

Markku Luusua

**Virtuaalidellisuuden käyttö opetusympäristönä**

Kehitysprojekti

## **Virtuaaliodellisuuden käyttö opetusympäristönä**

Kehitysprojekti

Markku Luusua  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma, Internetpalvelut ja digitaalinen media

---

Tekijä(t): Markku Luusua

Opinnäytetyön nimi: Virtuaalitodellisuuden käyttö opetusympäristönä

Työn ohjaaja: Ritva Virkkala

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 40

---

Opinnäytetyössä tutkitaan virtuaalitodellisuuden kehitystä opetusympäristöksi. Tarkoituksena on tutkia nykyisen virtuaalitodellisuuden soveltuvuutta opetusympäristöksi ja kehityksen tärkeimpiä kehityskohtia. Työn alkuvaihteessa käydään läpi projektin lähtökohdat ja virtuaalitodellisuuden nykyinen taso. Ohjelma kehitettiin käyttäen Unity-pelinkehitysohjelmaa sekä Blender 3D-mallinnustyökalua. VR-laitteistona käytettiin HTC Vive -virtuaalitodellisuuslaseja sekä Leap Motion kameraa, jolla korvattiin HTC Viven ohjaimet.

Opinnäytetyössä toteutettiin valmiiksi suunniteltu projekti, jonka muoto muuttui työn aikana havaitujen kehityskohteiden mukaan. Opinnäytetyön tuloksena luotiin 3D-virtuaaliympäristö, jossa pelaajat opettelevat tulen sammuttamiseen liittyviä asioita.

Opinnäytetyön lopputuloksena luotu ohjelma osoitti tulevaisuuden mahdollisuudet VR-ympäristöjen ja koulutuksen hyödyistä. Kehitystyön suurimmiksi kehitysalueiksi osoittautui visuaalinen kehitys sekä pelillisyyden luominen ja siihen liittyvä suunnittelutyö. Näihin osa-alueisiin on syytä panostaa vastaavissa projekteissa. Nykyaikaisella teknologialla kehittämämme ympäristö osoittautui kömpelöksi laitteiston koon vuoksi, mutta kehityksessä olevat laitteistot tuovat ratkaisun näihin ongelmiin.

---

Asiasanat: virtuaalitodellisuus, pelit, kehitystyö, opetus, virtuaaliympäristö

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Information Technology, Information and Communications Technology, Internet Services and Digital Media

---

Author(s): Markku Luusua

Title of thesis: Use of Virtual Reality as an educational platform

Supervisor(s): Ritva Virkkala

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018      Number of pages: 40

---

This thesis is a case study in virtual reality educational platform. The aim of this thesis is to look into current possibilities in education provided by Virtual Reality technology and to find out what are the biggest development areas in such projects. In the start of this thesis we are looking into the current state of Virtual Reality and the technology used in the field, and the research and plans for the project this thesis is based on. For the development of this project the two, main software used were the Unity Game Engine and the 3D software Blender. Technology used in this project is the HTC Vive Virtual Glasses and the Leap Motion Device used instead of the controllers of the HTC Vive.

The thesis was based on demo research of Movire Games. The main research and planning for the actual program was made in the demo phase of Movire Games. The result of this Thesis was a 3D virtual environment demo program, designed to teach players how to extinguish fire and the basics behind it.

The finished project showed the immense future possibilities in Virtual Reality Education. The biggest development areas in virtual reality are the visual graphics and the game elements of the program. These are the two main areas that need extra intention in the development of such project. In this kind of program, we found that current technologies are not up to a par because of the size and prizes of the equipment. Devices currently in development are way more suitable for the educational VR, but the commercialization of these product take time.

---

Keywords: virtual reality, education, games, design, game development

# SISÄLLYS

KÄSITTEET .....	7
1 JOHDANTO .....	8
2 VIRTUAALITODELLISUUS .....	9
2.1 Virtuaalitodellisuus pelikehityksessä .....	9
2.2 Virtuaalitodellisuus opetuksessa .....	10
3 SUUNNITTELU.....	11
3.1 Virtuaalimaailman suunnittelu.....	11
3.2 Käytettävä laitteisto .....	12
3.3 Opetuksellinen sisältö .....	13
3.4 Ohjelmistot .....	14
3.5 Versionhallinta.....	16
4 KEHITYS JA TESTAUS.....	17
4.1 Kehityksen alustus .....	17
4.2 Ensimmäinen kehityskierros.....	18
4.2.1 Tila ja kiinteät objektit.....	18
4.2.2 Leap Motion .....	19
4.2.3 Nestefysiikka.....	20
4.2.4 Polttoaine .....	21
4.2.5 Sammutuspeite.....	21
4.2.6 Jauhesammutin.....	22
4.2.7 Pelimekaniikka .....	23
4.3 Ensimmäinen testaus .....	24
4.3.1 Järjestelyt.....	24
4.3.2 Lopputulokset.....	24
4.4 Toinen kehityskierros .....	25
4.4.1 Testauksen tuottamat vaatimukset .....	25
4.4.2 Skaalaus .....	25
4.4.3 Ohjeistus.....	26
4.4.4 Jauhesammuttimen jatkokehitys .....	27
4.4.5 Sammutuspeite .....	27
4.4.6 UI .....	28

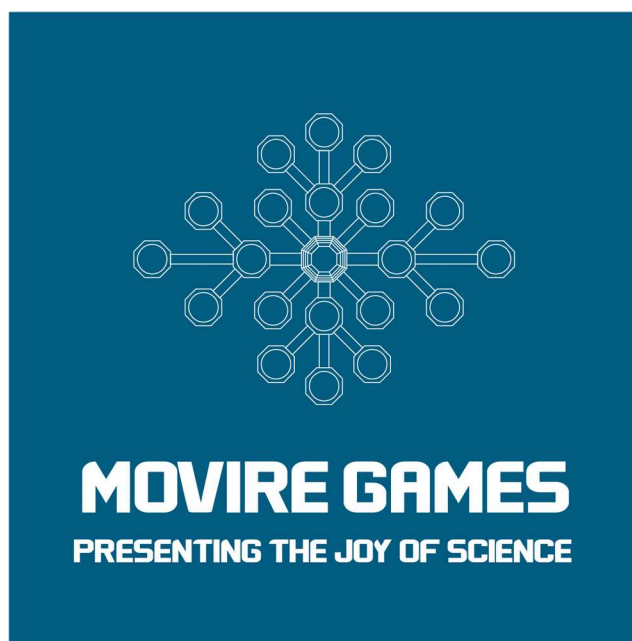
4.4.7	Pelin kulku.....	29
4.4.8	Robo .....	30
4.5	Toinen testaus.....	30
4.5.1	Järjestelyt.....	30
4.5.2	Lopputulokset.....	31
4.6	Kolmas kehityskierros .....	32
4.6.1	Pelin muoto .....	32
4.6.2	Liikkuminen .....	32
4.6.3	Ohjeistus .....	33
4.6.4	Objektien palautus .....	33
4.6.5	Objektien lisääminen.....	34
4.6.6	Visuaalinen suunnittelu .....	35
4.6.7	Pelillisuus .....	36
4.7	Kolmas testaus.....	36
4.7.1	Järjestelyt.....	36
4.7.2	Lopputulokset.....	37
5	YHTEENVETO .....	38
	LÄHTEET.....	40

## KÄSITTEET

<b>VR</b>	Virtual reality, virtuaalitodellisuus
<b>C#</b>	Ohjelmointikieli, käytetään laajalti, mm. Unityssä.
<b>VR-lasit</b>	Virtuaalitodellisuuslasit, eli lasit, joilla nähdään virtuaalimaailma.
<b>Immersio</b>	Tarkoitetaan virtuaalitodellisuuteen ja/tai peleihin ”uppoutumista”, eli immersiiivisessä ohjelmassa käyttäjä tuntee olevansa oikeasti ohjelmassa sisällä.
<b>Virtuaalipahoinvointi</b>	VR-ohjelmien aiheuttama pahoinvointi ja huonovointisuus.
<b>Leap Motion</b>	Leap Motion Device -ohjauskamera, jolla pystytään seuraamaan käsien liikettä ja luomaan kuvaus käsistä virtuaalimaailmaan.
<b>Demo</b>	Ohjelmiston esittelyversio, joka sisältää ohjelmiston sisältöä ja antaa kuvauksen ohjelman tarkoituksesta, ulkonäöstä, ideasta ja pyrkimyksestä
<b>Skripti</b>	Komentosarja, joka muodostaa pelille toiminnallisuudet.
<b>UI</b>	”User Interface”, käyttöliittymä on ohjelman osa, jota käyttämällä pelaaja pelaa peliä.

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheena on virtuaalitodellisuuden käyttö opetusympäristönä. Opinnäytetyö perustuu Moviregames-projektiin. Opetusympäristö visualisoitiin kolmiulotteisessa virtuaalimaailmassa, jossa lapsi/pelaaja pystyy opettelemaan käsiteltäviä aiheita ilman rajoja. Projektimme tarkoitus on luoda opetusympäristö, jossa voimme opettaa 7-12 vuotiaille lapsille aiheita, joiden opettaminen on haastavaa joko visualisoinnin, tarvittavien materiaalien tai vaarallisuuden vuoksi. Projektin demoksi valitsimme ympäristön, jossa opetetaan tulenkäsittelyä. Tavoitteena on luoda innostava ja mielenkiintoinen ympäristö, jossa pelaaja voi vapaasti opetella ja oppia aiheeseen liittyviä perusasioita.



*KUVIO 1: Moviregamesin logo*

Moviregames-projekti on OAMK LAB's -opinnoissa syntynyt projekti, joka muodostuu OAMK:n opiskelijoista sekä vaihto-opiskelijoista, jotka osallistuvat OAMK LABs -opintoihin. Projektin jäsenet liittyivät projektiin eri vaiheissa kehitystä ja tämän takia kehitystyö ei aina noudata perinteisiä kehitysmalleja (kuvio 1).

Virtuaalitodellisuus (Virtual Reality, VR) on kehittynyt suuresti viimeisten vuosikymmenien aikana. Virtuaalitodellisuus luo uudenlaisia mahdollisuuksia niin pelialalla kuin hyötykäytössä, mutta nykyaikaiset ratkaisut ovat vielä vähäisiä laitteiden hintojen vuoksi.

## 2 VIRTUAALITODELLISUUS

### 2.1 Virtuaalitodellisuus pelikehityksessä

VR on valloittanut pelialaa suuresti uusien VR-laitteiden julkistusten myötä. VR:llä voidaan luoda ohjelmia, joiden immersio on aivan uudella tasolla perinteisiin tietokonepeleihin verrattuna. Virtuaalitodellisuuden immersion vuoksi pelien suunnittelu, tyylilaji ja grafiikka vaativat täysin uudenlaista suunnittelua. Perinteisten pelien suunnittelussa kaikki suunnitellaan nähtäväksi tietokoneen ruudulta ja tätä näkymää voidaan rajoittaa huomattavasti pelin suunnittelussa ja näin jättää pelien grafiikkaan suuria aukkoja, joita pelaaja ei tule näkemään. VR-pelien suunnittelussa tällaisten graafisten aukkojen peittäminen on huomattavasti vaikeampaa, sillä peliä ei katsota ruudun läpi, vaan pelaaja "tuodaan" ympäristöön. Pelaajan katseen liikettä ei rajoiteta pelin aikana, joten pelaajan ympärillä olevan grafiikan täytyy muodostaa yhtenäinen 360° näkymä, jossa aukot katsotaan olevan virheitä tai puutteita. (Applebee, S. & Deruette, A. 2017, viitattu 1.12.2017.)

Suurimmat muutokset VR:n kehityksessä ja käytössä ovat tapahtuneet teknologian hinnoissa. Google Cardboard ja Samsung Gear VR:n tapaiset ratkaisut mahdollistavat VR:n käytön puhelimilla. Edulliset laitteet tuovat markkinoille uusia kehittäjiä ja laajentaa VR:n käyttökohteita. Nykyiset ratkaisut ovat kuitenkin hyvin yksipuolisia: joko ne ovat kalliita ja mahdollistavat hyviä ohjelmia tai ovat halpoja ja mahdollistavat vain yksinkertaisia VR-sovelluksia. (Moynihan, T. 2016, viitattu 1.12.2017.)

Uusia kehityksiä alalla on myös tuonut uudenlaiset VR-lasit, jotka ovat entistä tarkempia ja mahdollistavat käyttäjän liikkeen tuomisen mukaan virtuaalitodellisuuteen. Tämä mahdollistaa ohjelmien rakentamisen niin, ettei käyttäjän tarvitse liikuttaa itseään erilaisilla napeilla ja vivuilla, vaan pelaajaa voidaan liikuttaa seuraamalla ohjaimien ja lasien asentoa ja sijaintia. Perinteiset liikkeet virtuaalimaailmassa, jotka tapahtuvat nappeja painamalla, voivat usein aiheuttaa huonoa oloa pelaajassa johtuen ristiriidasta aistien välillä. (Crytek, 2016, viitattu 1.12.2017.)

## 2.2 Virtuaalitodellisuus opetuksessa

VR on tuonut uusia mahdollisuuksia tulevaisuuden opetukseen. 1950-luvulta asti on VR roikkunut teknologian huipulla saavuttamatta mitään suurempia kohokohtia. 2012 vuoden jälkeen VR startup-yritykset ovat keränneet yhteensä 1.46 miljardia rahoituksessa ja on arvioitu yltävän 200 miljardiin vuoteen 2019 mennessä. (Reede, E. & Bailiff, L. 2016, viitattu 1.12.2017)

Virtuaalitodellisuuden käyttö opetuksessa on vielä vähäistä, eikä suurempia projekteja ole vielä tehty. Suurin osa opetukseen suunnatuista peleistä keskittyvät asioiden visualisointiin, eikä niinkään pelillisyyteen. VR-pelit ovatkin usein raskaasti ulkonäköön perustuvia, sillä pelaajan liikkeen muodostaminen virtuaalitodellisuudessa on vaikeaa. Kyseiset ohjelmat ovat myös hyvin monologipohjaisia ja visualisoivat opetuksellisen sisällön joko puheen tai tekstin kanssa. Yleisesti nämä ohjelmat eivät mahdollista myöskään pelaajan itseopiskelua ja/tai opitun testaamista omaan tahtiin.

Virtuaalitodellisuuden käyttö opetuksessa on haasteellista johtuen hyvien laitteiden korkeasta hinnasta. Perinteisiä ohjelmia, joissa on opetuksellista sisältöä, löytyy jo muun muassa Steam-videopeleiden jakelu-, moninpeli- ja viestintäalustalta, mutta nämä pelit olivat laadultaan ja toiminnallisuuksiltaan rajallisia niitä pelatessani.

Opetuksellisten virtuaalitodellisuuspelien haasteena on myös VR:n aiheuttama ”wow”-efekti. Tällä tarkoitetaan virtuaalitodellisuuden aiheuttamaa elämystä, jota useimmat eivät ole kokeneet aikaisemmin. Tämä ilmiö voi helposti viedä pelaajaa sivuraiteille opittavasta aiheesta ja aiheuttaa näin motivaation laskua opittavaa asiaa kohtaan. (de Lange, R. 2016, viitattu 1.12.2017.)

### 3 SUUNNITTELU

Moviregames-projektin suunnittelu oli tehty suurilta osin valmiiksi ennen tämän opinnäytetyön aloittamista. Tässä opinnäytetyössä tehdyt suunnitteluratkaisut pohjautuvat tämän suunnittelun päätelmiin, ja ovat luonteeltaan ratkaisuja suunnittelun ongelmiin ja valintoihin.

#### 3.1 Virtuaalimaailman suunnittelu



*KUVIO 2: Alkuperäinen konseptikuva ohjelman teemalle*

Virtuaalimaailman suunnittelu aloitettiin graafikon piirtämistä konseptitaiteista. Ennen varsinaisen maailman ja mallintamisen aloittamista graafikko loi opetukselliseen sisältöön ja kohdeyleisöön sopivan teeman, joka määrittä virtuaalimaailman värykset ja tyylin, johon perustettiin kaikki mallintaminen ja tasosuunnittelu (kuvio 2). Suurimpia haasteita on realistisen kokosuhteen luominen maailmaan.

Suunnittelun yhtenä uutena näkökulmana ja isona osana projektin aloitusta on luoda hahmotelma piirretystä grafiikasta virtuaalitodellisuudessa. Tähän suunnitteluun kuuluu virtuaalimaailman ulko-

näkö, mahdolliset hahmot sekä objektit, joita pelaaja käsittelee. Kaksiulotteisen piirroksen tuominen kolmiulotteiseen ympäristöön vaatii tiettyjä muutoksia ja todentaa teeman sopivuuden virtuaalimaailmaksi.

Ulkoasun suunnittelussa on otettu huomioon kohdeyleisö ja VR-maailman luoma immersio. Yksinkertaiset pelilliset ratkaisut virtuaalimaailmassa voivat luoda hetkiä, jotka aiheuttavat ahdistusta, huonovointisuutta tai hetkiä, jotka sekoittavat pelaajan aisteja luoden yleistä sekaannusta. Ohjelmassa käytettävässä teemassa ja ulkoasussa vältettiin liiallista realismia, mikä antaa käyttäjälle enemmän visuaalisia kohteita joista erottaa ohjelman luoma tila oikeasta maailmasta tulevista aisteista. Yksinkertainen ulkoasu mahdollistaa myös ohjelman optimoinnin mahdollisimman tehokkaasti.

Suurin virtuaalipahoinvoinnin aiheuttaja on ohjelman tökkiminen. Ohjelman FPS ("frames per second" eli kuvaa sekunnissa) virtuaalitodellisuutta käytettäessä on yleisesti suositeltu olevan vähintään 60 fps. Kyseinen määrä on pienin määrä mitä voidaan käyttää, jotta normaalin käyttäjän silmä ei erota kuvien vaihtumista. Näin ollen optimoinnin tarkoitus on pitää ohjelman tehokkuus tarpeeksi korkealla, jotta "matkapahoinvoinnin" riski minimoidaan.

### **3.2 Käytettävä laitteisto**

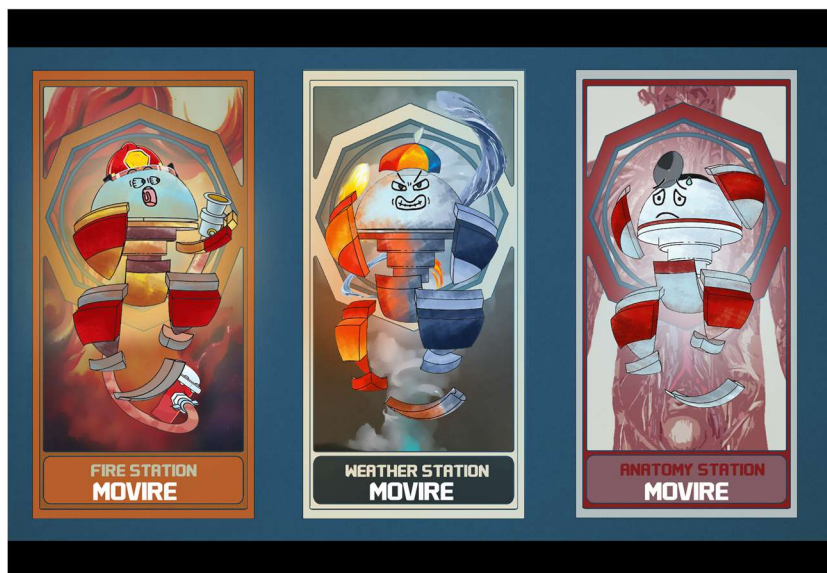
Käytettävän laitteiston valitsemiseen vaikuttaa suuresti ohjelman käyttöympäristö. Laitteiston VR-lasien ominaisuudet vaihtelevat niin kehittämisen puolelta kuin toiminnallisilta ominaisuuksiltaan. Myös käytettävä tietokone on oltava tehokkuudeltaan ja ominaisuuksiltaan sopiva ohjelman käyttämiseen. Virtuaalitodellisuus vaatii tietokoneelta suoritustehoa tavanomaista enemmän ja siksi perinteiset tietokoneet eivät riitä virtuaalitodellisuuden käyttämistä HTC Vive -laitteella.

VR-laitteiston valintaan kehityksen kohdalla vaikutti eniten lasien ominaisuudet. Markkinoilla olevista lasista ainoastaan HTC Viven VR-lasit sisälsivät mahdollisuuden pelaajan liikkumiseen, veritaten muiden lasien pään asennon tunnistamiseen. Tämä ominaisuus antaa mahdollisuuden luoda suuremman ympäristön ohjelmaan ja sisällyttää enemmän pelattavuutta pienemmälle alueelle.

Ohjelmiston sisältöön vaikuttaa suuresti sen ohjausmekanismi. Perinteisesti VR-ohjelmia ohjataan laitteistoon kuuluvilla ohjaimilla. HTC Vive -laitteisto sisältää ohjaimet, joita käyttäjä pitää käsissään

ja ohjaa ohjelmia ohjaimissa olevilla napeilla ja osoittamalla. Moviregames-projektin suunnitelmassa on päätetty käyttää ohjaimien sijaan erillistä Leap Motion Device -kameraa. Kyseinen laite jäljittää käsien liikkeit ja luo niiden kuvan virtuaalimaailmaan. Tätä käyttämällä voidaan luoda intuitiivinen ohjaus, jossa pelaaja käyttää omia käsiään suorittaakseen toimintoja ohjelman sisällä. Omien käsien käyttäminen luonnollisesti virtuaalimaailmassa luo paremman alustan oppimiselle, joka syventää oppimista tuoden suuremman kosketuspinnan oikean maailman ja VR-maailman välillä.

### 3.3 Opetuksellinen sisältö



*KUVIO 3: Tyylisuunnitelmat kolmelle eri aiheelle*

Opetuksellinen sisältö ohjelmaan muodostui alustavista konsepteista, joista valittiin yksi toteutuskelpoinen aihe. Ohjelmiston opetuksellinen sisältö suunniteltiin sellaisten aiheiden pohjalta, joiden opetuksellinen sisältö on haasteellista tehdä mielekkäästi. Konseptia luodessa aiheiksi valittiin kolme sopivaa tilannetta (kuvio 3).

Ensimmäisenä aiheena suunniteltiin tulenkäsittelyyn liittyvä fysiikka ja kemia. Aiheen haastavuus perustuu opetuksessa vaadittavan tulen vaarallisuuteen. Opetuksen järjestäminen vaatii suuren määrän valvojia ja ammattilaisia turvallisuuden varmistamiseksi. Myös tilojen järjestäminen on suuri haaste aiheen opettamisessa.

Toisena aiheena suunniteltiin äärimmäisten sääilmiöiden muodostuminen. Sääilmiöiden opettaminen vaatii paljon teoreettista opiskelua ja visualisointia. Nykyisenä opetusmuotona Suomessa on yleistynyt oppikirjojen tarjoama teoria- ja videodokumenttien käyttö visualisointiin. Suurena haasteena kyseisessä opetusmuodossa on opetetun asian sisäistäminen. Esimerkiksi tornadoiden teorian sisäistäminen suomalaiselle oppilaalle on vaativaa johtuen Suomen sääoloista, joissa ei esiinny tornadoita.

Kolmantena aiheena on anatomia ja siihen liittyvä verenkierto ja sen ongelmat. Kyseisen aiheen opetuksessa ongelmat ovat samankaltaisia kuin sääilmiöiden opiskelussa. Virtuaalitodellisuudessa opetustila voitaisiin siirtää kehon ”sisälle” luomalla keho virtuaalimaailmassa.

Toteutettavaksi demoksi valittiin ensimmäisenä esitelty tulenkäsittely. Valinta perustui toteutuksen vaativuuteen ja projektitiimin osaamiseen. Anatomian aihe todettiin olevan liian haastava toteuttaa ja aiheen luonne katsottiin olevan liian vaativa kohdeyleisön ikään katsottuna. Toisena esitelty sääilmiöihin keskittyvä aihe todettiin olevan sopiva, mutta tarvittavan visuaalisen ilmeen luominen katsottiin olevan liian haastava tiimin osaamiselle.

Opetuksellinen sisältö perustuu puhtaaseen kokeiluun ja oppilaan omaan päättelyyn. Ohjelmassa annettavat ohjeet ovat suuntaa antavia ohjeistuksia, joiden tarkoitus on selittää syyt käyttäjän tekemien toimintojen seurauksista. Esimerkiksi öljypaloa sammutettaessa veden heittäminen liekkiin suurentaa liekkejä. Näiden ohjeiden tarkoituksena on innostaa pelaajaa kokeilemaan eri vaihtoehtoja ja uusia asioita luoden tieteellistä prosessia, jossa ennen toimintoja tekijällä on mielessään hypoteesi, ja tekemisellä todennetaan tai todistetaan hypoteesi vääräksi.

### **3.4 Ohjelmistot**

Projektin kehittämiseen tarvitaan tietokoneella käytettäviä työkaluja. Virtuaalitodellisuuden luomiseen ja käyttöön vaaditaan pelimoottoria sekä kolmiulotteisia malleja ja niiden luomiseen vaadittava ohjelma. Näiden ohjelmistojen valitseminen perustui suurimmalta osin omiin kokemuksiin, mutta kiireellisellä aikataululla ja projektitiimin osaamisella oli myös paljon vaikutusta näihin valintoihin.

Pelimoottori on ohjelmisto, jolla peli rakennetaan. Pelimoottoreita on olemassa useita eri versioita eri tekijöiltä niin kaupalliseen kuin harrastekäyttöönkin. Virtuaalitodellisuutta kehitettäessä voitiin rajata pelimoottoreista ulos kaikki kaksiulotteisille peleille suunnitellut moottorit sekä projektin luonteen vuoksi myös maksulliset ohjelmistot päätettiin jättää harkinnasta pois. Ilmaisista pelimoottoreista yleisimpiä ovat Unity ja Unreal Engine.

Unreal Engine on Epic Games Unrealin kehittämä pelimoottori ja pelinteko-ohjelma. Omasta kokemuksestani Unreal Engine on hyvin tehokas työkalu, jolla voi helposti luoda visuaalisesti erittäin vaikuttavia pelejä ja simulaatioita ilman tarvetta ohjelmoinnille. Unreal Engine oli hyvin vahva vaihtoehto projektimme pelimoottoriksi, mutta tiimin kokemus Unitysta ja Leap Motionin yhteensopimattomuus Unreal Enginen kanssa johtivat sen hylkäämiseen.

Unity on maailman käytetyin kolmannen osapuolen pelinteko-ohjelma ja perustuu Unreal Enginen verrattuna paljon enemmän ohjelmointiin ja koodaamiseen. Päätös käyttää kyseistä pelimoottoria johtui pääosin tiimin kokemuksesta Unityn käytöstä ja Unityn suurista kirjastoista, joista saimme helposti valmiin pohjan Leap Motionia ja HTC VIVEä varten. Projektimme pääkoodari ei ollut pelikehitykseen perehtynyt aikaisemmin. Tämä lisäsi tarvetta pelimoottorille, jossa koodaaja voi pienellä ohjauksella aloittaa tuottamaan toimivaa koodia jo ennen Unityn käyttämisen hallitsemista. Yhtenä lisäpainona pelimoottorin valinnassa toimi Unityn sisältämä Asset Store. Unityn Asset Store on ohjelman sisältämä kauppa, jossa kehittäjät joko myyvät tai tarjoavat erilaisia pelikomponentteja kuten 3D-malleja ja fysiikkaratkaisuja. Tämä mahdollistaa joidenkin ongelmien ratkaisemisen nopeasti kuluttamatta omaa aikaa koodaamiseen ja/tai mallintamiseen.

3D-mallintaminen peleihin vaatii siihen soveltuvaa ohjelmistoa. Näitä sovelluksia on useita ja niiden käyttö perustuu kunkin ohjelmiston ominaisuuksiin. Alkuperäisen suunnitelman ja demovaiheen mallien luomiseen oli käytetty Blender-mallinnusohjelmaa. Blender on 3D-mallinnukseen ja animointiin kehitetty avoimen lähdekoodin sovellus, joka toimii erittäin hyvin pelinkehityksessä. Tiimin kokemus, Blenderin avoimen lähdekoodin tuoma ilmaisuus sekä aikaisemmin luodut mallit olivat suurimpina perusteina ohjelman valitsemiselle.

### 3.5 Versionhallinta

Versionhallinta on järjestelmä, jota käytetään ohjelmistojen kehitystyössä. Versionhallinnassa tallennetaan muutoksia tiedostoon tai joukkoon tiedostoja luoden versioita, joihin kehityksessä voidaan tarvittaessa palata. Versionhallinta antaa suurta etua projektissa, jossa kehittäjiä on useampia ja yhdenaikainen tekeminen tavallista. Versionhallinta mahdollistaa saman tiedoston muokkaamisen yhtäaikaaisesti kahdella eri tietokoneella ja vapauttaa näin paljon aikaa, jota normaalisti käytettäisiin odottamiseen tai tiedostojen yhdistämiseen manuaalisesti.

Versionhallintamme rakenne oli hyvin yksinkertainen ja toimiva. Ohjelman pääasiallinen versio oli nimeltään master. Tämän version alle luotiin ”kehitysoksia”, joissa kehitys itsessään suoritettiin. Tämä prosessi varmisti sen, että master-versioon ei lisätty mitään, mikä ei ollut valmista vaan alemmissa kehitysoksissa valmistettiin ja testattiin luotu ominaisuus tai tehtävä valmiiksi ennen sen lisäämistä master-versioon. Jokaista ominaisuutta varten luotiin oma kehitysoksa ja joissakin tapauksissa näiden oksien alle vielä useampia kehitysoksia. Versionhallinnan yksi suuri vahvuus on vanhempiin versioihin palaaminen ja näin pienempien kehitysoksien luomisella varmistettiin virheiden aiheuttamien aikahävikkien minimointi.

## 4 KEHITYS JA TESTAUS

Projektin kehitystyö ja testaus järjestettiin tiukalla aikataululla ja tästä johtuen testauksissa ei yleisesti testattu kokonaista ohjelmaa vaan ohjelman osia. Tästä johtuen testauksien aikana osa ohjelmaa oli toisilta osin keskellä kehitystä. Näin ollen tässä opinnäytetyössä en käsittele kehitystä ja testausta omina osinaan, vaan kirjoitan osiot yhtenäisenä kronologisessa järjestyksessä selkeyden vuoksi.

### 4.1 Kehityksen alustus

Kehitystyön alussa luotiin Unity-projekti, versionhallinnan pohja, dokumentaatiokansiot Google Driveen sekä tuotiin Unityyn kaikki aikaisemmassa vaiheessa luodut 3D-mallit. Unityn Asset Storesta saatiin valmiiksi muodostetut komponentit VR-peliä varten. Näihin komponentteihin kuului pelin kameran liikkeen muodostavat komponentit sekä HTC Viven fyysistä kamerajärjestelmää ohjaavat komponentit. Leap Motionin käyttöön vaadittavat työkalut, ohjaimet ja pelikomponentit ladattiin suoraan Leap Motionin nettisivuilta, jossa ne olivat kehitystä varten valmiiksi pakattuina.

Projektin alkuvaiheessa tiukan aikataulun vuoksi haluttiin määrittää ohjelman pääkehityskohta. Käytimme kolme päivää pelaten olemassa olevia VR- ja Leap Motion -pelejä saadaksemme hyvän ajatuksen siitä, miten kyseisiä laitteita käytetään ja mihin niillä pystyy nykyisissä peleissä. Tämä antoi meille myös hyvää informaatiota VR-pelien innostavimpiin osiin.

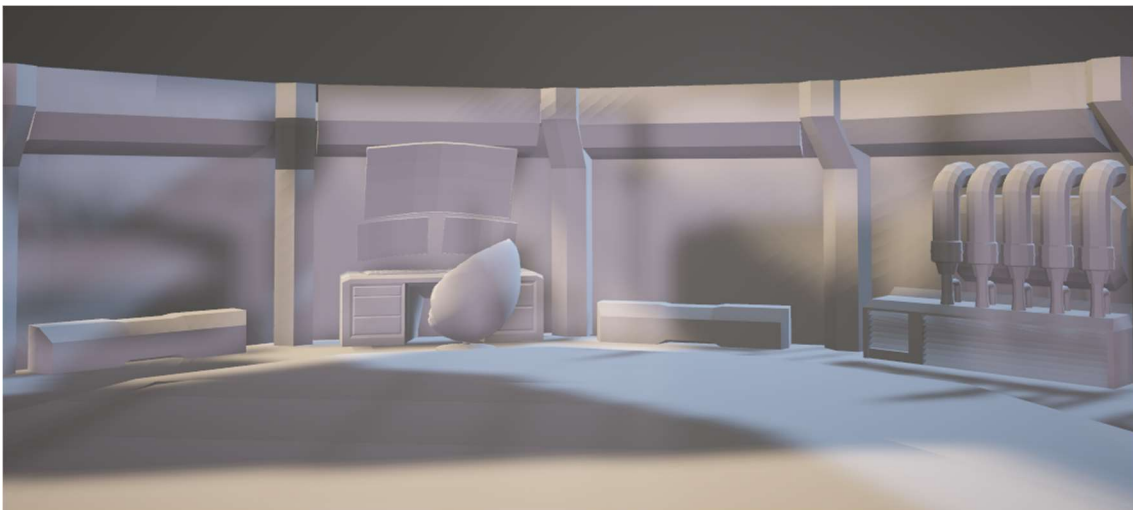
Projektin kehitystyö aloitettiin tekemällä testiympäristö, jonka ympärille varsinaista projektia rakennettiin. Testiympäristöön tuotiin tarvittavat tiedostot ja pelikomponentit työn aloittamista varten ja samalla luotiin Unityn tiedostohierarkia, joka mahdollistaa helpon selaamisen ja tiedostojen käyttämisen hukkaamatta aikaa etsimiseen ja kokoamiseen.

## 4.2 Ensimmäinen kehityskierros

Alustuksen jälkeen olimme luoneet karkean suunnitelman projektin kehittämisestä ja sen pääkehityskohteista. Ensimmäisen kehityskierroksen pääkohtana oli luoda toimiva ohjausmekanismi, joka mahdollisti luotujen esineiden käsittelyn käyttäen Leap Motionia. Leap Motionilta löytyi tähän valmiiksi komponentit, mutta projektiimme kuului useita eri objekteja, joiden käsittely eroaa toisistaan. Tämä vaati olemassa olevien komponenttien muuttamista sopivaksi projektiimme.

Projektimme toisena pääkohtana oli saada ympäristöstä näyttävä. Tämä vaatii suurta määrää työtä visuaalisella puolella, ja tästä syystä ensimmäisellä kierroksella emme keskittyneet vielä visuaalisuuteen. Ohjelman ulkonäköä ei ollut syytä alkaa työstämään ennen kuin toiminnallinen pohja on valmis.

### 4.2.1 Tila ja kiinteät objektit

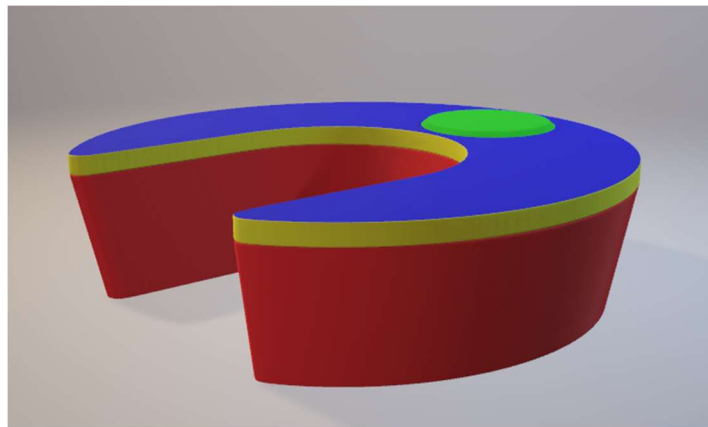


*KUVIO 4: Kolmiulotteinen malli laboratorion tilasta*

Projektin aloitusta suunniteltaessa listasimme ensimmäistä testausta varten vaadittavia ominaisuuksia. Ensimmäisenä oli tilan ja kiinteiden objektien luominen. Laboratorion ympäristö oli jo luotu projektin demovaiheessa, ja tähän mukautuen loimme laboratorioon sopivan valaistuksen käyttäen hyväksi 3D-mallin luonnollisia kohtia, kuten pylväitä ja ikkunoita (kuvio 4). Laboratorion ikkunoiden vuoksi myös taustalle oli tarvetta. Unityn yhtenä ominaisuutena on luoda skybox eli pelin ympäristön tausta. Skybox luodaan kuudesta eri kuvasta, jotka muodostavat kuution ympäristön ympärille. Perinteisesti näin muodostetaan pelin taivas niin, ettei siitä löydy saumoja ja että taivas ei näy

olevan osaksi lähempänä tai kauempana kuution kulmissa. Tämä skybox luotiin kolmesta kuvasta, koska vain kolme osaa taivaasta on nähtävillä laboratorion seinistä johtuen.

Laboratorion pääelementtinä on tuli. Laboratorioon kuuluvalle pöydälle luotiin partikkelilähde, joka muokattiin muistuttamaan tulta (kuvio 5). Jotta tuleen voitaisiin vaikuttaa millään tavalla, loimme tullelle näkymättömän rajan, jota voidaan käyttää objektien havaitsemiseen. Tämä mahdollistaa partikkelilähteen muokkaamisen skripteillä aina silloin, kun tähän rajaan törmää toinen objekti, esimerkiksi sammutuspeite.



*KUVIO 5: Laboratorion pöytä*

#### **4.2.2 Leap Motion**

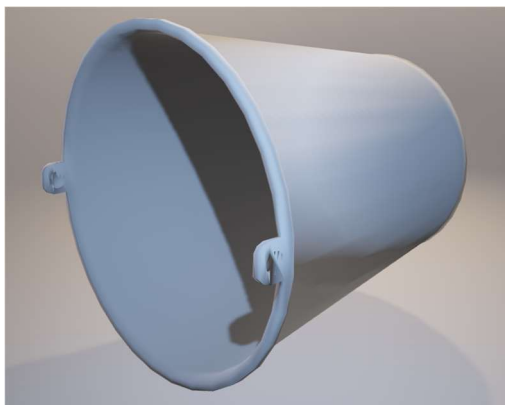
Kehityksen yhtenä perusosana oli saada Leap Motion -ohjaus toimimaan luontevasti ja löytää tähän tarvittavat menetelmät sekä logiikat. Kokeillessamme Leap Motionin mukana tulleita ympäristöjä löysimme projektiimme sopivat pelikomponentit, jotka toimivat halutulla tavalla.

Leap Motionin toimintaperiaate objekteja käsiteltäessä perustui niin sanottuihin interaktiivisiin materiaaleihin. Interaktiiviset materiaalit ovat komponentteja, joita voidaan liittää objekteihin ja ne määrittävät kyseisen objektin ominaisuudet niihin kosketettaessa. Eniten käyttämämme materiaali oli hyvin yksinkertainen komponentti, jonka avulla teimme objektista käsiteltävän. Komponentissa määriteltiin kappaleen nostamiseen vaadittava puristusvoima, eli kuinka nyrkissä käden on oltava, jotta esine pysyy kädessä. Objektiin tartuttaessa objektin fyysiset ominaisuudet, kuten paino ja collideri eli fyysikaaliset rajat, katoavat.

### 4.2.3 Nestefysiikka

Tulenkäsittelyyn liittyvässä laboratoriossa yhtenä kehitystehtävänä on luoda toimiva ratkaisu veden käsittelyyn tulen sammuttamista varten. Alkuperäisenä ajatuksena oli luoda fyysinen ratkaisu vedelle, jossa pelaaja voisi käsitellä vettä partikkeleina ja esimerkiksi kaataa vettä käsiensä päälle. Aloimme luoda tätä ominaisuutta luomalla yksinkertaisia pallopartikkeleita, joihin voi koskea, mutta niitä ei voi nostaa tarttumalla niihin.

Tämän jälkeen loimme partikkeleille ominaisuuksia yksitellen. Ensimmäisenä loimme vetovoiman partikkeleihin, jotta se muistuttaisi enemmän veden käyttäytymistä. Veden käsittelyä ja testausta varten loimme napin, jota painamalla pystyimme luomaan vesipartikkeleita ohjelmassamme ja ämpäriin, jolla vettä voisi siirtää ohjelman sisällä (kuvio 6). Ämpäriä käytettäessä ilmeni ongelmia vesipartikkeleissa. Veden paino teki ämpäriin käsittelystä vaikeaa ja aiheutti useissa tapauksissa ämpäriin putoamisen tai lentämisen yhtäkkiä sattumanvaraiseen suuntaan. Toisena ongelmana oli vesinäppäriin fysikaaliset rajat. Unity-pelimoottori mahdollistaa objektien luomisen joko pelkkinä visuaalisina objekteina tai objekteina, joilla on myös muita ominaisuuksia, kuten colliderit. Unity laskee kaikkia törmäyksiä, mitkä näiden colliderien välillä tapahtuvat ja näin ollen suuri määrä törmäyksiä aiheuttaa pelin fps:n laskun. Collidereitten koko vaikuttaa myös niiden törmäysten rekisteröitymiseen. Näin ollen totesimme, ettei partikkelien pienentäminen ollut mahdollista ja aloimme kehittää uutta menetelmää. Kokeilimme muodostaa vettä käyttämällä Unityn kangasfysiikkaa, jolla on mahdollista muodostaa kangasta muistuttavia objekteja, jotka käyttäytyvät realistisella tavalla. Tämän ongelmaksi tuli colliderien muodostaminen. Viimeisenä mahdollisuutena nestefysiikan muodostamiseen kävimme läpi Unityn Asset Storesta löytyviä ratkaisuja ja päädyimme pääoman, ajan sekä laadun puuttumisen vuoksi jättämään fysiikkapohjaisen veden pois projektistamme.



KUVIO 6: Ämpäri

Loimme veden käyttäen huomattavasti yksinkertaisempaa menetelmää, jossa veden sijaan ämpärin pintaan luotaisiin veden pintaa muistuttava objekti, ja ämpäriä kallistettaessa ämpäristä syntyisi vesipartikkeleita. Tämä ratkaisu oli huomattavasti toteutuskelpoisempi sekä kevyempi suoritustehoa mietittäessä. Jotta veteen saataisiin enemmän realismia, loimme vesiohjekkeihin skriptin, jolla veden pinta mukautuu pysymään horisontaaliksi ja ämpärin reunojen sisällä. Vesipartikkelien muodostamiseen käytimme Unityn partikkeliobjektia, jolla saimme luomiamme vesipartikkeleita suihkuamaan ämpäristä luonnollisella tavalla. Tätä menetelmää käytettiin tässä ja muissa partikkeleita käyttävissä sammutusmenetelmissä.

#### **4.2.4 Polttoaine**

Projektin yhtenä tärkeänä osana on antaa pelaajalle mahdollisuus itseopiskeluun. Tämän vuoksi halusimme luoda peliin vääriä ja huonoja ratkaisuja. Tulenkäsittelyssä tämä tarkoittaa esimerkiksi veden heittämistä rasvapaloon. Projektin alkuvaiheessa halusimme aloittaa testauksen mahdollisimman pian ja tästä johtuen loimme yksinkertaisen polttoaineen, jonka vaikutuksesta tuli yltyisi. Koska kehittämämme tuli oli muodoltaan nuotio, luotiin polttoaineeksi yksinkertainen halko. Halkoon luotiin skripti, joka kasvatti tulen määrää näiden kahden törmätessä. Tätä skriptiä käytettiin myös tulevaisissa objekteissa, mikäli niiden tarkoitus oli kasvattaa tulta.

#### **4.2.5 Sammutuspeite**

Projektin alkuvaiheessa olimme suunnitelleet valmiiksi muutamia työkaluja, joita aioimme käyttää, ja yksi näistä oli sammutuspeite. Halusimme projektimme sisältävän mahdollisimman monta virallista sammutusvälinettä, ja tarkoituksena oli luoda peliin rasvapalo, johon sammutuspeite on oikea sammutusvaihtoehto. Sammutuspeitteen kehitys alkoi kehittämällä peite Unityn kangasfysiikalla. Unityn kangasfysiikka ei mahdollista fyysisiä kankaita, jotka törmäävät toisiin objekteihin lukuun ottamatta kankaan omaa collideria. Aikaisemmat Unityn versiot sisältävät tämän ominaisuuden, mutta käyttämämme VR ja Leap Motion eivät ole tuettuna vanhemmissa Unityn versioissa.

Unityn kangasfysiikka luo tehdyn objektin näkyvästä pinnasta irrallisen kankaan, ja mikäli kyseisellä objektilla on olemassa oleva collideri, voidaan kangas kiinnittää siihen mistä tahansa kankaan pisteestä. Kangasfysiikka on siis tarkoitettu lähinnä visuaaliseksi ratkaisuksi, eikä näkyvälle kankaalle voi suuremmin määrittää fyysisiä ominaisuuksia Unityn olemassa olevilla työkaluilla. Tämä aiheutti ongelman peliimme, sillä sammutuspeitteestä täytyisi pystyä ottamaan kiinni, ja tämä vaatii fyysisten rajojen muodostamista sekä kankaan muotoa mukailevaa collideria, josta pelaajan kädet voisivat ottaa kiinni. Yritimme ratkaista ongelmaa erilaisilla kahvamenetelmillä sekä collider-rakenteilla tuloksetta.

Fyysinen kangas VR-pelissä aiheutti myös ongelmia suorituskyvyn kanssa johtuen kankaan sisältämästä pistemäärästä. Mitä suurempi määrä pisteitä, sitä enemmän sen käsittely vaatii laskenta-tehoa. Vastakkaisesti pieni määrä pisteitä vaikuttaa kankaan realismiin. Totesimme tässä vaiheessa ongelman vievän liikaa aikaa ja siirryimme yksinkertaisempaan vaihtoehtoon. Loimme uuden sammutuspeitteen käyttäen useita pieniä levyjä, jotka olimme kiinnittäneet toisiinsa käyttäen Unityn nivelyökaluja. Tämä aiheutti ongelmia visuaalisuudessa, sillä tätä muodostelmaa ei voi taittaa useampaan kuin yhteen suuntaan johtuen geometrisestä muodosta, mutta aikataulun vuoksi päätimme siirtää visuaaliset ongelmat myöhemmäksi, jotta testaus voitaisiin suorittaa käyttäen mahdollisimman monta eri työkalua.

#### **4.2.6 Jauhesammutin**

Projektiimme halusimme luoda jauhesammuttimen sen yleiskäytöllisyyden vuoksi. Vaahtosammutin oli mallinnettu jo valmiiksi demovaiheen aikana ja käytimme kyseistä mallia uusien menetelmien kanssa. Haasteena jauhesammuttimen kehityksessä oli sen käyttämisen muodostaminen. Aikaisemmissa objekteissa niiden käyttämiseen on riittänyt objektin nostaminen ja pudottaminen toiminnan suorittamiseksi. Jauhesammuttimessa kuitenkin halusimme luoda sen toiminnan vastaamaan mahdollisimman paljon oikeaa maailmaa ja tähän tarvitsimme kahvatoiminnan luomista.

Loimme jauhesammuttimesta kaksi versiota. Ensimmäisessä versiossa loimme jauhesammuttimen kahdesta erillisestä objektista, joista toinen on sammutin itsessään ja toinen on kahva, jolla hallitaan sammuttimen käynnistystä ja sammuttamista (kuvio 7). Sammuttimessa ei näin ollut liikkuvia

osia, mutta sen käyttö vaati kahvan puristamista, kuten oikeassakin maailmassa. Sammuttimeen tarvittiin kaksi objektiä, koska interaktiivisuusmateriaaleja ei voi olla kuin yksi per objekti.



*KUVIO 7: Jauhesammuttimen 3D-malli*

Toisena sammutinversiona käytimme objektiä, johon oli lisätty fyysinen kahva, jota täytyi kääntää käynnistääkseen sammuttimen. Tämä versio mahdollisti sammuttimen tehon säädön ja samalla lisäsi sammuttimeen liikkuvan osan antaen pelaajalle visuaalista apua sammuttimen käytössä.

Emme halunneet tehdä tulevasta testauksesta liian monimutkaista, joten päätimme muodostaa pientestauksen päättääksemme käytettävän sammuttimen. Testaukseen osallistui projektimme jäsenet sekä EduLABin toisissa projekteissa toimivia opiskelijoita. Huomasimme, että molemmissa sammuttimissa oli ongelmia. Suurin ongelma molemmissa sammuttimissa johtui virtuaalimaailman ja oikean maailman erosta. Koska molemmat sammuttimet vaativat kahden käden käyttöä yhtäaikaisesti, on käsien pitäminen oikeassa kohtaa sammutinta vaikeaa ilman tuntoaistin luomaa apua. Testauksessa tuli myös ilmi, että fyysisellä kahvalla toimiva todettiin lähes yksimielisesti vaikeammaksi käyttää. Näin ollen päädyimme käyttämään ensimmäistä versiota sammuttimesta.

#### **4.2.7 Pelimekaniikka**

Testausta varten loimme yksinkertaistetun version pelistä, jossa pelaaja pystyi ainoastaan opiskelemaan itsenäisesti luoduilla työkaluilla. Laboratorio valmisteltiin niin, että pelaaja on asetettu pöydän ääreen, jossa on nuotio ja hänen ympärillään ovat kaikki luomamme sammutusmenetelmät sekä polttoaine. Lopullisessa ohjelmassa mukaan tulee päämäärä sekä ohjeita, mutta aikataulun

mukaisesti jätimme nämä asiat kehittämättä ja tyydyimme testaamaan vain toiminnallisuutta sekä ohjauksen käsittelyä. Testausta varten päätimme antaa ohjeita suullisesti jokaiselle pelaajalle, jotta testauksessa saisimme mahdollisimman paljon tietoa toiminnallisten osien ongelmista.

### **4.3 Ensimmäinen testaus**

#### **4.3.1 Järjestelyt**

Ensimmäinen testaus suoritettiin Oulun Tietomaan kanssa yhteistyössä Tietomaan tiloissa. Tietomaahan oli kutsuttu koululaisia yhdestä Oulun koulusta, ja heistä osa kiersi Tietomaan näyttelyä ja aina yksi kerrallaan pieni porukka kävi luonamme kokeilemassa ohjelmaamme. Testauskohteina oli 5-12-vuotiaita koululaisia, ja jokaisella oli noin viisi minuuttia aikaa kokeilla peliämme. Ohjeita antamassa pelaajille oli kaksi projektin jäsentä, millä varmistettiin tarvittavan informaation saaminen testauksesta eikä pelaaja vain tyytyisi katselemaan ympärilleen.

#### **4.3.2 Lopputulokset**

Testauksessa yhdeksi ongelmaksi muodostui käytettävä aika. Olimme testatessamme ohjelmaa unohtaneet ottaa huomioon ensimmäistä kertaa pelaavien käyttäjien kuluttavan enemmän aikaa tottumiseen uuteen ympäristöön. Tämän ja aikataulullisen virheen vuoksi kukin pelaaja sai liian vähän aktiivista peliä, ja näin tulokset eivät olleet niin tarkkoja kuin olisimme toivoneet. Suurimpina ongelmina testauksessa ilmeni jauhesammuttimen käyttö ja yleinen totuttelu Leap Motionin käyttöön.

Havaintoja ohjelman toimivuudesta tehtiin erilliseltä näytöltä peliä pelattaessa sekä myös kyselyllä pelaajien mielipiteitä pelin pelattavuudesta. Totuttelu esineiden käsittelyyn ilman tuntoaistia näytti olevan yksi suurimmista haasteista. Useimmiten pelaajat turhautuivat esineiden käsittelyyn hyvin nopeasti tietäen, ettei aikaa ollut rajattomasti. Koska ohjelman päämääränä oli tehdä peli, jota voitaisiin pelata ilman ulkopuolista apua, näimme suuren tarpeen tarkkojen ohjeiden tekemiselle. Suurin vaikeus käsittelyssä ilmeni varsinkin jauhesammuttimen kohdalla. Jauhesammuttimen ollessa muodostettu kahdesta kappaleesta, joita täytyy käsitellä yhdenaikaisesti, vaatii sen käsittelyn käsien pitämistä sopivalla etäisyydellä toisistaan. Tämä on huomattavan vaikeaa johtuen tuntoaistin puuttumisesta.

## **4.4 Toinen kehityskierros**

Kehityksen toisella kierroksella tarkoitetaan ensimmäisen testauksen ja toisen testauksen välistä aikaa. Projektin jaottelu tässä opinnäytetyössä on esitelty näin, jotta testauksen tuomat muutostarpeet tulisivat mahdollisimman helposti esille. Projektin kehitys todellisuudessa ei noudattanut tällaista jaottelua johtuen aikataulun kiireellisyydestä.

### **4.4.1 Testauksen tuottamat vaatimukset**

Testauksessa ilmi tulleet ongelmat toivat esille tiettyjä vaatimuksia projektin kehityksessä. Ensimmäisenä ja suurimpana ongelmana oli esineiden käsittelyn parantaminen. Ominainen osa tätä ongelmaa oli esineiden koko sekä etäisyys toisistaan virtuaaliympäristössä. Projektin alkukehitystä tehtäessä ympäristön skaalaus oli tehty ottamatta huomioon pelaajien ja kehittäjien kokoeroa. Ongelma korjattiin ensimmäisenä, sillä ympäristön skaalaus vaikuttaa kaikkeen tulevaan tekemiseen sekä kehitettävien osien muotoutumiseen.

Toisena ongelmana oli jauhesammuttimen käsittelyyn liittyvät ongelmat. Jauhesammuttimen ollessa hyvin olennainen osa projektiamme, siihen liittyvät Leap Motion- ja teknilliset ongelmat haluttiin ratkaista mahdollisimman nopeasti, jotta voitaisiin minimoida niiden mahdolliset vaikutukset tulevien kehityskohteiden muodostamiseen.

Kolmantena suurena osiona, joka testauksissa ilmeni selvästi, oli ohjeistuksen tarve. Toimivien ohjeiden suunnittelulle oli tarvetta ja tässä vaiheessa kehitystä oli luontaista suunnitella tasoa pidemmälle. Ohjeiden lisäksi suunnitteluun täytyisi kuulua ohjeiden näytön muoto sekä mahdollinen sijainti virtuaalimaailmassa.

### **4.4.2 Skaalaus**

Virtuaalimaailman skaalaus tehtiin käyttäen hyväksi oikean maailman esineitä ja suhteuttamalla niitä virtuaalimaailmaan. Loimme virtuaalimaailmaan pallon, joka oli käsin mitattuna metrin oikeassa maailmassa. Tätä käytettiin kaikkien objektien vertailukohteena. Näin saatiin virtuaalimaailman jokaiselle objektille oikea realistinen koko. Laboratorion koko saatiin suhteutettua käyttämällä

hyväksi siihen kuuluvaa tuolia, näppäimistöä ja ovea. Nämä määrittivät koko laboratoriolle koon, joka ei tunnu liian pieneltä, mutta ei liian massiiviseltakaan.

Myöskin pelaajan kädet täytyi skaalata esineisiin sopiviksi. Leap Motionin tarjoama käsimalli, jota käytimme ohjelmassamme, ei suoraan ollut luonnollisessa koossa esineisiin suhteutettuna. Käsien mallia suurennettuamme huomasimme, että liian suurien mallien luominen teki käsistä epäluonnollisen tuntoiset. Luonnollisuuteen vaikutti myös se, kuinka kaukana kädet olivat pelaajasta virtuaalimaailmassa.

### **4.4.3 Ohjeistus**

Ohjeistuksen suunnittelu alkoi ohjeistuksen muodosta. Muodoksi päätimme valita erillisen opetus-tason pelin alkuun eli tutoriaalini. Tutoriaalini tarkoituksena on opettaa pelaajalle tarvittavat toiminnallisuudet pelin aloitusta varten. Tutoriaaliin suunnittelimme animaatioilla ja puheella selitettävän ohjeistuksen, jossa käydään läpi esineiden siirtelyyn sekä Leap Motioniin vaikuttavia toimintoja.

Toiminnanaikainen ohjeistus suunniteltiin kattamaan ohjeistukset tehtäville toiminnoille sekä tehtyjen toimintojen vaikutuksille. Nämä ohjeistukset toimitetaan pelaajalle Robo-hahmon kautta. Laboratorioon suunniteltiin myös näyttö, jossa ohjeistukset pysyvät näkyvillä.

#### **4.4.4 Jauhesammuttimen jatkokehitys**

Sammuttimen jatkokehityksessä lähtökohtana oli toimiva ratkaisu, jonka toiminta olisi sulavaa ja käytännöllistä. Ensimmäisenä muutoksena sammuttimeen oli skaalaus. Alkuperäinen sammutin oli suunniteltu oikean maailman skaalaan, joka virtuaaliympäristössä oli liian iso. Päätimme käyttää uutena skaalana pienempää sammuttimen mallia. Oikeassa maailmassa sammutin olisi liian pieni, mutta virtuaalimaailmassa se tuntuu paljon helpokäyttöisemmältä.

Ongelmat sammuttimen käytössä johtuivat myös tekemistämme ratkaisuista Leap Motionin kanssa. Aloimme kehittää ratkaisua suunnittelemalla mahdollisia vaihtoehtoja. Ensimmäisenä tutkimme, olisiko mahdollista muuttaa tartuttavan osan kokoa ja näin varmistaa toimivuuden. Tarttumapinnan suurentamisen ongelmaksi muodostui siihen tarttuminen. Leap Motionin tarttumamekanismi toimii tarkastamalla tartuttavan objektin ja käsien sijaintia ja sitä, kuinka nyrkissä käsi on. Koska Leap Motion ei ole absoluuttisen tarkka, se aiheuttaa silloin tällöin tahattomia tarttumisobjekteihin, joten liian suuri tarttumapinta lisää tätä riskiä. Toisena ongelmana ratkaisussa on realistisuus objektin ja tarttumapinnan välillä. Sammuttimessa halusimme käyttää mahdollisimman realistista käyttötapaa ja liian suuri tarttumapinta loi epärealistisen vaikutelman sammuttimen käytöstä.

Vaihdoimme ongelman lähestymiskulmaa ja aloimme kehittää ratkaisua, joka vaikuttaisi pelkääntään toimivuuteen. Päätimme tehdä tarttumapinnasta irrallisen objektin, joka kiinnittyy pelaajan käteen aina, kun siihen tartuttiin. Näin käsien etäisyyden ei tarvitse pysyä samana käytön ajan, mutta pelaajan täytyisi silti tarttua luonnollisesti sammuttimen kahvaan. Koska objekti on pelissä näkyvätön, ei siitä muodostu visuaalisia ongelmia.

#### **4.4.5 Sammutuspeite**

Sammutuspeite oli testeissä kaikkein vaativin käsitellä. Pitkän alkuvaiheen kehityksen ja testailun vuoksi emme enää halunneet alkaa tuottamaan uutta sammutuspeitettä uudella tekniikalla, joten päätimme parantaa olemassa olevia ominaisuuksia ja näin ratkaista ongelmat sen käsittelyssä. Suurimpia ongelmia sammutuspeitteessä olivat kiinniotettavien osien pieni koko ja peitteen taittumisen ongelmat.

Muutimme peitteen ominaisuuksia niin, että peitteestä kiinni pitäminen olisi helpompaa. Loimme toiminnon, jossa käsien ollessa kosketuksissa peitteen osan kanssa, kyseiset osat olisivat tarttumisominaisuuksiltaan suurempia. Tämä ei vaikuttaisi visuaalisesti mitenkään peitteen ulkonäköön, mutta tekisi kiinni pitämisestä huomattavasti helpompaa.

Taittumisen ongelmat ratkaisimme muuttamalla peitteen osien välisten kiinnitysten ominaisuuksia. Kiinnityksissä olevien nivelten välisiä kulmia rajoitettiin, mutta samalla luotiin ominaisuus, jossa palaset itsessään eivät vaikuttaisi toisiinsa. Näin peitteen fysiikka ei perustu Unityn luomaan fysiikkaan vaan omiin rajoitteisiin, joita ei tarvitse erikseen laskea fysiikkaa laskevassa osiossa ja on siten tehokkaampi ratkaisu. Pienikokoisten objektien vuoksi fysiikkaa laskeva osio ei tuota tarpeeksi luotettavia tuloksia tässä.

#### **4.4.6 UI**

Laboratorion suunnittelussa pelaajan liike on rajoitettu kiinteän pöydän ääreen. UI:n suunnittelussa halusimme ottaa huomioon sen keskeisen sijainnin varmistuen samalla sen, ettei UI häiritse toimintaa. UI sisältää peliä varten tarkoitettut asetukset kuten äänenvoimakkuuden sekä kieliasetukset. Samalla halusimme luoda UI:n, jota voitaisiin käyttää tekstityksien ja ohjeiden visualisointiin.

Yhtenä suurena asiana UI:n kehityksessä oli sen sulautuminen laboratorion ympäristöön. Emme halunneet tuoda UI:ta suoraan pelaajan eteen, sillä se aiheuttaisi liian ruuhkaista näkymää toiminnan aikana. Päätimme sulauttaa UI:n fyysiseen objektiin, jonka avulla tietojen esittäminen toimisi luonnollisella tavalla. Rakensimme kiinteän pöydän kulmaan suuren tietokonenäytön, johon kaikki tarpeellinen tieto sekä UI oli kiinnitetty. Käytimme tässä hyväksi Leap Motionin olemassa olevia kirjastoja ja ominaisuuksia, joiden avulla saimme tehtyä näytöstä kosketuksella toimivan ja toiminnallisen ratkaisun, joka tuntuu mahdollisimman luonnolliselta käyttää.

UI:ta luotaessa loimme kielivalinnassa käytettävän ratkaisun. Loimme UI:hin sisällytetyn logiikkaskriptin, joka loi tekstiä UI:hin. Teksti muodostettiin irralliselle XML-tiedostolle, johon voitiin näin muodostaa helposti käännökset englanniksi. Tämä mahdollistaa pelin sisällä kielen vaihtamisen mahdollisimman optimaalisesti ja uusien kielten lisääminen helpottuu suuresti. Periaatteena on hakea tiedostosta tekstin osia käyttäen hyväksi niille annettuja otsikkoja: näin kielen vaihtaminen tapahtuu vaihtamalla kutsuttavaa otsikkoa.

#### 4.4.7 Pelin kulku

Yksi pelin pääosista on erilaisten tulien ja sammutustapojen käsittely. Loimme peliin kolme eri tulityyppiä, joiden sammutusmenetelmät vaihtelevat. Tämä antaa pelaajalle myös lisävapautta itseopiskeluun ja näin lisää oppimisen syventämistä.

Toiseksi tulityypiksi valitsimme sähkölaitteen palon. Sähkölaitteiden palamisessa yhtenä tärkeänä asiana on, ettei tuleen saa heittää vettä, vaan se täytyy tukahduttaa. Tämä pitää huolen siitä, ettei oikea ratkaisu pysy samana eri tasojen välillä.

Kolmantena tulityyppinä käytimme rasvapaloa. Rasvapalo koettiin erittäin hyväksi esimerkiksi joh-tuen rasvapalon mahdollisuudesta tapahtua kotiloissa keittiössä. Toisena isona asiana on rasva-palon reaktio yritettäessä vedellä sammuttaa sitä. Tämä antaa hyvän esimerkin ja opetuskohdan oikeaan maailmaan, jossa veden heittäminen rasvapaloon olisi hyvin vaarallista.

Laboratorion pöydällä ei kokonaisuudessaan ole tilaa kaikille tulityypeille yhdenaikaisesti, joten meillä oli tarve muodostaa logiikka, joka ohjaa tulien esiintymistä. Ensimmäisenä loimme kaikille tulityypeille oman 3D-mallin sekä partikkelilähteen, joista tulee selville, minkälainen tuli on ky-seessä. Jotta olisimme voineet sijoittaa kaikki tulet samalle pöydälle, loimme loogisen skriptin, jolla yksi tuli kerrallaan on näkyvissä ja kun tuli on sammutettu, ilmestyy tilalle uusi tulityyppi. Lisäsimme tähän menetelmään myös jokaiselle sammutusmenetelmälle kuuluvat ohjeistukset, joita Robo se-littää pelaajalle tehostamaan oppimista.

#### 4.4.8 Robo

Pelin ohjeiden antajaksi oli jo demovaiheessa suunniteltu pelin tekoälyllinen kumppani, Robo (kuvio 8). Projektin artistit ja mallintajat olivat tehneet Robolle perusmallin, ja halusimme luoda sen tulevaa testausta varten. Loimme Robolle puhekuplan, joka käyttää samaa tekniikkaa kuin olemassa oleva UI. Tämä puhekupla laitettiin seuraamaan Roboa niin, että Robo ja puhekupla ovat aina pelaajaa kohti. Loimme Robolle myös hyvin yksinkertaisen puheen äänittämällä luetut tekstit ääneksi. Tässä vaiheessa Robolla ei ollut vielä animaatioita eikä se ollut visuaalisesti miellyttävä, mutta halusimme tulevassa testauksessa saada informaatiota mahdollisista ongelmista ohjeistuksen muodossa.



*KUVIO 8: Robo-hahmon yksinkertainen 3D-malli*

#### 4.5 Toinen testaus

##### 4.5.1 Järjestelyt

Toisessa testauksessa pääkohtana oli muokattujen ja uusien toiminnallisuuksien testaus. Samalla tarkoituksena oli testata luomiemme ohjeiden toimivuutta, joten testauksen aikana annoimme ohjeita vain tilanteissa, joissa pelaaja jäi jumiin eikä onnistunut suorittamaan toimintoja.

Testaus järjestettiin samoin kuin ensimmäinen testaus. Tietomaan tiloihin saatiin ikäjakaumaltaan samanlainen testiryhmä, joka jakautui pienempiin ryhmiin. Yksitellen ryhmä kerrallaan saapui testaamaan ohjelmaamme. Ryhmälle selitettiin pikaisesti projektin tilanne sekä tarvittavat ohjeet, joita ei pelin sisällä ohjeisteta.

## 4.5.2 Lopputulokset

Toisessa testauksessa tehtyjen havaintojen perusteella ensimmäisen testauksen pohjalta korjatut objektit toimivat hyvin. Objektien toimivuus oli riittävän hyvä jatkamaan projektia enemmän visuaalisempaan suuntaan. Aikataulun ollessa tiukka emme halunneet käyttää aikaa täydellisten toiminnallisuuksien luomiseen vaan kehittää kokonaisen pelin.

Testauksessa uutena osana oli tutoriaali, jonka toimivuudesta teimme havaintoja. Tutoriaali auttoi käsittelyn oppimisessa huomattavasti, sekä loi loogisemman aloituksen pelille sekä sen kululle. Yhdeksi ongelmaksi tässä muodostui käytetty aika. Tutoriaalin läpikäyminen vei liikaa aikaa katsoen pelin pituutta.

Toisena uutena elementtinä olimme luoneet UI-näytön. Tälle näytölle ei testauksessa tullut suurempaa käyttöä muuten kuin sen visuaaliset ominaisuudet, joten sen toiminnallisuudesta emme saaneet suurta informaatiota. Visuaalisena elementtinä näytössä oli ongelmia. Näytön koko sekä sen sijainti eivät olleet VR-elämykseen sopivia, ja ne usein häiritsivät itse pelin kulkua. Esitysmuotona näyttö koettiin kuitenkin hyväksi pohjaksi.

Eri tulityyppien tuominen peliin toi uudenlaisia oppimisosia sekä lisää pelillisyyttä opetukseen. Pelaaja joutuu miettimään enemmän eri menetelmien sekä aineiden vaikutusta niin sammutuksessa kuin tulen osanakin. Edellisen tulen sammutuksen jälkeen siirryttäessä seuraavaan tuleen saa pelaaja onnistumisesta tyydytystä, sekä päästää pelaajan miettimään haastavampaa tulensammuttamista ja oppimaan siihen liittyvää fysiikkaa ja kemiaa. Lineaarinen pelimuoto loi kuitenkin paljon ylimääräistä odotusaikaa, joka useissa tilanteissa aiheutti pelaajien mielenkiinnon katoamista hetkellisesti ja usein johti kysymyksiin ja lisäohjeiden antamiseen.

Robon osuus pelissä ei tässä testauksessa ollut olennainen, mutta saimme hyvin informaatiota myös siitä jatkokehitystä varten. Erillinen kumppani pelin sisällä koettiin hyväksi pelissä ja se toi peliin lisää turvallisuudentunnetta. Joidenkin pelaajien mielestä Robo oli jokseenkin pelottava joutuessaan sen puutteellisesta visuaalisesta ilmeestä.

## 4.6 Kolmas kehityskierros

Kolmannen kehityskierroksen alussa totesimme suuren tarpeen visuaalisuuden parantamiselle sekä pelin muodon muuttamiselle. Yhtenä projektin muutoksen päätekijänä oli päätös tehdä soveluksesta mahdollisimman toimiva Tietomaan ympäristöön. Suurin muutos tämän tuomana oli ajallisen pituuden vaikutus kehitykseen. Tietomaan ympäristössä jokaisella käyttäjällä on enintään 15 minuuttia aikaa ohjelman pelaamiseen ja halusimme mahdollistaa koko ohjelman tähän aikamäärään. Tämä tarkoitti tutoriaalin poistamista ja ohjeiden yhdistämistä pelin sisältöön.

### 4.6.1 Pelin muoto

Pelin lineaarisen muodon tuottamat ongelmat haluttiin muuttaa niin, ettei aikaa kuluisi odotteluun ja liialliseen monologin kuunteluun. Päätimme muuttaa pelin kulkua niin, että pelaaja itse voisi päättää minkä tulen sammuttaa ja missä vaiheessa. Tämä myös estää pelaajia jäämästä kiinni yhteen kohtaan peliä ja menettämästä aikaa mietittäessä oikeaa ratkaisua.

Kolme tulipaloa täytyi näin sijoittaa yhtenäisesti samaan tilaan. Käytimme olemassa olevaa pöytää yhtenä tulen alustana ja sijoitimme sen päälle paistinpannussa palavan rasvapalon. Sijoitimme kaikki tulet laboratorion reunoille, jotta laboratorion keskus ja osa, johon pelaaja pelin alussa ilmestyy, jäisi mahdollisimman avonaiseksi. Laboratorion yhtenä visuaalisena osana on seinään kiinnitetty tietokone, jota käytimme sähkölaitteisiin liittyvän tulen alustana.

Halusimme luoda jokaiselle tulelle luontaisen kehityksen laboratorion sisällä, joten alkuperäinen nuotio päätettiin muuttaa paperikorin palamiseksi. Nuotiotyyppinen tuli ei soveltunut avaruudessa leijuvan laboratorion tyyliin. Vaikka paperikorin syttyminen tuleen ei ole luonnollinen tapahtuma, muodostaa se luonnollisemman tyylin laboratoriokokonaisuuteen.

### 4.6.2 Liikkuminen

Yhdenaikaisen pelimuodon vuoksi oli tarvetta luoda pelaajalle liikkumisen muoto. HTC Vive mahdollistaa pelaajan liikkeen sille varatun tilan puitteissa. Alueen reunoilla on yleisesti huono jäljitys, joten liikealueen koko ei riitä koko pelille, vaan vaaditaan erillistä liikkumista. VR-ohjelmissa kaikista

turvallisin liikkumisen muoto on nappia painamalla toimiva teleportaatio, sillä tämä ei aiheuta virtuaalipahoinvointia. HTC Vivellä on tähän valmiita menetelmiä, mutta näiden käyttäminen vaatii ohjainten käyttöä. Koska ohjelmamme ei käytä Viven ohjaimia, kehitimme Leap Motionille vastaavan menetelmän ja siihen soveltuvat menetelmät.

### **4.6.3 Ohjeistus**

Ohjeistuksen muoto muutettiin tutoriaalista peliin paremmin soveltuvaan ohjeistukseen, jossa annettavat ohjeistukset annettiin niiden tarpeellisuuden mukaan sitä vaativassa pelin kohdassa. Liikkumisen ohjeistaminen tapahtui heti pelin alussa Roboa hyväksi käyttäen. Pelaajaa ohjeistetaan liikkumaan pelin alussa kohti aluetta, missä Robo ohjeistaa tulen käsittelyyn liittyvät perusteet. Näin pelaajalle on mielekäs mahdollisuus opetella nopeasti siirtymiseen liittyvät toimet ja ohjaukset.

Kussakin tulenkäsittelypisteessä pelaajan siirtyminen luotiin lukittuvan pisteen suorituskohtaan. Tämä mahdollistaa pelaajan hyvän sijainnin tehtäväpaikoilla sallien samalla kuitenkin laboratoriossa muun liikkumisen vapaasti. Sijainnin lukitsemisen toinen hyöty on annettavien ohjeistusten tehostaminen. Pelaajan sijainti on mahdollisimman optimaalinen ohjeistuksia antavan Robon sijaintiin nähden ja ohjaa pelaajan keskittymisen Roboon.

### **4.6.4 Objektien palautus**

Yhtenä huomattavana aikaa vievänä sekä peliä vaikeuttavana asiana pelissä on objektien putoaminen lattialle ja niiden nostaminen. Halusimme estää aikaa vievän nostamisen pelistä, joten loimme mekanismin, joka nostaa objektit maasta. Objektien nostamisen kehittämisessä ei varsinaisesti ole minkäänlaisia ongelmia, mutta halusimme luoda mahdollisimman näyttävän siirtymisen, jotta pelaaja ei hämmentyisi katoavista ja ilmestyvistä objekteista.

Aloitimme kehityksen luomalla objekteille sopivan materiaalin, jota käytimme luomaan visuaalista näköä siirtymiselle. Ajatuksena oli luoda siirtymä objekteille, jolla ilmaistaan objektin siirtymistä. Halusimme objektin katoavan alhaalta ylöspäin sulavasti muuttaen ensin objektin tekstuurin toiseksi luomaksemme tekstuuriksi ja sen jälkeen näkymättömäksi. Unity käyttää asioiden näyttämiseen komponenttia nimeltä shader. Shader määrittää Unityssä kaiken mitä kameralla näkyy.

Loimme uuden shaderin siirtymää varten, jonka avulla pystyimme luomaan siirtymän kahden materiaalin välillä. Siirtymisen kehittämiseen luomamme shader sisälsi kaksi erillistä materiaalia, joille molemmille määriteltiin oma tekstuuri. Ensimmäinen tekstuuri on objektille käytettävä perustekstuuri, joka määrittää objektin ulkonäön. Toinen tekstuuri on siirtymisessä käytettävä tekstuuri, joka luo visuaalisen ulkonäön suoran katoamisen sijaan. Materiaalissa määritellään myös siirtymisessä käytettävän tekstuurin kesto. Koska objektien sijainti virtuaalimaailmassa ei ole vakio, oli shade-rissä myös määritelty katoamisen luovan tason siirtyminen kyseisen objektin mukana.

#### 4.6.5 Objektien lisääminen

Tässä vaiheessa kehitystä halusimme tuoda peliin lisää objekteja. Halusimme tuoda tuttuja esineitä, joita pelaaja tunnistaisi arkipäiväisiksi esineiksi ja tavaroiksi. Nämä esineet antavat pelaajalle lisäoppia, miten tulen sammutus toimii käytännössä myös niin sanotuilla tilapäisvälineillä. Tämä luo syventävää oppimista luomalla jatkuvaa yhteyttä sammutuskolmion perusteisiin.

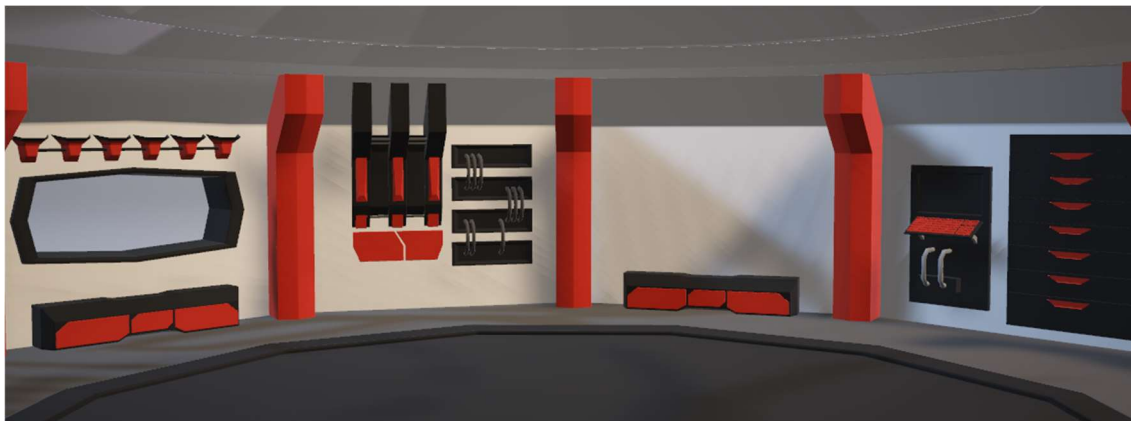
Päätimme luoda peliin virvoitusjuomapullon (kuvio 9), jauhipurkin, kattilan kannen sekä ruokasoodaa. Näiden objektien päätarkoituksena on päästää pelaaja tekemään kokeiluja sekä käyttämään tieteellistä päättelyä tulen sammuttamiseen liittyvissä asioissa. Toisena tarkoituksena on myös antaa pelaajalle väriä vaihtoehtoja, joiden kautta oppiminen tapahtuu syvemmin. Robo ilmoittaa väärin ratkaisujen kohdalla pelaajan tehneen jotakin väärin, mutta samalla myös toimivien mutta ei niin tehokkaiden menetelmien kohdalla kannustaa pelaajaa yrittämään uudestaan ja ajattelemaan tulen sammumisen mekanismeja.



*KUVIO 9: Virvoitusjuomapullon 3D-malli*

#### 4.6.6 Visuaalinen suunnittelu

Projektin alusta lähtien käytössä oli ollut projektin demovaiheessa luodut 3D-mallit, joihin oli lisätty nopeasti tehtyjä yksinkertaisia malleja objekteille. Projektin aikataulun lähentyessä loppuaan päätimme panostaa visuaalisen ulkonäön hiomiseen näyttäväksi ja myyntikelpoiseksi. Emme halunneet heittää hukkaan tekemiämme malleja, joten päätimme parantaa niiden ulkonäköä uusimalla materiaalit jokaiseen objektiin ja muokkaamalla koko maailman valaistuksia (kuvio 10).



*KUVIO 10: Laboratorion uudistettu 3D-malli*

Laboratorion malli oli suunniteltu hyvin futuristisella näkökulmalla ja malli oli täynnä yksinkertaisia ja teräviä kulmia, jotka loivat tilalle steriilin tunnelman. Tästä johtuen peliä pelatessa huomasimme kuitenkin tilan tuntuvan hieman kolkolta ja kylmältä. Malli oli myös rakennettu erillisellä arkkitehtuurisovelluksella, joten mallin teksturointi oli lähes mahdotonta suorittaa järkevästi kyseiselle mallille. Malli rakennettiin uudestaan Blenderissä käyttäen pohjana vanhaa mallia, samalla kuitenkin muuttaen suurimman osan terävistä kulmista pyöreämmiksi. Näin saimme pidettyä virtuaalimaailman samana luoden paljon miellyttävämmän tunnelman.

Laboratorion koon vuoksi tämä muutos vei enemmän aikaa kuin alun perin oli suunniteltu. Halusimme luoda erilaisia yksityiskohtaisia tekstuureja laboratorioon, mutta ajan puutteen vuoksi pystyimme vain luomaan hyvin yksinkertaiset väri- ja materiaalimaailmat. Virtuaalimaailman yksi suurista hyödyistä on immersio, ja immersion luomiseen yksityiskohdat ovat hyvin tärkeitä. Tämä aiheutti virtuaalimaailmaamme hyödyntämättömiä pintoja, mutta koimme projektissa toiminnan sekä monipuolisuuden olevan tässä vaiheessa tärkeämpiä.

Ajan puute aiheutti myös ongelman uusien ja vanhojen objektien visuaalisessa suunnittelussa. Päätimme luoda jokaiselle objektille selkeät tekstuurit, jotka auttavat pelaajaa ymmärtämään objektin tarkoituksen ja näin vähentävät tarvetta erillisille esityksille.

#### **4.6.7 Pelillisuus**

Ohjelmaan oli myös tarvetta tuoda jonkinlaista pelillisyyttä, joten loimme pelaajan toiminnoille pisteetykset. Emme halunneet luoda ohjelmasta täyttä peliä, joka peittäisi alleen opetuksellisen sisälön. Pisteytys muodostettiin antamalla pelaajalle pisteitä sammutetusta tulesta sekä siihen käytetystä objektista ja ajasta.

Pelillisyyden tarkoituksena on antaa pelaajalle palkinto tehdystä oppimisesta sekä luoda yhteys VR:ään sekä opiskeluun. Toisena tarkoituksena on tehdä oppimisesta mahdollisimman miellyttävää ja hauskaa tuoden pelaajalle tavoitteita ja näkemyksiä opitun asian ja todellisuuden välille.

### **4.7 Kolmas testaus**

#### **4.7.1 Järjestelyt**

Kolmannen testauksen tilajärjestely oli identtinen toisen testauksen järjestelyihin. Testaus järjestettiin yhteistyössä Oulun Tietomaan kanssa käyttäen hyväksi Tietomaan tiloja sekä laitteistoja. Tietomaa oli järjestänyt testausryhmäksi koululaisia vaihtelevista ikäryhmistä, jotka olivat projektin kohdeikäryhmän sisällä.

Kolmannen testauksen tarkoituksena oli arvioida ohjelman toimintaa kokonaisuudessaan sekä etsiä mahdollisia kehittämiskohteita, virheitä sekä yleisiä toimivaksi todettuja osioita. Projektin ollessa lähellä loppua meillä ei olisi aikaa näitä löydöksiä kehittää, mutta halusimme suorittaa dokumentaatiota mahdollista jatkoa varten tämän opinnäytetyön ulkopuolella. Tämä testaus käsiteltiin loputestauksena ja toiminnan varmistamisena.

## 4.7.2 Lopputulokset

Testauksessa todensimme pelillisyyden ja uuden sisällön toiminnallisuuden. Uusien objektien toiminta oli hyvin yksinkertainen eikä suuresti poikennut aikaisempien objektien toiminnasta. Uudet objektit toivat peliin huomattavan lisän sisältöön ja loi tilanteita, joissa pelaajat keskittyivät tarkastelemaan käytettävissä olevia objekteja. Grafiikan puute aiheutti kuitenkin vaikeuksia objektien tunnistamisessa joiltakin osin.

Visuaalisuuden puute vaikutti myös Robon toimintaan testauksessa. Robon yksinkertaiset animaatiot eivät herättäneet pelaajissa tarpeeksi mielenkiintoa, ja usein Roboa ei huomioitu ja/tai kuunneltu ohjelmaa käytettäessä. Robon animaatioiden muoto myös aiheutti hitautta Robon liikkeissä ja animaatioiden luonnollisuus oli myös epätarkkaa ohjeistuksissa.

Pelillisyyden uusi muoto todettiin testauksessa toimivaksi mutta puutteelliseksi. Testauksessa pelaajat pääsivät tavoittelemaan pistemääriä, mutta pelillisyyden havainnointi ja selitys pelin alussa oli puutteellista. Pisteytystä ei suoranaisesti selitetty pelaajille, joten pelaajat eivät pystyneet suoranaisesti tavoittelemaan korkeita pistemääriä ensimmäisellä pelikerralla. Pelilliset elementit tulivat pelin aikana selville, mutta ne eivät onnistuneet innostamaan pelaajia halutulla tavalla.

Objekteihin luotu palautus toimi hyvin eikä sen käytössä ollut suuremmin ongelmia. Visuaalisessa suunnittelussa olimme luoneet suunnitelman, jossa Robo nostaa objektit käyttäen jonkinlaista sädettä. Koska sädettä ei luotu, ensimmäinen tippunut objekti oli yllättävä, mutta pelaajat oppivat nopeasti olemaan nostamatta objekteja. VR:n immersio loi joitain tilanteita, joissa pelaajat alkoivat kurottua maahan objektia kohti, mutta yleisesti pelaajat kuitenkin muistivat objektien palautuksen ilman kurotusta.

Pelaajalle luotu liikkuminen oli testauksessa yksi suurimmista huolenaiheistamme. Yleisesti liikkumisen muodostaminen VR-peleissä perustuu ohjainten nappien painamiseen, ja koska ohjelmasamme ei ole fyysisiä ohjaimia, olivat liikkumisen suunnittelu ja kehittäminen pitkälti omaan testauksemme perustuvia. Tämä aiheutti huolta johtuen omasta kokemuksestamme Leap Motionia käytettäessä, ja emme tiedäneet kuinka vaikea uudelle pelaajalle olisi liikkua teleportaatiota käyttäen. Testauksessa totesimme liikkumisen olevan hyvin helppoa myös kokemattomille pelaajille. Yksittäiset pelaajat kokivat liikkumisen olevan epätarkkaa, mutta tämä ei estänyt yhtenkään pelaajan pelinkulkua.

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää virtuaaliympäristö opetukseen. Lopputuloksena saatu ohjelma ei ollut tyydyttävä, katsoen ohjelman tarkoitusta. Ohjelman sisältö oli riittävä ja sisälsi kaiken mitä olimme suunnitelleet, mutta visuaalisuus sekä ohjelman muoto ei ollut tarpeeksi selkeä itseopiskelua varten. Suurimpana ongelmana tässä oli ohjeistuksen visualisointi.

Ohjeistuksessa oleva sisältö oli riittävää, mutta pelaajien keskittymisen kiinnittäminen ohjeistukseen aiheutti ohjelman toimimattomuuden itsenäisessä opiskelussa. Projektissamme meillä olleet resurssit eivät olleet riittäviä tällaisen projektin viemiseen loppuun. Mikäli meillä olisi ollut erillinen kokopäiväinen graafikko tai enemmän aikaa projektin kehittämiseen, olisimme voineet viedä projektin loppuun niin, että pelaajat pystyisivät käyttämään ohjelmaa ilman erillistä neuvontaa ja ohjeistusta ohjelman ulkopuolelta.

Ohjelman tekninen kehitys oli suhteellisen helppoa ilman tiimin kokonaisvaltaista pelinkehitysosaaamista. Ohjelman suurimpia teknisiä osioita kehityksessä olivat Leap Motionin ja VR-toimivuuden kehittäminen riittävälle tasolle, sekä Leap Motionin objekteihin liittyvien fysiikoiden luominen ja parantaminen. Leap Motionin ja VR-ympäristön yhdistäminen oli pääasiallisesti helppoa johtuen hyvin tehdystä tutkimuksesta projektin alussa. Projektissamme oli mukana yksi ohjelmoija, jolla ei ollut pelinkehitys taustaa, mutta tämä mahdollisti koodipohjan laadun korkean tason. Unityn pohjautuminen pitkälti koodaamiseen, hyödytti meitä suuresti. Pitemmällä aikataululla ja projektin visualisointia lisäämällä olisimme pystyneet kehittämään teknillistä puolta vielä pidemmälle, lisäten ohjelman toiminnallisuutta ja luoden mahdollisesti uudenlaisia ratkaisuja ja optimointeja.

Projektimme jäsenistö ei ollut alusta lähtien optimaalinen tällaiseen projektiin. Kyseisen ohjelman tekemiseen tällaisella aikataululla vaadittaisiin vähintään kaksi graafikkoa sekä kaksi koodaria. Projektissamme ei koodareja ollut kuin yksi ja graafikkoja ei valitettavasti yhtään täysiaikaisesti. Tämä loi ~~luo~~ suuria ongelmia projektin aikataulutuksessa ja pitkitti tiettyjen osioiden kehittämistä. Graafikoiden puuttuminen aiheutti myös joidenkin haluttujen osioiden jättämisen pois osaamisen puuttumisen vuoksi.

Projektin laitteisto ja teknologia osoittautui erittäin mainioksi visuaalisuuden ja immersion luomiseen. Virtuaalitodellisuuden luomat mahdollisuudet antavat erinomaisen alustan tulevaisuuden

opiskelulle ja erilaisten teorioiden ja käsitteiden visualisoinnille. Ongelmaksi tällaisessa opetuksen muodossa osoittautui laitteisto. Käyttämämme laitteiston koko osoittautui liian suureksi nuoremmille lapsille sulavan käytön luomisessa. VR-lasien kömpelyys käytössä johti käyttäjien ohjauksen kömpelyyteen sekä yleisen käytön hankaluuteen. Uusien teknologioiden kehittyminen tuo lisää mahdollisuuksia näiden ongelmien ratkaisuun, mutta laitteistojen hinta tuo vielä ongelman suuremmalle ohjelmistojen kehittämiseksi ja yleistymiseksi opetuskäytössä.

Virtuaalitodellisuuden ollessa vielä tuore teknologia antaa se paljon mahdollisuuksia nykyiseen ja tulevaan kehitykseen opetuksellisessa käytössä. Nykyisellään teknologia tuo jo paljon mahdollisuuksia ohjelmien ja alustojen kehittämiseksi, mutta jatkuva kehitys virtuaalitodellisuudessa luo haasteen kehityksen kestävyydelle. Vanhoille laitteille luodut ohjelmat voidaan luoda paremmaksi uusilla tulevilla teknologioilla ja näin suurien ja pysyvien yleisalustojen luominen on haastavaa näin aikaisessa vaiheessa.

## LÄHTEET

Applebee, S. & Deruette, A. 2017. Getting Started With VR Interface Design. Viitattu 1.12.2017, <https://www.smashingmagazine.com/2017/02/getting-started-with-vr-interface-design/>

Crytek, 2016. On VR Development and Avoiding Motion Sickness. Viitattu 1.12.2017, <http://www.crytek.com/blog/on-vr-development-and-avoiding-motion-sickness>

de Lange, R. 2016. Why are people enthusiastic about VR in Education?. Viitattu 1.12.2017, <http://www.robindelange.com/why-are-people-enthusiastic-about-vr-in-education/>

Moynihan, T. 2016. Everything you need to know before buying a VR headset. Viitattu 1.12.2017, <https://www.wired.com/2016/03/everything-need-know-buying-vr-headset/>

Reede, E. & Bailiff, L. 2016. When Virtual Reality Meets Education. Viitattu 1.12.2017, <https://techcrunch.com/2016/01/23/when-virtual-reality-meets-education/>