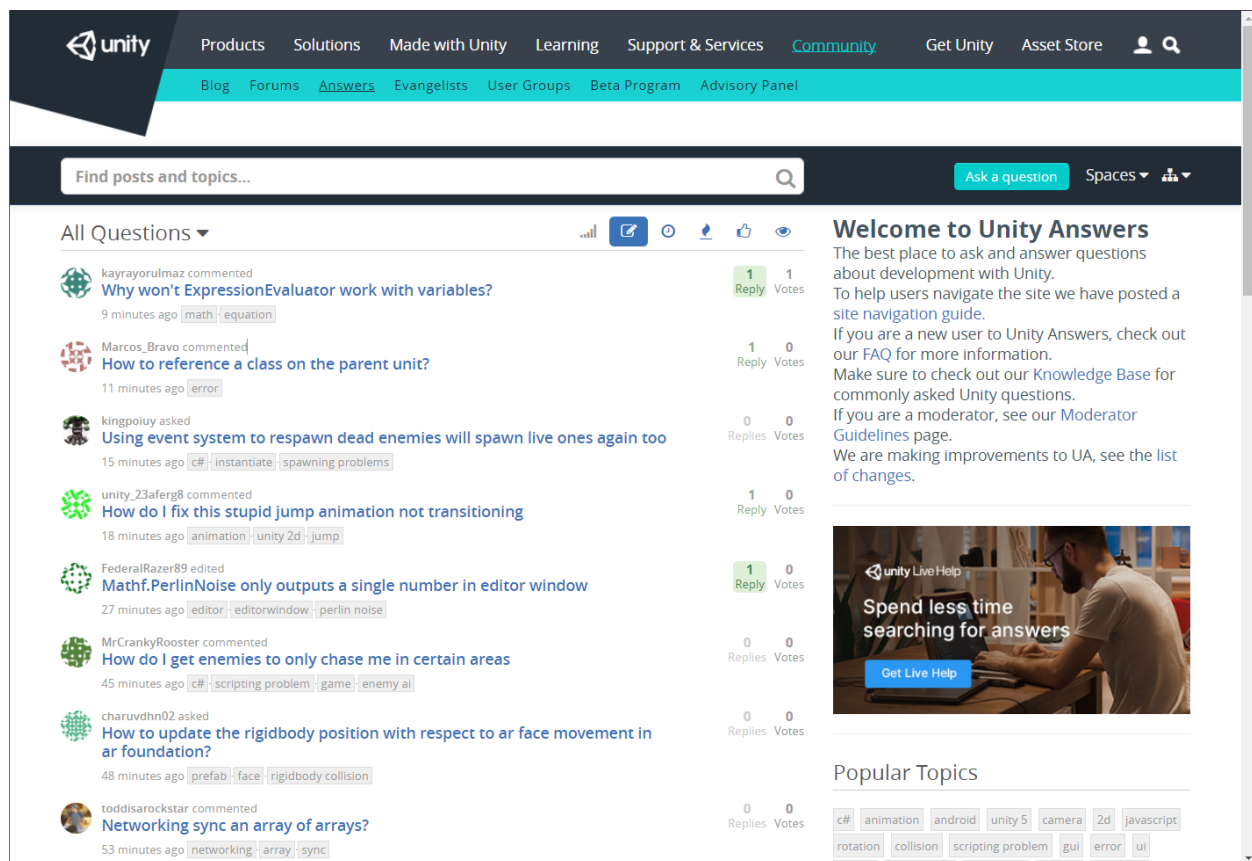
Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2. Tehničke značajke

2.1 Korištena tehnologija

Prilikom izrade igre korišten je game engine Unity verzije 2019.3.8f1. Unity je jedna od najpopularnijih i najrazrađenijih platformi za izradu 3D i 2D igara, simulacija, filmova, animacija itd. Zbog velike raširenosti i razrađene dokumentacije rad s Unityjem ne zahtijeva veliku količinu predznanja izrade videoigara. Tome uvelike pridonosi Unity Forum [1] gdje dizajneri videoigara mogu postavljati vlastita pitanja što pridonosi razvijenoj zajednici s velikim resursima informacija i iskustva (Slika 2.1).

Za izradu modela korišten je program Blender. Blender je besplatni *open-source* program za izradu 3D grafike (animirani filmovi, modeli, animacije...). Zbog popularnosti Blendera, koji je ujedno i jedan od industrijskih standarda za izradu 3D grafike, integracija modela s Unityjem je vrlo jednostavna.



Slika 2.1. Unity Form na webstranici www.answers.unity.com

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.2 VR tehnologija

VR tehnologija iako je imala začetke u devedesetim godinama prošlog stoljeća tek se 2010-ih probila u popularnu kulturu. Veliki značaj u probijanje virtualne stvarnosti u popularnu javnost je tvrtka Oculus koja je razvila svoj poznati Oculus Rift VR 2012. godine u kampanji financiranoj od svojih podržavatelja. Već 2014. Facebook otkupljuje Oculus VR za 2 milijarde dolara što govori o značaju i interesu velikih tvrtki u razvoj virtualne stvarnosti. Bitno je i spomenuti Google Cardboard (Slika 2.2.), proizvod koji uz pomoć pametnog korištenja kartonskog kućišta može gotovo svaki mobilni uređaj danas pretvoriti u jednostavni VR *headset*.



Slika 2.2. Google Cardboard (izvor: www.medium.com)

U svrhu izrade projekta korištena je VR oprema HTC Vive (Slika 2.3). HTC Vive je oprema za virtualnu stvarnost koju izrađuje i održavaju HTC te poznati izdavač videoigara Valve. Oprema potrebna za ostvarivanje VR funkcionalnosti su: *headset*, dva *controllera*, bazne stanice te kablovi. Bazne stanice se postavljaju na visine više od igrača na istoj strani prostorije ali u različitim kutovima. Na taj način bazne stanice pronalaze kontrolere i headset u prostoru te mapiraju prostoriju koja se koristi u igrama.

Osim fizičke opreme potrebna nam je i potpora programske podrške. Za svrhu HTC Vive-a instaliramo najnovije verzije programa Steam VR. Steam VR služi kao sučelje između opreme i bilo kojeg programa koji je pokušava koristiti. Iako u ovome projektu Steam VR Unity paket nije korišten njegovo pokretanje je i dalje bilo potrebno kako bi Unity uopće prepoznao VR opremu.

Za implementaciju VR kamere unutar Unity scena korišten je *library* Open VR. Iako postoje noviji načini za rješavanje problema implementacije VR-a sa Unityjem, Open VR ima izvrsnu dokumentaciju i veliku količinu resursa. Isto tako Open VR nudi i gotove komponente koje je potrebno ubaciti u scenu kako bi VR funkcionirao u ulozi glavne kamere. Sve što je potrebno je ubaciti komponente XR Rig, Camera Offset te XR Camera. XR je skraćenica koja u svoj skup funkcionalnosti uvrštava opremu za virtualnu realnost (VR) i proširene stvarnosti (engl. *Augmented reality*). Osim toga u

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

opcijama projekta potrebno je omogućiti sustav prihvaćanja ulaza s XR komponenti.



Slika 2.3. HTC Vive oprema (izvor: www.vive.com)

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.3 Kamera

HTC Vive je proizvod star već nekoliko godina, pogotovo u brzom razvoju VR industrije, ali svojim karakteristikama je i danas relevantan. Glavna oprema svakog VR proizvoda je *headset* kojeg igrač nosi na glavi, te omogućava igraču da zaviri u virtualni svijet. *Headset* se sastoji od dva 90Hz OLED ekrana razlučivosti 1080×1200 ispred kojeg se nalaze posebno izrađene leće koje stvaraju privid realnog svijeta. *Headset* je opremljen i kamerom kako bi korisnik mogao nesmetano prelaziti između realnog i virtualnog svijeta bez da ga skida. Na vanjskoj strani *headseta* ugrađeno više infracrvenih senzora koji uz pomoć baznih stanica koje se nalaze postavljene po prostoriji prati sve pokrete igrača (Slika 2.4.).



Slika 2.4. Komponente HTC Vive headseta (izvor: www.ifixit.com)

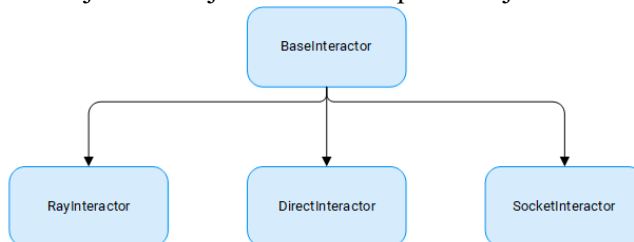
Dodavanje jednostavne VR kamere unutar Unity okruženja je jednostavno i sastoji od zamjene standardne Unity kamere s objektom VR Camera iz paketa XR Interaction Toolkit. S kamerom dolaze i mnoštvo mogućnosti kao što su postavljanje načina praćenja početne visine kamere. Također postoji opcija između stacionarne kamere i kamere koja prati igrača unutar prostora označenog unutar postavka SteamVR-a. Postoji i opcija Snap Turn kojim okretanje kamere putem kontrolera limitira na točno određenu vrijednost kuta kako bi se smanjila mogućnost da se igrač loše osjeća.

U našem projektu smo VR Cameru dodali unutar game objekta VR Rig unutar kojeg se nalaze i kontroleri koji prate pokrete ruku. VR Camera postavljena je da prati udaljenost od poda prostorije kako bi dobili pravu visinu unutar virtualnog svijeta. Prilikom pokretanje igre igračeva kamera stvara se na sredini sobe iz koje treba pobjeći.

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

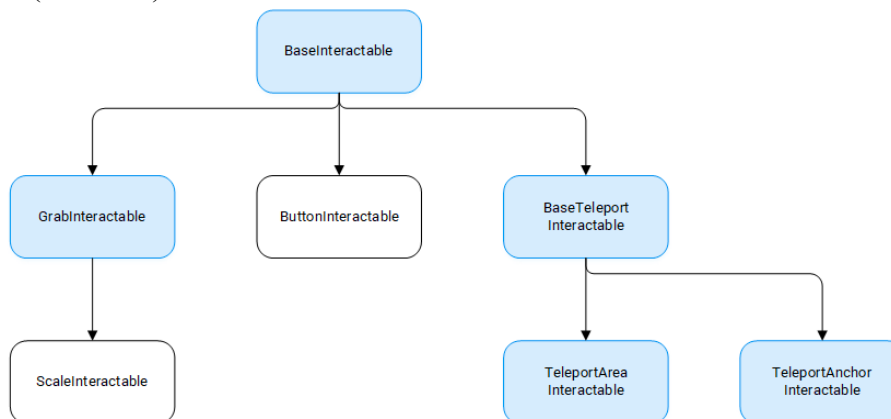
2.4 Interakcija i kontrole

Paket XR Interaction Toolkit sadrži dvije glavne klase koje služe za implementaciju interakcija igrača i njegovog okruženja (Slika 2.5.). Prva klasa su Interactor objekti koji služe kao inicijatori interakcije. HTC Vive dolazi s dva kontrolera koje igrač drži u ruci. Na lijevi kontroler dodan je RayInteractor koji dodaje zraku koja izlazi iz kontrolera. Zraka je u neutralnom stanju crvene boje te označava da objekt na koji pokazuje nema određenu interakciju s igračem. Promjena boje zrake u bijelu boju pokazuje igraču da s tim objektom može imati interakciju. Na desni kontroler dodan je DirectInteractor koji označava da je kontroler u interakciji samo s objektima koji se nalaze u neposrednoj blizini.



Slika 2.5. Nasljeđivanja razreda BaseInteractor iz XR Interaction Toolkit

Druga klasa su objekti koji vrše specifične radnje prilikom doticaja s Interactor-om. Objekti koji se mogu primiti unutar virtualnog svijeta imaju svojstvo GrabInteractable. U našoj igri to je primjer boce koju igrač može primiti i baciti. Mjesta na koje se igrač može teleportirati imaju svojstvo TeleportArea Interactable dok objekti koji vrše specifične radnje u doticaju s Interactor-om imaju svojstvo BaseInteractable. (Slika 2.6.)



Slika 2.6. Nasljeđivanja razreda BaseInteractable iz XR Interaction Toolkit

Sve radnje unutar igre se pokreću pritiskom gumba na poleđini lijevog kontrolera.

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.5 Glavni izbornik

Glavni izbornik (engl. main menu) je prva scena koja se prikazuje pokretanjem programa. Riječ je o 3D sceni u kojoj se nalazi sustav za obradu događaja (engl. event system), usmjereno osvjetljenje (engl. directional light), objekt zadužen za kameru kojom se upravlja pomoću VR-a i 2D platno na kojem se nalaze elementi korisničkog sučelja.

Korisnik u glavnom izborniku upravlja pomoću interakcije s bijelom zrakom (engl. XR Simple Intractable). Za korisnika ključnu ulogu u sceni ima dvodimenzionalno platno. Kao pozadina za dvodimenzionalno platno koristi se slika zidova unutrašnjosti sobe iz koje je potrebno pobjeći. Ispred pozadine su smješteni razni elementi korisničkog sučelja.

Tu je prije svega riječ o tipkama. Tipke (engl. buttons) su implementirane kao standardni UIButton u Unityju. Za prikaz znakova se koristi TextMeshPro. Riječ je o objektu koji dolazi ugrađen u programsko okruženje Unity, a omogućava razne dodatke u dizajnu znakova (poput postavljanja gradijenta) što dodatno poboljšava estetski dojam programa.

Trenutno postoje tri tipke. Krenuvši od dna prva tipka je zadužena za izlaz iz programa (engl. *quit*). Ukoliko se zraka usmjeri prema tipki za izlaz klikne tipka za potvrđivanje akcije poziva se funkcija koja je zadužena za izlaz iz programa (konkretna implementacija ovisi o operacijskom sustavu na kojem se pokreće program) (Slika 2.7.).

Sljedeća tipka je zadužena za prikaz osoba koje su sudjelovale u izradi programa (engl. *about*). Implementirana je na način da se pritiskom na tu tipku sakrije trenutni sadržaj i prikaže novi sadržaj sa svim relevantnim informacijama. Također na tom ekranu postoji tipka za povratak natrag u glavni izbornik na način da se prethodno skrivene tipke prikažu, a trenutno prikazani elementi sakriju (Slika 2.8.).

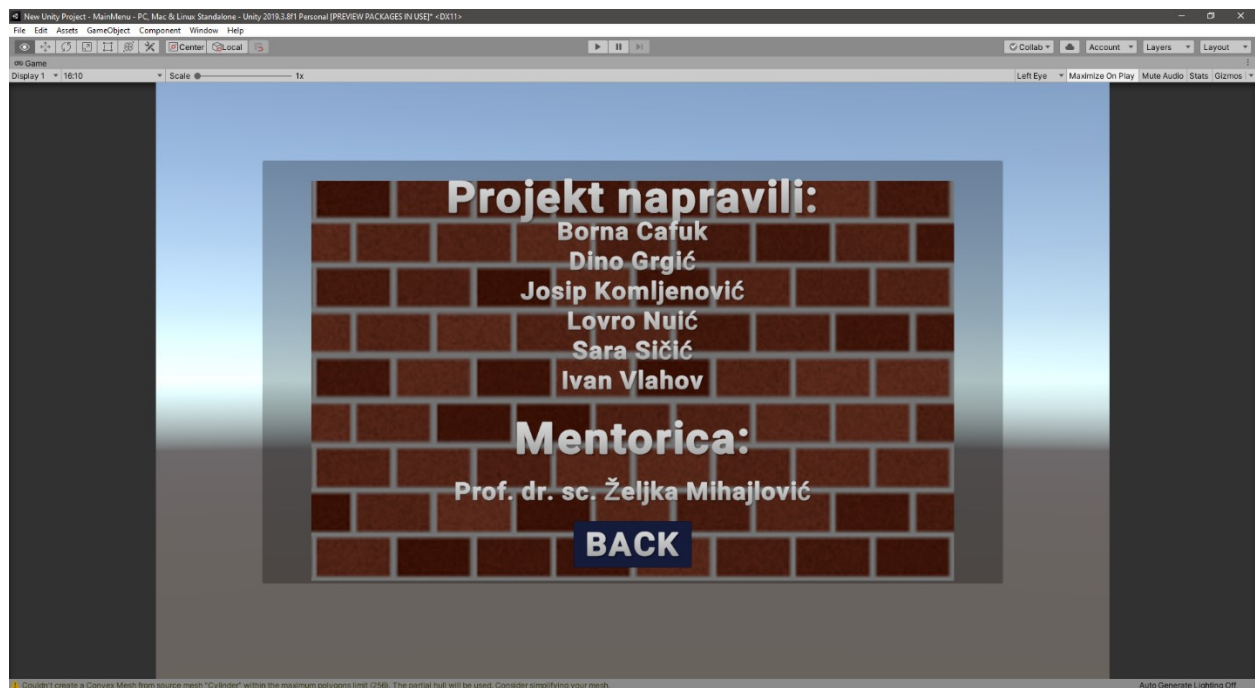
Konačno, najvažnija tipka u glavnom izborniku je tipka za početak igre (engl. *play*). Pritiskom na tu tipku se prelazi u sljedeću Unity scenu u kojoj se nalazi sama igra.

Za raspored elemenata na ekranu postoje dvije mogućnosti. Moguće je rasporediti elemente ovisno o poziciji kamere (engl. *screen space*), a druga mogućnost je postaviti elemente na fiksno mjesto unutar svijeta (engl. *world space*). Budući da je kamera implementirana pomoću VR okruženja česte su promjene pozicija kamere i njezino rotiranje te je stoga odabrano rasporediti elemente u odnosu na poziciju u svijetu.

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.



Slika 2.7. Glavni izbornik sa opcijama



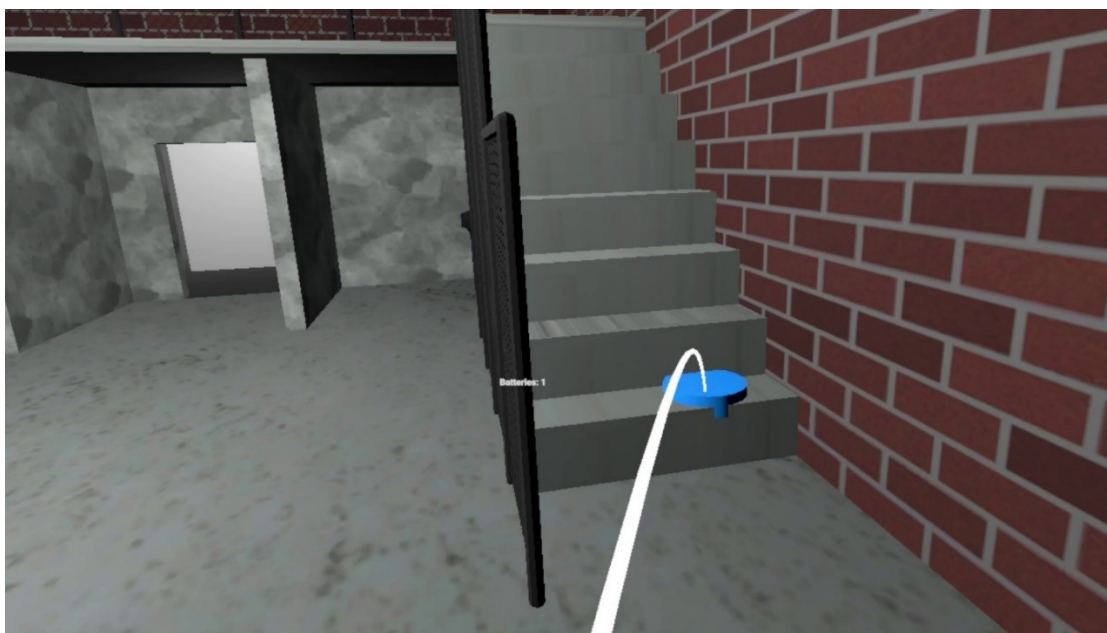
Slika 2.8. Prizor *About* odabira sa ispisom imena studenata i mentorice

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.6 Glavni igrač i kretanje

Razvoj VR-a popraćen je i problemom kretanja unutar virtualnog svijeta. Rijetko se događa da virtualni svijet je svojim karakteristikama odgovara prostoru u kojem igrač igra. Zbog toga se pojavili pitanje načina kretanja igrača unutar virtualnog svijeta. Način kretanja putem analognog 2D kontrolera jedan je od standardnih načina kretanja, kojeg redovito nalazimo u igrama na konzolama. Naravno takav način omogućava vrlo brzi prelazak na VR te smanjuje potrebu za privikavanje na nešto novo. Jedan od glavnih razloga zašto ipak većina izbjegava ovakav način kretanja je mučnina koju većina igrača osjeti nakon određenog vremena provedenog unutar virtualnog svijeta.

Drugi standardni način kretanja unutar je uz pomoć teleportacija. Takav način kretanja ne izaziva mučninu kod igrača te zbog toga smo ga i mi odabrali. Igrač se i dalje može kretati unutar označenog prostora hodanjem, ali za prelaske većih udaljenosti mora uz pomoć kontrolera pritisnuti na područje koje podržava teleportaciju (Slika 2.9.). Zbog navedenog razloga ovakav način kretanja smo odabrali za našu igru.



Slika 2.9. Prikaz kretanja uz stepenice teleportiranjem

Kako bi se omogućilo teleportiranje po prostoriji na pod prostorije dodan je objekt Teleportation Area. Za igrača mogućnost teleportacije prikazana je s plavim cilindrom na površini na koju zraka pokazuje. Pritiskom gumba na kontroleru, igrač se teleportira na tu poziciju se tako može kretati po prostoriji.

Nakon što igrač uspješno riješi neki od teških zadataka u prostoriji pojavljuju mu se baterije koje mora skupljati kako bi uspješno pobjegao iz prostorije. Bateriju može pokupiti s lijevim kontrolerom tako da je označi sa zrakom i pritisne gumb na kontroleru. Također kako ne bi morao pamtiti koliko je baterija dosad skupio na ekranu mu se prikazuje trenutno stanje.

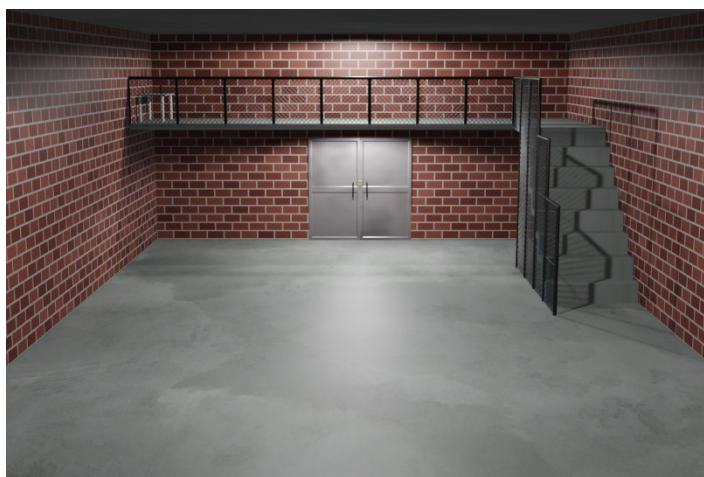
Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.7 Interijer

Za izradu interijera korišten je open-source 3D softver Blender. Interijer se sastoji od glavne prostorije i labirinta te se unutar njega nalaze svi potrebni resursi pomoću kojih igrač može izaći iz prostorije i tako završiti igru.

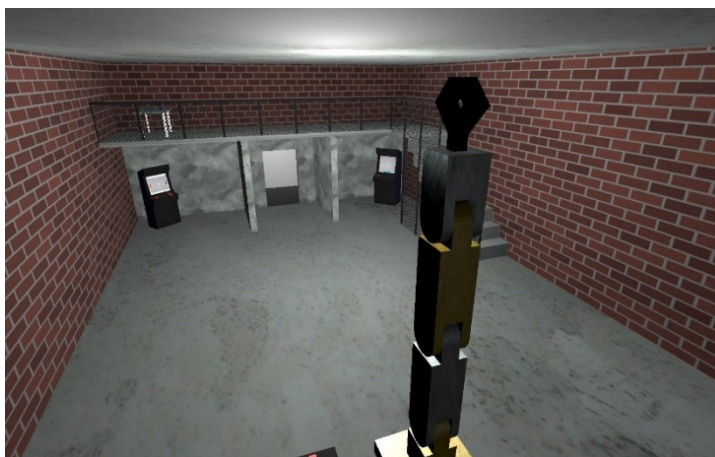
2.7.1. Glavna prostorija

U glavnoj prostoriji nalazi se većina zagonetki i igara koje igrač treba riješiti da bi završio igru. Početna ideja glavne prostorije skicirana je na papiru te su određene dimenzije koje su kasnije prebačene u Blender. Prva verzija glavne prostorije sadržavala je stepenice i balkon s ogradom, te dvokrilna vrata ispod balkona (Slika 2.10.).



Slika 2.10. Prva verzija glavne prostorije

Iako je prva verzija bila zadovoljavajuća, za potrebe ubacivanja labirinta u igru, bilo je potrebno napraviti neke preinake glavne prostorije. S obzirom da je ulaz u labirint jednake visine kao i visina balkona, napravljene su preinake zida na kojem su se u prvoj inačici nalazila vrata. Na taj zid je ubačen labirint, a vrata su prebačena na zid nasuprot originalnog zida s vratima (Slika 2.11.).



Slika 2.11. Završna verzija glavne prostorije

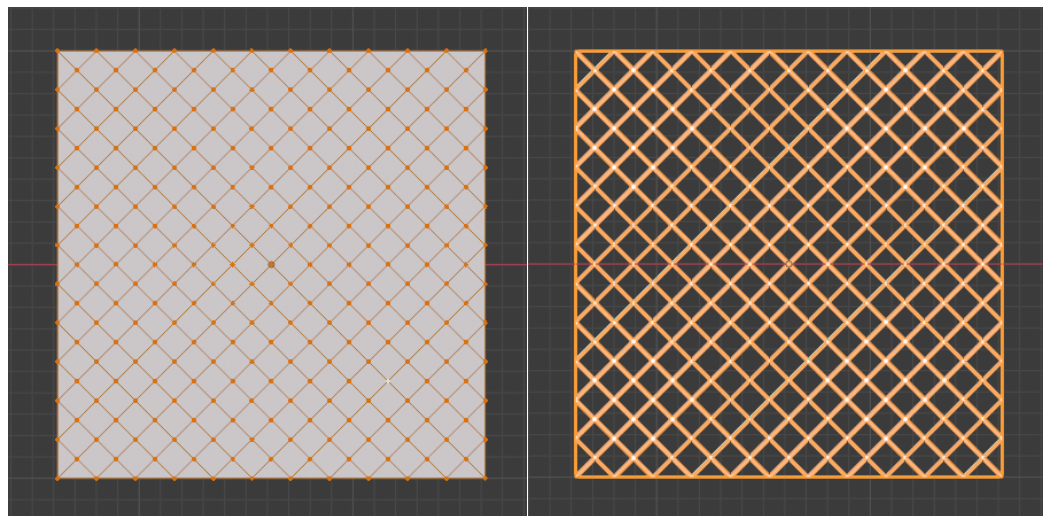
Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

Izrada modela glavne prostorije sastojala se od izrade objekata poda, stropa, zidova, balkona, stepenica, ograde i vrata, te izrade tekstura za svaki od tih objekata. Izrada objekata poda, stropa, zidova i balkona bila je jednostavna s obzirom da su to samo objekti ravnine (eng. *plane*) i kocke (eng. *cube*) kojima su dimenzije podešene na dimenzije iz skice.

Za izradu stepenica bilo je potrebno unaprijed odrediti visinu, duljinu i širinu stepeništa te uzeti u obzir i debljinu svake stepenice da bi svaka stepenica bila jednaka.

Objekti vrata sastoje se od skaliranog objekta kocke koji je postupkom *loop subdiv* prvo podijeljen na dva dijela, a zatim je postupcima *inset faces* i *extrude faces* dio vrata uvučen za par centimetara unutra. Ručke na vratima su napravljene kao objekti valjaka (eng. *cylinder*).

Ograda je napravljena od više dijelova. Šipke na ogradi su napravljene kao obični valjci, a za izradu rešetke napravljen je *plane*, koji je postupkom *subdivide* podijeljen na mrežu od 10 puta 10 vrhova. Zatim je postupkom *poke faces* svakom četverokutu u sredinu dodan vrh tako da se od njega naprave 4 trokuta, te su metodom *tris to quads* trokuti koji su bili spojeni najdužom stranom spojeni u jedan četverokut, čime smo dobili mrežu kvadrata rotiranih za 45 stupnjeva. Nakon toga se korištenjem postupka *wireframe* dobije traženi oblik (Slika 2.12.).

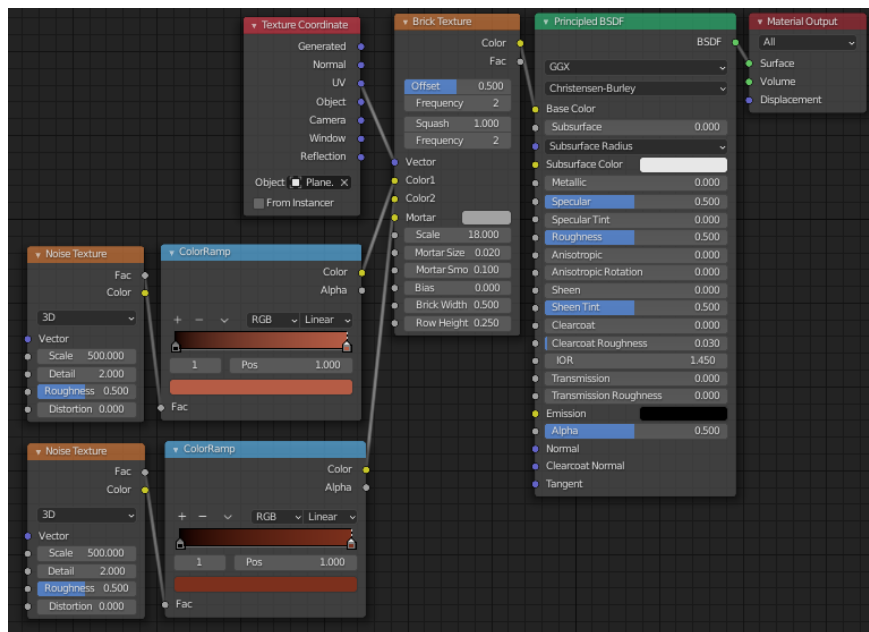


Slika 2.12. Prije i poslije korištenja postupka *wireframe*

Teksture za objekte glavne prostorije napravljene su na tri načina. Prvi od načina je jednostavno dodavanje boje u Blenderu, te se takva tekstura bez problema uveze u Unity. Taj način je korišten za teksturu ograde. Drugi način je korištenje slikovnih tekstura u .png formatu, u ovom slučaju se taj način koristio za pod i strop s besplatnim teksturama preuzetim s interneta [2].

Treći način je proceduralna generacija tekstura, u ovom slučaju korištena za teksturu cigle na zidovima. Korištenjem čvorova sjenčara (eng. *shader node*) u Blenderu može se napraviti kvalitetna tekstura cigle (Slika 2.13.). Čvor *brick texture* prima nekoliko argumenata, od kojih su za ovu teksturu bitni *vector*, *color1*, *color2* i *mortar*. Parametar *vector* prima UV mapu objekta na koji se iscrtava. Parametri *color1* i *color2* su boje između kojih čvor nasumično interpolira i bira boju cigle. *Mortar* je boja koja se pojavljuje između svake dvije cigle. Izlaz iz čvora je boja koja se kasnije iscrtava na objekt. Za ulaz u *color1* i *color2* izabrane su dvije nijanse ciglasto crvene interpolirane s crnom bojom koristeći čvor *noise texture*. Krajnji rezultat su cigle koje imaju mat teksturu i nasumično odabrane nijanse crvene.

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.



Slika 2.13. Prikaz grafa sjenčara

Pri uvozu u Unity korišten je postupak *texture baking* da bi se od proceduralno generirane teksture u Blenderu dobila slikovna tekstura u .png formatu koja se lako uvozi u Unity.

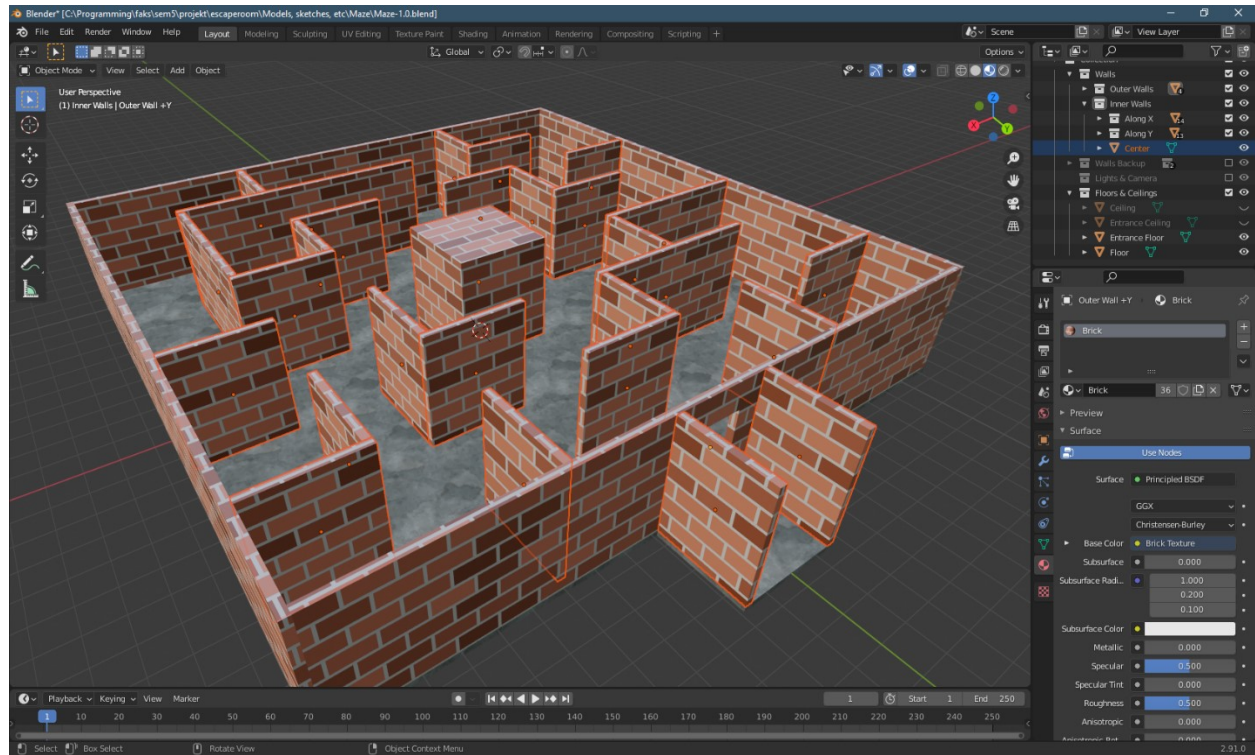
2.7.2. Labirint

Tlocrt labirinta je prvo izrađen na papiru s namjerom da putevi koji ne vode nikamo ne budu odmah očiti, ali i da ne budu predugi kako igrač ne bi većinu vremena proveo vraćajući se putevima kojima je već prošao. Mreža labirinta se temelji na kvadratnim poljima s duljinom stranice od 3 m, između kojih su zidovi od 25 cm. Nakon što je plan labirinta osmišljen, u Blenderu su stvoreni pod i strop labirinta, te su zidovi iz plana dodani između njih s visinom od. Udaljenost od poda do stropa, odnosno visina zidova je odabrana da bude 4 m. Kad su svi zidovi dodani, u jednom od vanjskih zidova je izrađen ulaz u labirint, te je ispred njega dodan kratki hodnik do labirinta (Slika 2.14).

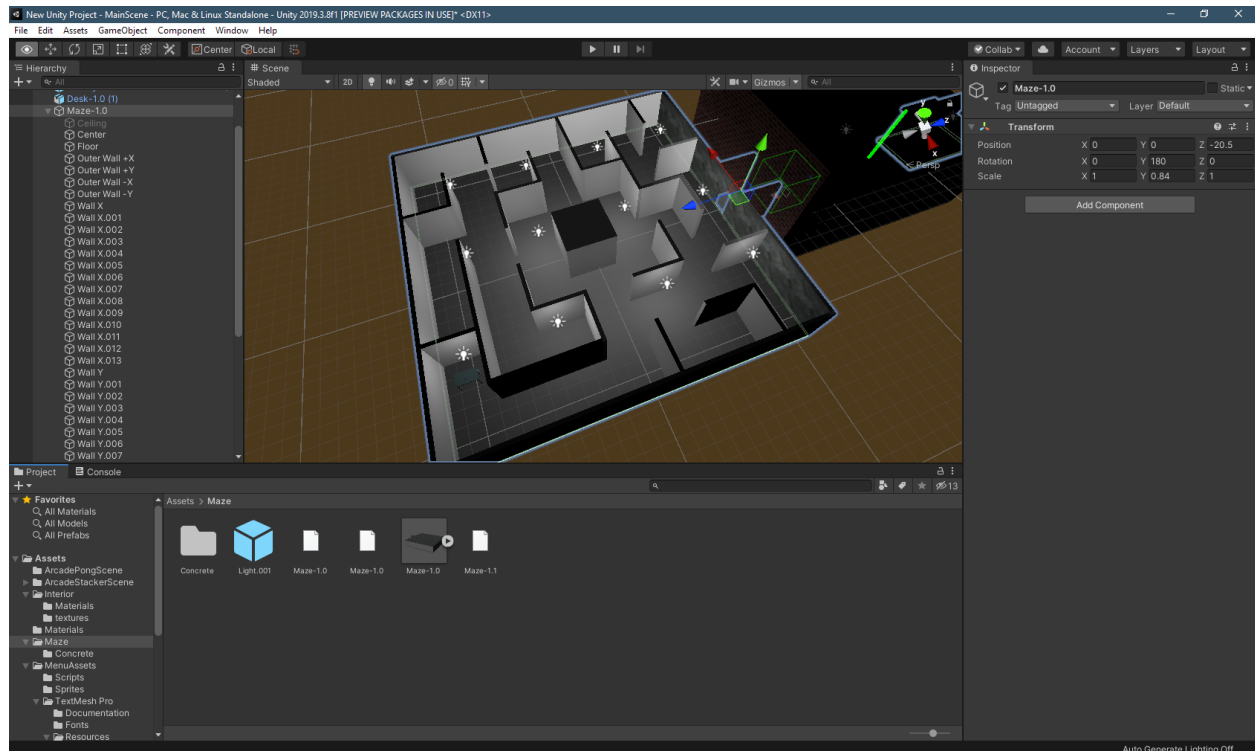
Pod, strop i svi zidovi labirinta su napravljeni od kocaka koje su skalirane po potrebi i kojima je primijenjeno skaliranje (*Apply scale*) kako bi se dobili kvadri potrebnih dimenzija s jediničnim skaliranjem.

Nakon što je u Blenderu izrađen model labirinta, izvezen je u FBX format i uvezen u Unity. U Unityju su u labirint dodana svjetla i pozicioniran je uz glavni interijer kako bi igrači mogli ući u njega. Na kraju je u labirint dodan stol s baterijom, koju je igraču cilj pronaći (Slika 2.15.).

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.



Slika 2.14. Izrada modela labirinta u Blenderu

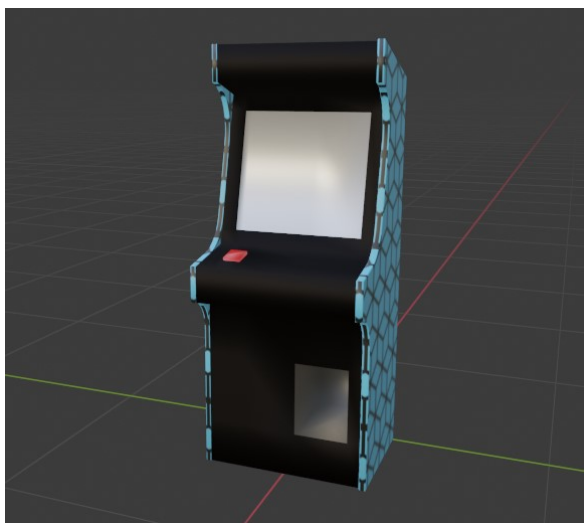


Slika 2.15. Montiranje labirinta u Unityju

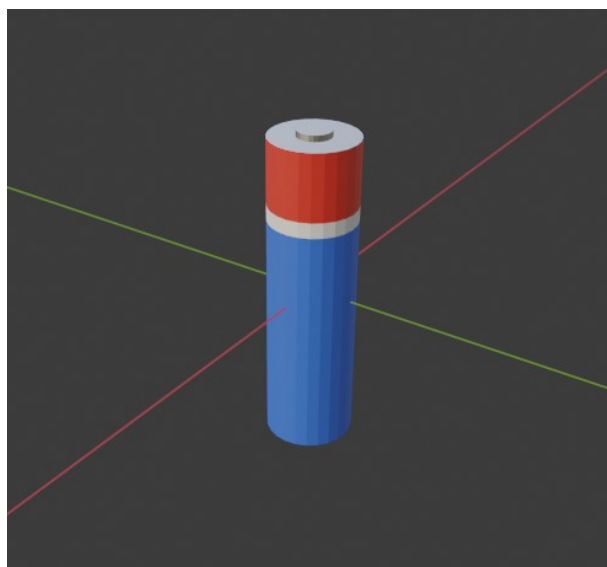
Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.8 Modeli

Za potrebne projekta napravljeni su brojni 3D modeli. Kao i glavna prostorija i labirint, oni su također napravljeni u Blenderu. Ti modeli su redom: arkadni aparat (Slika 2.16.), baterija (Slika 2.17.), čitava boca (Slika 2.18.), razbijena boca (Slika 2.19.), stol (Slika 2.20.), robotska ruka (Slika 2.21.) i upravljač robotske ruke (Slika 2.22.). Tekstura lijeve i desne strane arkadnog aparata, tekstura naljepnice na modelu boce, te teksture gumbova na upravljaču robotske ruke su dizajnirane u Adobe Illustratoru. Tekstura robotske ruke je preuzeta s *Unity Asset Storea* [2] te je nanescena na objekt tek u Unityju (vidljiva na slici završne verzije glavne prostorije).

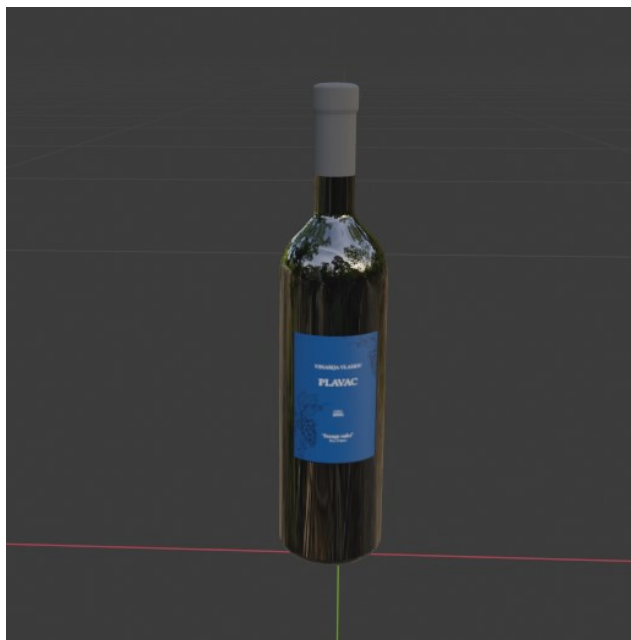


Slika 2.16. Model arkadnog aparata

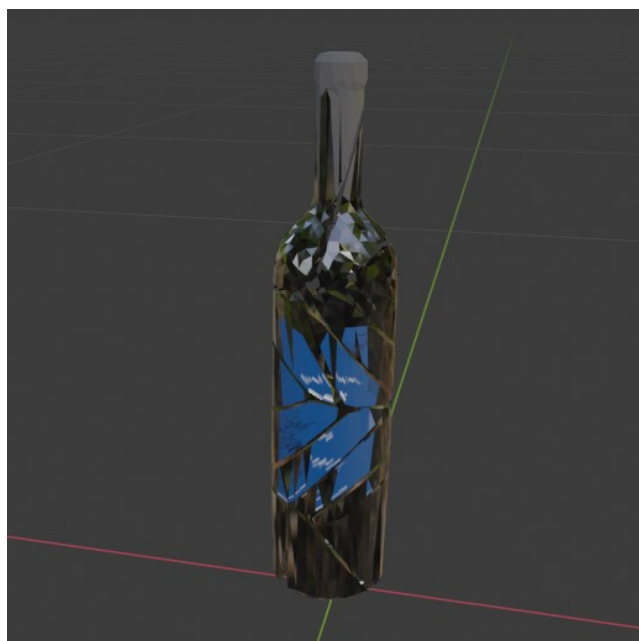


Slika 2.17. Model baterije

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.



Slika 2.18. Model čitave boce



Slika 2.19. Model razbijene boce

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

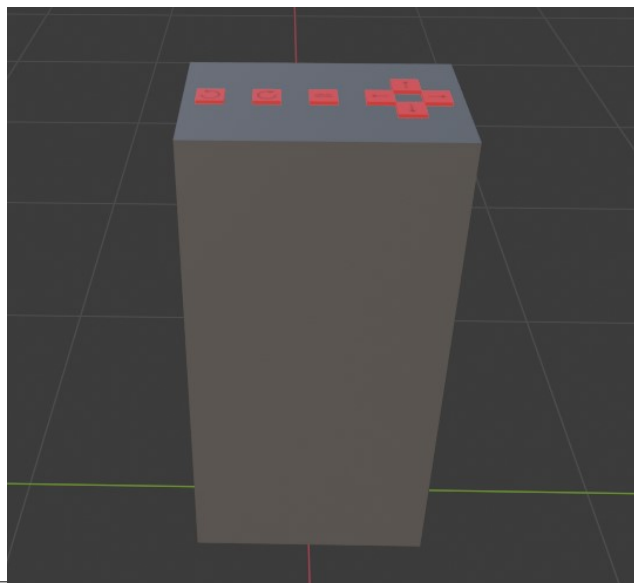


Slika 2.20. Model stola



Slika 2.21. Model robotske ruke

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.



Slika 2.22. Model upravljača robotske ruke

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.9 Arkadni aparati (engl. *arcade machine*)

Oba arkadna aparata napravljene su kao modeli u Blenderu te su u vezeni u Unity. Prije uvoženja aparata u naš glavni svijet bilo je potrebno napraviti 2D scenu igre koja će se prikazivati na aparatu. Isto tako bitno je bilo riješiti problem interakcije aparata i videoigre.

Način na koji je ovaj problem riješen je sljedeći. Sve igre bile su prvo napravljene kao jedinstvene 2D scene. Iz njih bi izbacili glavnu kameru scene te sve potrebne objekte stavili u prazan objekt. Od tog objekta bi napravili prefab koji bi onda stavili iznad modela ekrana arkadnog aparata.

Veliki problem u ovom procesu je bio Pong koji prvobitno bio ostvaren kao 2D scena. Problem nastaje kada se rotira prefab 2D scene jer se svi dvodimenzionalni *collideri* ne rotiraju u trećoj osi u sceni. U slučaju rekreacije ovog modela, bitno je pripaziti da se igra prvobitno napravi kao 3D scena sa 3D *colliderima* ili napisati vlastite *collidere* kako je to riješeno u slučaju Stackera (vidi 2.9.2).

2.9.1. Pong

Pong je arkadna igrice čiji je cilj pobijediti računalo s pet golova. Igrač pomiče palicu koristeći tipke na arkadnom aparatu pomoću kojih se kreće gore i dolje (Slika 2.23.).

Protivnik je implementiran kao primitivan AI kojeg igrač treba pobijediti tako da mu zabije pet golova. Nakon što igrač pobijedi protivnika dobiva bateriju. Igrica je ostvarena kao 3D Pong u Unityju te naposljetku rotirana na ekran arkadnog aparata.

Loptica je ostvarena kao *Rigidbody* objekt u Unityju te se na početku igre sama kreće nasumično kretati unutar granica igre. Palica igrača prati pokrete gumbi na mašini te se tako kreće gore i dolje. Krajnja lijeva i krajnja desna stranica igre predstavljaju golove koji prate kada se loptica sudari s njima te sukladno tome ponovno pokreću igricu svaki put kada jedan od igrača zabije gol. Neprijateljski primitivan AI igrač prati lopticu dovoljno brzo da igrica bude izazovna, no istovremeno dovoljno sporo da je igricu moguće pobijediti. Također je u Unityju napisana i *GameManager* skripta koja prati rezultat igre.



Slika 2.23. Arkadni aparat s Pong igrom

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.9.2. Stacker

Stacker je popularna arkadna igra koja se i danas može pronaći u igraonicama. Cilj Stackera je naslagati toranj od 15 pravokutnika koji se nalaze direktno „unutar“ pravokutnika ispod njega. Što je veći toranj to su i brže kretnje pravokutnika. Ako primjerice pravokutnik visi iznad ruba pravokutnika ispod sebe igra je izgubljena. Najčešće u igraonicama, pobjedom stackera igrač dobije razne nagrade. Igrač može igrati do 10 ili do 15 naslaganih pravokutnika. Do 10 naslaganih pravokutnika donosi sitnu nagradu, ali do 15 donosi veliku nagradu koja je najčešće skupa tehnologija (Slika 2.24.).

U svrhu *escape rooma* Stacker služi za prikupljanje baterije za robotsku ruku. Ako se nakupi toranj od 15 pravokutnika arkadni aparat igraču izbacuje bateriju.

Svi sudari s rubom ekrana su riješeni pomoću vlastitih funkcija za otkrivanje sudara. Nije korišten Unity sustav za detekciju sudara koji može dovesti do grešaka prilikom preslike 2D scene u 3D (vidi 2.9). Što je veća veličina tornja to se to je veća brzina pravokutnika koji još nisu postavljeni.

Osim običnih kontrola u Stacker implementiran je sustav „tickova“ koji simulira rad starih računala koji nisu imale procesorsku moć dovoljno jaku da prikazuju kontinuirane kretnje.

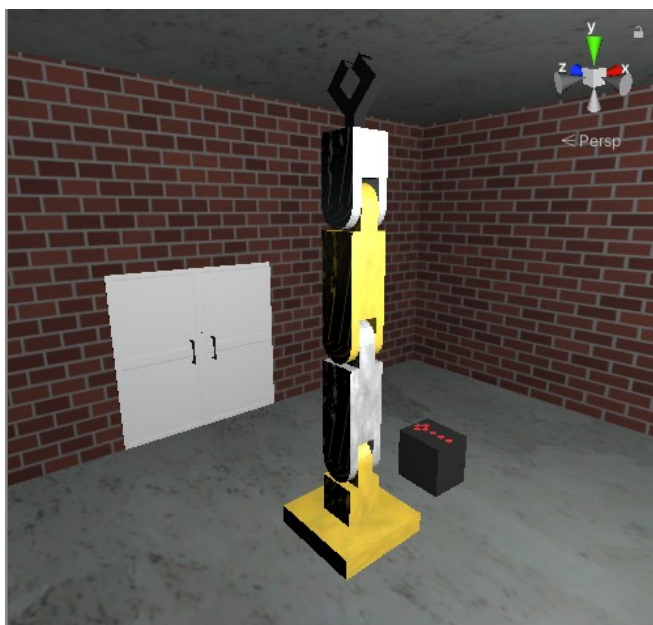


Slika 2.24. Arkadni aparat sa Stacker igrom.

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.10 Robotska ruka

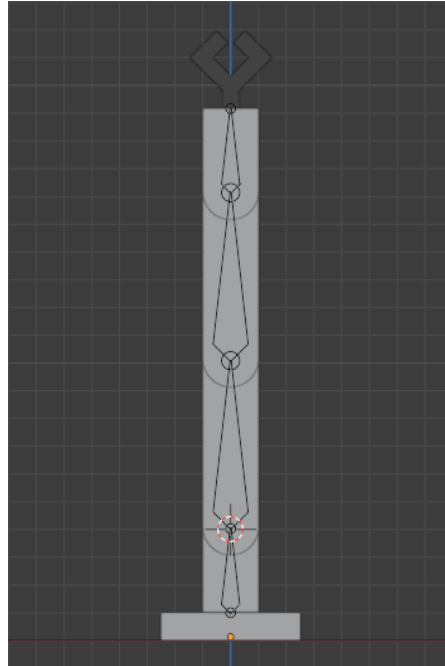
Robotska ruka je također modelirana u Blenderu. U poglavlju 2.8 može se vidjeti slika modela koji je izvezen iz Blendera, a koji na sebi nema teksturu. Tekstura robotske ruke dodana je tek u Unityju, u obliku .png slike preuzete s Unity Asset Storea [3] (Slika 2.25).



Slika 2.25. Robotska ruka s dodanim teksturama

Za potrebe ovog projekta trebalo je ostvariti mogućnost upravljanja robotskom rukom te ostvariti da njeno kretanje bude realistično, u smislu da se kreće kako se i prave robotske ruke kreću. Stoga je u Blenderu dodan *Armature*, odnosno sistem „kostiju“ i zglobova koji određuju kako će se koji dio robota ponašati pomakne li se neki drugi dio (Slika 2.26.).

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.



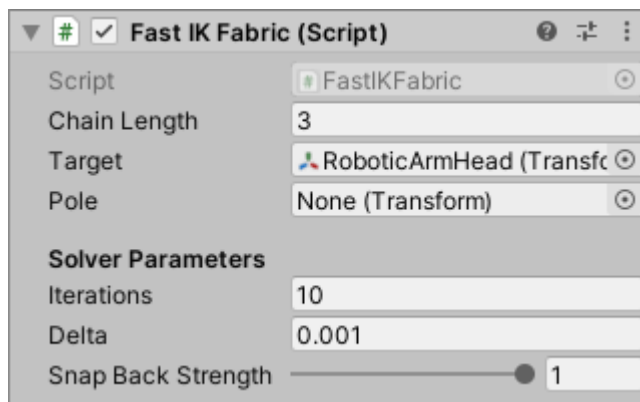
Slika 2.26. Pozicije kostiju i zglobova

Ovim procesom omogućena je direktna kinematika, ali da bi se osiguralo kvalitetno upravljanje robotskom rukom, trebalo je omogućiti i inverznu kinematiku. U Blenderu postoji dodatak za inverznu kinematiku koji je brz i odlično funkcionira na ovom robotu, međutim nemoguće ga je kao takvog prebaciti u Unity, nego je s njim moguće samo napraviti unaprijed snimljene animacije koje se onda mogu ubaciti u Unity, stoga je tu ideju bilo nemoguće realizirati.

Druga ideja za inverznu kinematiku bila je vlastita implementacija mapiranjem x i y koordinata mjesta gdje želimo da ruka završi na kuteve između određenih kostiju robotske ruke. Iako je ta metoda inverzne kinematike funkcionirala, postojale su neke lokacije s kojih, kad bi se robot pomaknuo, pozicija kostiju bi se u potpunosti promijenila, te kretnja robota sveukupno nije bila glatka, pa smo morali odustati i od te ideje.

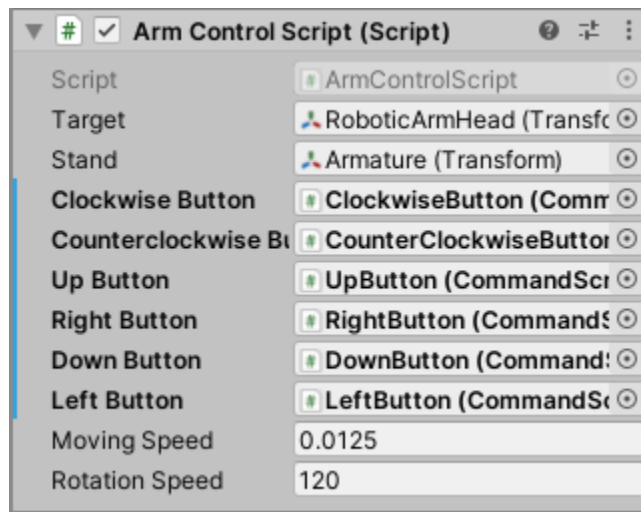
Treća ideja je bila preuzeti već napisan kod za inverznu kinematiku s interneta te ga ukomponirati u naš projekt. Korišten je Fast IK autora Daniela Erdmanna koji se može besplatno preuzeti s Unity Asset Storea [4]. Implementacija je bila vrlo jednostavna, samo je bilo potrebno dodati Fast IK Fabric skriptu na posljednju kost robota, odabrati duljinu lanca (koliko visoko treba ići u hijerarhiji roditelja), te postaviti *target* objekt, tj. objekt koji robot prati.

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.



Slika 2.27. Postavke Fast IK Fabrica

Nakon toga bilo je potrebno isprogramirati skriptu za pomicanje *target* objekta, a Fast IK Fabric skripta bi se pobrinula za sve ostalo. Skripta za pomicanje *target* objekta je vrlo jednostavna – prima parametre *target* objekta i postolja robota, objekte gumbova za upravljanje te brzinu pomicanje po x i y koordinatama te brzinu rotacije (Slika 2.27.).



Slika 2.28. Postavke skripte za pomicanje *target* objekta

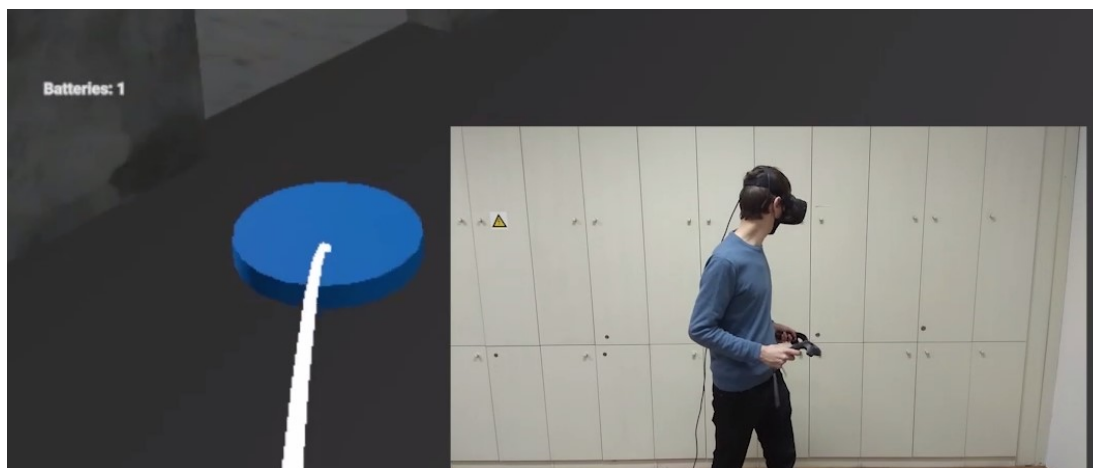
U Update metodi skripta provjerava je li neki od gumbova stisnut te ovisno o tome ili pomiče *target* objekt gore, dolje, prema ili od robota brzinom *movingSpeed*, ili rotira čitavo postolje robota po okomitoj osi brzinom *rotationSpeed*.

Gumbovi mogu biti razni objekti, a u ovom slučaju koristili smo model upravljača robotske ruke koji se sastoji od više objekata. Objekti gumbova imaju postavljenu skriptu *CommandScript* koja ima varijablu *pressed* i javnu metodu *GetPressed* koja vraća vrijednost varijable *pressed*. Skripta provjerava je li korisnik pokazao na taj objekt i pritisnuo gumb na VR upravljaču. Ako se to dogodilo, vrijednost varijable *pressed* se postavlja na *true*, a kad korisnik pusti gumb na VR upravljaču, vrijednost te varijable se vrati na *false* (Slika 2.28.).

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.11 Ostali interaktivni modeli

Najbitniji model s kojim igrač dolazi u interakciju jest baterija. Na svaku bateriju u sceni dodano je sučelje XR Simple Interactable koje omogućuje pisanje C# skripte za potpuno svojevolsnu interakciju s objektom. Prilikom pritiska na *trigger* na VR kontroleru igrač uzima bateriju te se brojač njegovih baterija povećava. Brojač baterija vidljiv je na lebdećem UI na VR kameri. Iako se lebdeći UI ne prakticira u izradi VR igara jer smanjuje vidljivost teksta prilikom konstantne kretnje, u ovome slučaju jedino što se ispisiuje je broj baterija što nije velika količina informacija. Na taj način u donjem desnom kutu kamere igrač može u bilo kojem trenutku vidjeti koliko je baterija sakupio, bez da ih mora brojati (Slika 2.29.).



Slika 2.29. Primjer ispisa broja prikupljenih baterija

Još jedan od objekata s kojima igrač dolazi u kontakt jest boca, koju kada igrač baci s određene visine, padne, razbije se te igrač otkriva da se u njoj nalazila baterija koju tako može pokupiti i nastaviti s igrom.

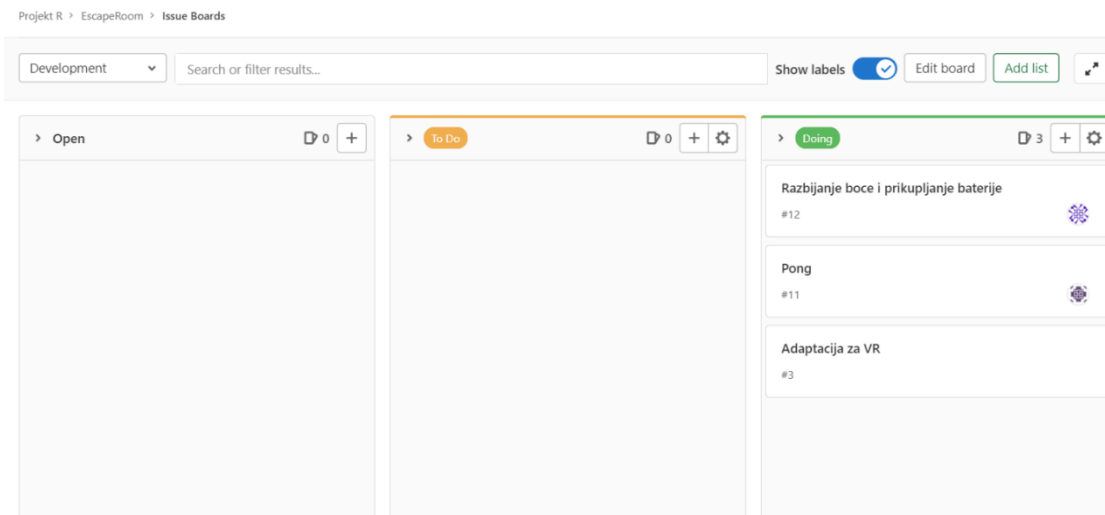
Da bi se omogućilo razbijanje boce, bilo je potrebno napraviti dva modela – jedan za čitavu, te jedan za razbijenu bocu. Čitavu bocu je bilo jednostavno modelirati, dok je za model razbijene boce trebalo malo više posla. Za razbijanje objekata u više dijelova u Blenderu se koristi dodatak *Cell Fracture* koji podijeli objekt na više nepravilno oblikovanih objekata. Prilikom korištenja tog dodatka pronađen je problem, naime, dodatak je kao rezultat vraćao razbijene komade boce kao pune objekte, umjesto da tretira bocu kao šuplji objekt. Taj problem popravljen je korištenjem *Solidify* modifikatora u Blenderu koji od punog objekta napravi podebljanu verziju njegovih lica. Nakon toga lako je dobiven objekt sa slike u poglavlju 2.8.

Animacija razbijanja boce i dobivanja baterije izvedena je jednostavnom skriptom *BottleBreakScript* koja se aktivira u trenutku kad objekt čitave boce dođe u kontakt s nekim drugim objektom. U tom trenutku skripta provjerava brzinu objekta, te ako je ta brzina veća od vrijednosti javne varijable *breakingThreshold*, na tom mjestu se instancira *prefab* razbijene boce, *prefab* baterije, te se izbriše objekt čitave boce.

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

2.12 Verzioniranje

U svrhu verzioniranja korištena je platforma GitLab. Iako sam GitLab sadrži puno više funkcionalnosti nego što je potrebno za ostvarenje ovog projekta, korišten je zbog izvrsnog kanban issue boarda koji je korišten u svrhu praćenja zadataka koji su planirani, na kojima se radi i koji su završeni (Slika 2.30.). Iako postoje drugi alati za praćenje toka rada GitLab je vrlo efikasan jer na jednoj platformi rješava problem verzioniranja projekta i praćenja zadataka.



Slika 2.30. Prikaz GitLab issue boarda za projekt

Bitno je napomenuti da verzioniranje Unity projekata uz pomoć Gita nije veoma efikasno. Zbog količine velikih datoteka koje Unity generira veliki problem nastaje s veličinom repozitorija. Isto tako potrebno je naći jako dobru gitignore konfiguraciju. Isto tako Unity, iako dobro rješava problem različitih verzija Unity projekata, u radu s Gitom može doći do neželjenih promjena verzija paketa te same verzije Unityja.

Unity radi na ovome problemu s razvojem vlastitih *cloud* sustava koji prate povijest projekta, njegovu verziju i sve potrebne pakete uz njega. Studentski paket koji je besplatan putem prijave fakulteta nudi spremanje projekta ali samo za tim do pet ljudi.

2.13 Komunikacija

Komunikacija se odvijala *online* putem platforme *Discord*. Razlozi odabira ove specifične platforme su: velika raširenost, mogućnost odvajanja tekstualnih kanala za različite teme, mogućnost grupnih razgovora. Uz neke dodatne funkcionalnosti kao što je mogućnost dijeljenja zaslona, organizacija *online* sastanaka je bila vrlo jednostavna.

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

3. Upute za korištenje

Za korištenje potrebna je gore navedena Unity verzija 2019.3.8f1, HTC Vive oprema te komponente za koje mogu izgraditi (engl. *build*) igru za određenu platformu. Bitno je napomenuti da platforma na za koju se projekt želi izgraditi mora sadržavati potporu za Steam VR i HTC Vive. Izvorni kod igre može se pronaći na GitLab repozitoriju <https://gitlab.com/projekt-r/escaperoom>.

Samo lijevi HTC Vive kontroler je potreban za obavljanje svih funkcionalnosti unutar igre, iako je moguće i korištenje desnog (vidi 2.4.). Iako su oni simetrični, njihove oznake mogu se vidjeti u Steam VR glavnom izborniku. Ako HTC Vive nije dobro postavljen Steam VR će korisniku izbacivati grešku te igra neće biti igriva sve dok se on ne namjesti. Jednom kada Steam VR prestane izbacivati greške o krivo podešenoj opremi, nije potrebno izlaziti iz igre za igranje.

Prilikom pokretanja igre prva scena je glavni izbornik (vidi 2.5). Odabirom na *Play* igra započinje, odabirom na gumb *About* ispisuju se imena studentskog razvojnog tima i mentorice, a odabirom na gumb *Quit* igra se gasi.

Igra traje u glavnoj sceni sve dok igrač ne pobjegne iz *escape room-a*. Kada igrač pronađe dvije ili više baterija tek onda može koristiti funkcionalnost robotske ruke koja mu pomaže u bijegu.

Escape Room VR	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 25.1.2021.

4. Literatura

- [1] <https://answers.unity.com/index.html>
- [2] <https://www.blender3darchitect.com/textures/12-free-pbr-materials-and-hdr-maps-concrete/>
- [3] <https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/metals/yughues-free-metal-materials-12949#content>
- [4] <https://assetstore.unity.com/packages/tools/animation/fast-ik-139972>