

YRITYSESITTELY VIRTUAALITODELLISUUDESSA

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Media-alan koulutus
Mediasisällön suunnittelu
Opinnäytetyö
Syksy 2018
Christa Järvenpää

Yritysesittely virtuaalitodellisuudessa

Christa Järvenpää
Opinnäytetyö, 39 sivua
Syksy 2018

Lahden ammattikorkeakoulu
Media-alan koulutus
Mediasisällön suunnittelu



TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aiheena on yritysesittely virtuaalitodellisuudessa. Työn toimeksiantajana toimi SuperApp Oy.

Opinnäytetyö käsittelee yritysesittelyn suunnittelua ja toteutusta virtuaalitodellisuuteen. Yritysesittely toteutettiin käytettäväksi virtuaalitodellisuuslaitteella, mutta suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitiin mahdollisuus jatkokehitykselle lisättyyn todellisuuteen.

Opinnäytteessä tutkitaan mitä lisätty- ja virtuaalitodellisuus ovat ja millaisia niiden käyttökohteet ovat nykypäivänä. Työn suunnittelussa ja toteutuksessa perehdytään useisiin eri ohjeistuksiin lähestymistavoista ja työmenetelmistä koskien etenkin virtuaalitodellisuutta, ja niitä sovelletaan opinnäytetyössä.

Suunnittelussa pohditaan mahdollisimman informoivan ja kokemuksellisen lisätyn- ja virtuaalitodellisuuslaitteilla käytettävän yritysesittelyn toteutukseen tarvittavia elementtejä. Työssä keskitytään tarkastelemaan suunnittelua etenkin hyvän käyttäjäkokemuksen näkökulmasta.

Toteutus painottuu käsittelemään yritysesittelyn virtuaalisen ympäristön rakentavien 3D-mallien toteutusta. Toteutuksessa kiinnitetään huomiota grafiikan optimointiin, jotta lopputulos toimii niin lisätyn- kuin virtuaalitodellisuuslaitteiden kanssa. Grafiikan optimointia käydään läpi 3D-mallien suunnittelussa. Tämän lisäksi perehdytään ennen virtuaalitodellisuussovelluksen viimeistelyä käytettäviin muihin grafiikan optimointiin liittyviin menetelmiin.

Opinnäytetyössä käsitellään lyhyesti myös muita tämän työn kannalta oleellisia aiheita kuten toimeksiantajan graafisen ohjeistuksen soveltamista virtuaalitodellisuuteen, visuaalisten tehosteiden testausta ja käyttöliittymän suunnittelua.

Avainsanat: Virtuaalitodellisuus, Lisätty todellisuus, Käyttäjäkokemus, 3D-mallinnus

ABSTRACT

The subject of this thesis is company presentation in virtual reality. The thesis was commissioned by SuperApp Ltd.

The thesis covers the design and creation of company presentation in virtual reality. The company presentation was made to be used with virtual reality devices, but the possibility of it working in the future also in augmented reality was taken into consideration.

The thesis covers what augmented and virtual reality are, and how they are used in the present day. The design process and implementation examine different guides written about the creation and development of virtual reality experiences. The thesis will describe how the collected information was implemented in the company presentation design and implementation.

The design process considers which elements are needed to achieve informative and experiential company presentation. The focus in design process is mainly on exploring different factors affecting and needed to create good user experience in virtual reality.

The implementation examines the creation of 3D-models which are used to create the company presentation's virtual environment. The implementation focuses on graphical optimisation needed to enable the possibility of the company introduction to be used with both, augmented reality and virtual reality devices. Graphical optimisation explores how it can be taken into consideration to design 3D-models. Some other methods which can be used for optimisation before finalising virtual reality experience, are also examined.

The thesis will also briefly cover topics like the commissioned company's graphic guideline usage in virtual reality, testing visual effects and designing user interface.

Keywords: Virtual Reality, Augmented Reality, User Experience, 3D Modelling

ALKUSANAT

Haluan kiittää SuperApp Oy:ta mahdollisuudesta tehdä tämän projektin opinnäytetyönäni. Erityisesti haluan kiittää opinnäytetyön ohjaajinani toimineita SuperApp Oy:n Teknologiajohtajaa Jani Nikulaa, sekä Lahden ammattikorkeakoulun Lehtoreita Antti Heinosta ja Veli-Pekka Tuovia. Lisäksi haluan esittää suuret kiitokset perheelleni ja ystäväilleni heidän tuestaan ja kannustuksestaan opintojeni aikana.

Lahdessa 13.12.2018

Christa Järvenpää

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
2. VIRTUAALITODELLISUUS JA LISÄTTY TODELLISUUS	2
2.1. Virtuaalitodellisuus / VR	2
2.2. Lisätty todellisuus / AR	3
2.3. Lisätyn- ja virtuaalitodellisuuden käyttökohteet.....	3
3. YRITYSESITTELYN JA KEHITYSPROSESSIN SUUNNITTELU.....	6
3.1. Lähtökohdat ja tarpeisiin vastaaminen	6
3.2. Yritysesittelyn sisällön suunnittelu	7
3.2.1. Ympäristön suunnittelu	7
3.2.2. Huoneiden sisällön suunnittelu.....	10
3.3. Toteutukseen käytettävät työkalut.....	16
3.4. Visuaalisen ilmeen suunnittelu	16
3.4.1. Graafisen ohjeistuksen käyttö suunnittelun apuna	16
3.4.2. Tyyli suunnan valinta.....	18
3.5. Testaus.....	18
4. YRITYSESITTELYN TOTEUTUS	23
4.1. 3D-mallit	23
4.1.1. Modulaarisuus	23
4.1.2. Robotti.....	25
4.2. Tekstuurit.....	26
4.3. Käyttöliittymä virtuaalitodellisuudessa	28
4.4. Visuaaliset tehosteet.....	31
4.5. Grafiikan optimointi Unity:ssä	31
4.5.1. Valaistus ja heijastukset	32
4.5.2. Saman tekstuurin käyttö useammassa 3D-mallissa	32
4.5.3. 3D-mallin korvaaminen tekstuurilla	34
4.5.4. Level of Detail ja Occlusion Culling.....	35
5. YHTEENVETO	36
LÄHTEET	37

SANASTO

Alpha Channel (suom. Läpinäkyvyys- tai alphakanava)

Läpinäkyvyyskanavan avulla voidaan määrittää kuvan läpinäkyvyys (Ahearn 2006, 46-48).

Baking (suom. Leipominen)

Leipominen tarkoittaa jonkin 3D-mallin ominaisuuden ennaltalaskentaa ja siihen liittyvän informaation tallentamista/muuttamista esim. kuvaksi. Esimerkiksi virtuaalisen ympäristön valaistukseen liittyvä informaatio voidaan ennaltalasketa kaksikulotteiseksi kuvaksi. (Unity Technologies 2018g.)

Diegetic UI (suom. Diegeettinen käyttöliittymä)

Diegeettinen käyttöliittymä tarkoittaa käyttöliittymää, joka esiintyy osana virtuaalista ympäristöä. Tämä tarkoittaa, että käyttöliittymä on yhdistettynä johonkin virtuaalisen ympäristön sisältämään esineeseen. Esimerkiksi virtuaalisessa ympäristössä oleva tietokoneen näyttö. (Unity Technologies 2018f.)

Draw Call (suom. Piirtokutsu)

Piirtokutsut ovat pelimoottorin tekemiä pyyntöjä käytettävälle laitteistolle piirtää 3D-malli näkyväksi (Unity Technologies 2018a).

Grey box level (suom. Harmaa laatikkokenttä)

Harmaa laatikkokenttä on virtuaalinen ympäristö, joka rakentuu hyvin yksinkertaisista teksturoimattomista 3D-malleista. Harmaa laatikkokenttä tehdään, jotta sillä voidaan havainnollistaa ja testata suunnitellun virtuaalisen ympäristön mittasuhteita ja liikkumisen sujuvuutta. (Rogers 2014, 251-252.)

Level of Detail (lyh. LOD)

LOD-tekniikka tarkoittaa sitä, että 3D-mallista luodaan polygon määrältään erikokoisia versioita. Kameran ollessa kaukana LOD-tekniikkaa käyttävästä 3D-mallista, siitä piirretään polygon määrältään pienin 3D-malli. Kameran lähestyessä 3D-mallia sen tilalle vaihdetaan määrättyissä kohdissa suuremman polygon määrän sisältävä versio. (Unity Technologies 2018d.)

Lightmap (suom. Valokartta)

Valokartta on pelimoottorin laskema kaksiulotteinen kuva, joka sisältää informaation virtuaalisen ympäristön valoista ja varjoista (Unity Technologies 2018g).

Non-diegetic UI (suom. Ei-diegeettinen käyttöliittymä)

Ei-diegeettiseksi käyttöliittymäksi kutsutaan ruudulla näkyvää informaatiota, joka on tarkoitettu ainoastaan käyttäjän nähtäväksi (Unity Technologies 2018f).

Occlusion Culling

Unity:sta löytyvä optimointitekniikka. Sen avulla määritetään kameralle nähtävissä olevat 3D-mallit. Piirrettävistä 3D-malleista vähennetään kaikki, jotka jäävät kameran näkökentän ulkopuolelle tai muiden 3D-mallien taakse. (Unity Technologies 2018d.)

Reflection Probe (suom. Heijastusanturi)

Heijastusanturi laskee ja tallioi sille määrätystä alueesta virtuaalisen ympäristön informaation. 3D-mallit käyttävät anturin keräämää informaatiota luomaan heijastukset ympäristöstä niiden heijastaville pinnoille. (Unity Technologies 2018h.)

Filters (suom. Suotimet)

Suotimet ovat monista grafiikan muokkaamiseen tarkoitetuista sovelluksista löytyviä tekniikoita. Niiden avulla kuvia voidaan muokata tai kuviin voidaan lisätä erilaisia visuaalisia tehosteita (Ahearn 2006, 101-104).

Spatial UI (suom. Avaruudellinen käyttöliittymä)

Avaruudellinen käyttöliittymä esiintyy osana virtuaalista ympäristöä. Sen on tarkoitus olla vain käyttäjälle näkyvää informaatiota, eikä sillä ole vaikutusta sen ympäröimään virtuaaliseen ympäristöön. (Unity Technologies 2018f.)

UV (suom. UV-kartta)

UV-karttaa käytetään apuna, jotta 3D-mallille voitaisiin asetella esimerkiksi kaksiulotteinen tekstuuri kuva. 3D-mallille luodaan kaksiulotteinen UV-kartta, jossa jokainen 3D-mallin piste saa oman vastaparinsa. Pisteiden sijainti UV-kartalla kertoo 3D-mallille kuinka sen kuuluu asetella kaksiulotteinen kuva. (Autodesk, Inc. 2018.)

1. JOHDANTO

Lisätty- ja virtuaalitodellisuus ovat hyvin mielenkiintoisia ja uusia toimintatapoja mahdollistavia teknologioita. Aiheena lisätty- ja virtuaalitodellisuus ovat hyvin ajankohtaisia, koska viime vuosina teknologian kehityksen myötä lisätty- ja virtuaalitodellisuus ovat tulleet paremmin tunnetuiksi ja helpommin lähestyttäviksi. Mahdollisia käyttökohteita lisättylle- ja virtuaalitodellisuudelle on löydetty usealta eri alalta. Uusia käyttökohteita ja erilaisia ratkaisuja tutkitaan kaiken aikaa.

Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena tutkia yritysesityksen suunnittelua ja toteutusta virtuaalitodellisuuteen. Yritysesityksen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioidaan myös mahdollisuus jatkokehitykselle lisättyyn todellisuuteen. Työn toimeksianto tuli lahtelaiselta ohjelmistoyritykseltä SuperApp Oy:ltä. Opinnäytetyö on rajattu tarkastelemaan ensisijaisesti käyttäjäkokemuksen suunnittelua ja virtuaalisen ympäristön rakentavien 3D-mallien toteutusta.

Opinnäytetyössä tutustutaan aluksi lisättyyn- ja virtuaalitodellisuuteen, sekä niiden nykyisiin käyttökohteisiin. Taustatietojen pohjalta lähdetään suunnittelemaan lisättyssä- ja virtuaalitodellisuudessa toimivaa yritysesitystä. Suunnittelussa pohditaan miten toteuttaa mahdollisimman informoiva ja kokemuksellinen yritysesitys, jossa käyttäjä on osa sitä ja vuorovaikutuksessa ympäristönsä kanssa. Suunnitelman perusteella toteutetaan yritysesityksen ympäristön rakentavat 3D-mallit. Toteutuksessa tutkitaan mitä 3D-mallien teossa pitää ottaa huomioon, jotta mahdollistetaan kattava yhteensopivuus eri laitteistoille. Lisäksi lyhyesti perehdytään virtuaalitodellisuussovelluksen grafiikan optimointiin käytettäviin työkaluihin.

2. VIRTUAALITODELLISUUS JA LISÄTTY TODELLISUUS

2.1. VIRTUAALITODELLISUUS / VR

Virtuaalitodellisuus tarkoittaa ihmisen aisteja huijaavaa teknologian mahdollistamaa kokemusta, joka saa ihmisen kokemaan olevansa toisessa paikassa ja ajassa, tietokoneella luodussa ympäristössä. Ympäristö voi olla suunniteltu näyttämään joltain oikeasti olemassa olevalta paikalta tai se voi olla täysin kuvitteellinen. Kokemuksessa pyritään yleensä saavuttamaan immersio, joka tarkoittaa, että ihminen tuntee olevansa täysin läsnä hänelle esitetystä virtuaalimaailmassa, eikä tiedosta ulkopuolista maailmaa ympärillään. Virtuaalitodellisuutta käytettäessä immersion käsite laajenee virtuaalitodellisuuslaitteen sisältämien käyttäjän liikkeen jäljittävien sensoreiden avulla myös fyysisen läsnäolon tunteen kattavaksi. Näiden sensoreiden avulla käyttäjällä voi olla mahdollisuus virtuaalitodellisuuskokemuksesta riippuen vaikuttaa teoillaan ympäristöönsä. (Sherman, Craig, 2003, 7-13.)

Ihmiset ovat olleet jo kauan kiinnostuneita virtuaalitodellisuudesta ja laitteita sen käyttöön on kehitetty jo useiden vuosikymmenten ajan. Aikaisemmin tällainen teknologia on kuitenkin ollut kömpelöä ja kallista. Tämän vuoksi virtuaalitodellisuus ei ole saavuttanut vakavasti otettavan teknologian asemaa ja laajempaa yleisöä. Viime vuosien teknologian kehittyminen ja sitä kautta virtuaalitodellisuus kokemuksen parantuminen ovat kuitenkin mahdollistaneet virtuaalitodellisuuslaitteiden yleistymisen. (LaValle 2017, 27-35.)

Päästäkseen virtuaalitodellisuuteen tarvitaan silmien eteen asetettavat virtuaalitodellisuuslasit. Virtuaalitodellisuuslasien sisältäville näytöille luodaan kuva yleensä tietokoneen tai mobiililaitteen avulla, mutta on olemassa myös ilman ulkoisia laitteita toimivia. Virtuaalitodellisuuslasit jäljittävät niiden sisältämien sensoreiden avulla käyttäjän pään liikkeen ja muuttavat käyttäjälle näytettävää kuvaa katseen mukaisesti. (Tricart 2018, 66-67.) Käyttäjän vuorovaikutukseen ympäristönsä kanssa on kehitetty useita erilaisia käden liikkeen jäljittämiseen tarkoitettuja lisälaitteita. Laite voi olla esimerkiksi koko

käden liikkeen jäljittävä kädessä pidettävä ohjain tai käsiin puettavat jokaisen yksittäisen sormen liikettä jäljittävät hanskat. Lisäksi löytyy paljon muitakin eri laitteita, jotka pyrkivät tekemään virtuaalitodellisuus kokemuksesta käyttäjälle yhä todellisempaa. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi ulkopuolisten äänien eliminoivat kuulokkeet. (Tricart 2018, 75-76.)

2.2. LISÄTTY TODELLISUUS / AR

Lisätty todellisuus on kokemus, jossa ihminen on vuorovaikutuksessa digitaalisesti todelliseen maailmaan luotujen elementtien kanssa (Craig 2013, 2). Lisätty todellisuus on hyvin vahvasti sidoksissa ympäristöönsä. Lisätty todellisuus käyttää lähtökohtanaan todellista maailmaa, mutta lisää siihen jotakin uutta tietokoneella luotua. Nämä elementit voivat olla esimerkiksi 2D grafiikkaa, 3D-malleja, tekstiä tai videoita. Nämä tietokoneella luodut elementit ovat myös sidoksissa ympäristöönsä ja sijoituspaikkaansa. Käyttäjä pystyy kävelemään niiden ympärillä ilman että ne liikkuvat käyttäjän mukana, ja elementtejä pystyy katsomaan eri kulmista samalla kun ne muuttuvat katsojan silmissä perspektiivin mukaan. (Craig 2013, 16-17.)

Käyttääkseen lisättyä todellisuutta tarvitsee käyttäjä siihen soveltuvan laitteen ja lisättyä todellisuutta hyödyntävän sovelluksen. Soveltuvasta laitteesta pitää löytyä vähintään sensorit, laitteen toiminnan mahdollistava prosessori tai prosessorit, sekä käyttäjälle esittämisen mahdollistava osa. Sensoreiden avulla saadaan kerättyä informaatiota ympäristöstä, jossa lisättyä todellisuutta käytetään. Kerätty informaatio voi olla mm. GPS:n avulla kerätty sijainti informaatio. Laitteen prosessori pitää huolen laitteen ja sovelluksen toimivuudesta, ja että kerätty informaatio siirtyy sensoreista sovelluksen käytettäväksi. Lopulta prosessorin avulla muodostetaan käyttäjälle koettavaksi lopputulos, joka voi tarkoittaa esimerkiksi näytöllä näkyvää kuvaa. (Craig 2013, 69-70.)

2.3. LISÄTYN- JA VIRTUAALITODELLISUUDEN KÄYTTÖKOHTEET

Mahdollisuudet ja varsinkin ideat lisätyn- ja virtuaalitodellisuuden käyttökohteista ovat loputtomia. On oletettavaa, että laitteiden yhä yleistyessään uusia ideoita alkaa muodostumaan ja käsitys mahdollisista käyttökohteista laajentuu (LaValle 2017, 8). Sekä lisätyssä- että virtuaalitodellisuudessa nähdään tällä hetkellä useita eri käyttömahdollisuuksia

esimerkiksi viihteessä, opetuksessa ja terveydenhuollossa. (Craig 2013, 256; LaValle 2017, 12-20).

Esimerkiksi opetuksessa voidaan hyödyntää paljon virtuaalitodellisuuden kykyä viedä paikkoihin, joihin emme muuten välttämättä pääsisi. Muun muassa historian uudestaan eläminen, sekä muihin maihin ja kulttuureihin tutustumisen lisäksi, se tarjoaa myös mahdollisuuden opetella asioita käytännön tekemisen kautta. (LaValle 2017, 15-16.) Etenkin lääketieteen opetuksessa ovat lisätty- ja virtuaalitodellisuus otettu vastaan mielenkiinnolla. Ne tarjoavat opetuksen havainnollistavan, turvallisen ja kustannustehokkaan toteutuksen. Virtuaalitodellisuuden avulla pystytään mm. harjoittelemaan asioita hyvin realistisilta tuntuvien simulaatioiden avulla, kun taas lisätty todellisuus mahdollistaa simulaatioiden näkemisen oikean maailman tilanteisiin heijastettuna. (Breining, 2018.)

Lisätty- ja virtuaalitodellisuus markkinoinnissa

Lisätty- ja virtuaalitodellisuus pystyvät tuomaan asiakkaat lähemmäksi yritystä ja sen tarjoamia tuotteita tai palveluita riippumatta kummankaan sijainnista. Lisäksi lisätty- ja virtuaalitodellisuus voivat tarjota niiden yksilöllistävien ja kokemuksellisten piirteiden avulla aivan uudenlaisia mahdollisuuksia yritysten markkinoinnin toteutukseen. (McKone, Haslehurst, Steingoltz 2016.) Lisätystä- ja virtuaalitodellisuudesta löytyykin jo hyviä esimerkkitapauksia yritysten markkinointi käytössä.

Huonekaluvalmistaja IKEA on ottanut markkinoinnissaan käyttöön lisätyn- sekä virtuaalitodellisuuden. Heillä on mm. lisättyä todellisuutta hyödyntävä sovellus ”IKEA Place”. Sovelluksen avulla asiakas voi selata heidän tuotekatalogiaan, valita mieleisensä tuotteen, ja älypuhelimien kameran avulla testata miltä valittu huonekalu näyttäisi kotona sille suunnitellulla paikalla. (Dasey 2016.) IKEA on luonut myös virtuaalitodellisuuslaitteella käytettävän virtuaalikeittiön, jossa asiakas voi suunnitella haluamansa keittiökokonaisuuden ja lopuksi vielä simuloida kotiaskareita suunnittelemassaan keittiössä. (Åkesson 2017.)

Sisustus – ja huonekaluteollisuuden lisäksi esimerkkejä lisätystä- ja virtuaalitodellisuuden käytöstä löytyy mm. ajoneuvovalmistaja Audi:lta. Audi on luonut omaan käyttöönsä virtuaalitodellisuus sovelluksen, jossa asiakas voi tutustua eri automalleihin. Mallin valittuaan mm. auton väriä, verhoilua ja muita lisäosia voi valita mieleiseksi, ja nämä valinnat näkyvät virtuaalitodellisuudessa nähtävässä autossa. Näin asiakas pääsee näkemään miltä hänen uusi autonsa voisi todellisuudessa näyttää, ennen kuin työtilaus tehdään. Samankaltainen ratkaisu on ollut jo käytettävissä, missä asiakas voi nähdä autonsa ja sen valitut lisäosat

näytöllä nähtävässä kuvassa. Virtuaalitodellisuutta käyttämällä samaisessa tilanteessa voidaan kuitenkin havainnollistaminen tehdä vieläkin paremmin ja realistisemmin. (Kuehne, O'Connor, 2017.)

3. YRITYSESITTELYN JA KEHITYSPROSESSIN SUUNNITTELU

3.1. LÄHTÖKOHDAT JA TARPEISIIN VASTAAMINEN

Yritysesittelyn suunnittelu perustui vastaamaan yrityksen tarvetta. Toimeksiantaja SuperApp halusi antaa asiakkailleen mahdollisuuden päästä kokeilemaan uusia teknologioita; lisättyä- ja virtuaalitodellisuutta. Toimeksiantaja halusi esittelyssä käytettävän sisällön olevan heidän omaansa. Tästä lähti idea toteuttaa toimeksiantajan yritysesittely lisätyn- ja virtuaalitodellisuuden keinoin.

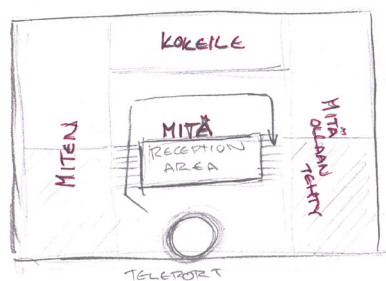
Yritysesittelyn avulla toimeksiantajan asiakkaat voisivat kokeilla lisättyä- ja virtuaalitodellisuutta, ja samalla heille voitaisiin kertoa enemmän SuperApp:sta. Tämä yritysesittely toimisi myös keinona esitellä toimeksiantajan tuotteita ja palveluita, ja niiden avulla antaa heidän asiakkailleen uusia ideoita mitä he ehkä toivoisivat heille itselleen toteutettavaksi. Tämän lisäksi yritysesittelyltä toivottiin mahdollisuutta toimia tulevaisuuden testi- ja kehitysympäristönä SuperApp:lle. Suunnitteluprosessi lähti edellä mainituista lähtökohdista.

Minun tehtäväni oli yritysesittelyn suunnittelu ja sen virtuaalisen ympäristön rakentavien 3D-mallien toteutus. Suunnitelmaa tehtiin yhdessä toimeksiantajan kanssa. Suunnitelman perusteella toteutettaisiin yritysesittelyn 3D-ympäristön perusta, jota voitaisiin jatkaa ja kehittää tulevaisuudessa vastaamaan erilaisiin käyttötarpeisiin. Aluksi keskityttäisiin toteuttamaan yritysesittely virtuaalitodellisuuslaitteella käytettäväksi. Työ kuitenkin haluttiin suunnitella niin että samaa 3D-ympäristöä voitaisiin jatkokehittää toimimaan myös lisättyssä todellisuudessa. Toteutuksessa minun ensisijainen työni keskittyi 3D-mallien toteuttamiseen, ja muihin visuaalisiin elementteihin. Työn teko tapahtui yksin työskentelyinä, sisältäen noin kerran viikossa järjestettävän tapaamisen toimeksiantajan kanssa työn etenemisestä.

3.2. YRITYSESITTELYN SISÄLLÖN SUUNNITTELU

3.2.1. YMPÄRISTÖN SUUNNITTELU

Aloitin työn sisältämän ympäristön suunnittelun miettimällä mitä yritysesityksen pitäisi sisältää. Pohdin että yksinkertaisimmallaan yritysesityksen kuuluisi vastata kysymyksiin: ”mikä yritys on kyseessä”, ”mitä he tekevät”, sekä ”minkälaisia toteutuksia he ovat tehneet?”. Näihin kysymyksiin vastaamalla uskon, että käyttäjä saa kattavan esittelyn yrityksestä. Esiteltyäni nämä toimeksiantajalle, he halusivat lisätä siihen vielä yhden aihealueen. Minun toivottiin lisäävän suunnitelmaan osio, jonka olisi tarkoitus havainnollistaa käyttäjälle yrityksen erikoistumisaluetta: verkko- ja mobiilisovellusten kehitysprosessia. Näiden edellä mainittujen asioiden perusteella aloin suunnitella ympäristöä ja sen toimivuutta. Päätin jakaa ympäristön konkreettisesti eri alueisiin, joista kukin vastaisi yhteen yritysesitykseen pohtimistani kysymyksistä. (Kuva 1) Alueista muodostui lopulta neljä eri huonetta.



MITÄ TEHDÄÄN?

- KATSOJAN WOW EFEKTI DORTAALIN JÄLKEEN VIE "TUTTUUN" YMPÄRISTÖÖN = VASTAANOTTOON
- KERTOO MISSÄ OLLAAN JA MIKÄ OLLAAN. LISÄKSI VIITTAUKSET TULEVASTA : (OHJEKYLIT ERI SUUNTIIN)

MITEN TEHDÄÄN?

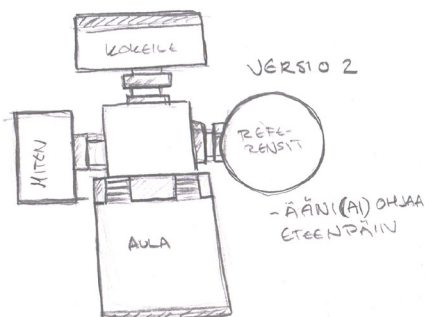
- NEURKARI/TOIMISTO
- KONEITA, MOBIILILAITTEITA, VIDEOITA...

KOKEILE

- RAKENNA OMA SOVELLUS (RAKETTI) IDEA

MITÄ OLLAAN TEHTY

- NÄKYTELY TILA, SUUREMMAN <sup>NOOKKI-
SÄHÄ</sup> LUOKAN MASSU ^{STANDI} ABSTRAKTI, TAIDE... WOW-E EFEKTI



Kuva 1. Alkuperäinen ja päivitetty suunnitelma ympäristön sisältämistä eri alueista, eli huoneista, ja niiden käyttötarkoitukset

Virtuaalitodellisuuslaite kehittäjä Oculus VR on kirjoittanut oman oppaan virtuaalitodellisuuskokemusten suunnittelijoille asioista, joita pitäisi ottaa huomioon käyttäjäkokemusta suunnitellessa. Oppaassa kehoitetaan suunnittelemaan kokemus pitämällä mielessä käyttäjän tarvitsemat tauot. Syynä taukojen pitämiseen on muun muassa virtuaalitodellisuuslaitteen käytön kokeminen hyvin kuluttavana kokemuksena, koska se saattaa sisältää paljon fyysistä liikehdintää. Tämän lisäksi Oculus VR listaa huomioon otettavana asiana, kuinka ensimmäistä kertaa virtuaalitodellisuuslaitetta käyttävät ihmiset saattavat kokea laitteen käytön epämiellyttävänä ja lievänä pahoinvointisuutena ennen laitteen käyttöön totuttamista. (Oculus VR/ Facebook Technologies, 2018.)

Jakamalla yritysesittelyn sisältämän informaation alueisiin, eli eri huoneisiin, halusin ottaa huomioon käyttäjän yhtäjaksoisesti viettämänsä ajan virtuaalitodellisuus kokemuksessa ja mahdollistaa eri huoneiden välissä pidettävät tauot ilman että se häiritsisi kokonaisuutta. Moneen eri huoneeseen jakautuva kohta toimi myös hyvänä rakenteellisena ratkaisuna, mikäli yritysesittelyä halutaan myöhemmin laajentaa. Uudet lisäykset olisivat helppo liittää tähän samaiseen aulaan uusina huoneina, eikä niiden lisääminen vaatisi suuria rakenteellisia muutoksia ympäristöön.

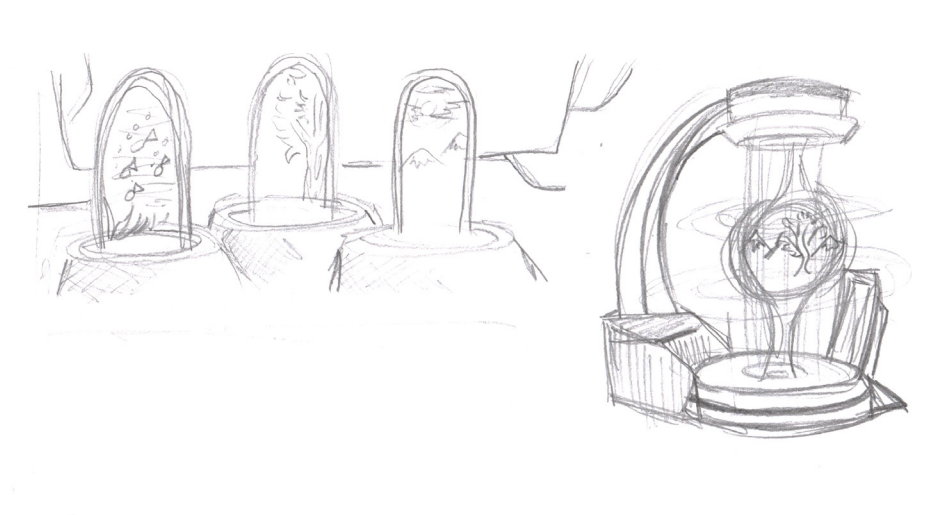
AR-portaali

Suunnittelun aikana pidettiin myös hyvin tarkasti mielessä mahdollinen jatkokehitys lisättyyn todellisuuteen ja päämääränä oli käyttää samaa 3D-ympäristöä lisätyssä- ja virtuaalitodellisuuskokemuksessa. Toimeksiantaja halusi toteuttaa lisätyn todellisuuden AR-portaalin avulla.

AR-Portaali on yksi lisätyn todellisuuden mahdollinen käyttötapa. Käyttäjä pystyy AR-portaalia hyödyntävän sovelluksen avulla asettamaan sovellusta käyttävän laitteen kameran kautta kuvattuun ruudulla näkyvään oikeaan maailmaan portaalin. Portaali voi olla esimerkiksi 3D-malli. Käyttäjä pystyy kulkemaan portaalin läpi toiseen digitaalisesti luotuun ympäristöön, joka voi olla esimerkiksi olemassa oleva alue tai täysin kuvitelmaa oleva maailma. Käyttäjä näkee ja pystyy liikkumaan käyttämänsä laitteen ruudulla AR-portaalin luomassa virtuaalisessa ympäristössä, mutta samalla hän on aina tietoinen fyysisestä maailmasta ympärillään. (Smith, 2017.)

Käyttäjän luoma portaali toimi mielestäni hyvin yhdistävänä tekijänä lisätyn- ja virtuaalitodellisuuskokemusten välille. Suunnittelin ympäristön niin että laitteesta riippumatta käyttäjä saapuu yritysesittelyyn aina portaalin kautta. Tämän avulla halusin samalla varautua,

mikäli tarkasta suorituskyyvyn optimoinnista huolimatta, myöhemmin kehityksessä tulisi tarve tehdä lisätystä- ja virtuaalitodellisuus kokemuksista erilaiset laitteiden erilaisten suorituskyyvien myötä. Käytännössä se saattaisi esimerkiksi tarkoittaa, että lisätystä todellisuudesta pitäisi jättää joitain virtuaalitodellisuudessa käytettäviä osia pois. Mielestäni olisi hienoa säilyttää edes ensimmäinen tila mahdollisimman samankaltaisena kummassakin, vaikka muut alueet saattaisivatkin kokea muutoksia.



Kuva 2. Portaali suunnitelmia ja lopullinen 3D mallinnettu portaali virtuaalitodellisuudessa

3.2.2. HUONEIDEN SISÄLLÖN SUUNNITTELU

Huone 1: Aula

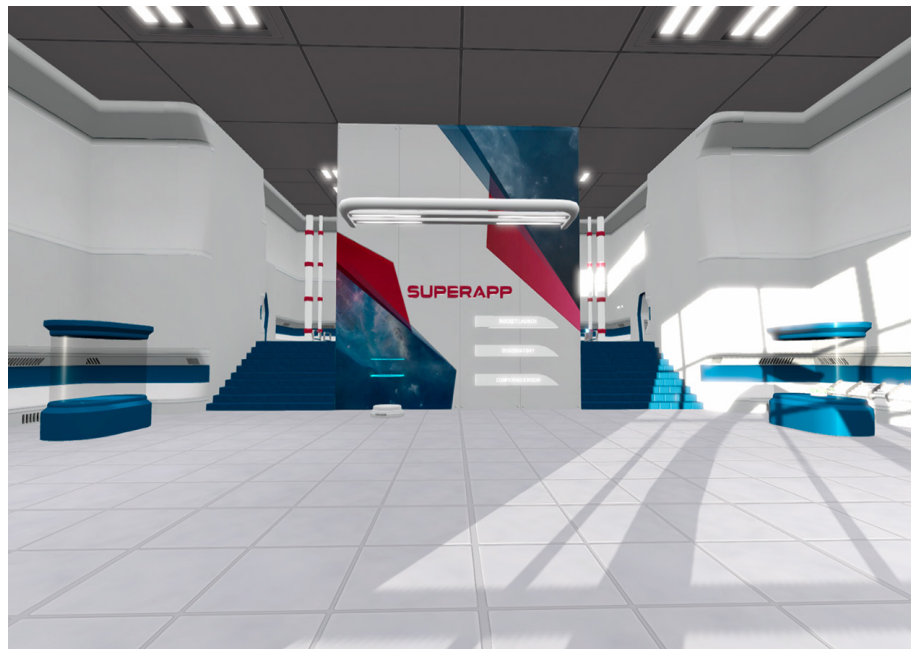
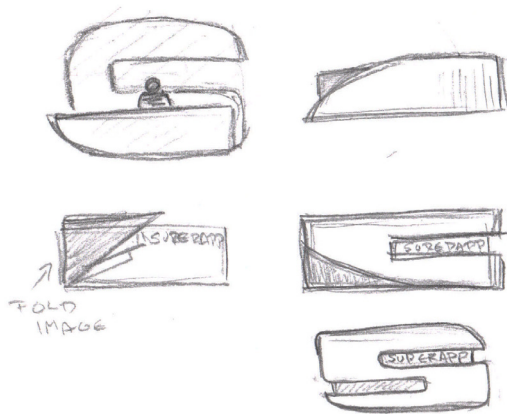
Suunnittelin ensimmäisen käyttäjän portaalin läpi saapuessaan näkevän huoneen ilmeeltään yrityksen vastaanottoaulaksi. Visuaalisesti vastaanottoaulan näköiseksi suunnitteleamalla halusin madaltaa uusien ihmisten kynnystä tutustua virtuaaliseen toimintaympäristöön tuomalla sinne todellisesta maailmasta tuttuja elementtejä.

Preece, Rogers ja Sharp (2015, 180-181) kirjassaan ”Interaction Design” kirjoittavat realismin ja abstraktin mukaisista elementeistä käyttöliittymien suunnittelussa. Heidän mukaansa abstraktien elementtien käyttö on usein tehokkuuden kannalta parempi ratkaisu, mutta realismin mukaisilla elementeillä on myös omia hyviä piirteitään. Digitaalisen ympäristön sisältämät samankaltaisuudet todellisen maailman kanssa voivat helpottaa käyttäjän tutustumista uudenlaisiin toteutustapoihin, koska ihmisille on muodostunut todellisen maailman esimerkkien kautta ennakkokäsityksiä miten tiettyjä asioita käytetään, tai miten tietyissä tilanteissa toimitaan.

Halusin soveltaa tätä käyttöliittymien suunnittelussa käytettyä lähestymistapaa myös yritys-esittelyn suunnittelussa. Uskoin että yritys-esittelyn aloituskohdan suunnittelu vastaanottoaulan näköiseksi voi olla hyvä ratkaisu ajatellen käyttäjiä, joilla ei ole virtuaalitodellisuudesta aikaisempaa kokemusta.

Lähtiessäni suunnittelemaan huoneen sisältöä mietin ensimmäisenä portaalin sijaintia. Ensimmäisen alueen tarkoitus on herättää käyttäjän mielenkiinto ja tutustuttaa esiteltävään yritykseen. Tämän vuoksi valitsin yritys-esittelyyn vievän portaalin sijainniksi alueen, josta sen läpi kulkiessaan ensimmäisenä näkyisi vastaanottopöytä ja yrityksen logo. Ensimmäisenä näkyvä yrityksen logo antaisi käyttäjälle heti käsityksen mikä yritys on kyseessä. Vastaanottopöydän takana löytyvät opastekyltit toimisivat mahdollisina kiinnostuksen herättäjinä yritys-esittelyn sisältöä kohtaan.

Esitelläkseni käyttäjälle yritys-esittelyn tapahtumaympäristöä tarkemmin sijoitin portaalin taakse valtavan ikkunan, josta näkyy yritys-esittelyä ympäröivään virtuaaliseen avaruuteen. Yritys-esittelyn tapahtumaympäristön sijoittuminen avaruuteen perustuu yrityksen graafiseen ohjeistukseen, jonka soveltamiseen virtuaalitodellisuudessa perehdymme enemmän osassa 3.4.1.



Kuva 3. Vastaanottoaulan suunnitelmia ja lopullinen vastaanottoaula virtuaalitodellisuudessa

Vastaanottoaulasta käyttäjä voi siirtyä vapaasti eri aiheita käsitteleville alueille. Siirtyminen tapahtuu käyttäjän oman mielenkiinnon mukaan. Kertoakseni käyttäjälle hänen vaihtoehtoistaan suunnittelin aulan seiniin eri alueille ohjaavat opastekyltit. Opastekyltit ohjaavat käyttäjää menemään eri aiheita käsitteleviin huoneisiin. Käyttäjän siirryessä vastaanottoaulasta eteenpäin, hän saapuu tilaan, josta löytyy useampi ovi eri huoneisiin. Ovissa on nähtävissä uudet opastekyltit, jotka kertovat mihin tilaan kukin ovista vie.

Opasteviittojen lisäksi aulan tilaan suunniteltiin toimeksiantajan kanssa puhuva hologrammi. Hologrammissa on nähtävissä yrityksen työntekijä, joka opastaa sekä kehottaa käyttäjää tutustumaan eri huoneisiin. Toimeksiantaja tahtoi nimenomaan käyttää mallina yhtä yrityksen olemassa olevaa työntekijää hologrammissa, koska se toisi kokemuksen lähemmäksi itse yritystä. Hologrammiopas oli tässä vaiheessa työtä vielä suunnitelman tasolla, eikä sen toiminnallisuutta suunniteltu tarkemmin. Vain sen sijainnista aulaan tehtiin alustava suunnitelma.



Kuva 4. Ensimmäinen hahmotelma opastuksesta ja hologrammin sijoittamisesta aulaan

Ensimmäinen alue tarjosi oman haastavuutensa suunnitteluun myös sen vuoksi että käyttäjän pitäisi opetella tässä tilassa käyttämään virtuaaliodellisuuslaitetta katsellakseen ympärilleen ja käyttää laitteeseen kuuluvaa ohjainta liikkumiseen. Virtuaaliodellisuudessa liikkuminen ja ympärilleen katsominen ovat edellytys sille, että käyttäjä pystyy kokemaan yritysesittelyn. Koin että liikkumisen opettelulle pitää antaa kunnolla tilaa, jottei käyttäjä koe liikkumista virtuaaliodellisuudessa hankalaksi. Jotta käyttäjällä riittäisi tilaa harjoitella liikkumista, suunnittelin aulan hyvin suureksi tilaksi ja esineiltään vähäiseksi. Aula alkoi kuitenkin vaikuttamaan kovin tyhjältä liikkumisen opettelulle varaamani tilan vuoksi. Sen takia suunnittelin, että aulaan voitaisiin lisätä pieni muotoinen galleria. Käyttäjä voisi opetella liikkumista ja ympärilleen katselua samalla kun hän tutkii mitä kaikkea galleriassa on esillä. Galleria voisi sisältää esimerkiksi yrityksen tavaroita tai jotain ihan muuta. Gallerian tarkoitus olisi tehdä oppimisympäristöstä mielenkiintoinen ja parhaimmassa tapauksessa mahdollistaa jopa huomaamaton oppiminen.

Halusin myös, ettei käyttäjän tarvitsisi tässä vaiheessa huolehtia muista kontrolleista, kuten ohjainten käyttämisestä tarttuakseen eri esineisiin. Tämän vuoksi suunnittelin gallerian esineiden olevan esillä lasin takana. Lasin takana olevat esineet eivät todellisessa maailmassa herätä ajatusta siitä, että niihin liittyisi oleellista toiminnallisuutta. Muut kontrollit voitaisiin hyvin opettaa myöhemmin käytännössä, kun ne tulisivat tarpeelliseksi seuraavissa huoneissa. Tällä tavalla toimien opetteluun määrää voitaisiin paloitella pienempiin osiin ja madaltaa uusien käyttäjien kynnystä oppia uuden laitteen käyttö ja siihen sisältyvät kontrollit.

Huone 2: Tulevaisuuden neuvotteluhuone

Neuvotteluhuone luotiin havainnollistamaan käyttäjälle virtuaalitodellisuuden vuorovaihtuksen mahdollisuuksia. Huoneen suunniteltiin sisältävän hyvin paljon toimistomaisia esineitä kuten tietokoneita ja mobiililaitteita, sekä kirjoittamiseen tarkoitettua lehtiötaulun ja suuren videoiden katsomisen mahdollistavan valkokankaan.

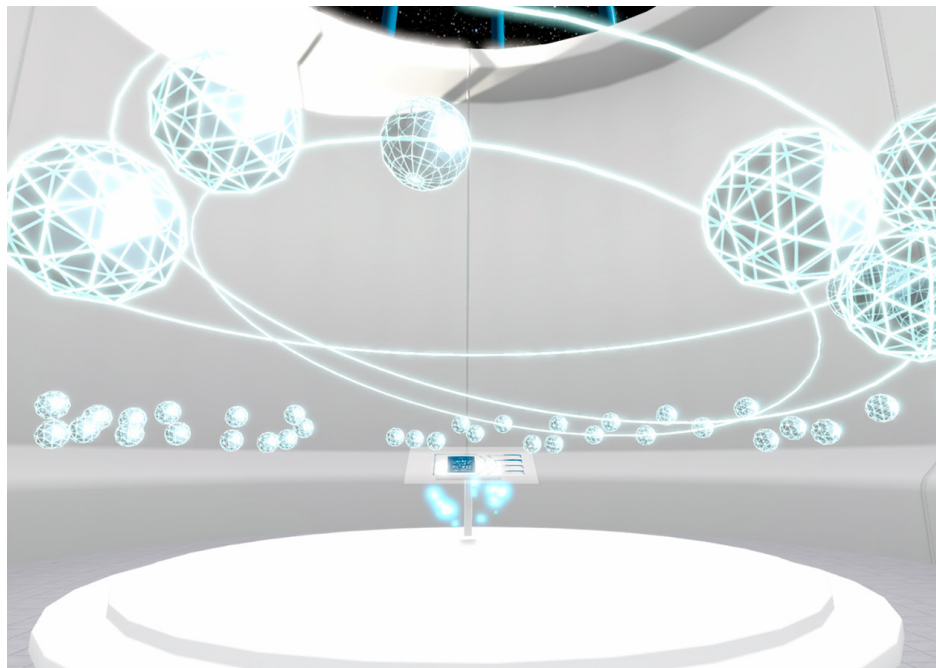
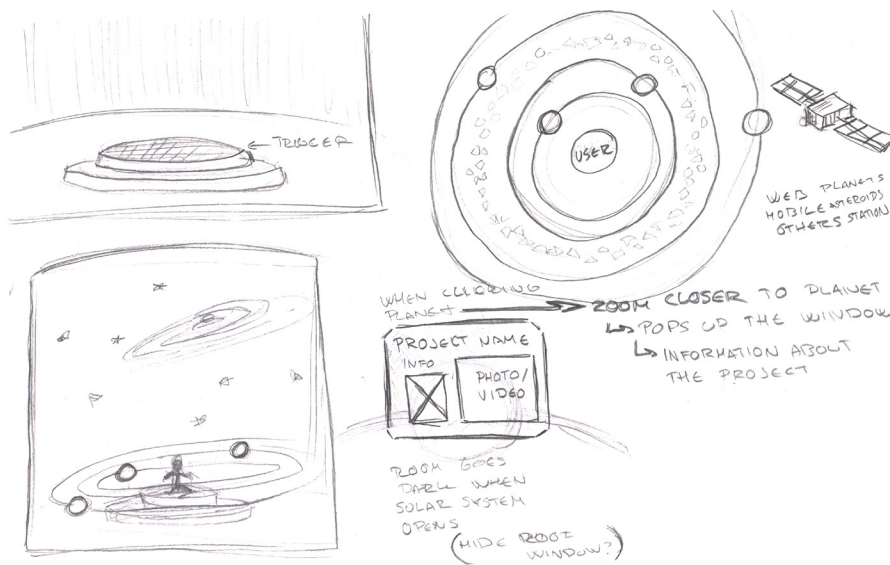
Pienten esineiden kuten tietokoneiden ja mobiililaitteiden avulla käyttäjä voisi kokeilla ohjaimia ja niillä esineisiin tarttumista. Ohjaimien yhä tarkempaa käyttöä käyttäjä voisi kokeilla lehtiötaululla, jolle käyttäjän olisi mahdollista kirjoittaa tai piirtää. Valkokankaan tarkoitus olisi puolestaan havainnollistaa videoiden toimimista virtuaalitodellisuudessa. Tässä vaiheessa suunnittelin, että valkokankaalla nähtävät videot voisivat olla esimerkiksi informatiivisia videoita toimeksiantajasta.

Lisäksi pohdittiin alueen käyttöä tulevaisuuden neuvotteluhuoneena. Yritysesittelyyn voitaisiin lisätä usean käyttäjän samanaikainen käyttö tulevaisuudessa. Käyttäjät voisivat nähdä toisensa ja kommunikoida keskenään. Tähän tarkoitukseen suunnittelin huoneen keskelle suurikokoisen pöydän ja sen ympärille tuolit. Monen henkilön samanaikainen käyttö oli kuitenkin aivan idean tasolla tässä vaiheessa, eikä se näkynyt merkittävästi itse suunnitteluprosessissa.

Huone 3: Aikaisempien töiden esittely

Seuraavaksi yritysesittelyyn suunniteltiin yrityksen aikaisempien töiden esittelyyn tarkoitettu huone. Ensimmäisessä suunnitelmassani suunnittelin työnäytteiden katsomista neuvotteluhuoneesta löytyviltä tietokoneilta ja mobiililaitteilta. Se alkoi kuitenkin vaikuttamaan nopeasti hyvin tylsältä ratkaisulta, joten aloin pohtimaan paljon näyttävämpää toteutusta. Toimeksiantajan graafisen ohjeistuksen teeman myötä minulle kehittyi ajatus

alueesta, jossa käyttäjä voisi katsoa työnäytteitä kävelemällä alustalle, johon saapuessaan ympärille heijastuisi näkyviin planeettoja, tähtiä ja asteroideja. Tarkoituksena olisi antaa mielenkuva, että käyttäjä seisoo keskellä aurinkokuntaa planeettojen kiertäessä käyttäjän ympärille muodostuneilla kiertoradoilla. Jokainen ympärillä näkyvä planeetta sisältäisi yhden yrityksen työnäytteistä. Käyttäjän tartsuessa ohjaimellaan valitsemaansa planeettaan käyttäjän eteen ilmestyy ruutu, jolta hän pystyisi katsomaan sen sisältämää työnäytettä.

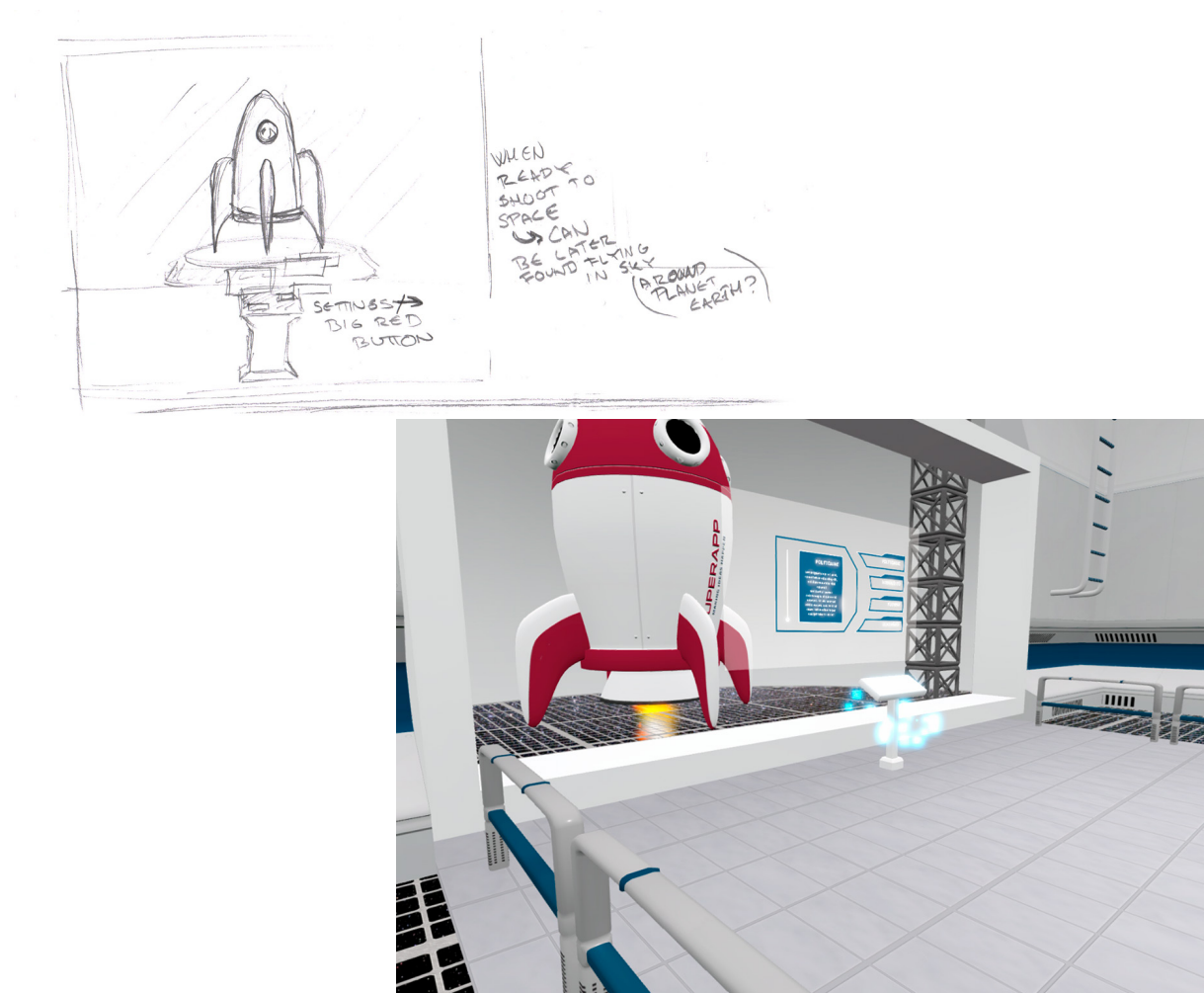


Kuva 5. Suunnitelma ja lopullinen versio referenssihuoneesta

Huone 4: Rakenna oma sovellus

Viimeisimpänä suunniteltiin verkko- ja mobiilisovellusten kehitysprosessia havainnollistava huone, jossa käyttäjä pääsisi itse testaamaan sovelluksen tekemistä. Tämä huone suunniteltiin hyvin pitkälle yhteistyössä toimeksiantajan kanssa. Suunnittelussa muodostui ajatus pelistä, jossa käyttäjän pitää rakentaa oma raketti. Raketin olisi tarkoitus esittää sovellusta, jota käyttäjä kehittää pelissä. Pelissä käytäisiin läpi sovelluksen kehittämiseen tarvittavia vaiheita, ja nämä heijastuisivat eri rakennusvaiheina nähtävissä olevaan rakettiin. Mikäli pelissä onnistuu, eli sovelluksen toteutus onnistuu, raketti lähtee onnistuneesti lentoon.

Raketin rakennus huoneen suunnittelussa ja toteutuksessa minä keskityin pääosin suunnittelemaan peliä ympäröivän huoneen visuaalista toteutusta. Toimeksiantaja tekisi itse lopullisen suunnitelman siitä mitä peli sisältäisi ja miten se käytännössä toimisi.



Kuva 6. Hyvin aikaisessa vaiheessa piirretty suunnitelma raketin rakennukseen tarkoitetusta huoneesta ja sen 3D-mallinnettu versio.

3.3. TOTEUTUKSEEN KÄYTETTÄVÄT TYÖKALUT

Virtuaalitodellisuuskokemuksen kehitykseen ei ole vielä tällä hetkellä tehty omaa ohjelmaa. Virtuaalitodellisuus tarvitsee toimiakseen useita samankaltaisia osia kuin kolmiulotteisen videopelin luominen, jonka vuoksi tällä hetkellä virtuaalitodellisuuskokemuksen kehitykseen on yleensä käytetty saatavilla olevia ja nopeasti virtuaalitodellisuuteen muokkautuneita videopelien tekemiseen kehitettyjä pelimoottoreita. (LaValle 2017, 220-221.)

Yritysesittelyn toteutukseen haluttiin käyttää Unity Technologies:n kehittämää pelimoottori Unity:a, koska toimeksiantajalla oli aikaisempaa kokemusta siitä. Aikaisemman kokemuksen avulla tiedettiin, että lisätty- ja virtuaalitodellisuus tulisivat kumpikin toimimaan siinä hyvin. Unity:lta lisäksi löytyy hyvin kattava ohjeistus nettisivuiltaan virtuaalitodellisuussovelluksien rakentamisesta. Unity onkin tällä hetkellä yksi kaikkein suosituimmista pelimoottoreista virtuaalitodellisuuskokemusten kehitykseen (Tricart 2018, 51-52).

Toimeksiantajan aikaisemman kokemuksen perusteella valittiin myös virtuaalitodellisuuden käyttölaitteeksi HTC:n ja Valve Corporationin yhdessä kehittämä HTC Vive. HTC Vive on virtuaalitodellisuusjärjestelmäpaketti, johon kuuluu virtuaalitodellisuuslasit, molempiin käsiin tulevat ohjaimet, sekä seiniin asetettavat alueen ja ohjaimien jäljittävät sensorit.

3D-mallien toteutukseen valittiin 3D-mallinnusohjelma Blender ja niiden tekstuureiden tekemiseen kuvanmuokkaus ohjelma Adobe Photoshop CC.

Tässä opinnäytetyössä jatkossa käytetään ylläluetelluista ohjelmista lyhennettyjä nimiä Unity, HTC Vive, Blender ja Photoshop.

3.4. VISUAALISEN ILMEEN SUUNNITTELU

3.4.1. GRAAFISEN OHJEISTUKSEN KÄYTTÖ SUUNNITTELUN APUNA

Sisältösuunnitelman pohjalta siirryin suunnittelemaan visuaalista toteutusta. Yritysesittelyn visuaalisen ilmeen suunnittelussa käytettiin pohjana SuperApp:n omaa visuaalista ilmettä ja sen graafista ohjeistusta.

Visuaalisella ilmeellä tarkoitetaan yrityksen visuaalista esillepanoa. Sen tarkoituksena on

yrittäjän profiloituminen ja erottuminen muista. Visuaalisen ilmeen ylläpitoon on yleensä tehty graafinen ohjeistus, joka sisältää ohjeet mm. yrityksen värimaailman ja logon käyttöön. Graafista ohjeistusta käytetään pohjana ja tarvittaessa sovelletaan yrityksen käyttämiin erilaisiin visuaalisiin toteutuksiin, kuten paino- ja mediatuotteisiin. Tärkeintä yrityksen visuaalisessa ilmeessä on pitää yhtenäinen ja tunnistettava visuaalinen linja tuotteesta riippumatta. (Nieminen 2003, 42-43.) Tämän vuoksi toimeksiantajan graafista ohjeistusta sovellettiin myös virtuaalitodellisuuslaitteella käytettävään yritysesittelyyn.

Toimeksiantajan visuaalisen ilmeen painottuessa vahvasti avaruus ja tieteisfiktion teemaan, valittiin yritysesittelyn tapahtumaympäristöksi avaruusraketti. Avaruusraketti on loistava tapa esitellä, kuinka virtuaalitodellisuuden avulla pystyy menemään minne vain. Virtuaalitodellisuus tarjoaa kuitenkin myös paljon muitakin mahdollisuuksia kuin pelkästään kuviteltuja avaruusseikkailuja. Esitelläkseni tätä puolta suunnittelin raketin näyttävän sisäpuoleltaan normaalilta toimistotilalta. Uskoin että tällä tavoin pystytään esittelemään kumpaakin virtuaalitodellisuuden puolta; niin viihteellistä kuin myös hyödyllistäkin käyttötapaa.

Halusin hyödyntää kaikkia toimeksiantajan graafisen ohjeistuksen elementtejä niin pitkälle kuin vain mahdollista. Hyvin aikaisessa vaiheessa muodostui ajatus käyttää mm. ohjeistuksesta löytyvää väripalettia yritysesittelyn värimaailman pohjana ja tekstielementeissä käytettäisiin ohjeistuksen fonttia. Yritysesittelyn kannalta yrityksen logon hyvä näkyvyys oli hyvin tärkeä osa työtä. Näkyvimmillään yrityksen logo sai kolmiulotteisen muodon vastaanottoaulan seinään kiinnitettävänä kirjaimina. Korostaakseen yhä enemmän logon näkyvyyttä, suunnittelin logon seinää vasten tulevaan osaan valaistuksen. (Kuva 7.) Yrityksen logoa käytettiin myös esimerkiksi yritysesittelystä löytyvien kannettavien tietokoneiden kyljessä.

Ohjeistukseen kuuluvien muiden graafisten elementtien käyttöä virtuaalitodellisuudessa oli hankalampi suunnitella etukäteen. Aluksi niille ei löytynyt selkeitä käyttökohteita. Lopulta muodostui kuitenkin idea käyttää niitä mm. vastaanottoaulan seinällä logon ympärillä. Mielestäni ne antoivat tilaan mukavan graafisen lisän rikkomalla muuten puhtaan valkoista ilmettä. (Kuva 7.)



Kuva 7. Taustojen käyttö vastaanottoaulan seinässä

3.4.2. TYYLISUUNNAN VALINTA

Onnistuakseen hyvän kokemuksen luomisessa realismi ei ole ehto virtuaalitodellisuudessa. Muiden toteutustapojen kautta on huomattu, ettei täydellisen realismin saavuttaminen ole tärkeintä visuaalisissa toteutuksissa. (LaValle 2017, 6-7, 25-27.) Tämän tiedon perusteella uskaltauduin valitsemaan tyylistuunnaksi minimalistisen ja tyylitellyn, realismin tavoittelun sijaan.

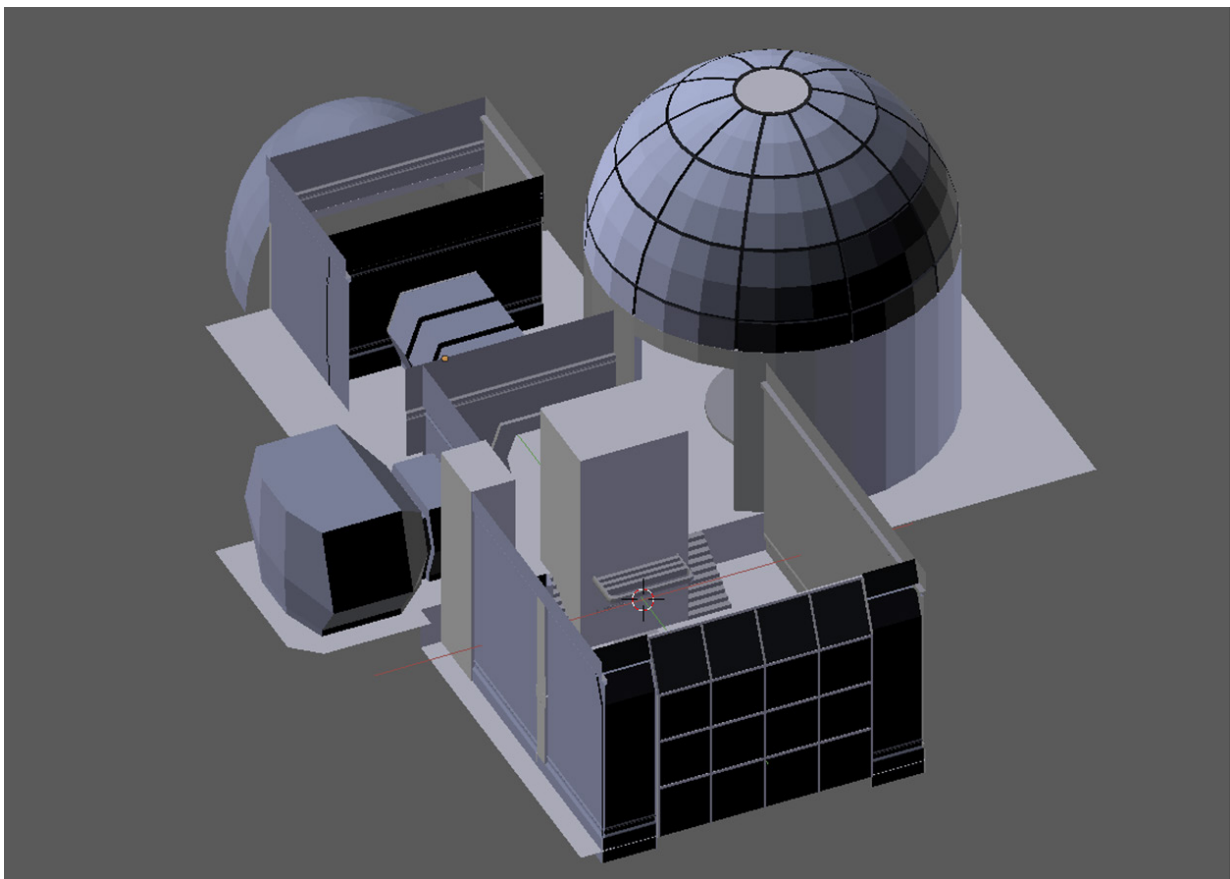
Tyylitellyissä 3D-maailmoissa luodaan asiat näyttämään halutulta niiden yksinkertais-tetussa muodossaan. 3D-mallia tehdessä voidaan poistaa objektista realismin mukaisia asioita, mikäli voidaan todeta, ettei se tuo lisäarvoa ilmaisemaan mikä objekti on tai muuta objektia niin että sitä voidaan erehtyä luulemaan joksikin toiseksi miksi sitä ei oltu tarkoi-tettu. Tämä poistaa tarpeen luoda realismin kanssa yhdenmukaista ja poikkeamatonta jälkeä. Se antaa tekijälleen mahdollisuudet leikitellä enemmän muodoilla ja tehdä omia taiteellisia ratkaisujaan. (Aava 2017.)

3.5. TESTAUS

Alustavan suunnitelman valmistuttua oli aika testata sen toimivuutta virtuaalitodellisuudessa. Ympäristöstä tehtiin testauksen mahdollistava versio ns. harmaa laatikkokenttä

-menetelmällä (oma suom. eng. grey box level). Tällä menetelmällä ympäristö luodaan käyttämällä yksinkertaisia ja teksturoimattomia muodoista koostuvia 3D-malleja. Tätä vaihetta käytetään usein videopelien tuotannossa.

Harmaata laatikkokenttää käytetään yleisimmin videopelien teossa testaamaan pelikentän toimivuutta, ennen monimutkaisten mekaniikkojen tai yksityiskohtaisten 3D-mallien lisäystä. Tärkeintä on pitää mielessä, että yksinkertaisten muotojen pitää olla samassa mittasuhteessa oikeiden lopullisten muotojen kanssa. Tällöin päästään kokeilemaan tilan toimivuutta käytännössä, kuten esimerkiksi millaiselta välimatkat tuntuvat. Tällaiseen hyvin yksinkertaisista muodoista koostuvaan ympäristöön on helppo tehdä muutoksia vielä tässä vaiheessa, mikäli sille koetaan tarvetta. (Rogers 2014, 251-252.) Uskoin saman lähestymistavan olevan toimiva testatakseni yritysesittelyn ympäristön toimivuutta.



Kuva 8. Yritysesittelyn harmaa laatikkokenttä 3D-mallinnusohjelma Blender:ssä.

Ensimmäiset ympäristön testaukset tein hyvin yksinkertaisella näppäimistöllä ohjattavalla ensimmäisen persoonan kuvakulmaa käyttävällä hahmolla. Minulla ei tässä kohtaa toteutusta ollut vielä käytössäni virtuaalitodellisuuslaitetta ja halusin päästä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa testaamaan ympäristön toimivuutta. Tässä vaiheessa testauksen voisi tehdä käyttäen liikkumiseen näppäimistöä ja hiirtä. Alustavassa testauksessa huoneiden mittasuhteet ja liikkumisen sujuvuus olisivat ratkaisevimmat asiat, ja niiden alustava testaus voitaisiin suorittaa mainitsemani tavalla. Nähdäkseen asiat kuitenkin suurin piirtein samasta perspektiivistä kuin virtuaalitodellisuuslaitteella, pitää kiinnittää huomiota kameran sijaintiin ja katselukorkeuteen, jotta se vastaisi samaa katsottaessa virtuaalitodellisuuslaitteella. Kameralla tässä yhteydessä tarkoitetaan kameraa, jonka kautta virtuaalinen ympäristö esitetään käyttäjälle. Kamera toimii käyttäjän ”silminä”.

Harmaan laatikkokenttä menetelmän avulla testauksessa selvisi muun muassa, että aulan tila oli suunnitelmassa suunniteltu aivan liian pieneksi ja ahtaaksi liikkua. Ongelmakohdat olivat hyvin kiinnostavia huomata, koska aula oltiin suunniteltu jo pohjapiirroksissa suuren kokoiseksi. Tässä huomattiin hyvin, kuinka suunnitelma ei aina vastaa todellisuutta, ja testaus on tärkeää.

Korjattuani ensimmäiset huomaamani ongelmakohdat pääsin testaamaan työtä HTC Vive -virtuaalitodellisuuslaitteella. Virtuaalitodellisuudessa liikkuminen toteutettiin tavalla, jossa käyttäjä osoittaa haluamaansa paikkaan ohjaimellaan liikkua virtuaalimaailmassa. Liikkuminen tapahtuu teleporttimaisesti, eli käyttäjä siirtyy osoittamaansa paikkaan ilman erillistä liikettä tai animaatiota.

Teleportaatio on paljon käytetty tapa liikkumiseen virtuaalitodellisuudessa. Sen on todettu olevan hyvä tapa vähentää pahoinvointisuutta, joka on yksi virtuaalitodellisuudessa liikkumiseen liittyvistä ongelmista. (LaValle 2017, 289-291.) Pahoinvointisuus virtuaalitodellisuudessa johtuu tavasta, jolla aivot hahmottamat maailman ympärillämme. Syitä pahoinvointisuuteen ovat muun muassa liikkuminen ja kääntyminen ilman että oikeata liikettä tapahtuu. Pahoinvointisuus on kuitenkin hyvin käyttäjäriippuvainen. Se mikä toisesta tuntuu pahalta, ei välttämättä aiheuta toisissa minkäänlaista reaktiota. Kehittäjän näkökulmasta on kuitenkin pyrittävä minimoimaan pahoinvoinnin aiheuttajat, jotta voitaisiin tarjota paras mahdollinen kokemus. (Voll 2016.)

Aloitettuani ensimmäiset testaukset virtuaalitodellisuuslaitteen kanssa huomasin nopeasti, kuinka tärkeää on päästä testaamaan niillä. Virtuaalitodellisuuslaitteella testauksesta tuli hyvin tärkeä vaihe kehitysprosessissa ja testaukseen tuli käytettyä yllättävän paljon aikaa.

Yhteenvedona voin sanoa huomanneeni, että aina on hyvä testata, kun ympäristöön tehdään vähänkään suurempia muutoksia. Huomasin muun muassa ongelmia aulan seinien kanssa testauksessani HTC Vive:llä. Aulaa suurennettiin huomattavasti edellisessä testauksessa huomaavani ahtaan tilan vuoksi. Tilan suurentuessa myös seinien korkeutta nostettiin, ehkä jopa hieman liioittelevan korkeiksi. Testatessani tilaa uudestaan nyt virtuaalitodellisuus laitteen kanssa huomasin jo heti ensimmäisellä testaus kerralla, että nämä korkeat seinät antoivat tilasta hyvin epämukavan olon. Epämukava olo todennäköisesti johtui siitä että seinät olivat nyt liian korkeat ja niiden vierellä saattoi tuntea itsensä hyvin pieneksi. Niinpä jätin aulan tilan kooltaan samanlaiseksi, mutta laskin seinien korkeutta.

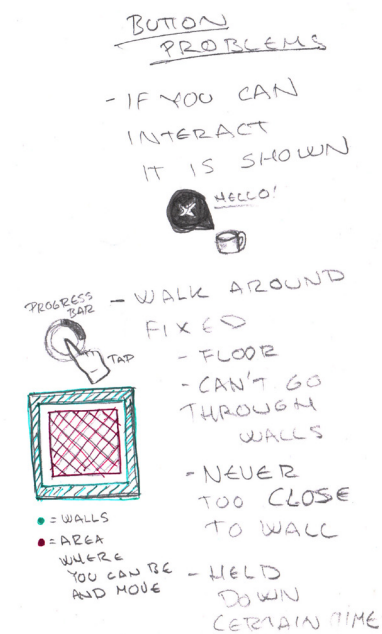
Omien testauksieni jälkeen siirryttiin laajempaan testaukseen, jossa muut ihmiset pääsivät kokeilemaan toteutusta. Tämä testaus tapahtui, kun projektiin oltiin saatu jo rakennettua muutamia valmiin näköisiä ja osittain teksturoituja 3D-malleja. Tällä testausvaiheella oli tarkoitus kerätä informaatiota ihmisten ajatuksista, ideoista ja reagoinneista sen hetkistä toteutusta kohtaan. Testauksessa oli mukana mm. yrityksen työntekijöitä ja vierailijoita, ja se tapahtui toimeksiantajan tiloissa.

Antamalla muiden ihmisten testata toteutusta saatiin tietoa mm. siitä kuinka paljon liikkuminen virtuaalitodellisuudessa vaati harjoittelua ensikertaa virtuaalitodellisuuslaitetta käyttävältä. Yksi kaikkein suurinta korjausta vaativa asia huomattiin ihmisten päästessä helposti paikkoihin mihin ei ollut tarkoitus päästä. Näitä paikkoja olivat esimerkiksi seinien läpi kävely ja lattioiden läpi tippuminen. Tällaista ei tietenkään haluta tapahtuvan, koska se on käyttäjälleen hyvin hämmentävä ja epämiellyttävä kokemus.

Korjatakseni asian minun oli palattava miettimään miten olin määritellyt alueet joihin käyttäjä voi liikkua. Alun perin lattia oli suunniteltu niin että lattian muodostamat 3D-mallit oltiin kaikki määritetty mahdollisiksi liikkumisalueiksi. Osa alueessa jolle käyttäjä pystyi liikkumaan, oli seinän toisella puolella. Tämä aiheutti sen, että käyttäjä pystyi liikkumaan läpi seinän. Uskon tämän tapahtuneen suurimmaksi osaksi sen takia että liikkuminen virtuaalitodellisuudessa saattoi olla kokemattomalle hankalaa. Tämän vuoksi kokematon käyttäjä joutui vahingossa paikkoihin, joihin hän ei ollut suunnitellut liikkuvansa. Seinien ja lattian ongelmallisuus ei tullut esiin omissa testauksissani luultavasti sen takia että olin jo tottunut liikkumaan virtuaalitodellisuuslaitteen kanssa, enkä kokenut tarpeelliseksi liikkua niin lähelle seiniä, että olisin kohdannut vastaavan tilanteen.

Ratkaisin asian lisäämällä lattian 3D-mallin kanssa samaan kohtaan käyttäjälle näkymättömissä olevia suorakulmion muotoisia 2D muotoja. Määritin että käyttäjä pystyisi liikkumaan

vain näiden päällä. Niiden avulla rajasin tiettyjä kohtia tilasta mihin käyttäjä pystyy ja ei pysty liikkumaan. Pidin muun muassa suurehkon välin seinän ja mahdollisen liikkumisalueen välissä, jotta käyttäjä ei joutuisi vahingossa seinän sisään tai edes tilanteeseen, jossa ainoa nähtävä asia olisi vain tyhjä valkoinen seinä. (Kuva 9.)



Kuva 9. Paperille kirjoittamani suunnitelma erilaisista ratkaisuista kontrolleihin

4. YRITYSESITTELYN TOTEUTUS

4.1. 3D-MALLIT

3D-mallit muodostuvat ns. polygonverkosta (polygon mesh). Polygonverkko luodaan yhdistelemällä pintoja, joita kutsutaan polygoneiksi. Polygonit muodostuvat vähintään kolmesta pisteestä. Saavuttaakseen 3D-mallille haluttu lopputulos polygonverkkoa muotoillaan. (Autodesk, Inc., 2018.) 3D-mallin polygonien määrä vaikuttaa siihen kuinka yksityiskohtainen lopullinen mallinnus on. Mitä yksityiskohtaisempi mallinnus on, sitä raskaampi se on sitä piirtävälle ohjelmalle/sovellukselle. (LaValle 2017, 197.) Tämän vuoksi tehdessään mobiililaitteelle käytettäväksi suunnattuja toteutuksia, pitäisi toteutuksen sisältämien 3D-mallien mallinnuksessa huomioida tarkasti polygonien määrä.

Yritysesittelyä oli tarkoitus myöhemmin jatkokehittää virtuaalitodellisuuden lisäksi lisättyyn todellisuuteen, ja päämääränä oli käyttää samaa 3D-ympäristöä. Tukeakseni eri laitteiden käyttömahdollisuutta, päätin pyrkiä mahdollisimman alhaiseen polygonien määrään tehdessäni yritysesittelyn 3D-malleja. Suunnittelin että ympäristön pääasiallisesti rakentavat osat, kuten seinät ja lattiat, tulisivat olemaan hyvin yksinkertaisia 3D-malleja. Tämän avulla varmistettaisiin, että niitä pystyttäisiin käyttämään sekä lisätyn- että virtuaalitodellisuuslaitteilla. Virtuaalitodellisuutta ajatellen suunnittelin muutamia hieman yksityiskohtaisempia 3D-malleja. Näiden tilalle voitaisiin kehittää myöhemmin vähemmän yksityiskohtaisempia ratkaisuja, mikäli todetaan että ne ovat liian raskaita mobiililaitteelle.

4.1.1. MODULAARISUUS

Modulaarisuus tarkoittaa osien suunnittelua ja toteutusta tavalla, jossa eri osat luodaan yhteensopiviksi keskenään. Virtuaalinen ympäristö voidaan rakentaa yksittäisistä osista uudelleen käyttämällä niitä. Osien yhteensopivuus keskenään mahdollistaa useiden erilaisten kokonaisuuksien rakentamisen eri osien yhdistelmiä käyttämällä. (Ahearn 2006, 57-60.)

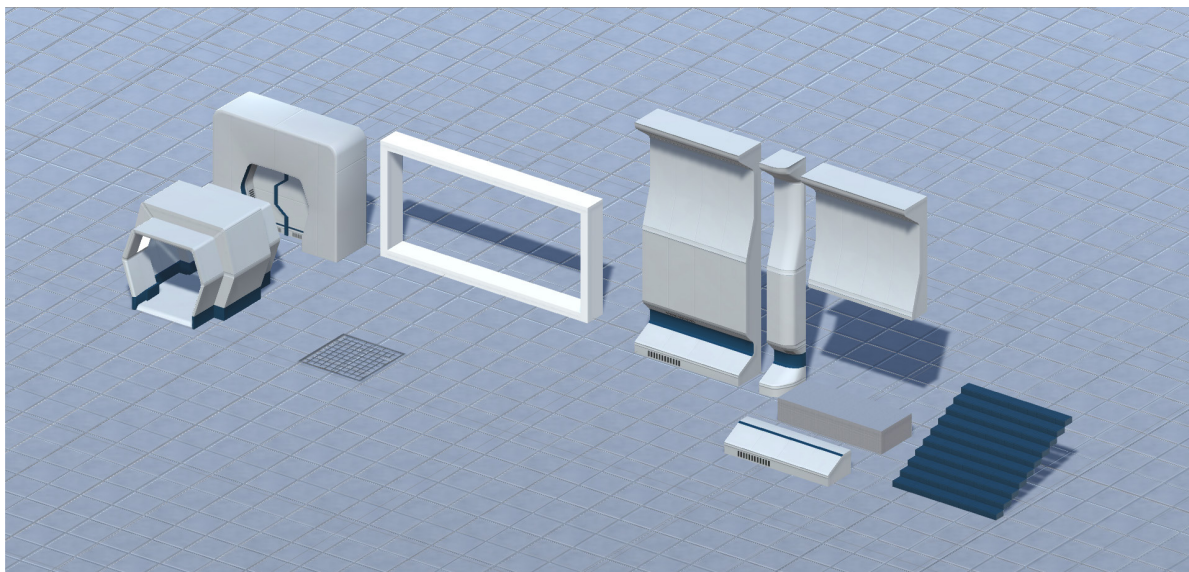
Modulaarisuutta hyödynnettiin yritysesittelyn 3D-ympäristön rakentamisessa, koska sitä oltiin suunniteltu jatkettavan ja kehitettävän tulevaisuudessa. Modulaarisuus mahdollistaisi 3D-mallien uudelleenkäyttämisen, ja helpottaisi uusien osien rakentamista ja liittämistä saumattomasti alkuperäiseen.

Modulaaristen 3D-mallien suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota pelimootorissa olevaan mittaverkkoon, jotta saadaan saumaton jatkuma kahden 3D-mallin välille. Tämän lisäksi on kiinnitettävä huomiota 3D-mallin tukipisteen (eng. pivot point) sijoitukseen. 3D-malli käyttää tätä tukipistettä, kun sitä käännetään. Käännös tapahtuu tukipisteen ympäri. Kiinnittämällä huomiota tukipisteen sijaintiin voidaan helpottaa 3D-mallien liittämistä toisiinsa. Esimerkiksi kahden seinän 3D-mallin muodostama nurkka voi olla helpompi luoda, kun 3D-mallia voidaan kääntää käyttämällä sen sivulle asetettua tukipistettä. (Klafke 2011.)

Esimerkkinä modulaarisesta suunnittelusta yritysesittelyssä loin seinät käyttämällä kolmea erilaista 3D-mallia: seinä, pääty ja ikkunaseinä. Seinät luodaan pääosin yksin seinäosaa käyttämällä. Niitä voidaan yhdistää toisiinsa jatkaakseen seinän pituutta. Nurkat voidaan luoda yhdistämällä kaksi seinäosaa niin että ne luovat 90° kulman. Päätyosaa voidaan käyttää yhdistettynä seinäosaan. Päätyosaa voidaan käyttää seinäosan kanssa luomaan seinien reunoihin pyöreyttä. Ikkunaseinä-osa suunniteltiin jatkamaan seinää mahdollisten lasi-ikkunoiden kohdalta. Osan käyttö tapahtuisi asettamalla se lasi-ikkunan päälle. (Kuva 10, täysin valkoinen 3D-malli).

3D-mallien teossa suositellaan yleensä välttämään sellaisten kohtien tekemistä, jotka eivät ole näkyvissä katsojalle. (Unity Technologies 2018d.) Tällä tavoin 3D-mallin polygonien määrä saadaan pidettyä alhaisempana. Käytännössä esimerkiksi 3D-mallista voidaan jättää seinää vasten tuleva osa tekemättä tai seinät ja lattiat voidaan tehdä ilman että niihin lisätään syvyyttä. Silloin seinien ja lattioiden 3D-mallit saattavat olla vain neljästä pisteestä koostuvia pintoja.

Yritysesittelyn 3D-mallien toteutuksessa päädyin poistamaan osia vain yksittäisistä 3D-malleista. Esimerkiksi lattioiden 3D-mallit toteutin yksittäisistä pinnoista koostuvilla 3D-malleilla. Poistin myös joistakin ympäristön liikkumattomista esineistä kuten portaat, niiden katsojalle näkymättömissä olevat pinnat. Kuitenkin esimerkiksi seinien 3D-malleissa päädyin tekemään niille pituus, leveys sekä syvyys suunnan, jotta samaa seinän 3D-mallia voitaisiin hyödyntää erilaisia kokonaisuuksia rakentaessa. Huolimatta siitä että tämä lisäisi polygonien määrää se antoi seinien 3D-malleille enemmän modulaarisia mahdollisuuksia. Pituus, leveys sekä syvyys suunnan sisällyttäminen 3D-malliin mahdollistaisi sen että seinien 3D-malleja pystyy vapaasti kääntämään ja peilaamaan halutusta käyttökohteesta riippuen.

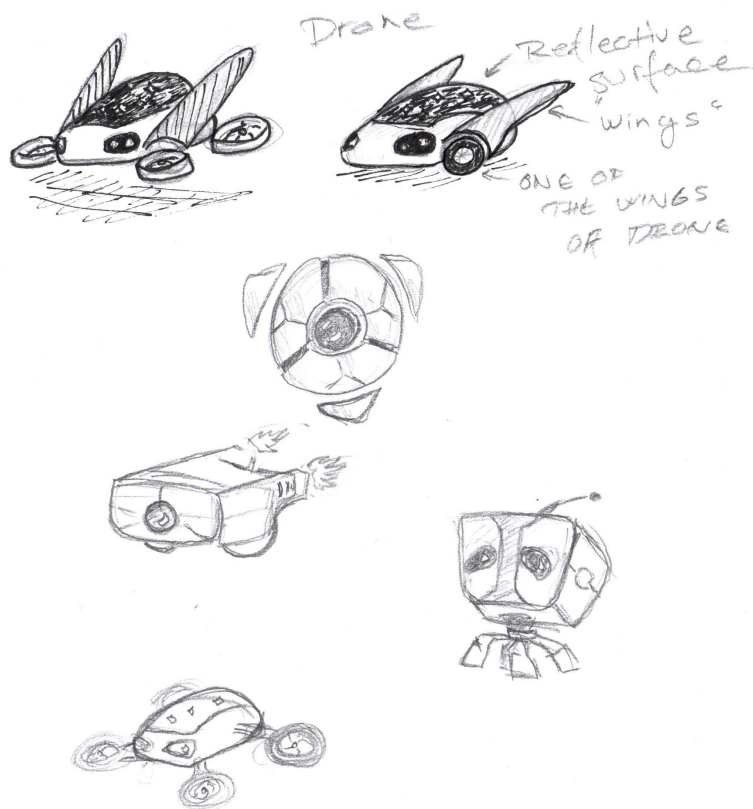


Kuva 10. Modulaariset seinä ja lattia osat

4.1.2. ROBOTTI

Toimeksiantajalta tuli toive, että käyttäjän seuraksi virtuaalimaailmaan luodaan virtuaalinen robotti. Robotin tarkoitus olisi seurata käyttäjää, joka pystyy olemaan vuorovaikutuksessa robotin kanssa koskettamalla sitä ohjaimellaan. Robotti reagoi käyttäjän liikkeisiin mm. erilaisilla animaatioilla.

Tehtäväni robotin suhteen oli suunnitella sen ulkomuoto ja tehdä sille 3D-malli. Suunnittelutehtävän saatuani minulla oli jo hyvin selkeä visio minkälainen robotti voisi olla. Muutaman luonnoksen jälkeen suunnittelin robotin, joka on ulkonäöltään pieni ja matala. Se liikkuu sen alla olevilla pienillä pyörillä. Näiden lisäksi halusin robotin olevan lemmikin-kaltainen. Tästä johtuen lisäsin sille elävän olennon kaltaisia piirteitä, kuten siivet ja pienet näytöt silmiksi. Kehittäessäni robotin ulkomuotoa muutin sen liikkumiseen käyttämiä pieniä pyöriä enemmän potkurien kaltaisiksi. Ajatuksenani oli, että robotti pystyisi kääntämään pyörät sivuttain ja lentämään niiden avulla. Robotin lentämisen mahdollistaminen avaa paljon erilaisia toiminnallisuuksia mitä voisi ehkä hyödyntää tulevaisuudessa.



Kuva 11. Robotin hahmotelmia

4.2. TEKSTUURIT

Tekstuurit ovat 2D kuvia, joita käytetään 3D-malleissa lisäämään niille mm. värejä ja pieniä yksityiskohtia (Ahearn 2006, 11-12). Käyttökohteesta riippuen tekstuurit voivat olla tarkkoja valokuvia, hyvin maalauksellisia tai eri tekniikoiden yhdistelmiä (Ahearn 2006, 108). Jotta 3D-mallinnusohjelma ymmärtää miten sen kuuluisi asetella tekstuuri, eli kaksiulotteinen kuva 3D-mallin päälle, 3D-malleille luodaan kaksiulotteinen UV-kartta (eng. UV). Jokainen piste 3D-mallin muodostavassa polygonverkossa saa oman vastaparin UV-kartalta. Pistein sijainti kertoo miten asetella tekstuuri. (Autodesk, Inc. 2018.)

Valitsin tekstuurien tekemiseen käytössäni olevista työkaluista Photoshop:n. Syynä työkaluni valintaan oli mm. tekstuurien tekemiseen suunnittelemani tiukka aikataulu. Uskoin oman työskentelyni olevan nopeampaa photoshop:ssa sen valmiiksi tarjoamien työkalujen avulla, kuten erilaisten suotimien (eng. Filters). Ensimmäinen ja tärkein työssä tehtävä tekstuuri oli värikartta.

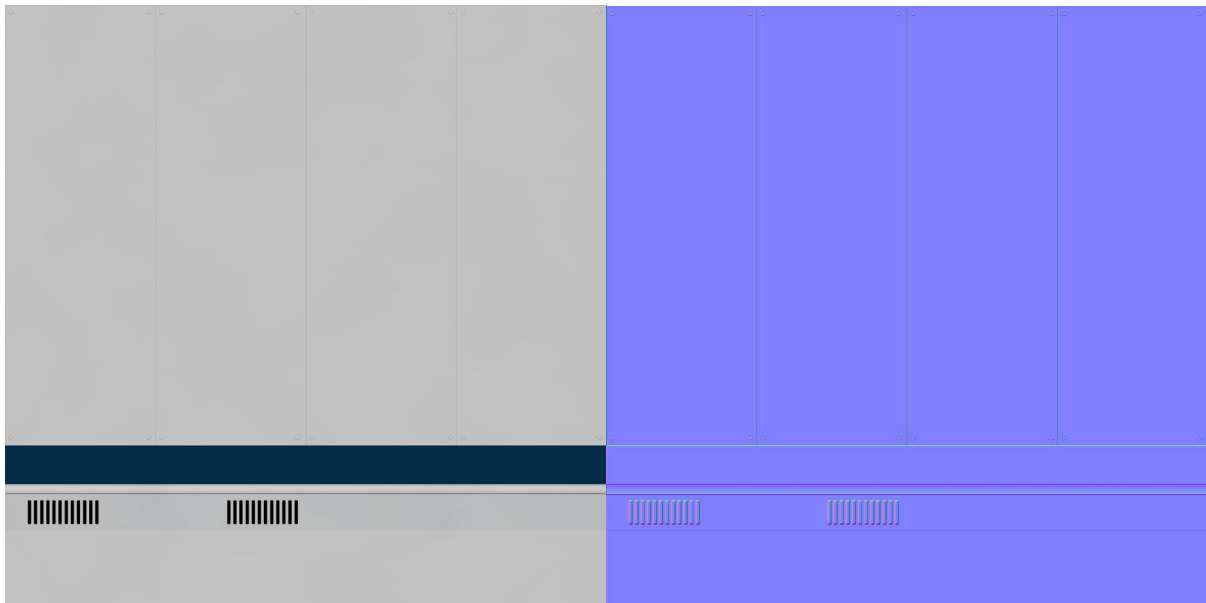
Värikartta on tekstuuri, joka sisältää informaation 3D-mallin visuaalisesta ulkonäöstä. Tämä tarkoittaa mm. 3D-mallin värejä. Värikartan avulla 3D-malliin voidaan myös lisätä yksityiskohtia mitä ei ole mallinnettu, kuten esimerkiksi tekstiä. Värikartta voidaan tehdä valojen ja varjojen aiheuttamien sävyerojen osalta joko tasaiseksi tai sitten ne voidaan sisällyttää siihen. (Ahearn 2006, 284-285.)

Tehdäkseni värikartan Photoshop:ssa, vein ensimmäisen Blender:ssä tekemäni 3D-mallin UV-kartan Photoshop:iin pohjaksi työlleni. Käytin UV-karttaa ääriäivoina värikarttaa tehdessäni. Testasin värikarttaa 3D-mallilla viemällä Photoshop:ssa tekemäni värikartan Blender:iin. Päädyin käyttämään yhtä tekstuuria suurimmassa osassa suunnittelemani modulaarisista 3D-malleista. Käsittelen tarkemmin kyseistä toimintatapaa osiossa 4.5.2.

Värikartan valmistuessa halusin luoda syvyyttä värikarttaan piirtämilleni ilmastointiaukoille. Ilmastointiaukkoja ei oltu mallinnettu suoraan seinän 3D-malliin vaan halusin toteuttaa niiden lisäyksen tekstuurien avulla. Tähän tarkoitukseen 3D-malleille luotiin normaalikartta. Normaalikartan avulla voidaan lisätä pieniä yksityiskohtia 3D-malliin, ilman ylimääräisten polygonien luontia. (Ahearn 2006, 67-68). Normaalikarttaa ei välttämättä suositella käytettäväksi virtuaalitodellisuusympäristöissä, koska se ei toimi aivan yhtä hyvin kuin tavalliselta näytöltä katsottavissa toteutuksissa. Tämä johtuu virtuaalitodellisuuslaitteen teknisistä ominaisuuksista piirtää ja näyttää kuva (LaValle 2017, 191-192; Epic Games 2018.) Päätin tästä huolimatta kuitenkin testata sen käyttöä. Normaalikartan tekemiseen ja testaamiseen ei kuluisi paljon aikaa, joten ei haittaisi, vaikka se saattaisikin mahdollisesti osoittautua huonoksi ratkaisuksi. Pelimoottori Unreal Engine:n kehittäjän Epic Games:n (2018) julkaisemassa ”Virtual Reality Best Practices” -ohjeistuksessa kehoitetaan testaamaan normaalikartan toimintaa omassa työssä. Mikäli normaalikartta ei onnistu luomaan haluttua lopputulosta, niin sen jälkeen voidaan miettiä normaalikartan korvaavia ratkaisuja. (Unreal Engine 2018.)

Käytin tekemääni värikarttaa apuna generoimaan siitä suoraan Photoshop:n 3D suotimien avulla normaalikartan. Tekniikka toimi yllättävän hyvin ja antoi nopeasti toimivia tuloksia. Ennen varsinaista normaalikartaksi muuttamista lisäsin värikartan päälle kuvan mustavalkoisesta kohinasta. Kohinan luomiseen käytin Photoshop:n suodin työkalua ja säädin sen näkyvyyttä värikartan päällä tason peittävyysasetuksia käyttämällä. Käytin kohina kuvaa ainoastaan luodessani normaalikarttaa, eikä sitä käytetty viimeistellyssä värikartassa. Kohinan lisääminen normaalikarttaan antoi laitettaessa 3D-mallille sille epätasaisen ja hieman rosoisen pinnan. Tein tämän saavuttaakseni luonnollisemman näköisen lopputuloksen. Mielestäni tämä epätasaisuus voisi lisätä maalipinnan oloisen vaikutelman suurimmaksi osaksi muuten tasaisenväriseen 3D-malliin.

Valmiin normaalikartan testaus 3D-mallissa virtuaalitodellisuuslaitteen kanssa osoitti, että alkuperäinen suunnitelmani käyttää normaalikarttaa ilmastointiaukkojen syvyyden luomiseen onnistui. Hyvin pienet yksityiskohdat eivät olleet nähtävissä, kuten luomani kohinan epätasaisuus maalipinnan luomiseksi. Päätin säilyttää normaalikartan työssäni, mutta luopua maalipinnan näköisen lopputuloksen tavoittelusta.



Kuva 12. Seinissä käytetyt tekstuurit

4.3. KÄYTTÖLIITTYMÄ VIRTUAALITODELLISUUDESSA

Käyttöliittymää suunnitellessa pitää miettiä sitä, mihin ja miten tekstiä käytetään, miten hyvin käyttöliittymän elementit sulautuvat ympäristöön ja millä tavalla käyttäjä käyttää käyttöliittymää. Suunnitellessa käyttöliittymää virtuaalitodellisuuteen on otettava huomioon asioita aivan eri tavalla kuin esimerkiksi suunnitellessa tietokoneen - tai mobiililaitteen näytölle. (Northway 2016).

Käyttöliittymän toteutukseen virtuaalitodellisuudessa voidaan saavuttaa hyvin mielenkiintoisia ratkaisuja. Videopelikehittäjä Colin Northway kertoo vuonna 2016 järjestetyssä Game Developers Conference:ssa pitämässään luennoissaan käyttöliittymästä virtuaalitodellisuudessa. Hän esittelee muutamia ratkaisuja käyttöliittymän toteutukseen

virtuaalitodellisuudessa, käyttäen esimerkkinään mm. virtuaalitodellisuus peliä ”Fantastic Contraption”, jonka parissa hän työskenteli tuolloin. Heidän ratkaisunsa toteuttaa pelaajan käytettävissä oleva käyttöliittymän valikko eri esineiden valitsemista varten, oli luoda pelaajaa seuraava kissa. Pelaaja voi kissan kautta valita haluamansa esineet käytettäväkseen. Kissan seurattessa pelaajaa pidetään huoli, että valikko on aina pelaajan saatavilla. (Northway 2016).

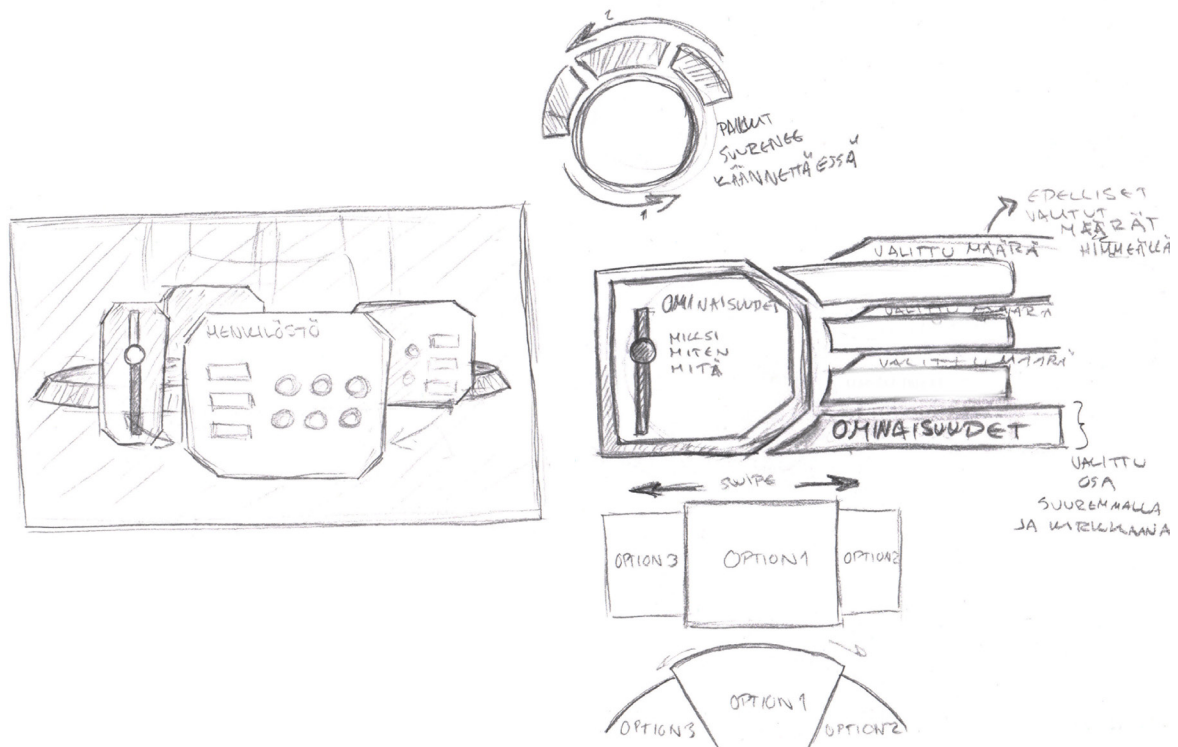
Unity Technologies (2018) listaa omassa oppaassaan kolme vaihtoehtoa toteuttaa käyttöliittymä virtuaalitodellisuuteen. Yksi vaihtoehto on käyttää avaruudellista käyttöliittymää (eng. spatial UI). Videopelimaailmassa tätä käytetään, kun esimerkiksi piirretään pelaajan hahmon jalkoihin navigointiopastus tai jonkun esineen päällä lukee ohjeistus pelaajalle siitä mikä esine on ja miten sitä voi käyttää. Tieto on siis vain pelaajalle tarkoitettua, eikä se ole sidoksissa virtuaaliseen ympäristöön, jossa sitä käytetään. Sen asettelu virtuaalimaailmassa voi tapahtua niin että käyttäjä pystyy liikkumaan käyttöliittymän ympärillä sen pysyessä joko liikkumattomana tai liikkuen käyttäjän päänmukaisesti. (Unity Technologies 2018f.)

Toinen vaihtoehto on diegeettinen käyttöliittymä (eng. diegetic), jolloin käyttöliittymässä näkyvät asiat ovat sulautuneena osaksi virtuaalitodellisuuskokemuksen ympäristöä. Tämä tarkoittaa, että käyttöliittymä on esim. yhdistettynä virtuaalitodellisuuskokemuksen sisältämään esineeseen, kuten vaikka tietokoneeseen. Käyttöliittymä voidaan tehdä näkyväksi virtuaalisen tietokoneen ruudulle. (Unity Technologies 2018f.) Diegeettisen käyttöliittymän on tarkoitus sulautua luonnollisen oloisesti virtuaalitodellisuuskokemukseen. Sen halutaan tuntuvan kuuluvan itse kokemukseen, eikä olla erillinen kokemuksesta irtonaisena oleva käyttöliittymä.

Kolmas vaihtoehto on videopeleistä tuttu tapa ilmoittaa ruudulla esimerkiksi pistemäärä. Tämän kaltainen informaatio ei ole osa virtuaalista ympäristöä, vaan sen ainoa tarkoitus on antaa käyttäjälle tarpeellista informaatiota virtuaalimaailmasta. Tällaista ilmaisutapaa kutsutaan ei-diegeettiseksi, (eng. non-diegetic). Ei-diegeettinen ei ole kuitenkaan parhain ratkaisu toteuttaa käyttöliittymää virtuaalitodellisuudessa, koska sen asettelu tapahtuu yleensä suoraan virtuaalitodellisuuskokemuksella nähtävän kuvan päälle, jolloin se saattaa vaikuttaa olevan hyvin lähellä käyttäjän kasvoja. Ei-diegeettinen käyttöliittymä saattaa esimerkiksi estää käyttäjää näkemästä vapaasti ympärilleen, ja lisäksi sen toimintoja voi olla vaikea käyttää. (Unity Technologies 2018f.)

Päätin käyttää yritysesityksen käyttöliittymän suunnittelussa yhdistelmää diegeettisestä ja avaruudellisesta käyttöliittymästä. Esimerkkinä diegeettisestä käyttöliittymästä ovat eri huoneista löytyvät tietokoneet. Jokaisesta huoneesta löytyy tietokone, jota käyttäjä pystyy halutessaan käyttämään saadakseen lisää informaatiota huoneeseen liittyvästä aiheesta. Tietokone käynnistyy, kun käyttäjä koskettaa sitä ohjaimellaan. Käyttöliittymä ilmestyy tietokoneen näytön sijasta näytön päälle, leijuvaksi tekstiksi ilmaan. Käyttäjä pystyy ohjaimellaan käyttämään erilaisia painikkeita mitä käyttöliittymästä löytyy. Käyttöliittymän painikkeet suunniteltiin niin että niitä löytyy hyvin paljon erilaisia, jotta käyttäjälle annetaan parempi kuva eri mahdollisuuksista. Käytettävyyden helpottamiseksi painikkeiden suunnitteluun kuitenkin käytettiin oikeasta maailmasta tuttuja eleitä. Näitä olivat esimerkiksi radioista tutulla tavalla äänenvoimakkuuden säätimen pyörittäminen ja mobiililaitteista tutulla tavalla sivuille pyyhkäiseminen. (Kuva 13)

Avaruudelliset käyttöliittymän elementit toteutettiin visuaalisten tehosteiden avulla. Käsittelem enemmän niiden käyttöä visuaalisia tehosteita käsittelevässä osassa 4.4.



Kuva 13. Käyttöliittymän suunnitelmapiirroksia

4.4. VISUAALISET TEHOSTEET

Opastaakseni käyttäjää virtuaalitodellisuudessa loin muutaman visuaalisen tehosteen tähän tarkoitukseen. Osa tehosteista on hyvin selkeitä käyttäjän opastajia, kuten esimerkiksi vastaanottoaulan opastekyltteihin liitetty tehoste. Käyttäjä voi koskettaa ohjaimellaan kylttiä, jolloin opastekyltistä lähtee valonsäde lattiaa pitkin kohti opasteessa lukenutta huonetta. Käyttäjä voi seurata sitä löytääkseen haluamaansa tilaan.

Toiset tehosteista ovat puolestaan hienovaraisempia ja eri asioista viestiviä käyttäjän kiinnostuksen herättäjiä. Tästä esimerkkinä ovat yhdenmukaiset tietokoneet eri huoneissa. Lähestyessään tietokonetta käyttäjän käytettäväksi ilmestyy käyttöliittymä, joka sisältää huoneesta riippuen erilaisia toiminnallisuuksia. Tietokoneen 3D-malli on jokaisessa huoneessa sama. Samannäköisyys on hienovarainen viesti käyttäjälle siitä, että sen toiminnallisuuskin saattaa toimia samalla tavalla. Tehostaakseni tätä viestiä ja herättääkseni käyttäjän mielenkiinnon tietokonetta kohtaan ylipäättään, lisäsin siihen visuaalisen tehosteen käyttämällä partikkelijärjestelmää eli hiukkassimulaatiota. Sen on tarkoitus toimia viestinä käyttäjälle, että hän pystyy käyttämään tietokonetta. Tehoste toistuu kaikissa tietokoneissa saman näköisenä. Samaa tehostetta voidaan käyttää uudelleen muuallakin viestinä käytävyydestä, mikäli käytettäviä asioita halutaan myöhemmin lisätä.

Lisäksi lisäsin muutaman visuaalisen tehosteen kosmeettiseksi lisäksi ympäristöön. Halusin niiden avulla tuoda hieman eloisuutta, muuten hyvin paikallaan pysyvään ympäristöön.

Tein suurimman osan visuaalisista tehosteista havainnollistaakseni visuaalisten tehosteiden käyttöä. Mitä luultavammin niiden lopullista ulkomuotoa täytyy vielä työstää, sekä niiden käyttöä ja toteutusta pitää miettiä vielä optimoinnin kannalta.

4.5. GRAFIIKAN OPTIMOINTI UNITY:SSA

Työssä pidettiin alusta asti mielessä mahdollisimman hyvän käyttäjäkokemuksen luominen. Tämä edellyttää optimointia, jotta laitteen suorituskyky ei laskisi. Suorituskyvyn laskusta saattaa seurata esimerkiksi kuvataajuuden laskua, mikä saattaa mm. aiheuttaa virtuaalitodellisuuden käyttäjälle pahoinvointia. Tarvittavan optimoinnin määrään yksi hyvin selkeästi vaikuttava asia on suunniteltu käyttölaite. Mobiililaitteen ja tietokoneen suorituskyvyt saattavat erota huomasti toisistaan. (Unity Technologies 2018d.)

Minun osani työtä oli toteuttaa yritysesityksen virtuaalitodellisuuden ympäristön sisältämät 3D-mallit. Tästä johtuen perehdyin ainoastaan minun suunnittelemani osien tarvitsemaan grafiikan optimointiin.

4.5.1. VALAISTUS JA HEIJASTUKSET

Virtuaalitodellisuuskokemuksen valaistus täytyy lähes poikkeuksetta ”leipoa” (eng. baking), eli ennaltalaskaa. (Unity Technologies 2018d.) Unity laskee, miten valot ja varjot toimivat staattisiksi määriteltyjen 3D-mallien pinnalla ja kuinka ne esimerkiksi varjostavat toisiaan. Tämän tiedon pohjalta Unity luo kaksiulotteisen valokartaksi kutsutun (eng. lightmap) kuvan 3D-mallille, joka sisältää informaation valaistuksesta. Kun valaistus on ennaltalaskettu, ei pelimoottorin tarvitse enää erikseen laskea valaistusta uudelleen vaan se luo sen käyttämällä tehtyjä valokarttoja. Tällä tavoin voidaan parantaa suorituskykyä. Huomattavaa kuitenkin on, että valokarttojen avulla luotu valaistus on muuttumaton, jonka vuoksi sitä yleensä käytetään nimenomaan muuttumattomiin osiin virtuaalisessa ympäristössä. Lisäksi on pidettävä mielessä, että valokartat lasketaan aina tietyn ympäristön mukaan. Mikäli ympäristöön tehdään valokarttoja käyttävien 3D-mallien valaistukseen vaikuttavia muutoksia, valokartat täytyy aina laskea uudelleen, jotta saadaan uuden ympäristön mukainen valaistus. (Unity Technologies 2018g.)

Suorituskyvyn lisäämiseksi virtuaalitodellisuudessa myös pintojen heijastukset ovat suosittavia laskea valmiiksi. Unity käyttää tähän heijastusanturia (eng. reflection probe). Heijastusanturi laskee ja tallioi ympäristön informaation sille määritetystä alueesta. 3D-mallit käyttävät anturin keräämää informaatiota luomaan heijastukset ympäristöstä niiden heijastaville pinnoille. (Unity Technologies 2018h.) Virtuaalitodellisuus ei pysty vielä tällä hetkellä käsittelemään reaaliaikaisia heijastuksia. Tästä johtuen liikkuvien objektien heijastus ei tallioitu heijastusanturiin. (Unity Technologies 2018d.)

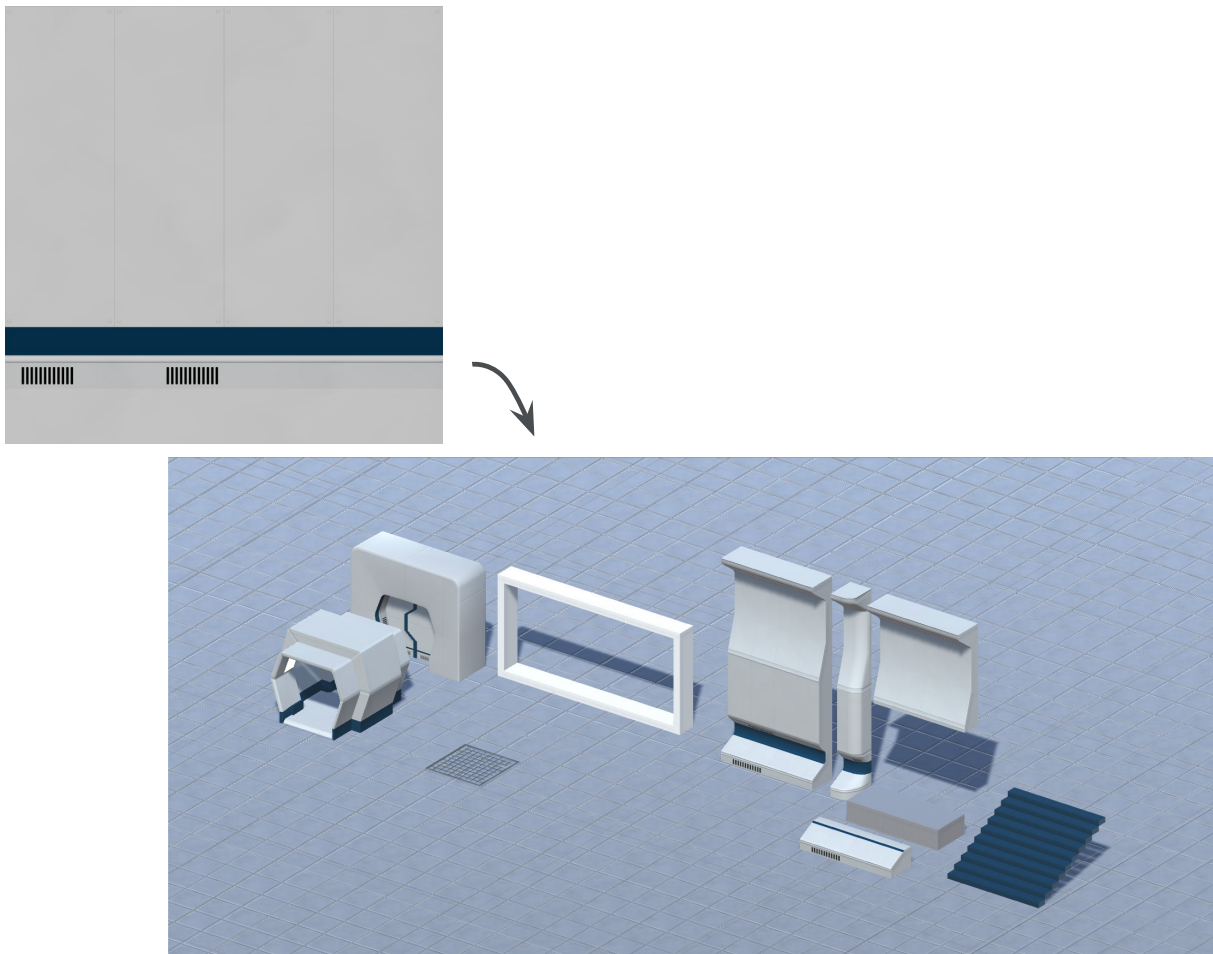
4.5.2. SAMAN TEKSTUURIN KÄYTTÖ USEAMMASSA 3D-MALLISSA

Unity:ssa eri tyyppiset tekstuurit, kuten väri- ja normaalikartta, yhdistetään yhteen materiaaliin. Tämä materiaali osoitetaan halutulle 3D-mallille. (Unity Technologies. 2018b.) Saman materiaalin jakaminen usealle eri 3D-mallille vähentää piirtokutsujen (eng. Draw Call)

määrää, koska samaa materiaalia käyttävät voidaan yhdistää Unity:n ”Draw Call Batching” toiminnolla. Materiaalien lukumäärän vähentäminen ja uudestaan käyttö parantaa suorituskykyä. (Unity Technologies 2018a.)

Säästääkseen muistia ja optimoidakseen grafiikoita työssä käytettiin samoja tekstuureita hyvin useassa 3D-mallissa. Lukuun ottamatta muutamaa poikkeusta näin toimittiin kaikissa ympäristön rakenteellisissa 3D-malleissa.

Samana tekstuuriin käyttö myös mahdollisti nopeamman työskentelyn tekstuureiden tekemisessä, koska tekstuureita piti luoda vain muutama. 3D-mallin pinnan muodoista riippuen ja siitä miten UV-kartan asettelee voi sama tekstuurin antaa aivan erilaisen pinnan eri 3D-malleille. (Klafke 2011). Kuvassa 14 näytetään miltä eri mallit näyttivät samalla tekstuurilla (pois lukien lattia, portaat ja ritilä). UV-kartta voidaan myös suunnitella niin että esimerkiksi jokin kuvio piirretään vain kerran tekstuuriin, mutta se toistuu 3D-mallissa useamman kerran. Tämä on mahdollista siten että 3D-mallin UV-kartassa osoitetaan jotkin pisteet



Kuva 14. Seinissä käytetty tekstuurin eri 3D-malleilla

menemään päällekkäin, eli ne lukevat samaa kohtaa tekstuurista.

Työstäessäni erilaisia variaatioita tekstuurilla 3D-malleihin, jouduin asettelemaan useita osia päällekkäin UV-kartassa. Tämä toimintapa aiheutti virheitä pelimoottorin ennaltalaskiessa valaistusta 3D-malleille. Unity laskee valaistuksen 3D-malleille valokartalle ja käyttää siinä apunaan UV-karttaa. Koska UV-kartta sisälsi päällekkäisyyksiä, aiheutti se virheitä lopputulokseen. Yksi ratkaisusta tähän on luoda 3D-mallille valaistusta varten toinen ilman päällekkäisyyksiä oleva UV-kartta (Unity Technologies, 2018i.) Unity:n sisällä pystyy automaattisesti luomaan valaistukselle tarkoitetun UV-kartan 3D-mallille, mutta joissain tapauksissa se on parempi tehdä jo erikseen 3D-mallinnusohjelmassa (Unity Technologies 2018e). Tässä työssä päällekkäisyyksien aiheuttamat virheet onnistuttiin korjaamaan muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta Unity:n omilla työkaluilla.

4.5.3. 3D-MALLIN KORVAAMINEN TEKSTUURILLA

Huomasin hyvin aikaisessa vaiheessa 3D-mallintamani säleikkömäisien lattialaattojen vievän hyvin paljon polygoneja ja totesin että ne olivat liian raskaita tälle työlle. Vaikka on hyvin harmittavaa jättää käyttämättä jo tehty työ, tässä tapauksessa se oli luultavasti parhain ratkaisu suorituskyvyn kannalta.

Päädyin luopumaan kokonaan lattialaattojen 3D-mallista ja korvasin nämä monimutkaiset mallit yhdellä neljästä pisteestä koostuvalla suuremmalla suorakulmion muotoisella mallilla, johon tein itseään toistavan tekstuurin. Saavuttaakseni saman ulkomuodon tekstuurille kuin alkuperäisellä 3D-mallilla oli, käytin apunani läpinäkyvyys kanavaa (eng. alpha channel).

Läpinäkyvyys kanava on kuva, jonka avulla määritetään 3D-mallin läpinäkyvyys. Halutessaan sitä voidaan käyttää vain pieneen osaan ja tiettyihin kohtiin. (Ahearn 2006, 46-48.) Leikkasin läpinäkyvyyskanavan avulla värikarttaan piirtämäni säleikön välit läpinäkyviksi, jotta niistä pystyttäisiin näkemään läpi kuten 3D-mallia käytettäessä. Lisäsin väleihin heijastuksen toisenlaisella tekstuurilla, jotta ne näyttäisivät siltä kuin niissä olisi lasi, eivätkä ne olisi vain aukkoja lattiassa. Läpinäkyvyyden avulla saavutettiin samannäköinen geometria kuin alkuperäisissä 3D-mallinnetuissa säleiköissä oli, mutta ilman monimutkaista ja raskasta 3D-mallia. Tekstuureiden avulla saavutettiin sama säleikön läpinäkyvyys mikä oli alun perin tarkoitus saada 3D-mallilla.

4.5.4. LEVEL OF DETAIL JA OCCLUSION CULLING

Lopullisen tilan rakentamiseen tarvitaan useita 3D-malleja. Vaikka 3D-mallien teossa otetaisiin huomioon niiden sisältämä polygonimäärä ja pyrittäisiin pitämään se alhaisena, ei sitä voida pudottaa loputtomiin. Liiallisella polygonien määrän tiputtamisella saattaa aiheuttaa tilanteen, jossa ympäristön yksityiskohdat alkavat näyttämään karkealta.

Yksi ratkaisusta on tehdä yhdestä 3D-mallista eri versioita, jotka eroavat toisistaan polygonien määrällä. Unity:ssä tätä tekniikkaa kutsutaan nimellä ”Level of Detail”, lyhyesti sanottuna LOD. Näitä eri versioita voidaan käyttää niin, että kun 3D-malli on hyvin kaukana kamerasta, käytetään kaikkein vähiten polygoneja sisältävää versiota. Kameran lähestyessä 3D-mallia vaihdetaan sen tilalle määrättyissä kohdissa sen yksityiskohtaisempi versio. (Unity Technologies 2018d.)

Sovelsin LOD -tekniikkaa mm. työssä käytettävässä raketissa. Raketin 3D-malli on aluksi käyttäjän hyvin läheisessä tarkastelussa ja tämän vuoksi se sisältää hyvin paljon yksityiskohtia. Koska samaista raketin 3D-mallia käytetään raketin lentäessä avaruuteen, voidaan käyttää hyödykseen LOD -tekniikkaa. Sen jälkeen, kun raketti lentää avaruuteen, voidaan siitä tiputtaa etäisyyden kasvaessa kameraan pikkuhiljaa näitä yksityiskohtia, eli käyttää pienempi polygonista versiota.

Toinen LOD-tekniikan kaltainen grafiikan optimointiin liittyvä tekniikka, joka vaikuttaa lopullisen tilan sisältämään suureen 3D-mallien määrään, kutsutaan Unity:ssä nimellä ”Occlusion Culling”. Occlusion Culling:n avulla Unity määrittää milloin tietyt objektit ovat kameras nähtävissä ja milloin ne jäävät seinän tai toisen objektin taakse. Mikäli objekti ei ole nähtävissä, sen 3D-mallia ei piirretä ruudulle. Vähentämällä tehtävistä piirtokutsuista kaikki, joka ei ole sillä hetkellä näkökentässä, pystytään parantamaan suorituskykyä. (Unity Technologies 2018d.) Yritysesittelyn ympäristö oli jaettuna eri huoneiksi, jolloin hyvin moni objekteista jäi yhdestä kohdasta katsottuna seinien taakse piilon. Tämän vuoksi Occlusion Culling paransi suorituskykyä huomattavasti yritysesittelyssä.

5. YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman informoiva ja kokemuksellinen yritysesittely virtuaalitodellisuuteen, ja pyrkiä sen visuaalisessa toteutuksessa niin pitkälle kuin vain mahdollista sille asetetun aikataulun puitteissa. Tavoitteessa onnistuttiin, ja lopputuloksena syntyi kattava yritysesittelyn suunnitelma ja sen virtuaalitodellisuudessa toimiva peruselementeistä koostuva 3D-ympäristö.

Omalta kohdaltani työn toteutus sisälsi hyvin paljon aikaisemman tiedon soveltamista käytäntöön ja uuden tiedon omaksumista. Ennen varsinaisen työn aloitusta minun piti perehtyä suureen määrään erilaista teorian tietoa lisätystä- ja virtuaalitodellisuudesta. Tiesin jo alkuvaiheessa, että tekniset asiat olisivat suuresti esillä työn edetessä, ja se aiheutti minulle alussa hieman epävarmuutta työssä etenemisessä. Tämän vuoksi etsin paljon tietoa aiheesta ja seurasin ajoittain hyvin tarkastikin eri kehittäjien kirjoittamia ohjeistuksia parhaista työmenetelmistä koskien virtuaalitodellisuutta. Työ sisälsi myös paljon konkreettisen kokeilemisen kautta epäonnistumisia ja onnistumisia. Uskon että tämän kaltainen lähestymistapa on kovin luonnollistakin tällaisen uuden toteutustavan kanssa työskennellessä. Joinakin päivinä työssä edettiin huimasti, kun taas toisina eteneminen oli hitaampaa taustatiedon etsinnän ja siihen perehtymisen vuoksi.

Muutaman kuukauden opinnäytetyön toteutuksen jälkeen pidimme tapaamisen toimeksiantajan kanssa, jossa kävimme läpi työn onnistumista ja kuinka se on kehittynyt minun työ osuuteni jälkeen. Kaiken kaikkiaan työhön oltiin tyytyväisiä ja se oli saanut positiivista palautetta. Yritysesittelyyn oltiin lisätty muutamia uusia 3D-malleja ja toiminnallisuuksia. Sen jatkokehitys lisättyyn todellisuuteen oltiin pidetty mielessä, mutta sitä ei oltu vielä ehditty toteuttaa. Virtuaalitodellisuuslaitteeksi oli vaihdettu Oculus VR:n kehittämä Oculus Go. Syyksi muutokseen oli Oculus Go:n helppous, koska se ei tarvitse muita laitteita toimiakseen vaan sitä pystyy käyttämään sellaisenaan. Oculus Go:n lisäksi yritysesittelyn virtuaalitodellisuuden toimivuutta oltiin onnistuneesti testattu älypuhelimta käyttävällä virtuaalitodellisuuslaite Samsung Gear VR:llä.

Työ antoi minulle loistavan mahdollisuuden päästä tutustumaan lisätyn- ja virtuaalitodellisuuden maailmaan mielenkiintoisen projektin kautta. Koen projektin olleen hyvin opettavainen ja olen itse tyytyväinen sen lopputulokseen sekä myös omaan kehittymiseeni. Työ innosti minua toteutuksen valmistumisen jälkeen perehtymään yhä tarkemmin lisättyyn- ja virtuaalitodellisuuteen. Tunnen että ne ovat todella aiheita, jotka kiinnostavat minua aidosti ja haluaisin ehdottomasti tulevaisuudessa päästä työskentelemään niiden parissa enemmän.

LÄHTEET

Alan B. Craig. 2013. Understanding Augmented Reality: Concepts and Applications, Elsevier Science & Technology, Oxford. [Viitattu 4.10.2018] Saatavissa: ProQuest Ebook Central.

Autodesk, Inc. 2018. Polygonal Modeling [Viitattu 29.6.2018] Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Maya-Modeling/files/GUID-7941F97A-36E8-47FE-95D1-71412A3B3017-htm.html>

Autodesk, Inc. 2018. UVs [Viitattu 29.6.2018] Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Maya-Modeling/files/GUID-FDCD0C68-2496-4405-A785-3AA93E9A3B25-htm.html>

Celine Tricart. 2018. Virtual reality filmmaking: Techniques & best practices for VR filmmakers. New York, NY: Routledge. [Viitattu 4.10.2018]

Colin Northway. 2016. Fantastic Contraption and why VR Menus Suck. GDC. [Viitattu 14.9.2018] Saatavissa: https://www.youtube.com/watch?v=ASXST_ityh4

Dan McKone, Robert Haslehurst, Maria Steingoltz. 2016. Virtual and Augmented Reality Will Reshape Retail. [Viitattu. 4.10.2018] Saatavissa: <https://hbr.org/2016/09/virtual-and-augmented-reality-will-reshape-retail>

Daniel Dasey. 2017. Try before you buy. [Viitattu 4.10.2018] Saatavissa: <https://highlights.ikea.com/2017/ikea-place/>

Dave Smith. 2017. This may be the most impressive use of Apple's new AR software yet. Business Insider. [Viitattu 29.6.2018] Saatavissa: <https://nordic.businessinsider.com/apple-arkit-portal-video-2017-7>

Epic Games. 2018. Unreal Engine: Virtual Reality Best Practices. [Viitattu 6.11.2018] Saatavissa: <https://docs.unrealengine.com/en-us/Platforms/VR/ContentSetup>

Greg Breining. 2018. Future or fad? Virtual reality in medical education [Viitattu 2.11.2018] AAMC. Saatavissa: <https://news.aamc.org/medical-education/article/future-or-fad-virtual-reality-medical-education/>

Jenny Preece, Yvonne Rogers, Helen Sharp, 2015. Interaction design: Beyond human-computer interaction. Fourth edition. Chichester: Wiley. [Viitattu 2.11.2018]

Kim Aava. 2017. Realistic vs. Stylized: Technique Overview. 80 Level. [Viitattu 12.9.2018] Saatavissa: <https://80.lv/articles/realistic-vs-stylized-technique-overview/>

Kimberly Voll. 2016. This is your Brain on VR: A Look at the Psychology of doing VR Right. GDC. [Viitattu 24.9.2018] Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=-owQfn-iYQw>

Luke Ahearn 2006. 3D Game Textures. Create Professional Game Art Using Photoshop. Boston: Focal Press [Viitattu 29.6.2018]

Marcus Kuehne, Chris O'Connor. 2017. Vision 2017 – Creating the Audi VR experience. Unity Technologies. [Viitattu 4.10.2018] Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=ppyWKCBsipY>

Oculus VR/Facebook Technologies. 2018. VR Best Practices: General User Experience. Oculus/Developers. [Viitattu 20.9.2018] Saatavissa: <https://developer.oculus.com/design/latest/concepts/bp-generalux/>

Scott Rogers. 2014. Level up! the Guide to Great Video Game Design, New York: John Wiley & Sons, Incorporated. Saatavissa: ProQuest Ebook Central. [Viitattu 13.9.2018]

Steven M. LaValle. 2017. Virtual Reality. E-kirja [Viitattu 19.9.2018] Saatavissa: <http://vr.cs.uiuc.edu/>

Therese Åkesson. 2016. Virtual Reality – Into The Magic. [Viitattu 4.10.2018] Saatavissa: https://www.ikea.com/ms/en_US/this-is-ikea/ikea-highlights/Virtual-reality/index.html

Thiago Klafke. 2011. Creating modular environments in UDK. [Viitattu 13.9.2018] Saatavissa: <http://www.thiagoklafke.com/v4/modularenvironments.html>

Tuula Nieminen. 2003. Visuaalinen Markkinointi. Helsinki: WSOY [Viitattu 12.9.2018]

Unity Technologies 2018a. Unity Manual: Draw call batching. [Viitattu 26.9.2018] Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/DrawCallBatching.html>

Unity Technologies 2018b. Unity Manual: Materials, Shaders & Textures. [Viitattu 10.8.2018] Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/Shaders.html>

Unity Technologies. 2018c. Rendering in VR. [Viitattu 30.10.2018] Saatavissa: <https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/xr/rendering-vr>

Unity Technologies. 2018d. Optimisation for VR in Unity [Viitattu 14.9.2018] Saatavissa: <https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/virtual-reality/optimisation-vr-unity>

Unity Technologies. 2018e. Unity Manual: Generating Lightmap UVs [Viitattu 13.9.2018] Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/LightingGIUvs-GeneratingLightmappingUVs.html>

Unity Technologies. 2018f. User Interfaces for VR [Viitattu 14.9.2018] Saatavissa: <https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/virtual-reality/user-interfaces-vr>

Unity Technologies. 2018g. Choosing a Lighting Technique. [Viitattu 30.10.2018] Saatavissa: <https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/graphics/choosing-lighting-technique>

Unity Technologies. 2018h. Unity Manual: Reflection Probe. [Viitattu 30.10.2018] Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-ReflectionProbe.html>

Unity Technologies. 2018i. Unity Manual: UV overlap feedback. [Viitattu. 26.8.2018] Saatavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/ProgressiveLightmapper-UVOverlap.html>

William R. Sherman, Alan B. Craig. 2003. Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann [Viitattu 4.10.2018]