

# Immersiivisen audion luominen virtuaalitodellisuudessa



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Tietojenkäsittelyn koulutus  
Kevät, 2023

Lassi Vilkkö

Tietojenkäsittelyn koulutus

Tiivistelmä

Tekijä Lassi Vilkkö

Vuosi 2023

Työn nimi Immersiivisen audion luominen virtuaalitodellisuudessa

Ohjaaja Tommi Lahti

---

## TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee Unityn äänilähteiden käyttöä ja merkitystä virtuaalisessa ympäristössä. Opinnäytetyön tarkoituksena on saada selvyyttä äänilähteiden toiminnoista Unityn sisällä ja toteuttaa niitä yksinkertaisilla testeillä. Opinnäytetyö on tehty pääasiassa oman oppimisen tueksi.

Teoreettisessa osassa selitetään Unityn toimintoja yleisesti, jonka jälkeen keskitytään tarkemmin Unityn virtuaalitodellisuuden termeihin. Teoriaosa käsittelee myös lyhyesti immersion merkitystä videopelejä kehittäessä. Unityn äänitoimintoihin keskitytään muutamassa kappaleessa, jossa selitetään Unityn toimintaan. Teoria osan loppupuolella kerrotaan vielä virtuaalilaitteiden käyttöönotosta.

Lopputuloksena luotiin yksinkertainen virtuaaliympäristö, jossa päästiin testaamaan äänilähteiden spatialisointia pienillä testeillä. Testit onnistuivat ja äänen spatialisaatiosta opittiin runsaasti.

Avainsanat Virtuaalitodellisuus, Unity, Audio, Spatialisaatio

Sivut 25 sivua ja liitteitä 1 sivua

Degree Programme in Business Information Technology

Abstract

Author Lassi Vilkkö

Year 2023

Subject Creating immersive audio in virtual reality

Supervisor Tommi Lahti

---

## ABSTRACT

The thesis deals with the use of Unity audio sources in a virtual environment. The purpose of the thesis is to clarify the functions of audio sources within Unity and to implement them with simple tests. The thesis is mainly done for own learning, but it can also be used in other Unity learning purposes.

The theoretical part explains Unity's functions and after that it focuses more closely on Unity's virtual reality terms. The theory part also briefly discusses the importance of immersion when developing video games. Unity's audio functions are focused on in a few paragraphs, where, for example, the Unity Native Audio Plug-in SDK is explained. At the end of the theory part there is also a brief introduction of virtual devices.

The result was a simple virtual environment where the tests of audio spatialization happened. The tests were successful, and a lot was learned about sound spatialization.

Keywords Virtual Reality, Unity, Audio, Spatialization

Pages 25 pages and appendices 1 pages

## Sanasto

Unity	Pelimoottori pelintekijöille
Vesiputousmalli	Vaihe vaiheelta alaspäin toteutuva menetelmä malli
VR	Virtuaalinen todellisuus
AR	Lisätty todellisuus
XR	Paranneltu todellisuus
SDK	Ohjelmistokehityspaketti
Immersion	Syventymistä peliin täysin
Doppler efekti	Ääniaallon taajuudessa tapahtuva näennäinen muutos
Quest 2	Virtuaalilasit
Spatializer	Äänen fyysiseen tilaan paikantava algoritmi
Plug-in	Liitännäinen/lisäosa
Enum arvo	Tietotyyppi, joka koostuu joukosta nimettyjä arvoja

## Sisälllys

1	Johdanto .....	1
2	Unity .....	2
2.1	Unity yleisesti .....	2
2.2	Laajennettu todellisuus Unityssä .....	3
2.2.1	AR yleisesti .....	4
2.2.2	VR yleisesti .....	5
2.3	Immersio selitettynä .....	6
3	Audio Unityssa .....	8
3.1	Native Audio plug-in SDK .....	8
3.2	Audio Spatializer SDK .....	9
4	Menetelmät .....	11
5	Oculus laitteen käyttöönotto Unityssa .....	12
5.1	Yhdistäminen Unityyn .....	12
5.2	Oculus Integration SDK: n lisääminen Unityyn .....	13
6	VR ympäristön luominen .....	14
6.1	Meta 2 laitteen liittäminen .....	14
6.2	Testausalueen kehitys .....	16
7	Audio spatiliasoijan käyttöönotto VR ympäristössä .....	18
7.1	Staattiset äänilähteet .....	19
7.2	Lähestyvät äänilähteet .....	20
7.3	Ohittava äänilähde .....	21
8	Tulokset .....	24
9	Yhteenveto .....	25
	Lähteet .....	26
	Aineistonhallintasuunnitelma .....	1

## Kuvat

Kuva 1. Esimerkkikuva Unityn käyttöliittymästä (Vilkko 2023) .....	3
Kuva 2. Esimerkkikuva itsenäisistä virtuaalilaseista (Vilkko 2023) .....	6
Kuva 3. Esimerkkikuva mainitusta rengasmodulaattorista Unityn käyttöympäristössä (Unity Documentation 2023.1 Native audio plugin SDK. Unity copyright) .....	9
Kuva 4. Spatialisoijan valinta käyttäen AudioManageria (Unity User Manual, 2023, Audio Spatializer SDK. Unity copyright) .....	10
Kuva 5. Vaihtaminen oikeaan laitteeseen asetuksista (Meta Quest. 2022 Meta copyright) .....	13
Kuva 6. Oculus Integration SDK tuotuna Unity-projektiin. (Vilkko 2023) .....	15
Kuva 7. Kädentunnistus projektin sisällä (Vilkko 2023) .....	16
Kuva 8. Napit Unityn virtuaaliympäristössä (Vilkko 2023) .....	17
Kuva 9. Audio spatialisoija liitännäisen valinta projektin asetuksista. (Vilkko 2023) .....	18
Kuva 10. Staattinen ääniobjekti Unityn virtuaaliympäristössä. (Vilkko 2023) .....	20
Kuva 11. Liikkuvan äänilähteen menosuunta (keltainen) virtuaalikameran (valkoinen) yli (Vilkko 2023) .....	21
Kuva 12. Ääniasetusten äänenkorkeustaaajuus muokattuna Unityssä. (Vilkko 2023) ...	22
Kuva 13. Ohittavan ääniobjektin kulkusuunta merkittynä keltaisella nuolella. (Vilkko 2023) .....	23

## Liitteet

Liite 1	Aineistonhallintasuunnitelma (pakollinen kaikille)
Liite 2	Liitteen nimi

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön ideana on saada selville, kuinka voidaan luoda immersiiivinen ääniympäristö Unitylla luotuihin virtuaalipeleihin. Opinnäyte tehdään pääasiassa itselle, mutta sitä pystyvät käyttämään kaikki Unitysta kiinnostuneet kehittäjät. Opinnäytetyössä kerrotaan yleisesti Unity pelimoottorista, jotta lukija saa käsityksen mille alustalle työ on tehty. Kerrotaan myös mitä termi Unity XR tarkoittaa ja mitä se pitää sisällään. Koska aiheena on immersion luominen virtuaalitodellisuudessa kerrotaan lukijalle immersioista ja sen tärkeydestä pelien luomisessa. Työssä kerrotaan Unityn äänikirjastosta yleisesti ja keskitytään tarkemmin Unityn audio spatiliasoijaan ja tämän virtuaali todellisuus variaatioon.

Tässä opinnäytetyössä tullaan käyttämään Meta Quest 2 -virtuaalilaitteistoa, jonka käyttöönotosta ja XR liitännäisen asentamisesta tullaan kertomaan lyhyesti. Työn käytännön osassa luodaan Unitylla virtuaalinen peliympäristö, jonka luomista hahmotetaan kuvilla ja selityksillä. Käyttöönottoon kuulu myös virtuaali laitteiston liittäminen Unity pelialustaan ja audio spatiliasoijan käyttämistä luodussa virtuaali todellisuus ympäristössä. Tehdyssä kokeilu ympäristössä testataan staattisia äänen lähteitä, lähestyviä äänenlähteitä, sekä ohittavia äänen lähteitä. Nämä vaiheet hahmoitellan myös kuvilla ja selitteillä, jotta lukijan on helppo pysyä mukana. Joillekin käsitteille ei ole suorannaista suomennosta englannista, joten niitä tullaan käyttämään niiden englannin kielisillä termeillä.

Opinnäytetyö vastaa seuraaviin kysymyksiin: Mikä on audio spatiliasoija ja sen toiminnot Unityn kirjastossa? Kuinka luoda immersiiivinen virtuaali ympäristö käyttäen Unityn äänilähteitä? Miten Unityn äänilähteet toimivat käytännön virtuaaliympäristössä?

## 2 Unity

Tässä luvussa käsitellään Unitya ja laajennetun todellisuuden termejä, joiden merkityksiä selitetään yleisesti. Lopuksi kerrotaan immersioikäisestä ja sen merkityksestä videopeleissä.

Unity on yksi suosituimmista pelimoottoreista etenkin indie pelinkehittäjien keskuudessa ja se on ollut olemassa jo vuodesta 2005. Unity on kolmiulotteinen (3D) ja kaksiulotteinen (2D) pelimoottori, joka on luotu tuomaan pelinkehitystyökaluja kehittäjille, mikä alkuaikoina oli todella uusi asia. Uusien tekniikoiden ja käytäntöjen myötä pelimoottorin on täytynyt muuttua usein. Unityn päätavoitteena on tänä päivänä tarjota pelinkehitysteollisuudelle tehokkaat työkalut pelien luomiseen, sekä tehdä siitä mahdollisimman helppoa eri tasoille pelinkehittäjille. (Lindsay, 2023)

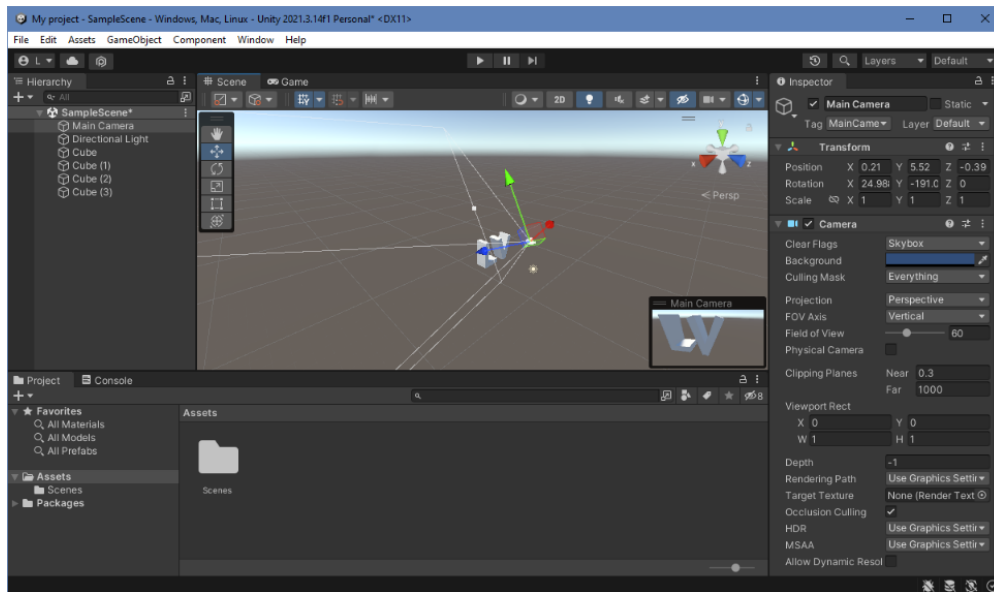
### 2.1 Unity yleisesti

Unity tarjoaa tukea sekä 3D -ja 2D-grafiikkaan, ja antaa käyttäjälle vapauden luoda oman peli- ja taidetyylinsä projektissa. Grafiikkatyylille on olemassa omat erikoistyökalunsa ja erilaisia fysiikka vaihtoehtoja, jotka ovat tarkoitettu jokaiselle eri tyylille. Kuva 1. Esimerkkikuva Unityn käyttöliittymästä (Vilkko 2023) nähdään esimerkki Unityn käyttöliittymästä 3D-projektia aloittaessa. Unityn 3D grafiikka tarjoaa myös laajan valikoiman työkaluja, joilla voi luoda uusia materiaaleja, mukauttaa valaistusta, hyödyntää jälkikäsitteilytehosteita, sekä kaikkea muuta. (Lindsay, 2023)

Unityn arkkitehtuurin laatiminen on luotu erittäin helpoksi ymmärtää. Unityn projektin jokainen taso on jaettu näkymiin ja jokainen näkymä sisältää käyttäjän tarvitsemia peliobjekteja pelihahmosta pelintaustaan. Unityn pelimoottori tarjoaa myös kyvyn käyttää parent-child suhdetta peliesineiden välillä hierarkiassa, joka tekee monien child-objektien lisäämisestä parent-objektiin hyvin helppoa. Unity tarjoaa kaiken muun lisäksi tarkistustyökalun, joka antaa nopean pääsyn katsomaan ja muokkaamaan peliobjektin ominaisuuksia ilman koodin kirjoittamista. (Lindsay, 2023)



Kuva 1. Esimerkkikuva Unityn käyttöliittymästä (Vilko 2023)



Unity tarjoaa käyttäjälleen Unity Scripting API ominaisuutta, joka mahdollistaa nopean pääsyn Unityn eniten tarvittuihin toimintoihin. Unity Scripting API sisältää siis yleisimmät peliominaisuudet ja API-kutsuja, jonka avulla voidaan käyttää pelimoottorin tiettyjä toimintoja. Pelimoottorissa voi vaihtaa esimerkiksi ulkoasun tekstin väriä. Tämä pätee kaikkiin toimintoihin, jonka sisälle Unityn tarkistustyökalulla pääsee katsomaan sisältäen materiaalin, sijoituksen, käännön ja äänentoiston. (Lindsay, 2023)

Unityn käyttäjillä on käytössä kauppasivusto nimeltä Unity Asset Store, joka tarjoaa erilaisiin peleihin tarkoitettuja ilmaisia tai maksullisia rakennusmateriaaleja. Vaikka Unity kehittää osan tuotteista, monet niistä ovat myös yhteisön luomia. Unity on tehnyt kaupasta ostettujen tuotteiden käyttämisestä helppoa, sillä voit napin painalluksella lisätä ne omiin projekteihin. (Lindsay, 2023)

## 2.2 Laajennettu todellisuus Unityssä

Unity on yksi suurimmista kannattajista virtuaalitodellisuuden kehityksessä. Unity tarjoaa monia paketteja, jotka tukevat melkein kaikkia virtuaalilaitteita ja pitää niitä päivitettyinä aina uusilla ominaisuuksilla. (Lindsay, 2023)

XR eli laajennettu todellisuus on termi, joka sisältää käsitteet VR (virtuaalitodellisuus), MR (tehostettu todellisuus) ja AR (lisätty todellisuus). Unity työskentelee läheisesti yhteistyökumppaneidensa kanssa varmistaakseen sen, että pelinkehittäjille on saatavilla kaikki tuki minkä he tarvitsevat luodessaan sisältöä Unityn tukemilla alustoilla. Unityn tukemia XR-alustoja ovat esimerkiksi Microsoft HoloLens, Playstation VR, Oculus ja Windows Mixed Reality. (Unity User Manual, 2023)

Unity on kehittänyt uuden laajennuksen nimeltä XR SDK joka mahdollistaa XR-tarjoajien integroida uuden Unity-pelimoottorin kanssa ja käyttää sen ominaisuuksia täysin. XR SDK -laajennus on antanut Unitylle kyvyn nopeisiin virhekorjauksiin, jakaa SDK päivityksiä kumppaneilleen ja tukea uusia XR-laitteita ilman ydinmoottoriin koskemista. (Unity User Manual, 2023)

### **2.2.1 AR yleisesti**

Augmented Reality on paranneltu versio oikeasta maailmasta. AR on saavutettu käyttämällä digitaalisia laitteita, jotka aktivoivat ääniä, visuaalisia elementtejä ja muita aisteja. Sen kasvava kehitys on suosittua etenkin yrityssovellusten kehittäjien keskuudessa. (Adam, 2022)

Yksi lisätyn todellisuuden päätarkoituksista kasvavan datan keruun ja analytiikan keskuudessa on korostaa erityisiä ominaisuuksia oikeasta maailmasta. Esimerkiksi AR-laseja käyttämällä nähdään oikean maailman lisäksi lisättyjä kolmiulotteisia kaavioita, jotka näyttävät tietoja eri asioista. Sen lisäksi se tehostaa ymmärrystä kyseisistä ominaisuuksista ja antaa helppokäyttöistä älykästä tietoa, jota sovelletaan nykyajan sovelluksissa. Kerätty data auttaa yrityksiä saamaan näkemyksiä asiakkaiden kulutustavoista ja tekemään päätöksiä sen avulla. (Adam, 2022)

Lisätyn todellisuuden yksi esimerkki käyttö nykymaailmassa, on jälleenmyyntiyritysten kehittämä kuluttajan ostokokemusta parantava AR-sovellus. Sovellus antoi kuluttajille mahdollisuuden hahmottaa, miltä eri tuotteet näyttäisivät erilaisissa ympäristöissä. Esimerkiksi huonekaluja ostaessa kuluttaja pystyi osoittamaan puhelimen kameralla sopivaan kohtaan huoneessa ja tuote ilmestyy näytölle. Lisättyä todellisuutta käytetään myös lääketieteen alueilla. Kehitetty sovellus antoi käyttäjälle mahdollisuuden nähdä hyvin

tarkkoja 3D-kuvia eri kehon järjestelmistä, kun mobiililaitetta pidettiin kohdekuvan päällä. Lisätyn todellisuuden käyttö on näin ollen tullut voimakkaaksi oppimistyökaluksi lääketieteen ammattilaisille. (Adam, 2022)

### 2.2.2 VR yleisesti

Virtuaalisessa todellisuudessa simulaatiot ja tietokonemallintaminen mahdollistavat käyttäjän toiminnot kolmiulotteisessa keinotekoisessa ympäristössä. VR-sovellukset immersoivat käyttäjän tietokoneella luotuun ympäristöön, jossa todellisuutta simuloidaan käyttämällä interaktiivisia laitteita. Tavallinen käyttäjä pitää yllään stereoskooppisella näytöllä varustettua päähinettä, jonka läpi voi katsella animoituja kuvia simuloitussa ympäristössä. (Henry, 2022)

Virtuaalitodellisuudesta puhuttaessa on olemassa kolme pääluokkaa, jotka ovat immersioitun virtuaalitodellisuus, puoliksi immersoiva virtuaalitodellisuus ja täysin immersoiva virtuaalitodellisuus. Non-Immersive Virtual Reality eli immersioitun virtuaalitodellisuus on tietokoneella luotu virtuaalinen ympäristö, jossa käyttäjä pysyy tietoisena todellisesta maailmasta. Hyvä esimerkki tästä ovat ohjaimella tai hiirellä pelattavat videopelit.

Semi-Immersive Virtual Reality eli puoliksi immersoiva virtuaalitodellisuus tarjoaa käyttäjälle kokemuksen, joka on luotu puoliksi virtuaaliympäristöön. Tämän tyyppisiä menetelmiä käytetään yleensä kehitys- ja opetustarkoituksiin. Täysin immersoiva virtuaalitodellisuus luo aidoimman simulaatiokokemuksen äänestä katseeseen ja joskus jopa hajuun. Ajopelit tuovat käyttäjälle ajotaitoja ja tilannenopeuden tunteen täysin immersoivassa virtuaalitodellisuusympäristössä. Vaikka virtuaalitodellisuuden teknologiat ovat kehittymässä nopeasti, tällä hetkellä täysin immersioivista virtuaalitodellisuutta ei ole. (Joe, 2019)

Virtuaalitodellisuuden laitteistoja ovat esimerkiksi virtuaalilasit, joita käyttäjä pitää yllään ollessaan virtuaaliympäristössä. Standalone VR Headset eli itsenäiset virtuaalilasit ovat langattomat ja integroidut ominaisuudet omaava laitteisto. (Kuva 2. Esimerkkikuva itsenäisistä virtuaalilaseista (Vilkko 2023) olevat Meta Quest 2-lasit ovat yksi esimerkki näistä. Langattomat virtuaalilaitteet eivät aina ole itsenäisiä, sillä osa virtuaalilaseista tarvitsee erikseen konsolin tai tietokoneen lähettämään tietoa kohteeseen. Aiempien

virtuaalilasien lisäksi on olemassa myös PC-based VR Headset eli tietokonepohjaiset virtuaalilasit, jotka ovat usein hintaluokaltaan korkeat. Virtuaalilasit saavat lisää käyttötehoa ulkoisista laitteista (PC) ja ovat yleensä yhdistettynä kiinni kaapelilla. Virtuaalilasien sisään rakennetut liiketunnistimet, sekä ulkoiset kamerat tarjoavat korkeanlaatuisen pään seurannan. (Joe, 2019)

Kuva 2. Esimerkkikuva itsenäisistä virtuaalilaseista (Vilko 2023)



### 2.3 Immersio selitettynä

Immersio ei ole ainutlaatuinen videopeleille, eikä se myöskään ole kovinkaan uusi käsite.

Immersiota on tutkittu esimerkiksi elokuvateollisuuden, journalismin ja kirjallisuuden alueilla. Sana immersio on peräisin 1400-luvun latinasta, ja se tarkoittaa sukeltamista.

Nykyään sanalla on useita tarkoituksia, uuden kielen oppimismenetelmästä uskonnollisen tapahtuman kuvaamiseen. Immersion käsite videopeleissä on yleisesti ymmärretty pelinkehittäjien ja pelaajien keskuudessa, vaikka sillä ei ole akateemista määritelmää.

Pelaajien näkökulmasta sana immersio korostaa syvää henkistä osallistumista ja kokemusta videopelejä pelatessa. Immersiota määriteltessä on tärkeää tietää, että se koostuu useista näkökulmista. Immersio ei ole yksittäinen tapahtuma, vaan se on kokemuksia erilaisista elementeistä. (Seija 2018, 10)

Pelejä kehittäessä on pelisuunnittelijalla useita vaihtoehtoja tarjota pelaajalle immerstiivinen pelikokemus. Pelaajan immersioon panostamalla pelaajat osallistuvat enemmän peleihin, sillä immerstiivinen kokemus voi luoda erittäin tunteikkaita ja henkilökohtaisia hetkiä. Immersion kokemukset videopeleissä voivat olla terapeuttisia ja auttaa pelaajia stressin lievittämisessä. Monet näkökulmat voivat vaikuttaa pelaajan immersioon, eikä pelisuunnittelija voi sitä hallita. Pelaajan nykyinen elämäntilanne tai ympäristö vaikuttavat suuresti pelikokemuksiin, jotka voivat tehostaa immersiota äärimmäisyyksiin, tai vähentää sitä täysin olemattomiin. Interaktiivisuus on avaintekijä immersion luomisen helpottamisessa videopeleissä. (Seija 2018, 13)

### 3 Audio Unityssa

Tässä luvussa käsitellään Unityn audiota, sillä videopelit olisivat keskeneräisiä ilman taustääniä tai ääniefektejä. Unityssa toimiva äänijärjestelmä pystyy tuomaan useimpia tavallisia äänitiedostomuotoja. Äänijärjestelmän avulla voi myös toistaa ääntä 3D-tilassa ja käyttää erilaisia ääniefektejä. Äänien nauhoittaminen Unityssa toimii millä tahansa mikrofonilla, joka on kiinnitetty tietokoneeseen. (Unity User Manual, 2023)

Esineet tuottavat ääniä tosielämässä ja äänen havainnointitapa riippuu monista eri tekijöistä. Kuuntelija voi kertoa suurin piirtein äänen tulosuunnan ja saada käsityksen sen voimakkuudesta, etäisyydestä ja laadusta. Ympäristö vaikuttaa suuresti, miten ääni heijastuu. Ääni ulkoilmassa voi olla normaali, mutta luolaistoisessa ympäristössä sillä voi olla kaiku. Nopeasti liikkuvat äänenlähteet muuttavat taajuutta liikkeessaan. Kyseistä ilmiötä kutsutaan Doppler-efektiksi. (Unity User Manual, 2023)

Unity edellyttää äänien tulevan äänilähteisiin liitetystä esineistä, jotta se pystyy simuloimaan sijainnin vaikutuksia. Audiokuuntelija poimii sitten tuotetun äänen ja liittää sen toiseen kohteeseen, joka on usein Unityn pääkamera. Tämän jälkeen Unity voi simuloida kyseisen lähteen sijainnin ja etäisyyden vaikutuksia kuuntelijaobjektiin. Unity voi simuloida kakuja kohtauksissa käyttämällä kaikusuodatinta äänessä, jonka tarkoitus on tulla luolan sisältä. (Unity User Manual, 2023)

Unity voi tuoda tiedostoja WAV (Waveform Audio File), AIFF (Audio Interchange File) ja MP3 (MPEG-1 Audio Layer-3) muodossa samalla tavalla kuin muita ominaisuuksia. Unity tukee myös lyhyitä ääninäytteitä käyttäviä seurantamoduuleja, joita järjestämällä pystyy muodostamaan kappaleita. (Unity User Manual, 2023)

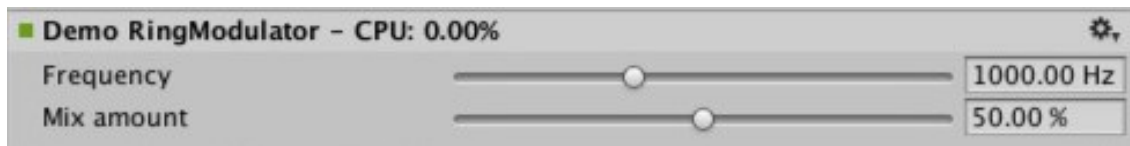
#### 3.1 Native Audio plug-in SDK

Native audio plug-in SDK on Unityn sisälle rakennettu natiivinen audiokäyttöliittymä. SDK-lyhenne tässä tapauksessa tarkoittaa Software Development Kit ja suomeksi ohjelmistokehityspakettia. Tässä opinnäytetyössä viitataan kyseistä merkitystä sanalla Audio SDK ymmärtämisen helpottamiseksi. Audio SDK koostuu kahdesta eri osasta, jotka ovat The

native DSP (Digital Sound Processing) ja The GUI (Graphical User interface). DSP täytyy olla käännettävissä kaikille alustoille, joita halutaan tukea alustakohtaisella optimoinnilla. The GUI on valinnainen lisäosa, jota kehitetään C#-koodikieltä käyttäen. DSP ja GUI pystyvät sisältämään useita liitännäisiä ja niiden sitominen tapahtuu vain liitännäisten nimien perusteella. Audio SDK on myös Spatialization SDK:n alusta, joka antaa mahdollisuuden muokata efektejä äänenlähteeseen. (Unity User Manual, 2023)

Unity tarjoaa aputoimintoja sisältäviä esimerkkiliitännäisiä, jotta aloittaminen olisi helpompaa. Esimerkiksi Ring Modulator (rengasmodulaattori) käyttää yksinkertaista liitännäistä. Se luo mukavan kuulaisen radioäänen kertomalla päällekkäin siniaaltoja. Rengasmodulaattoria havainnoidaan Unityn dokumentaatiossa alla olevalla Kuva 3. Esimerkkikuva mainitusta rengasmodulaattorista Unityn käyttöympäristössä (Unity Documentation 2023.1 Native audio plugin SDK. Unity copyright). (Unity User Manual, 2023)

Kuva 3. Esimerkkikuva mainitusta rengasmodulaattorista Unityn käyttöympäristössä (Unity Documentation 2023.1 Native audio plugin SDK. Unity copyright)



Natiivit äänenlaajennukset käyttävät samoja järjestelmiä kuin muut hallitut tai alkuperäiset laajennukset. Tämän takia ne ovat liitettävä plug-in importer inspectorin avulla vastaaviinsa alustoihin. Jotta järjestelmä tietää mitkä laajennukset, sisällytetään kuhunkin koontiversioon on tehtävä alustaliitos. 64-bittisen tuen myötä se täytyy määrittää myös tarkalla alustalla. (Unity User Manual, 2023)

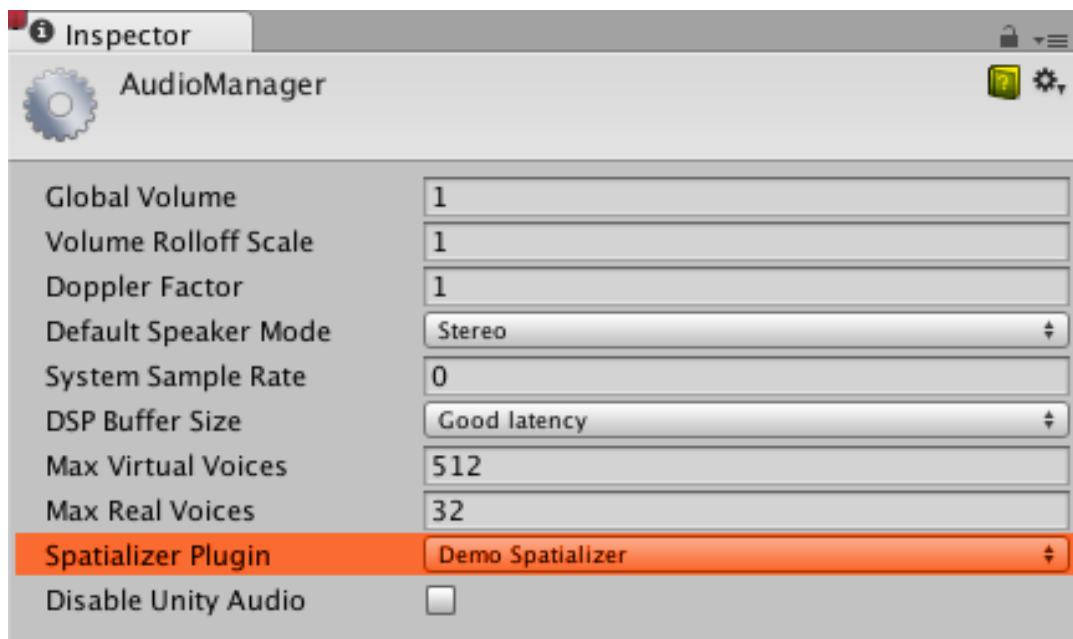
### 3.2 Audio Spatializer SDK

Audio spatiliasoija on Native audio plugin SDK:n lisäosa, joka tarjoaa tapoja muuttaa sovelluksen lähettämää ääntä äänilähteestä ympäröivään tilaan. Sisäänrakennettu äänenlähteiden panorointi on yksinkertainen spatialisoinnin muoto. Se säätelee oikean ja

vasemman korvan äänen kovuutta niiden matkan ja kulman perusteella äänenkuuntelijan ja äänenlähteen välillä. (Unity User Manual, Audio Spatializer SDK, 2023)

Ottaakseen spatialiasioijan käyttöön, täytyy projektin asetuksista valita Unity AudioManager ja valita Spatializer Plugin (Kuva 4. Spatialisoijan valinta käyttäen AudioManageria (Unity User Manual, 2023, Audio Spatializer SDK. Unity copyright)

Kuva 4. Spatialisoijan valinta käyttäen AudioManageria (Unity User Manual, 2023, Audio Spatializer SDK. Unity copyright)



Äänilähteen äänidatan purkamisen jälkeen Unity käyttää heti spatialisointitehosteita, jossa jokaisella lähteellä on oma erillinen tehosteilymentymä. Tämän takia Unity käsittelee vain kyseisestä lähteestä tulevaa ääntä sen vastaavalla tehosteilymentymällä. (Unity User Manual, Audio Spatializer SDK, 2023)



## 4 Menetelmät

Tässä luvussa käydään läpi tämän opinnäytetyön menetelmistä. Opinnäytetyöhön kuuluu sen menetelmistä kertominen. Menetelmillä tässä tapauksessa tarkoitetaan tapaa millä opinnäytetyötä on kehitetty ja raportoitu.

Toteutusmallina tässä opinnäytetyössä käytetään joustavaa vesiputousmallia. Kyseisessä mallissa toimitaan normaalin vesiputousmallin mukaan vaiheittain, mutta jokaista osiota ei täysin kirjoiteta valmiiksi ennen seuraava vaihetta. Opinnäytetyön vaiheiden tekoa suunniteltiin viikko etukäteen Trello-selainohjelmalla. Trellolla pystyy koordinoimaan suunnitellun viikon työn vaiheita helposti. Suunnittelun lisäksi opinnäytetyön tekoa raportoitiin erilliselle Word-asiakirjalle, johon kirjoitettiin mitä kunakin päivänä on saatu aikaan. Raportointia pidettiin lyhyenä, jotta nopealla vilkaisulla nähtäisiin mitä ollaan saatu valmiiksi. Teoria osan lähteitä etsiessä pyrittiin katsomaan, että kirjoittajan nimi löytyisi. Käytännön osan raportoinnissa käytettiin tavallista Microsoftin tarjoamaa muistilistaa. Muistilistaan kirjoitettiin lyhyesti asiat heti kun yksi käytännön osan osioista oli valmistunut.

## 5 Oculus-laitteen käyttöönotto Unityssa

Virtuaalilaitteen käyttö tässä opinnäytetyössä on ehdotonta, joten tämä luku käsittelee niiden käyttöönottoa Unity-ympäristöön. Virtuaalilaitteeksi valittiin Meta Quest 2- laitteisto, sillä ne olivat parhaiten saatavilla opinnäytetyötä aloittaessa. Luvussa käsitellään myös lyhyesti Unity Editorin asentamisessa tarvittavat lisäosat, jotta virtuaalilasit toimisivat testiympäristössä.

Ennen virtuaalilasiin liittämistä Unityyn, on olemassa tietynlaisia laitteisto- ja ohjelmistovaatimuksia. Ensimmäisenä oleellisena vaatimuksena on tietysti itse Meta Quest 2- virtuaalilasit, jotka toimivat pääosana koottua systeemiä. Vähimmäisvaatimuksena virtuaalilasit tarvitsevat tietokoneelta 2.0+ GHz (gigahertsin) prosessorin ja 2 GB (gigatavua) välimuistia. Ohjelmistovaatimuksissa suurin osa Windows 64-bittisistä käyttöjärjestelmistä on hyvä, muutamaa erikoistapausta mukaan lukuun ottamatta. (Meta Quest. 2022)

Virtuaalilasiin käyttöönotto uutena on erittäin helppoa. Ensimmäiseksi tarvitsee asentaa Oculusin tarjoama mobiilisovellus, jota tarjotaan Google Play ja App Store palveluissa. Virtuaalilasiin asennus käy nopeasti seuraamalla sovelluksen antamia ohjeita. (Meta Quest. 2022)

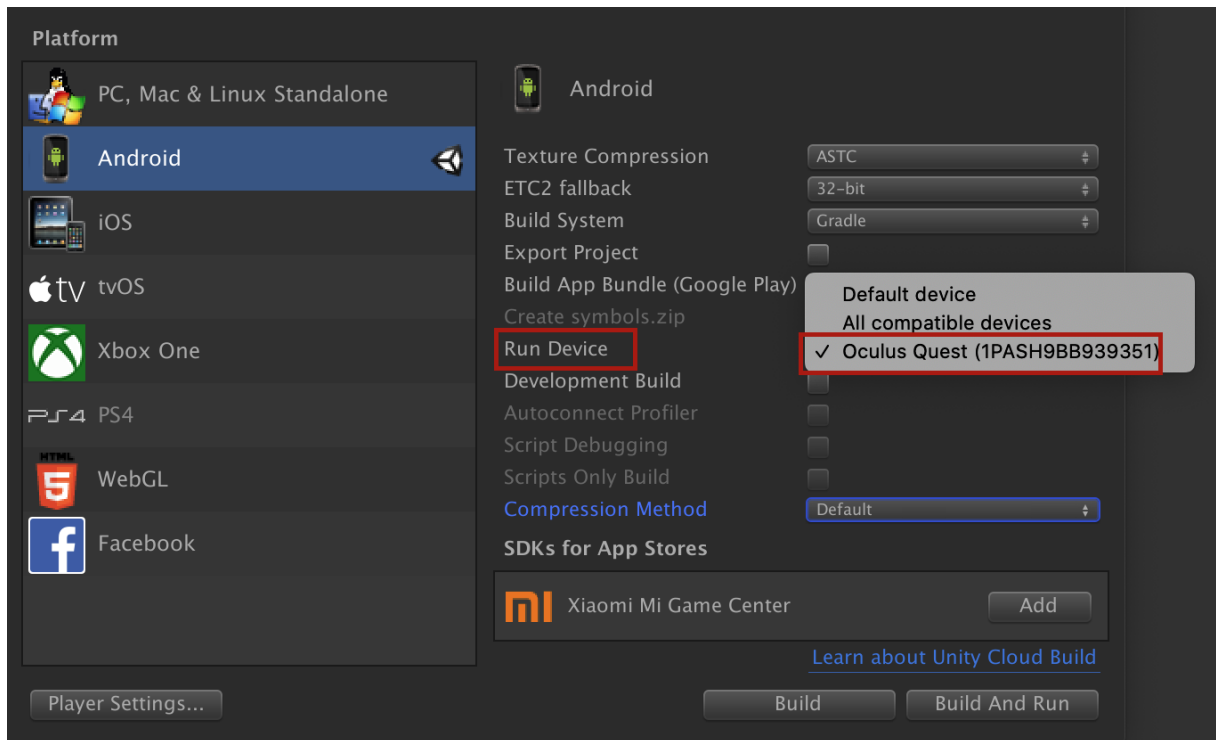
### 5.1 Yhdistäminen Unityyn

Ennen kuin virtuaalilaseja voi millään tavalla käyttää Unityssa, on ensin asennettava Unity Editor. Oikeaa Unity versiota asentaessa on muistettava lisätä sen lisäksi myös Android Build Support. Tämä käy helposti painamalla valintaruutua, kun sitä tarjotaan. Android Build Support:n sisällä valitaan vielä kaksi valintaruutua. Nämä ovat Android SDK & NDK Tools ja OpenJDK. Lopuksi luodaan uusi Unityn sisällä uusi 3D-projekti. (Meta Quest. 2022)

Testatakseen Unityssa luotuja projekteja virtuaalilaseilla, täytyy ensin yhdistää ne liitäntäjohtolla (USB). Meta Quest 2-laitteisto käyttää USB-C liitäntäjohtoa yhdistämiseen, joten tietokoneesta täytyy löytyä oikea portti. Laitteen kehittäjäasetuksista tulee laittaa päälle USB Connection Dialog -vaihtoehto. Vaihtoehtoisesti Meta Questin tarjoamasta mobiilisovelluksesta voi myös laittaa kehittäjätilan päälle, kunhan virtuaalilasit ovat yhdistettynä oikeaan käyttäjään. Hyväksymällä virtuaalilasiin ruudulle ilmestyvän

ilmoituksen, sallii tietokoneen pääsyn laitteen tietoihin. Varmistamalla virtuaalilasi-  
yhteyden, täytyy Unityprojektin Android-asetuksista vaihtaa oikea laite (Kuva 5. Vaihtaminen  
oikeaan laitteeseen asetuksista (Meta Quest. 2022 Meta copyright)

Kuva 5. Vaihtaminen oikeaan laitteeseen asetuksista (Meta Quest. 2022 Meta copyright)



## 5.2 Oculus Integration SDK:n lisääminen Unityyn

Oculus Integration SDK on VR:n ydinominaisuudet ja komponentit omaava lähde. Sen sisältämät koodit ja liitännäiset helpottavat sovellusten kehittämistä Unityssa. Oculus Integration SDK sisältää esimerkiksi edistyneen renderöinnin ja yhteisön rakentamisen mahdollisuuden. (Meta Quest SDK 2022)

Oculus Integration SDK löytyy Unityn tarjoamasta Unity Asset Storesta. Lisääminen Unityyn tapahtuu kirjautuessa kauppaan sisään Unity-tunnuksilla ja napsauttamalla Avaa Unityssa painiketta. Seuraavaksi Unityn sisällä valitaan paketinhallintaikkuna, josta avataan Oculus Integration. Tämän jälkeen valitaan viimeisin versio ja painetaan oikeassa alakulmassa sijaitsevaa lataa-painiketta. Kun SDK on ladattu, tuodaan se Unity projektiin painamalla tuo-painiketta. (Meta Quest SDK 2022)

## 6 VR ympäristön luominen

Opinnäytetyön käytännöllisessä osassa tarkoituksena on luoda Unitylla toimiva virtuaalitodellisuusympäristö. Kyseisessä ympäristössä käyttäjä pääsisi testaamaan erilaisia ääniä, jotka olivat luotu audiospatialisoijaa käyttäen. Äänet aktivoituisivat, kun käyttäjä painaa kädellään virtuaalitodellisuudessa olevaa nappia. Käyttäjän kädenohjaus toimii virtuaalilasien sisäänrakennetuilla kameroilla.

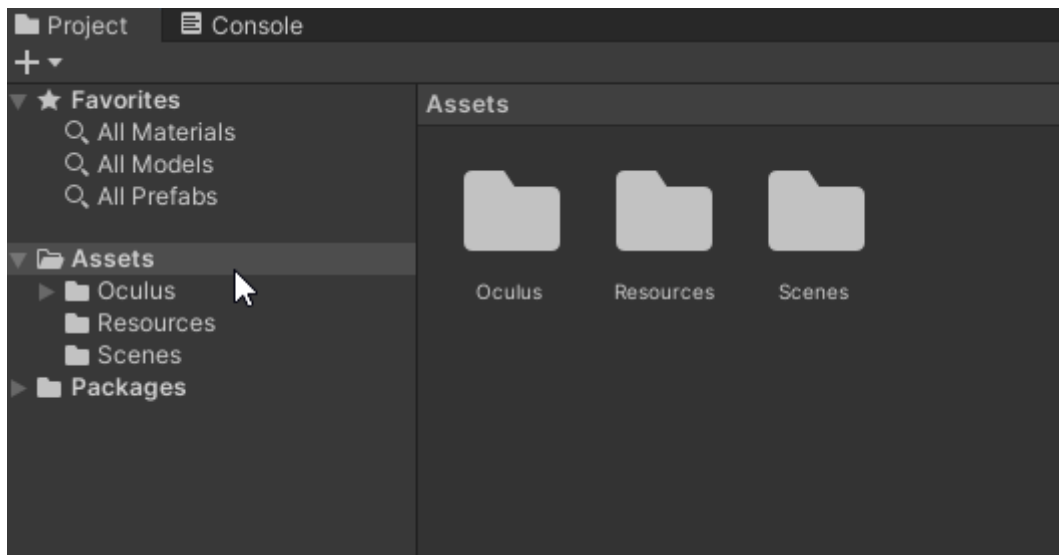
Ennen projektin alkua täytyi kuitenkin tarkistaa, että kaikki laitteet ja johdot olisivat saatavilla. Tarvittavat laitteet olivat Meta Quest 2-virtuaalilasit, jotka olivat saatavilla omasta takaa. Tarvittiin myös riittävän tehokas tietokone, johon oli asennettu uusien Unity-ohjelmisto. Jotta virtuaalilasit saataisiin yhdistettyä tietokoneeseen, tarvittiin 2 metriä pitkä oleva USB-C kaapeli. Kun kaikki tarvittavat laitteet olivat hallussa, aloitettiin työ luomalla Unityssa uusi 3D-projekti.

### 6.1 Meta 2 laitteen liittäminen

Kun uusi projekti oli luotu, täytyi ensimmäiseksi kuitenkin saada virtuaalilasit toimimaan testauksia varten. Projekti täytyi ensimmäiseksi vaihtaa Android versioon, jotta luodun pelin voisi rakentaa virtuaalilasien sisälle. Kun version vaihto oli valmis Meta Quest 2- lasit kiinnitettiin koneeseen USB-C kaapelin avulla. Virtuaalilasit täytyi laittaa päähän ja asetuksista vaihdettiin kehittäjäominaisuus päälle. Lopuksi hyväksyttiin tietokoneen ja virtuaalilasien välinen yhteys Oculus Link-toiminnon avulla.

Projektin asetuksista täytyi vaihtaa oikea käyttölaite päälle, jotta ympäristön reaaliaikainen testaus virtuaalilaseilla olisi mahdollista. Unity-projektia ei automaattisesti pysty testaamaan virtuaalilaseilla, sillä siihen tarvittiin tietynlainen liitännäinen. Unity Asset Storesta täytyi tuoda Oculus Integration SDK, joka tarjosi tarvittavat menetelmät kameratoimintoihin ja kädentunnistukseen. Kun liitännäinen oli ladattu projektiin, loi se automaattisesti uuden kansion nimeltä Oculus (Kuva 6. Oculus Integration SDK tuotuna Unity-projektiin. (Vilkkonen 2023))

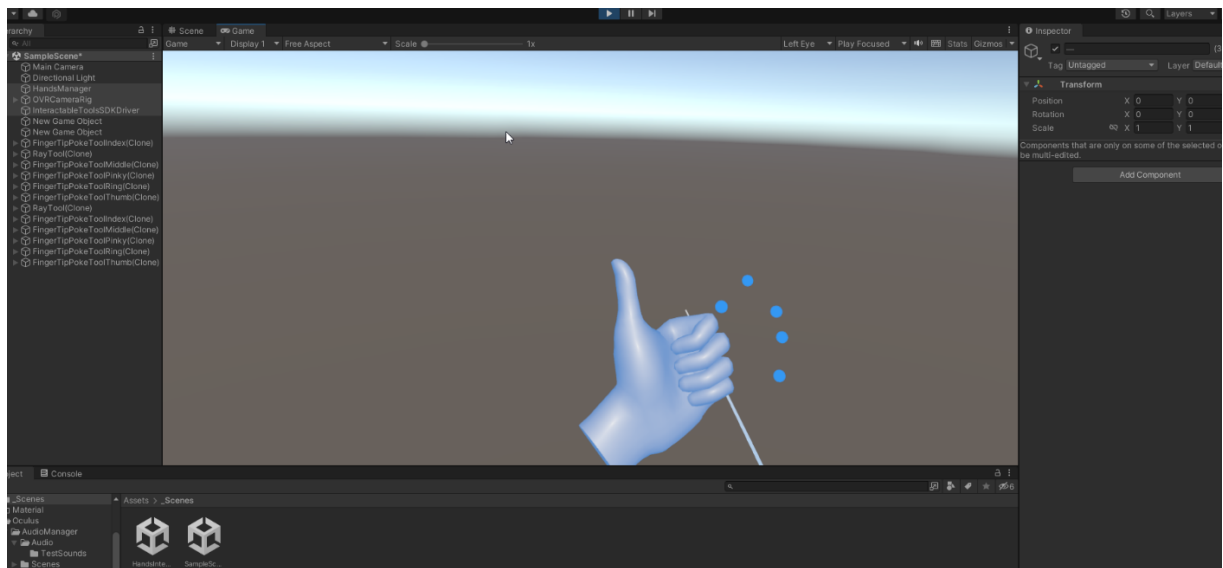
Kuva 6. Oculus Integration SDK tuotuna Unity-projektiin. (Vilkko 2023)



Oculus kansio sisälsi paljon erilaisia alikansioita, johon oli valmiiksi tehty malliesimerkkejä. Tarvittiin virtuaalilasien ohjaustyökalut, jotka löytyivät Unityn kehittämästä malliesimerkistä nimeltä Hands Interaction Train Scene. Kyseisessä mallissa oli käytössä kädentunnistusominaisuus, joka on Unityn kehittämä ja suojaama. Samasta malliesimerkistä otettiin myös OVRCameraRig, joka mahdollisti kameran liikkumisen pelin sisällä virtuaalilaseja käyttämällä. Kun tarvittavat ohjaimet oli tuotu projektiin, testattiin virtuaalilasien ja kädentunnistusta projektin sisällä.

Kameran liikuttaminen projektin sisällä virtuaalilaseilla toimi moitteettomasti ja ilman minkäänlaista pätkimistä. Virtuaalilasien kamerat havaitsivat kädet, kun laskettiin alkuperäiset ohjaimet sivuun. Kädentunnistusominaisuus loi virtuaaliset kädet projektin sisälle, ja niiden liikuttaminen tuntui sulavalta. (Kuva 7. Kädentunnistus projektin sisällä (Vilkko 2023))

Kuva 7. Kädentunnistus projektin sisällä (Vilkko 2023)

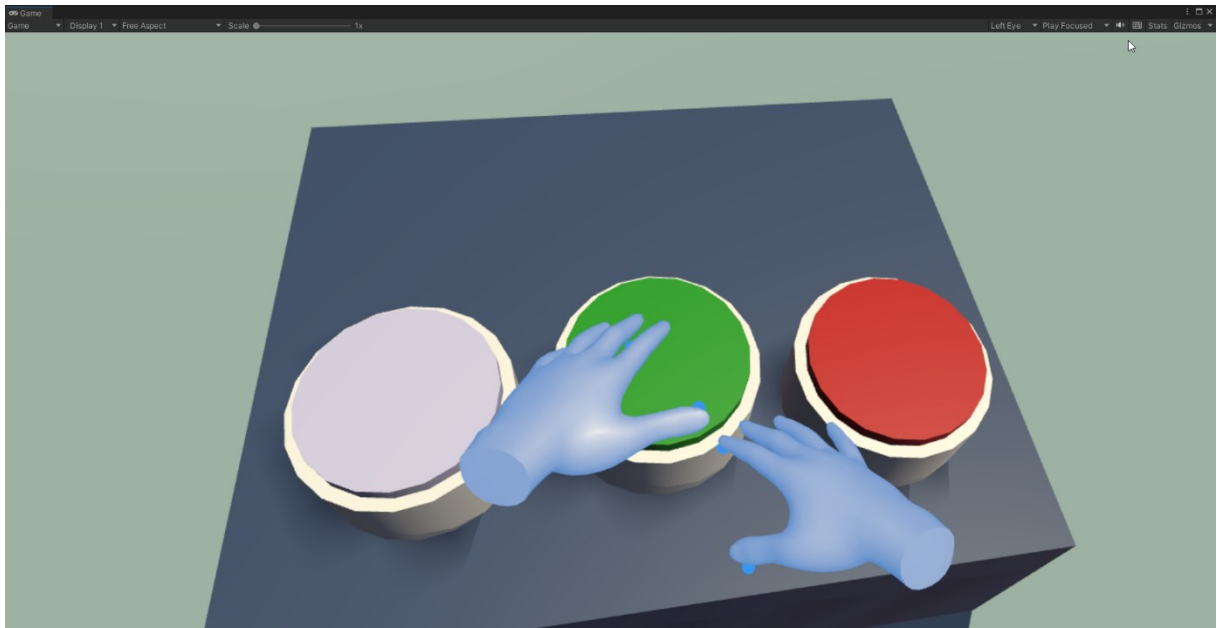


## 6.2 Testausalueen kehitys

Jotta audion kokeileminen olisi mahdollista, täytyi ensin luoda virtuaalinen testiympäristö. Testiympäristöä alettiin kehittämään luomalla tavallinen alusta, jossa virtuaalikamera ja kädentunnistustoiminnot pääsivät vapaasti liikkumaan. Testialueen ympärille luotiin maastoa Unityn maastonluontiominaisuudella, jotta alue ei näytä liian tyhjältä ja tasaiselta. Testialue värjättiin myös himmeään sinisellä värillä, jolla se erottui muusta maastosta.

Audion kokeileminen toimii yksinkertaisilla pallonmuotoisilla objekteilla, jotka liikkuessaan tuottavat ääniä audio spatiliasoijaa käyttäen. Pallot tarvitsivat kytkimen, joka aktivoi liikkumisanimaation. Kytkimeksi päätettiin käyttää yksinkertaisia nappeja, joita painamalla animaatio aktivoitui. Napin kehitykseen luotiin muutama 3D-objekti ja koodi, joka kertoo, onko nappia painettu. Nappi tarvitsi myös Configurable Joint – komponentin, joka loi jousimaisen tunteen nappia painaessa. Kun tarvittavat komponentit oli säädetty ja asetettu, liitettiin koodi nappiin. Toimivasta napista tehtiin muutama kopio ja ne värjättiin käyttäjäystävällisillä väreillä. Napit liitettiin pöytään, joka asetettiin suoraan virtuaalikameran eteen. (Kuva 8. Napit Unityn virtuaaliympäristössä (Vilkko 2023))

Kuva 8. Napit Unityn virtuaaliympäristössä (Vilkko 2023)



Kun napit olivat paikallaan ja niiden toimivuus oli testattu, aloitettiin liikkuvien 3D-objektien animoiminen. Ensimmäiseksi luotiin vihreä pallomainen objekti, joka aktivoituisi saman värisestä napista. Objektiin lisättiin animaatio, joka liikutti sitä vaakatasossa virtuaalikameraan päin. Seuraavaksi luotiin toinen objekti, joka aktivoituisi harmaansinisestä napista. Objekti animoitiin kulkemaan vaakatasossa oikealta vasemmalle virtuaalikameran takaa. Viimeiseksi luotiin punainen 3D-objekti, joka värinsä mukaan aktivoituisi punaisesta napista. Punaisen objektin tarkoituksena oli pysyä paikoillaan, joten sille ei luotu animaatiota. Nappeihin lisättiin myös koodi, joka pystyisi aktivoimaan ääniefektin samaan aikaan kun animaatio lähtisi päälle.

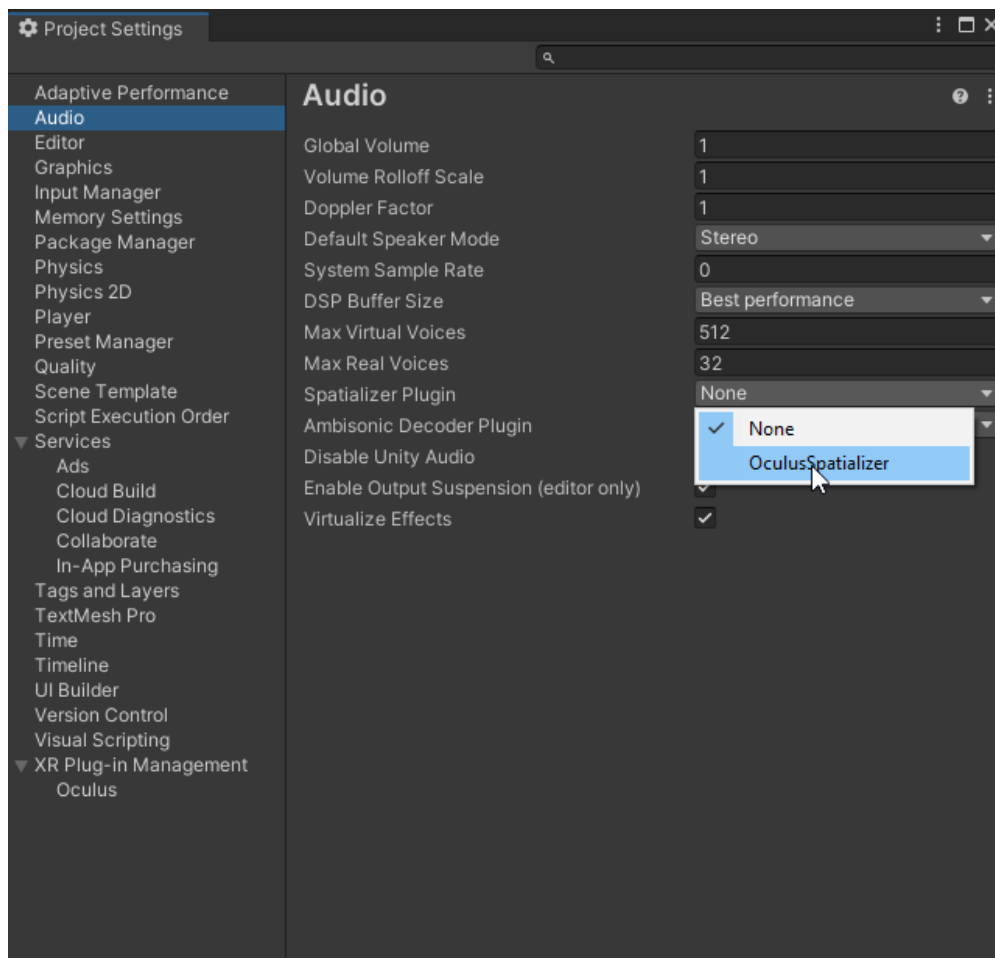
Testiympäristö ei ollut vielä valmis, sillä sieltä puuttui vielä muutama seinämä ja rakennus. Seinämiä luotaessa tarvittiin ottaa huomioon luotujen animaatioiden päätepisteet, sillä animaation alkaessa uudelleen objekti katoaisi ja vaihtaisi paikkaa. Lisäksi lisättiin muutama rakennus, jotta testialueella olisi korkeutta.

## 7 Audio spatiliasojan käyttöönotto VR ympäristössä

Audio spatiliasojan käyttämiseen tarvittiin vielä muutama asia ennen sen käyttöönottoa. Ensimmäiseksi täytyi löytää sopivat ääniraidat, jotka liitettäisiin luotuihin 3D-objekteihin. Unity Asset Store tarjosi monia vaihtoehtoja, mutta loppujen lopuksi valittiin 44.1 General Library niminen äänipaketti. Äänipaketti oli ilmainen ja se sisälsi erilaisia lyhyitä ääniefektejä. Kun äänipaketti oli ladattu ja liitetty Unity-projektiin, liitettiin valitut ääniefektit oikeisiin objekteihin.

Audio spatialisoijan käyttöönotto Unityssa vaati projektin asetuksien muuttamista. Projektin asetuksista valittiin audioasetukset, joka sisälsi spialiasoijaliitännäisen valintakohdan. Liitännäiseksi valittiin Oculuksen kehittämä OculusSpatializer-niminen liitännäinen Kuva 9. Audio spatialisoija liitännäisen valinta projektin asetuksista. (Vilkko 2023) Kyseisellä liitännäisellä on tarkoitus tehdä virtuaaliympäristön spatialisointitestailut.

Kuva 9. Audio spatialisoija liitännäisen valinta projektin asetuksista. (Vilkko 2023)





Oikean liitännäisen valitsemisen myötä päästiin käyttämään ja liittämään spatialisoija äänilähteeseen. Tämän jälkeen luotiin uusi tyhjä objekti, jonka nimeksi annettiin AudioSource. Objektiin lisättiin OculusSpatializerliitännäisen mukana tullut koodi, joka mahdollisti spatialisoinnin. Objektin äänilähdeasetukset sisältävät monia liikusäätimiä, joilla pystytään muuttamaan esimerkiksi äänenvoimakkuutta ja Doppler-tasoa. Seuraavissa luvuissa kerrotaan, kuinka näillä asetuksilla saadaan luotua immersivisiä ääniobjekteja.

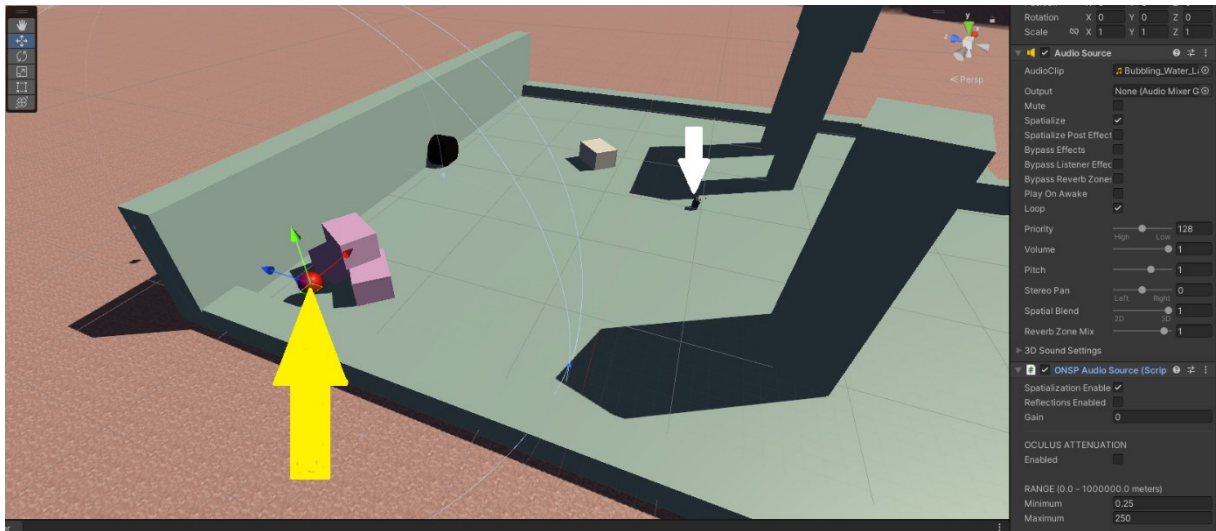
## 7.1 Staattiset äänilähteet

Tässä harjoituksessa oli tarkoitus luoda virtuaaliympäristöön staattinen ääntä tuottava objekti. Harjoitus aloitettiin luomalla pyöreä 3D-objekti, joka sijoitettiin määrättyyn kohtaan virtuaaliympäristössä. Määrätty kohta tässä tapauksessa oli virtuaalisen testausalueen vasen nurkka. Objektin eteen lisättiin myös muutama 3D-objekti, jotka piilottivat ääntä tuottavan pallon virtuaalikameralta.

Seuraavaksi luotuaan objektiin lisättiin ääniraita. Ääniraidaksi valittiin ääni, joka muistutti kuplivaa puroa. Objektin äänilähde asetuksista aktivoitiin Loop-toiminto, joka mahdollisti ääniraidan uudelleentoiston automaattisesti sen päätyttyä. Lisäksi poistettiin toiminto, joka aloittaisi ääniraidan toiston heti testattaessa. Toiminnon poisto johtui siitä, että ääniraita lähtisi päälle vain silloin kun oli painettu edellisessä luvussa luotua nappia.

Objektia ei vielä ollut spatialisoitu, mutta se kävi helposti painamalla äänilähdeasetuksista Spatialize-toimintoa. Kun toiminto oli laitettu päälle, muutettiin Spatial Blend-liikusäädin arvoon 1. Numero 1 kyseisessä liikusäätimessä tarkoitti sitä, että Unity käyttäisi ääntä täysin 3D -ympäristössä. Koska objekti oli liikkumaton ei tässä tapauksessa koskettu 3D-ääniasetusten Doppler tasoon. Alla olevassa kuvassa on merkitty nuolilla tämän harjoituksen tärkeimmät objektit. Keltainen nuoli osoittaa staattiseen äänilähteeseen ja valkoinen nuoli taas osoittaa virtuaalikameraan. (Kuva 10. Staattinen ääniobjekti Unityn virtuaaliympäristössä. (Vilkko 2023))

Kuva 10. Staattinen ääniobjekti Unityn virtuaaliympäristössä. (Vilkko 2023)



## 7.2 Lähestyvät äänilähteet

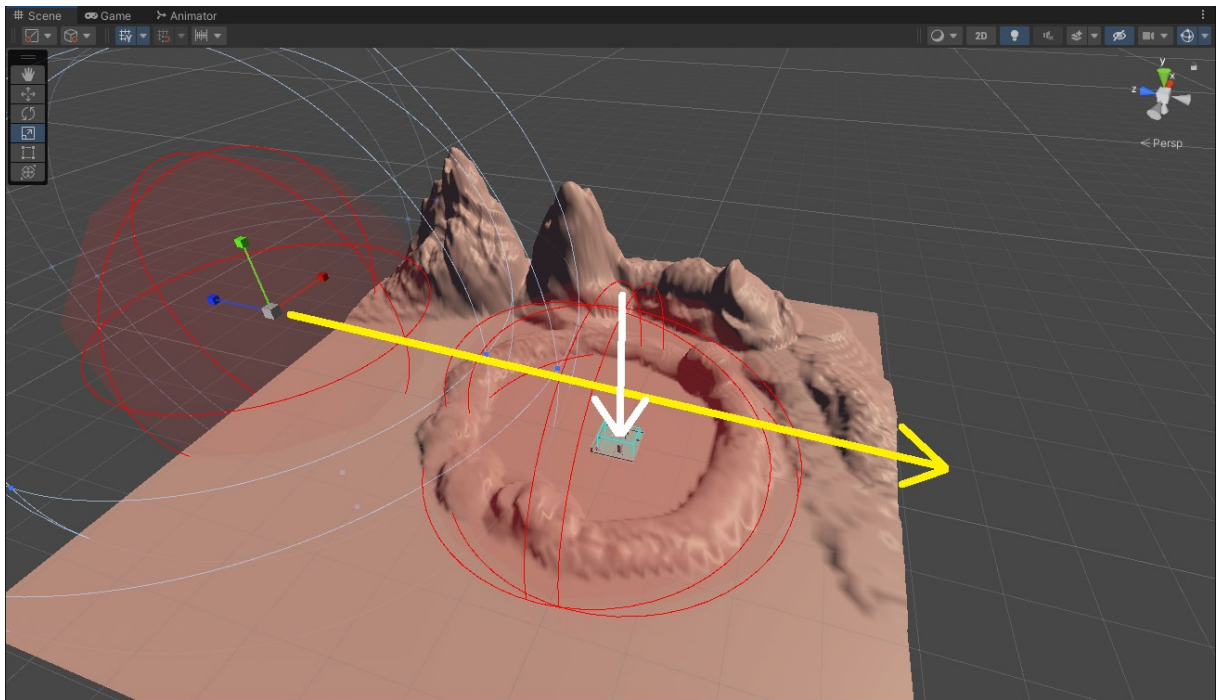
Tässä osiossa luotiin harjoitus, joka kuvaisi lähestyvää äänenlähdettä. Tässä harjoituksessa käytetään jo luotua vihreää pallomaista 3D -objektia, joka aktivoituisi vihreää nappia painamalla. Objekti oli animoitu kulkemaan niin, että se tuli kaukaa virtuaalikameran edestä ja ohitti sen suoraan yläpuolelta. Objektin kulkiessa virtuaalikameran yli, jatkaisi se vielä jonkin matkaa poispäin siitä. Koska objekti kulki ilmassa, päätettiin ääniraidaksi valita lentokoneen suihkumoottorien ääni.

Ääniraita liitettiin juuri animoituun objektiin ja äänilähdeasetuksista laitettiin ääni pyörimään uudelleen sen päätyttyä. Lisäksi otettiin pois toiminto, joka käynnistäisi äänentoiston automaattisesti, koska tässäkin tapauksessa ääni laitettaisiin käyntiin vain nappia painalla. Laitettiin spatialisointi päälle, jotta ääni kuuluisi 3D -ympäristössä.

Äänen testaaminen aloitettiin virtuaalilaseja käyttäen. Huomattiin, että ääni ei kuulostanut oikealta, joten aloitettiin äänilähde asetusten muuttaminen. Asetuksista laitettiin liikusäätimen avulla Spatial Blend arvoon 1, jotta ääni olisi täysin kolmiulotteinen. Ääniobjektin äänenlaajuuskehää täytyi kasvattaa Unityssä, jotta virtuaalikamera kuulisi yli lentävän objektin. Koska kyseessä oli liikkuva äänenlähde, kokeiltiin myös Doppler Level-

liikusäädintä ja asetettiin sen arvoksi 1.2. Huomattiin, että ääniobjektin saapuessa virtuaalikameran yläpuolelle, ääni muutti taajuuttaan liian paljon. Lopulta laskettiin Doppler tasoa arvoon 0.23, sillä se kuulosti paljon paremmalta. Alla olevassa kuvassa havainnoidaan ääniobjektin menosuunta virtuaaliympäristössä. (Kuva 11. Liikkuvan äänilähteen menosuunta (keltainen) virtuaalikameran (valkoinen) yli (Vilkko 2023)

Kuva 11. Liikkuvan äänilähteen menosuunta (keltainen) virtuaalikameran (valkoinen) yli (Vilkko 2023)



Yllä olevassa kuvassa liikkuvan äänilähteen äänen kantavuus on merkitty Unityssa sinisellä kehällä. Kuvasta huomataan, että objektin animaation alussa sininen kehä ei ole vielä osunut virtuaalikameraan. Animaation liikkussa keltaisen nuolen kulkusuuntaan, valkoisella nuolella merkitty virtuaalikamera alkaa kuulemaan ääniobjektin tuottamaa ääntä. Koska ääniobjekti on spatialisoitu, kuulostaa se melkein oikealta ylilentävältä lentokoneelta.

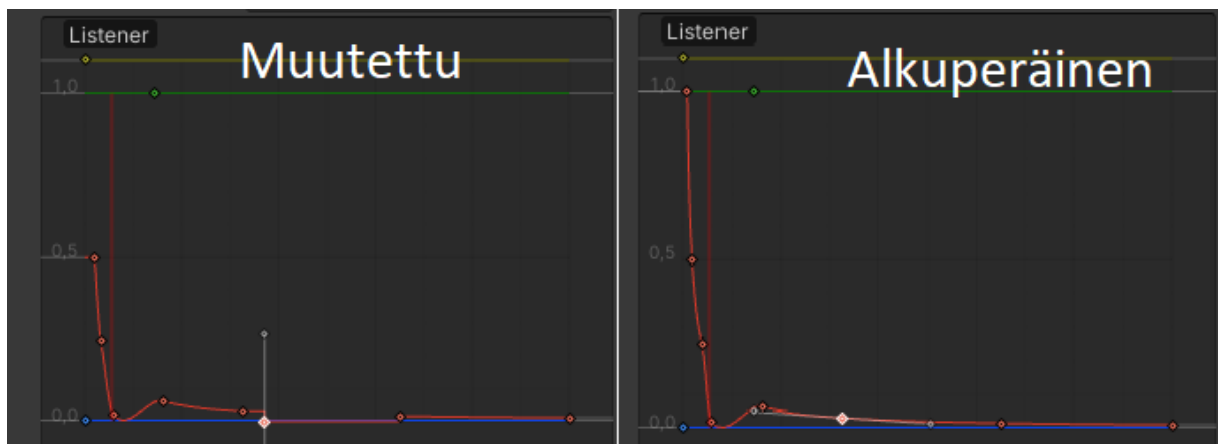
### 7.3 Ohittava äänilähde

Viimeisessä käytännönharjoituksessa tarkoituksena oli testata ohittavaa äänenlähdettä. Kyseessä oli samankaltainen harjoitus, kuin edellisessä kappaleessa. Harjoitusta varten oli luotu harmaansininen 3D -objekti, jonka ulkomuoto oli pallomainen. Objektin animaatio oli

animoitu niin, että se kulki oikealta vasemmalle. Objekti oli myös asetettu virtuaalikameran taakse. Seuraavaksi valittiin ääniraita, joka pyörisi animaation käynnistyessä. Ääniraidaksi valittiin käynnissä olevan auton moottorin ääni. Ääniraita liitettiin tämän jälkeen 3D -objektiin. Äänen ja animaation oli tarkoitus käynnistyä harmaansinisestä luodusta napista.

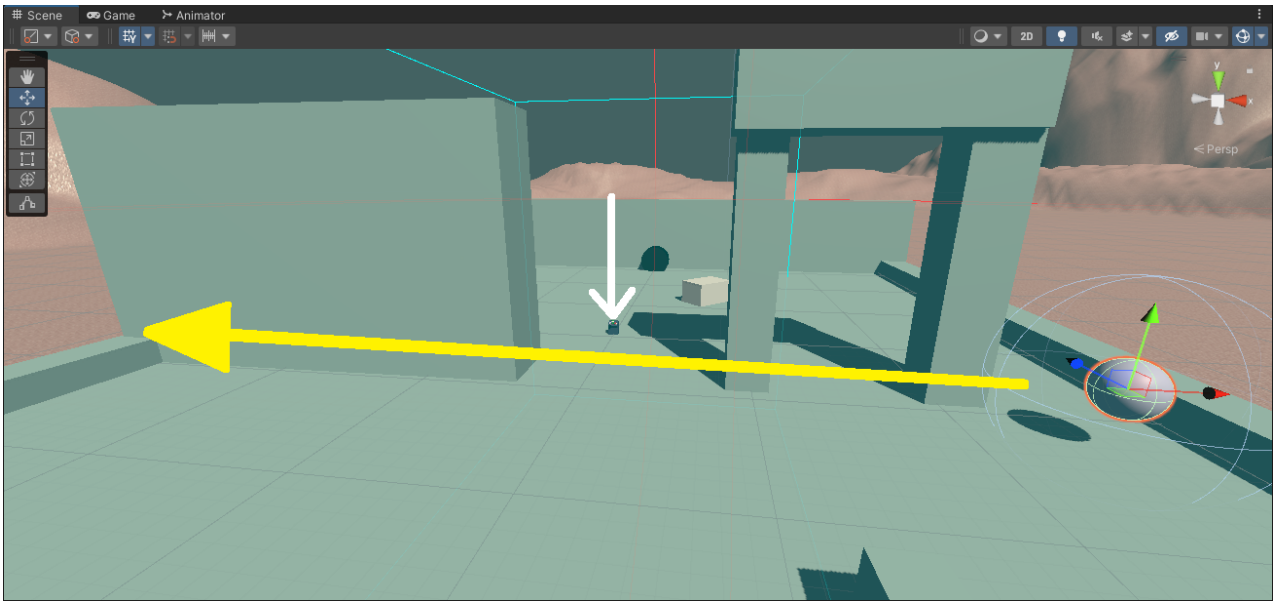
Ääntä testattaessa 3D-tilassa, tarvittiin vielä asettaa äänenlähdeasetuksista spatialisointi päälle. Spatial Blend-liukusäätimestä asetettiin arvot numeroon 1, joka mahdollisti äänen toiminnan 3D -ympäristössä. Tässä vaiheessa ääntä testattaessa ääni kuului selkeästi tulevan oikealta ja siirtyi vasemmalle animaation liikuessa. 3D -ääniasetuksista muutettiin äänenvoimakkuuden taajuutta tavallisesta, uuteen muokattuun taajuuteen. (Kuva 12. Ääniasetuksien äänenkorkeustaajuus muokattuna Unityssä. (Vilkko 2023)

Kuva 12. Ääniasetuksien äänenkorkeustaajuus muokattuna Unityssä. (Vilkko 2023)



Objektin ollessa tasan virtuaalikameran kohdalla ääni kuului kovempana ja pieneni jatkaessaan virtuaalikamerasta poispäin. Doppler arvoja testattiin tässäkin harjoituksessa, mutta sitä ei huomattu animaation kulkiessa samaa vauhtia lyhyen matka ajan. Alla olevassa kuvassa havainnoidaan vielä ohittavan objektin sijainti virtuaalikameraa kohden. (Kuva 13. Ohittavan ääniobjektin kulkusuunta merkittynä keltaisella nuolella. (Vilkko 2023)

Kuva 13. Ohittavan ääniobjektin kulkusuunta merkittynä keltaisella nuolella. (Vilko 2023)



Yllä olevassa kuvassa ohittavan ääniobjektin kulkusuunta on merkitty keltaisella nuolella.

Virtuaalikameran sijainti on merkitty taas valkoisella nuolella. Ääniobjekti kulkee

virtuaalikameran takaa ja katoaa seinän taakse, jonka jälkeen se aloittaa animaation alusta.

## 8 Tulokset

Asennuksien tuloksena virtuaalilaitteen käyttöönotto ja yhdistäminen Unityyn saatiin toimimaan. Virtuaalilaitteen kädentunnistusominaisuus otettiin myös käyttöön, joka mahdollistaa omien käsien käyttämisen ohjaimina.

Käytännön osassa syntyi toimiva Unitylla luotu virtuaaliympäristö, johon on luotu erilaisia ääniobjekteja. Ensimmäisenä on luotu punainen staattinen ääniobjekti, joka tuottaa kuplivan puron kuuloista ääntä. Staattisen ääniobjektin tarkoituksena on pysyä paikallaan ja aktivoitua punaista nappia painaessa. Staattinen ääniobjekti vielä spatialisoitiin, jotta se kuuluu 3D-ympäristössä. Seuraavaksi luotiin lähestyvä ääniobjekti, joka lähestyy virtuaalikameraa edestäpäin. Lähestyvä ääniobjekti spatialisoitiin ja ohjelmoitiin aktivoitumaan vihreää nappia painaessa. Kyseisen ääniobjektin tarkoituksena on muistuttaa ylilentävää lentokonetta. Viimeisenä luotiin ohittava ääniobjekti, joka aktivoituu luodusta sinisestä napista. Ääniobjektin animaatio kulkee virtuaalikameran takaa oikealta vasemmalle. Ohittava ääniobjekti spatialisoitiin ja ääniasetuksista liikusäätimien avulla muutettiin äänentaajuus nousemaan, kun äänilähde on virtuaalikameran kohdalla. Lopputuloksena saatiin luotua lähes immerssiivisiä ääniobjekteja, jotka toimivat Unityn virtuaaliympäristössä.

## 9 Yhteenveto

Virtuaaliympäristön luominen Unityllä sujui odotettua helpommin. Ennen projektin aloittamista oli pieni pelko, että virtuaalilaitteen yhdistämisessä Unityyn olisi hyvinkin vaikeaa. Lopuksi laitteen yhdistäminen kävikin todella nopeasti ja helposti. Käytännön osa onnistui, sillä saatiin luotua halutut äänet ja spatiliasaatio virtuaaliympäristöön.

Opinnäytetyötä kirjoittaessa menetelmien hyödyntämisestä oli hyvinkin paljon hyötyä. Oikeanlaisen suunnittelun avulla saatiin jaksoteltua työnkulku sulavasti eri viikonpäiville. Lisäksi viikoittain pidettävät ryhmäpalaverit auttoivat kartoittamaan oman työn vaiheita vertaamalla muiden töihin.

Teoria osaa kirjoittaessa ilmeni pieniä vaikeuksia. Unityn termit kuulostivat suomennettuna vääriltä korviin, jotka vaikeuttivat kirjoituksen kulkua. Käytännön osan virtuaaliympäristön kehityksen vaiheessa virtuaalilasit eivät aina yhdistäneet tietokoneeseen, joka vaikeutti kehityksen kulkua. Tämä ongelma tapahtui aina kun avattiin projekti ensimmäistä kertaa päivän aikana. Ongelma ratkesi, kun tietokone käynnistettiin uudelleen.

Vaikka käytännön osassa käytiin vain hieman ääniobjektien spatialisaatiota, todettiin sen olevan yksi tärkeimmistä elementeistä Unity-pelejä luodessa. Spatialisaatiolla voidaan saada aikaa hyvinkin immersivisiä virtuaaliympäristöjä.

## Lähteet

Adam, H. (2022). Augmented Reality (AR) Defined, with Examples and Uses. Viitattu 23.1.2023

<https://www.investopedia.com/terms/a/augmented-reality.asp>

Henry, L. (2022). Virtual reality. Viitattu 23.1.2023

<https://www.britannica.com/technology/virtual-reality>

Joe, B. (2019) What Is Virtual Reality: Definitions, Devices, and Examples. Viitattu 23.1.2023

<https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/>

Lindsay, S. (2023). What is Unity? – A Guide for One of the Top Game Engines. Viitattu 19.1.2023

<https://gamedevacademy.org/what-is-unity/>

Matthew Martin (2023) What is The Waterfall Model. Viitattu 12.2.2023

<https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-import/>

Meta Quest (2022) Set Up Development Environment. Viitattu 31.1.2023

<https://developer.oculus.com/documentation/unity/book-unity-gsg/>

Meta Quest (2022) SDK and XR Plugin. Viitattu 1.2.2023

<https://developer.oculus.com/documentation/unity/unity-import/>

Selja, T. (2018) Player immersion in video games. Viitattu 24.1.2023

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/147016/tanskanen\\_selja.pdf](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/147016/tanskanen_selja.pdf)

Unity User Manual 2023.1. XR. Viitattu 20.1.2023

<https://docs.unity3d.com/2023.1/Documentation/Manual/XR.html>

Unity User Manual 2023.1. Audio overview. Viitattu 26.1.2023.

<https://docs.unity3d.com/2023.1/Documentation/Manual/AudioOverview.html>

Unity User Manual 2023.1 Native audio plug-in SDK. Viitattu 27.1.2023

<https://docs.unity3d.com/2023.1/Documentation/Manual/AudioMixerNativeAudioPlugin.html>

Unity User Manual 2023.1 Audio Spatializer SDK. Viitattu 30.1.2023

<https://docs.unity3d.com/2023.1/Documentation/Manual/AudioSpatializerSDK.html>



## **Aineistohallintasuunnitelma**

Aineiston kerääminen opinnäytetyön tuotetusta projektista tullaan säilyttämään tietokoneen kovalevyllä ja erillisellä ulkoisella kovalevyllä. Opinnäytetyöstä ei syntynyt luottamuksellista tai arkaluontoista tietoa. Aineistoa tullaan säilyttämään vähintään 1 vuosi opinnäytetyön hyväksymispäivästä.