

Titta Tolvanen

VR-sisällön suunnittelu ja toteutus 3D-artistin näkökulmasta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi

Viestinnän koulutusohjelma

Opinnäytetyö

03.05.2017

Tekijä Otsikko	Titta Tolvanen VR-sisällön suunnittelu ja toteutus 3D-artistin näkökulmasta
Sivumäärä Aika	47 sivua + 1 liite 03.05.2017
Tutkinto	Medianomi (AMK)
Koulutusohjelma	Viestinnän koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	3D-animointi ja -visualisointi
Ohjaaja	Lehtori Kristian Simolin
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena on VR-sisällön tuottaminen ja se käsittelee virtuaalitodellisuutta, siihen liittyviä hyödyllisiä käsitteitä ja sen suunnitteluun suositeltuja työtapoja 3D-artistin näkökulmasta. Opinnäytetyö pyrkii vastaamaan kysymykseen siitä, mitä 3D-artistin kannattaa ottaa huomioon suunnitellessaan ja toteuttaessaan VR-sisältöä. Työn tavoitteena oli oppia enemmän virtuaalitodellisuuden teoriasta ja käytännöistä ja tehdä tämä tieto lähestyttävämmäksi muille asiasta kiinnostuneille. Työn teoreettisen viitekehyksen pohjaksi toteutettiin kirjallisuuskatsauksen tyylinen pienoistutkielma VR-sisällön suunnittelua ja tuottamista käsittelevistä lähteistä. Tämän tueksi havainnointiin myös omaa toimintaa ja kirjoitettiin työpäiväkirjaa työharjoittelun aikana. Tekijä oli osana työharjoitteluaan mukana Aalto-yliopiston elokuvataiteen ja lavastustaiteen laitoksen tuotantona toteutetussa <i>Ego Cure</i> VR-lyhytelokuvaprojektissa 3D-artistina ja kenttäsuunnittelijana.</p> <p>Työn lopputuloksena todettiin, että VR-sisältöä suunnitellessa ja toteuttaessa 3D-artistin kannattaa ottaa huomioon monia eri asioita. Tärkeimpiä huomioitavia asioita ovat käyttäjien kokemukset ja pahoinvointia aiheuttavien tekijöiden minimoiminen. Useimpia pelisuunnittelun työtapoja voidaan soveltaa myös VR-suunnitteluun, kunhan ne eivät rajoita innovaatiota ja niitä sovelletaan joustavasti. Virtuaalitodellisuuden parhaat käytännöt ovat vielä suureksi osaksi määrittelemättä, eikä vastaantuleville ongelmille ole välttämättä olemassa valmiiksi laadittuja ratkaisuja.</p>	
Avainsanat	3d, virtuaalitodellisuus

Author Title	Titta Tolvanen VR content creation and design from a 3D artist's perspective
Number of Pages Date	47 pages + 1 appendix 3 May 2017
Degree	Bachelor of Media
Degree Programme	Media Communication
Specialisation option	3D animation and Visualization
Instructor	Kristian Simolin, Senior Lecturer
<p>The subject of this thesis is virtual reality content creation and it discusses useful concepts related to the theory and practice behind VR design from a 3D artist's perspective. This thesis aims to answer the question of what 3D-artists should consider while designing and producing VR content. The objective of this thesis was to learn more about virtual reality and to make this collected information more approachable and accessible to anyone who is interested in learning more about the theory and practice of virtual reality. This study was carried out in spring 2017 and to support the theoretical framework of this thesis, a miniature literature review was created. The author also wrote down notes and made observations during their internship at Aalto University's Department of Film, Television and Scenography, where they worked as a 3D artist and level designer in the VR short film production <i>Ego Cure</i>.</p> <p>It was concluded that a 3D artist should consider various things while designing and producing VR content. The most important things to consider are user experience and minimization of factors that can cause VR sickness. Most game design practices can also be applied to VR design, as long as they do not limit innovation and are applied flexibly. The best practices of virtual reality are still largely undefined, and many encountered problems do not have any existing solutions.</p>	
Keywords	3d, virtual reality

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Virtuaalitodellisuuden käsitteitä	2
2.1	Virtuaalitodellisuus	2
2.2	Immersio	4
2.3	Läsnäolon tunne	5
2.3.1	Realismin tavoittelu	7
2.3.2	Uskottavuussitoumus	9
2.3.3	Swayze-efekti	10
3	VR-suunnittelu	14
3.1	Havaintokyky	14
3.2	Haitalliset terveysvaikutukset	17
3.3	Iteratiivinen suunnittelu	21
4	Siirtyminen VR-sisällön tuottamiseen	23
4.1	Ego Cure -lyhytelokuva	23
4.2	3D-mallintaminen ja -animaatio	25
4.3	Kenttäsuunnittelu	33
5	Pohdinta	41
	Lähteet	43
	Liitteet	
	Liite 1. Iteratiivisen pelisuunnittelun vaiheet	

1 Johdanto

Virtuaalitodellisuus (lyhyesti VR, *virtual reality*) ja sen mahdollistavat laitteet, -teknologiat ja niiden käyttö on yleistynyt viime vuosina nopeasti. VR-teknologiaa on jo normaalissa arkikäytössä, ja sitä voidaan monipuolisuutensa vuoksi soveltaa monella eri teollisuudenalalla. Erityisesti peli- ja muut viihdealan kehittäjät ovat ajaneet virtuaalitodellisuuden kehitystä. Virtuaalitodellisuudesta on tulossa tulevaisuuden seuraava merkittävä viihteen väline ja ehkä myös tietokoneiden sovellusalusta.

Opinnäytetyöni aiheena on VR-sisällön tuottaminen ja työni käsittelee virtuaalitodellisuutta, siihen liittyviä hyödyllisiä käsitteitä ja sen suunnitteluun suositeltuja työtapoja 3D-artistin näkökulmasta. Olen työharjoittelussani osallistunut 3D-artistina Aalto-yliopiston elokuvataiteen ja lavastustaiteen yksikössä projektiin, jonka tarkoituksena on tuottaa VR-lyhytelokuva. Kokemukseni tässä projektissa eroavat esimerkiksi suurien pelistudioiden projekteista, joten näkökulmani opinnäytetyön aiheeseen onkin siis lähinnä indie-3D-artistin näkökulma.

Tutkimuksellani pyrin vastaamaan kysymykseen siitä, mitä 3D-artistin kannattaa ottaa huomioon suunnitellessaan ja toteuttaessaan VR-sisältöä. Käyn myös läpi, miksi nämä asiat ovat tärkeää ottaa huomioon. Aion myös tarkastella VR-suunnittelua lähinnä käyttäjälähtöisesti ja jättää tarkemman teknologian kuvailemisen vähälle. Työni käsittelee pelkästään virtuaalitodellisuutta 3D-alan ja viihdeteollisuuden näkökulmasta. Rajasin pois Paul Milgramin ja Fumio Kishinon todellisuus-virtuaalisuus-jatkumon arvoasteikolla esiintyvät muut käsitteet kuten lisätty ja häivytetty todellisuus. Päälähteenäni käytin Jason Jeraldin kirjaa *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*.

Virtuaalitodellisuus on ajankohtainen ja oman alani mukainen aihe, johon kannattaa mielestäni perehtyä. Tutkielmani tarkoitus on oppia enemmän virtuaalitodellisuudesta ja VR-sisällön tuottamisesta. Pyrin myös tässä opinnäytetyössä tekemään keräämäni tiedon VR-suunnittelun käytännöistä ja teoriasta lähestyttävämmäksi muille asiasta kiinnostuneille. Olen itse verrattain harjaantumaton virtuaalitodellisuuteen ja sen suunnitteluun liittyvissä asioissa. Työni on siksi suunnattu lähinnä itselleni, mutta koen, että alani opiskelijat tai harrastelijat voivat myös hyötyä tästä työstä. Työn ymmärtämiseen saattaa tarvita perustietämystä 3D-alan perusteista ja tuotannosta.

Opinnäytetyöni alkaa keskeisten käsitteiden aukaisemisella. Määrittelen, mitä virtuaalitodellisuus on ja selitän, mitä immersio ja läsnäolon tunne virtuaalitodellisuudessa tarkoittavat. Luvussa 3 kerron VR-suunnitteluun liittyvistä aiheista kuten haitallisista terveysvaikutuksista ja suunnittelumenetelmistä. Seuraavaksi esittelen lyhyesti VR-lyhytelokuvaprojektin, johon osallistuin työharjoitteluni aikana. Ego Cure on lyhytelokuva, joka yhdistää sekä 360- ja 16:9-kuvaa että kokonaan 3D:nä tuotettua materiaalia. Luvussa 4 kerron tämän lisäksi VR-sisällön tuottamiseen siirtymisestä käyttäen esimerkkeinä joitain projektissamme vastaan tulleista tapauksia. Lopuksi pohdin kerättyä materiaalia, kokemuksiani ja mikä on tärkeää VR-suunnittelussa 3D-artistin näkökulmasta.

2 Virtuaalitodellisuuden käsitteitä

2.1 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuus määritellään keinotekoiseksi ympäristöksi, joka koetaan tietokoneen tuottamien aistiärsykkeiden kautta ja jossa käyttäjän toiminta osittain määrittää, mitä ympäristössä tapahtuu. Se viittaa myös teknologiaan, jonka avulla käytetään tai jolla luodaan virtuaalitodellisuutta. (Merriam-Webster.com 2017.) Jason Jerald taas määrittelee kirjassaan *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality* virtuaalitodellisuuden tietokoneen luomaksi digitaaliseksi ympäristöksi, joka voidaan kokea ja jonka kanssa voi olla vuorovaikutuksessa aivan kuin tuo ympäristö olisi todellinen (Jerald 2016, 9). Tässä työssä tulen käyttämään päälähteeni Jeraldin määritelmää, joka tuntuu ihmiskeskeisen VR-suunnittelun kannalta lähestyttävämmältä, koska se ottaa huomioon virtuaalitodellisuuden ja katsojan välisen vuorovaikutteisuuden.

Virtuaalitodellisuus on väline, jonka avulla ihmiset pystyvät jakamaan ideoita ja kokemuksia. Siihen maailmaan, jonka käyttäjä kokee ja johon hän pystyy vaikuttamaan osana tuota kokemusta, viitataan virtuaalimaailmana. VR-kokemukset välittävät keinotekoisia ärsykeitä yhdelle tai useammalle ihmisen aistille. VR-järjestelmät käyttävät yleensä ainakin visuaalisia ja äänellisiä ärsykeitä, mutta myös tunto-, haju- ja makuaistiin perustuvia laitteita on olemassa. (Craig, Sherman & Will 2009, 1.) Viestintävälineenä virtuaalitodellisuudella on paljon potentiaalia ja sen mahdollisuudet avaavat paljon uusia vuorovaikutus- ja kommunikaatiotapoja (Parisi 2016, 1).

VR koostuu kokoelmasta erilaisia teknologioita. Stereoskooppiset näytöt, eli 3D-näytöt tai päässä pidettävät näytöt (*head mounted displays*, HMD), yhdistävät useita kuvia, realistisia optisia vääristymiä ja erikoislinssejä tuottaakseen stereokuvaa, jonka silmämme tulkitsevat kolmiulotteiseksi. Liikkeen tunnistuslaitteistolla VR-laitteisto havaitsee liikkeen ja päivittää 3D-näytön kuvaa riippuen päämme ja kehomme asennosta. Erilaiset syöttölaitteet toimivat peliohjaimina tai käsien tai kehon seuraamiseen tarkoitettuina sensoreina, joilla VR-laitteisto tunnistaa liikettä, eleitä ja komentoja. Tietokone tai mobiilisolvellus alustat pyörittävät virtuaaliodellisuuden katsomiseen ja luomiseen tarvittavaa ohjelmistoa. (Parisi 2016, 3.) Kuviossa 1 ovat Oculus VR:n Oculus Rift-virtuaalilasit ja niiden mukana tulevat muut laitteet.



Kuvio 1. Oculus-kaukosäädin ja -sensori, Rift-virtuaalilasit ja Xbox-ohjain (Oculus VR n.d.).

Jason Jeraldin mukaan VR on kommunikaatiota. Yleensä kommunikaatio määritellään kahden tai useamman henkilön väliseksi vuorovaikutukseksi, mutta Jerald käyttää teoksessaan abstraktimpaa määritelmää: se on energian välitystä kahden itsenäisen kokonaisuuden välillä. Hän toteaa, että kommunikaatiota voi tapahtua myös ihmisen ja teknologian välillä. Hyvin suunniteltua VR-kokemusta voidaan ajatella ihmisen ja koneen välisenä yhteistyönä, jossa sekä koneen tietokoneohjelmisto että laitteisto työskentelevät yhdessä tuottaakseen intuitiivista kommunikaatiota käyttäjän kanssa. VR-suunnittelu huolehtii virtuaalimaailman toimivuuden ja ohjattavuuden kommunikoinnista käyttäjälle ja käyttäjän ja VR-sisällön välisestä suhteesta. (Jerald 2016 10.)

2.2 Immersio

Johanna Huhtala määrittelee pro gradu -tutkielmassaan immersion käyttökokemukseen liittyväksi keskeiseksi käsitteeksi, jolla tarkoitetaan yleisesti vahvaa keskittymisen ja uppoutumisen kokemusta, jota koetaan usein miellyttävinä pidettävien tehtävien yhteydessä. Immersiosta käytetään myös termiä uppoutuminen. (Huhtala 2011, 1, 19.) Hän käsittelee immersiota lähinnä perinteisten kaksiulotteisesti nähtävien pelien näkökulmasta, mutten näe syytä, miksei hänen havaintojaan voisi soveltaa myös virtuaalitodellisuuteen. Monet pelisuunnittelun ajatukset ja käytännöt pätevät edelleen virtuaalitodellisuudessa. Immersion tavoittelu tuntuu olevan oleellista onnistuneelle ja menestyvälle pelisuunnittelulle (Nacke & Lindley 2008, Huhtalan 2011, 18 mukaan). Tietokonepelien tapauksessa immersio on pelaajan kokemaa kokonaisvaltaista ja syvää osallistumisen kokemusta pelin tarjoamien virikkeiden ja virtuaalisen todellisuuden kautta. (Huhtala 2011, 18–19.) Immersiivisissä peleissä ja muissa kokemuksissa käyttäjän tietoinen kokemus reaali maailmasta ja ajan kulumisesta voi hämärtyä tai hävitä kokonaan. Tätä tilaa kutsutaan flow-kokemukseksi (*flow*, myös optimaalinen kokemus tai virtauskokemus). Flow-tila syntyy useimmiten silloin kun pelaajan suorittamat toiminnot ovat tarpeeksi vaikeita vaatiakseen hänen keskittymisensä, mutta eivät niin vaikeita, että aiheuttaisivat turhautumista tai ahdistusta. (Csikszentmihalyi 2008, Jeraldin 2016, 151 mukaan.) Virtuaalitodellisuuden yhteydessä immersion ja flow-tilassa syntyvän oman todellisuuskäsitteilyksen hämärtyminen voisi kuvitella olevan vieläpä helpompaa kuin perinteisiä pelejä pelattaessa.

Mel Slater ja Sylvia Wilbur käsittelevät immersiota virtuaalitodellisuuden näkökulmasta ja määrittelevät sen teknisemmin. He esittivät, että immersion määrä on objektiivisesti arvioitavissa teknologian ominaisuutena. Heidän mukaansa immersio on kuvaus teknologiasta, joka luonnehtii, missä määrin tietokonenäytöt pystyvät luomaan kattavaa, laajamittaista, ympäröivää ja elävää illuusiota todellisuudesta katsojan aisteille. (Slater & Wilbur 1997, 1, 3.) Jerald lyhentää ja kokoaa heidän esittämänsä immersion arviointikriteerit kuuteen keskeiseen osaan:

- Laajamittaisuus (*extensiveness*) kertoo, kuinka monelle aistille VR-sisältö on toteutettu (esim. näkö, kuulo, fyysiset voimat).
- Yhteensopivuus (*matching*) on näiden aistihavaintojen yhdenmukaisuus eli kuinka täsmällisesti esimerkiksi VR-laitteista näkemämme kuva vastaa päämme liikkeitä.

- Ympäriövyys (*surroundness*) kertoo kokemiemme asioiden laajuudesta ja pano-raamisuudesta (esim. näkökentän laajuus eli *field of view*, spatiaalinen audio, 360 asteen jäljitys).
- Elävyys (*vividness*) liittyy koetun sisällön laatuun. Kuvan resoluutio, toistokyky, valaistus ja kuvataajuus (*frame rate*) ovat osa tätä.
- Vuorovaikutuksellisuus (*interactability*) kertoo käyttäjän kyvystä vaikuttaa ja muuttaa asioita virtuaalitodellisuudessa ja miten tuo todellisuus vastaa näihin muutoksiin.
- Juoni (*plot*) on se tarina, joka välittää VR-kokemuksen viestin, tapahtumat ja miten kyseinen virtuaalimaailma ja sen sisältämät itsenäiset kokonaisuudet käytäytyvät. (Jerald 2016, 45.)

Immersio on keino, jolla voidaan herättää käyttäjän mielenkiinto VR-kokemusta kohtaan. Se on osa VR-kokemusta, koska annettujen ärsykkeiden havaitsemiseen ja tulkitsemiseen tarvitaan ihminen. Sillä voidaan johdattaa mieltä, muttei hallita sitä. Kuinka käyttäjä kokee immersion subjektiivisesti, kuuluu käsitteeseen läsnäolosta (*presence*). (Jerald 2016, 46.) Sekä Slater ja Wilbur että Jerald erottavat toisistaan käsitteet immersioista ja läsnäolosta, toisin kuin Huhtala. Otin Huhtalan käyttämän määritelmän mukaan, koska se vastaa lähemmin arkisempaa määritelmää immersioista ja on hyödyllinen immersion ja läsnäolon kokemuksen kuvailemiseen. Pelitutkimuksessa tästä uppoutumisen tunteesta käytetään yleisemmin juuri termiä immersio. Sekä immersio että läsnäolo ovat termeinä määritelty löyhästi keskenään vaihtokelpoisiksi, mitä ne usein ovatkin (McMahan 2003, 68).

2.3 Läsnaolon tunne

Läsnaolon käsitteen ymmärtämiseksi on ensin syytä määritellä lyhyesti mitä suora, epäsuora ja viskeraalinen kommunikaatio ovat. Suora kommunikaatio, kuten jo osittain luvussa 2.1 totesin, on energian välitystä kahden itsenäisen kokonaisuuden välillä ilman välikäsiä tai liitettyjä tulkintoja. VR-kokemuksissa käyttäjän ja sisällön välillä on keinotekoinen välittäjä (VR-laitteisto), joka pyritään tekemään mahdollisimman huomaamattomaksi ja läpinäkyväksi, jotta käyttäjät tunsivat viestivänsä suoraan virtuaalimaailman kanssa. Epäsuora kommunikaatio yhdistää kaksi tai useampaa kokonaisuutta jonkin välikäden kautta. Välittäjän ei tarvitse olla fyysinen, vaan se voi myös olla ymmärryksemme tulkinta maailmasta ja sen tapahtumista ja käytöksestä. Viskeraalinen kommunikaatio on

Jeraldin mukaan ihmisten automaattisiin reaktioihin liittyvää suoraa kommunikaatiota. Esimerkkinä tästä toimii muun muassa astronauttien kokema hämmästyksen tai syvän kunnioituksen tunne heidän katsoessaan maapalloa avaruudesta. Tällaisen viskeraalisen kommunikaation ja kokemuksen kuvaileminen on vaikeaa ja yrittäessämme sanallistaa sitä muille, kokemus muuttuu epäsuoraksi kommunikaatioksi. Kokemuksen selittäminen ei ole sama asia kuin itse kokeminen, eikä tämä suhde muutu virtuaalitodellisuuteen siirryttäessä. (Jerald 2016, 10–11.) Virtuaalitodellisuudessa voitaisiin siis sanoa olevan sekä epäsuoran että suoran kommunikaation piirteitä. Se pystyy myös tuottamaan paljon syvemmän kokemuksen kuin perinteinen kuvaruudulta katsottava media (Oculus Best Practices 2017a, 4).

Läsnäolon määritellään olevan psykologinen tila tai subjektiivinen aistimus, jossa osa tai kaikki yksilön aistihavainnoista eivät pysty tarkasti tiedostamaan teknologian osuutta kyseisessä kokemuksessa, vaikka yksilön senhetkinen kokemus on osittain tai kokonaan teknologian luomaa tai sen läpi siivilöityä (International Society for Presence Research, 2000). Läsnäolo on siis lyhyesti ilmaistuna tunne jossain olemisesta, vaikka sen kokija fyysisesti sijaitsisikin jossain aivan toisessa paikassa. Jerald toteaa läsnäolon olevan uppoutumista täysin johonkin asiaan suoran kommunikaation välityksellä. Koska läsnäolo on sisäinen psykologinen tila ja viskeraalisen kommunikaation muoto, sitä on vaikea kuvailla. Sen ymmärtää vain kokiessa. (Jerald 2016, 11, 46.)

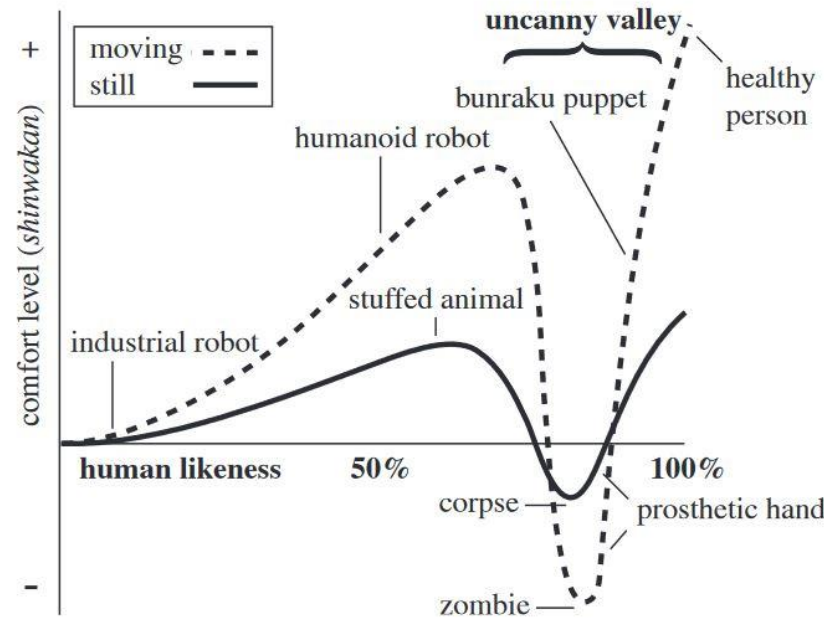
Kun käyttäjät tuntevat olevansa voimakkaasti läsnä VR-kokemuksessa, he eivät välttämättä havaitse tai kiinnitä huomiota teknologiaan ja laitteistoon vaan niiden esittämään virtuaalimaailmaan (Jerald 2016, 46). Huhtala esitti tämän kokemuksen olevan osa immersiota, mutta Jerald lukee sen osaksi läsnäoloa. Jerald toteaa myös läsnäolon olevan sekä käyttäjän että immersion toiminto. Immersio pystyy tuottamaan läsnäolon tunteen, mutta immersio ei aina aiheuta sitä. Immersio kuitenkin pystyy rajoittamaan läsnäoloa ja mitä suuremman läsnäolon tunteen VR-laitteisto pystyy tuottamaan, sitä todennäköisemmin käyttäjä kokee olevansa osa virtuaalimaailmaa. (Jerald 2016, 46.)

Katkos läsnäolossa (*break-in-presence*) tapahtuu, kun virtuaalitodellisuuden illuusio rikkoutuu ja käyttäjä tiedostaa taas todellisen maailman – oikean fyysisen sijaintinsa ja päähän puetun 3D-näytön (Slater & Steed 2000, 14). Esimerkkejä tällaisista katkoksista ovat muun muassa liikkeentunnistuslaitteiston häiriöt ja todellisen maailman irralliset virtuaalimaailmaan liittymättömät tapahtumat kuten äänet tai HMD:n johtoihin tai muihin asioihin kompastuminen. Myös VR-kokemuksessa itsessään voi tapahtua asioita, jotka

muistuttavat käyttäjää virtuaalimaailman keinotekoisuudesta, kuten esimerkiksi toistensa läpi kulkevat objektit. Nämä katkokset läsnäolossa heikentävät VR-kokemusta ja niitä kannattaa välttää niin usein kuin vain on mahdollista. (Jerald 2016, 47.)

2.3.1 Realismin tavoittelu

Onko realismi hyödyllistä virtuaalitodellisuudelle ja läsnäololle? Todellisuuden ajatellaan usein olevan se standardi, johon virtuaalitodellisuuden tulisi pyrkiä tai vaihtoehtoisesti välietappi, joka voidaan ylittää (Jerald 2016, 49). On houkuttelevaa yrittää saada VR-kokemukset vastaamaan todellisuutta mahdollisimman tarkasti, koska aivomme ovat totuneet siihen, miten todellisuutemme toimii. Peliteollisuus on pyrkinyt jo pitkään luomaan hyperrealistisia pelejä, jotka tarvitsevat yhä parempia näytönohjaimia toimiakseen ja näyttääkseen hyvälle. (LaValle 2017, 6.) Realismin tavoittelu on mielestäni mielenkiintoinen pyrkimys, joka ei kuitenkaan sovi kaikkiin projekteihin. Siihen kannattaa panostaa, jos sen ottaa asiakseen. Kannattaa kuitenkin muistaa, että esimerkiksi hyperrealismiin pyrkivät pelit tuntuvat vanhentuvan nopeasti uusien realismin toteuttamistapojen kehittyessä, eivätkä nämä pelit välttämättä säilytä samanlaista tunnetta kuin yksinkertaisemmat ja visuaaliselta ilmeeltään taiteellisemmat tai piirrosmaisemmat pelit. Realismiin pyrkiminen on erityisen vaikeaa ihmismäisissä hahmoissa. Tähän liittyy *uncanny valley* -efekti eli ilmiö, jossa lähes ihmistä muistuttavat piirteet herättävät katsojassa inhoa ja rauhatomuutta (OxfordDictionaries.com 2017). Kuvio 2 on yksi versio alkuperäisestä *uncanny valley* -efektiä havainnollistavasta kuvaajasta. Se vertaa katsojan viihtyvyyttä erilaisien asioiden ihmismäisyyteen niiden ollessa paikallaan ja liikkeessä. *Uncanny valley* -hypoteesin mukaan katsojan viihtyvyys kasvaa tiettyyn pisteeseen asti, kunnes katsoja alkaa tuntea olonsa epämukavaksi melkein ihmismäisten piirteiden takia. Kuvion käyrissä esiintyviin notkahduksiin ennen täydellisen yhdennäköisyyden saavuttamista viitataan termillä *uncanny valley*. (Masahiro 2012.) *Uncanny valley* on enemmänkin yksinkertainen selittävä teoria kuin tieteellisen datan tukema fakta. (Jerald 2016, 50.) Aalto-yliopiston opiskelijat esittivät vuonna 2015 toteuttamassaan tutkimuksessa, että *uncanny valley* aiheuttaa useimmiten huvittuneisuutta ja muita positiivisempia tunteita pelon ja inhon sijaan. Tutkimuksessaan he kutsuivat tätä ilmiötä nimellä *funcanny valley*. (Mäkäräinen, Kätsyri, Förger & Takala 2015, 6.) Huvittuneisuus voi tietysti olla läsnäolon tunteen säilymiselle yhtä haitallista kuin inhoreaktiokin ja *uncanny valley* kannattaa siis tästäkin syystä ottaa huomioon VR-projektin suunnitteluvaiheessa ja mietittäessä realististen hahmojen tekemisen kannattavuutta. Jerald tosin toteaa yksinkertaisesti, että piirrosmaisemat hahmot vain toimivan usein paljon paremmin (Jerald 2016, 50).



Kuvio 2. *Uncanny valley* -hypoteesia havainnollistava kuvaaja katsojan viihtyvyydestä suhteessa asioiden ihmismäisyyteen. (Ho & Dorman 2010, 2.)

Toinen syy miksi realismin tavoittelu ei ole välttämättä hyväksi virtuaalitodellisuudelle on se, ettei läsnäolon tunne vaadi hyperrealismia. Tärkeämpiä läsnäolon tunnetta vahvistavia asioita ovat esimerkiksi laitteiden reagoivuus, hahmojen liike ja syvyyden hahmottavista edistävät keinot. Yksinkertainen piirrosmainen maailma voi tuntua yhtä todelliselta kuin 3D-skannereilla kuvattu. Jeraldin mukaan läsnäolon tunnetta herättävät VR-kokemukset voidaan sijoittaa ainakin kolmelle eri asteikolle, joita VR-sisällön tuottajien kannattaa harkita. Näiden asteikkojen ääripäät eivät ole toistaan parempia ja se minkä kohdan niistä valitaan, riippuu täysin projektin visiosta ja tavoitteesta. Näitä asteikkoja Jerald nimittää yhteisesti termillä *fidelity continua* ja niistä ensimmäinen on edustuksellinen tarkkuus (*representational fidelity*). Se kertoo, missä määrin VR-kokemus välittää katsojalle paikan, joka on tai voisi olla maapallolla. Tämän asteikon korkeaan ääripäähän voisi asettaa fotorealistic immersiivisen elokuvan, joka kuvataan syvyyskameroilla ja mikrofoneilla ja luodaan uudelleen virtuaalitodellisuudessa. Matalaan päähän tulevat puhtaasti abstraktit tai epäesineelliset maailmat, joissa ei välttämättä ole viitteitä oikeasta todellisuudesta. Jeraldin seuraava asteikko on vuorovaikutuksellinen tarkkuus (*interaction fidelity*). Se määrittää miten tarkasti virtuaalitodellisuudessa suoritettavat fyysiset toimenpiteet vastaavat todellisen maailman toimintoja. Tarkasti todellisuutta vastaavilla toiminnoilla on korkea vuorovaikutuksellinen tarkkuus, kun taas toiminnoilla, jotka eivät

vaadi fyysistä liikettä napinpainallusta enempää, on matala vuorovaikutuksellinen tarkkuus. Kokemusperäinen tarkkuus (*experiential fidelity*) on viimeinen Jeraldin asteikoista ja se kertoo miten tarkasti käyttäjän henkilökohtainen kokemus vastaa VR-kokemuksen tekijän tarkoittamaa kokemusta. VR-kokemukset, joilla on korkea kokemusperäinen tarkkuus vastaavat täysin sen kokemuksen tekijän tarkoitusta. VR-kokemuksilla, joissa käyttäjä voi vaeltaa vapaasti, jonka mahdollisuudet ovat rajattomat ja jonka jokainen käyttökerta on erilainen, on matala kokemusperäinen tarkkuus. VR-sisällön tuottajan kannattaa projektin alussa päättää minne näiden asteikkojen tasolle haluaa projektinsa sijoittuvan. (Jerald 2016, 50–52, 54, 289.)

2.3.2 Uskottavuussitoumus

Jerald painottaa läsnäolon tunteen tärkeyttä VR-kokemuksille, mutta asiaa voidaan tarkastella toisestakin näkökulmasta. Kimberly Voll kyseenalaistaa läsnäolon tunteen saavuttamisen käyttämistä VR-kokemuksien laadun mittatikkuna. Hänen mielestään läsnäolon ”historiallinen” käyttö oli hyödyllinen mitta ihmisten tajunnan ja muiden siihen liittyvien asioiden ymmärtämiselle ja auttaa pelisuunnittelua sekä virtuaalitodellisuudessa että muualla. Palautteena lauseen ”tunsin olevani niin läsnä” kuuleminen on Vollista palkitsevaa, mutta vähemmän hyödyllistä VR-suunnittelijalle. Hän pitää tärkeämpänä niiden asioiden ymmärtämistä, jotka vievät ihmisten mielenkiinnon virtuaalitodellisuudessa läsnäolon tunteen uutuudenviehätyksen jälkeen, ja kuinka virtuaalimaailmat säilyttävät uskottavuutensa ja tarjoavat merkityksellistä toimintaa katsojalle. Läsnäolon sijaan Voll on itse alkanut käyttää enemmän omaa mielikuvaansa käsitteestä *fidelity contract* (uskottavuussitoumus), joka viittaa pelaajien ja katsojien toiveisiin ja VR-kokemukselle asetettuihin odotuksiin. (Voll 2015.) Nämä sitoumukset ovat sanattomia sääntöjä, joita VR-sisällön tuottajien tulee noudattaa säilyttääkseen virtuaalimaailmansa uskottavuuden ja katsojan tyytyväisyyden. VR-sisällön tuottajat päättävät usein itse, mitä sääntöjä he sitoutuvat noudattamaan luodessaan virtuaalimaailmoidensa objekteja ja niiden käyttömahdollisuuksia (*affordances*). (Voll 2016.) Käyttömahdollisuudet määrittävät mitkä toiminnot ovat mahdollisia ja miten käyttäjä pystyy vaikuttamaan asioihin. Ne eivät ole ominaisuus, vaan suhde käyttäjän käytössä olevien kykyjen ja muiden asioiden ja objektien ominaisuuksien välillä. Virtuaalihuoneen seinällä sijaitsevalla valokatkaisimella käyttäjä voi esimerkiksi vaikuttaa huoneen valaistukseen – tuolla valokatkaisimella on siten käyttömahdollisuuksia. (Jerald 2016, 278–279.) VR-suunnittelijan asettamien sitoumusten täyttämässä epäonnistuminen voi saada katsojassa tai pelaajassa aikaan hyvinkin negatiivisia reaktioita. Jos pelaaja pystyy esimerkiksi avaamaan yhden vetolaatikon kaapissa,

hän olettaa muidenkin laatikoiden olevan avattavissa. Jos näin ei ole, kokemus voi olla pelaajalle turhauttava, aiheuttaa pettymystä ja saada hänet epäilemään koko kokemusta. Aivomme odottavat yhtenäisyyttä ja huomaavat poikkeavuudet nopeasti, mikä johtaa läsnäolon tunteen rikkoutumiseen. VR-suunnittelijan ei kannata sitoutua tasolle, jota ei voida ylläpitää pelaajien käytössä. (Voll 2016.)

Fidelity contract on tärkeä osa interaktiivisten VR-kokemusten luomisprosessia. Siinä läsnäolon tunteen saavuttamisen merkitys laskee, ja sen sijaan huomiota tuodaan virtuaaliympäristön käyttömahdollisuuksiin. Käyttömahdollisuuksiin keskittyttäessä onnistuneen interaktiivisen VR-kokemuksen mitaksi tulee siten ennemminkin *user agency*. Eli käyttäjän tarkoituksellisuuden tunne ja se, että toteutuivatko ne asiat, mitä hän halusi virtuaalimaailmassa tehdä. Näihin sitoumuksiin keskittyminen voi johtaa läsnäolon tunteen voimistumiseen. Ne myös sallivat kokemukset, joissa käyttäjät eivät niinkään tunne olevansa yhtä kirjaimellisesti läsnä, vaan ovat muutoin uppoutuneita kokemukseen. (Voll 2015.) Tämän luvun huomioidut ovat tärkeämpiä nimenomaan interaktiivisille kokemuksille. Käyttäjän osalta passiivisempia kokemuksia käsitellään todennäköisesti eri tavalla.

2.3.3 Swayze-efekti

Käyttäjä voi tuntea olevansa läsnä VR-kokemuksessa, mutta jäädä silti kaipaamaan jonkinlaista kytköstä kokemuksen ympäristöön, henkilöihin ja tarinaan. Swayze-efekti kuvaa tätä läsnäolon tunteesta huolimatta ilmenevää suhteen puutetta ympäröivään maailmaan. Tästä voidaan käyttää esimerkkinä vuonna 1990 ilmestynyttä Ghost-elokuvaa. Elokuvan päähenkilö on kuollut, eikä kukaan näe tai tiedosta häntä, vaikka hän onkin edelleen osa tarinan maailmaa. (Burdette 2015.)

Oculus Story Studion kehittäjät huomasivat *Lost*-lyhytanimaatiotaan toteuttaessa, että mitä enemmän he lisäsivät läsnäolon tunnetta kasvattavia keinoja, sitä irrallisemmalta heidän VR-kokemuksensa tarina tuntui. Tarina ei saanut heitä välittämään sen tapahtumista. He pohtivat tähän monia perinteisempiä syitä, kuten esimerkiksi animaatioiden pituuksia, tarinan hidasta etenemistä, kohtauksen valaistusta ja niin edelleen. He myös miettivät, onko mahdollista, että läsnäolon tunne ja tarina kumoavat toistensa vaikutuksen. Jos käyttäjä keskittyy virtuaalitodellisuuden tuottamaan läsnäolon tunteeseen ja VR-kokemuksen ympäristöön, he kiinnittävät vuorostaan vähemmän huomiota VR-kokemuksen tarinaan. Tarinaan keskittyessä katsoja ei vuorostaan koe olevansa yhtä voimakkaasti läsnä kokemuksen ympäristössä. Mitä pitää tehdä, jotta katsoja sekä tuntee

kokemuksen tuottaman läsnäolon tunteen että kiinnostuu tarinasta ja sen henkilöistä? (Burdette 2015.) Burdette ei kuitenkaan esitä syytä miksei VR-kokemuksen hahmojen tekemisiä ja tarinaa voi laskea sen VR-kokemuksen osaksi, josta läsnäolon tunne syntyy. Paitsi tietenkin, jos ajatellaan, että hahmot laskevat läsnäolon tunnetta jättämällä katsojan tiedostamatta. Jos tietoiset hahmot eivät huomioi katsojaa, katsoja saattaa kokea, ettei hän olekaan osa tätä kokemusta. Hänen läsnäolollaan ei ole merkitystä, niinpä hänen tarinassa ja sen maailmassa kokemansa läsnäolon tunne laskee.

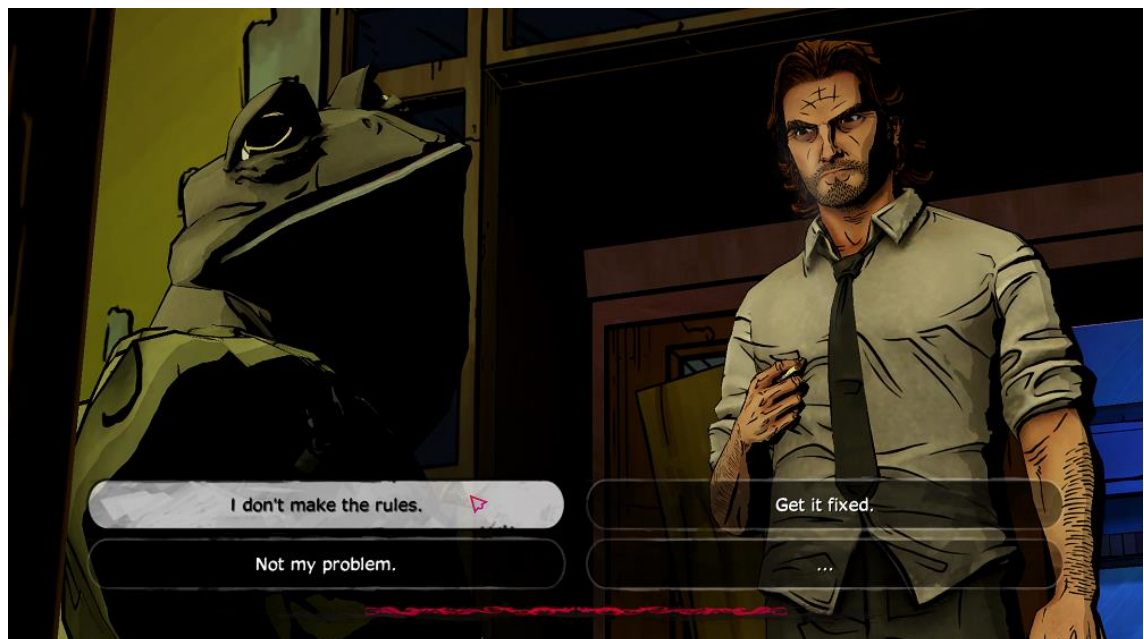
Story Studio alkoi suorittaa pieniä kokeita tarinan ja läsnäolon välisen tasapainon löytämiseksi sekä niiden välisen katkoksen korjaamiseksi. He kokeilivat muun muassa lisätä läsnäoloa tuomalla ympäröivää kasvistoa katsojan tielle, jotta hänen täytyisi kurotella niiden ympäri nähdäkseen tapahtumat. Näkökentän peittäminen koettiin kuitenkin ärsyttäväksi ja lähellä olevien lehtien katselu vei vielä enemmän huomiota itse tarinalta. Lopulta he laittoivat tarinassa olevan robottikäden kävelemään katsojan luo ja ”haistelemaan” tätä (kuvio 3). (Burdette 2015.) Tällä pienellä interaktiolla he saivat tarinan hahmon osallistumaan läsnäolon tunteen tuottamiseen.



Kuvio 3. *Lost*-lyhytelokuvan robottikäsi ”haistelee” katsojaa (*Lost*, Oculus Story Studio 2015).

Katsojan toiminnan ja tarkoituksellisuuden (*viewer agency*) puute luo näkymättömän seinän katsojan ja virtuaaliympäristön välille. Tarinan ”näyttelijät” eivät huomioi katsojaa ja tarinan maailma on välinpitämätön katsojan olemassaolosta. Katsoja ei myöskään tämän takia pysty välttämättä muodostamaan mitään yhteyttä VR-kokemuksen hahmoihin,

ympäristöön ja tarinaan. (Burdette 2015.) Tämän Swayze-efektin välttämiseksi katsoja tarvitsee tarkoituksellista toimintaa VR-kokemuksissa. Interaktiivisissa VR-peleissä ja -animaatioissa tämä on melkein välttämätöntä, mutta passiivisemmin katsottavissa kokemuksissa VR-suunnittelijoilla on vaihtoehtoja projektin tavoitteiden mukaan. Jotkut VR-suunnittelijat saattavat välttää elokuviansa ja animaatioidensa pelillistymistä (*gamification*), mutta virtuaalitodellisuudessa esitettävät tarinat voisivat todennäköisesti hyötyä pelien tapaisesta interaktiivisuudesta. Interaktiivisuutta lisätessä erot pelin ja elokuvan välillä hämärtyvät. VR-suunnittelijan pitää tällöin päättää millaisen kokemuksen hän halua luoda, ja onko hänen VR-kokemuksensa katsojan tai pelaajan tarkoitus katsoa tapahtumia sivusta vai osallistua niihin jotenkin. VR-kokemus voi olla myös jotain pelin ja elokuvan väliltä. Telltale Games luo esimerkiksi elokuvallisia pelejä, joissa katsoja seuraa jaksottaisesti ilmestyviä tarinoita, joihin hän pystyy itse vaikuttamaan valinnoillaan. Kuvio 4 on kuvankaappaus *The Wolf Among Us* -pelistä, jossa näkyy yksi pelissä oleva dialogivalinta.



Kuvio 4. *The Wolf Among Us* -peli ja pelaajavalinta dialogipuussa (Telltale Games 2013).

Jos haluaa välttää tällaista tarinallista interaktiivisuutta tai muita pelillisiä elementtejä, VR-suunnittelijat voivat tehdä kokemuksistaan näennäisesti interaktiivisia. Katsojat voivat olla mukana VR-kokemuksen tarinassa ja tehdä asioita, joilla he luulevat vaikuttavansa tarinaan. Joskus myös riittää, että katsojan olemassaolo tiedostetaan, niin kuin *Lost*-lyhytelokuvan robottikäsi tekee. Story Studio tiimi yritti tätä katsojan mukaan ottamista myös heidän toisessa VR-lyhytelokuvassaan *Henry*. Se kertoo yksinäisestä Henry-

siillistä, joka ei pysty ystävystymään kenenkään kanssa piikikkäitten halaustensa takia. Henry pystyi elokuvassa katsomaan animaation katsojaa suoraan silmiin tunteellisten kohtien aikana (kuvio 5). Tämä oli yksi elokuvan suosituimmista asioista, mutta jotkut Story Studion tiimin jäsenet kokivat tämän tarinan kannalta virheelliseksi ratkaisuksi. Se lisäsi läsnäolon tunnetta tarinassa, mutta oli tarinan kanssa ristiriidassa. Henry on yksinäinen, vaikka elokuvan katsoja on hänen kanssaan (Burdette 2015.) Läsnäoloa lisääviä keinoja ja katsojan osuutta tarinassa kannattaa miettiä tarkkaan.



Kuvio 5. Henry-siili pystyi katsomaan katsojaa silmiin (*Henry*, Oculus Story Studio 2016).

Aina on tietysti vaarana, että katsojan toimia oletetaan liikaa. Jos VR-kokemusten tapahtumia kuitenkin sidotaan kiinteästi esimerkiksi sensoreilla havaittuihin liikkeisiin, voidaan saada selkeitä merkkejä joidenkin toimintojen suorittamiseen virtuaalidellisuudessa. VR-kokemuksia suunniteltaessa kannattaa miettiä perusteluja sekä katsojan kyyville vaikuttaa asioihin että hänen passiivisuudelleen. Swayze-efekti ei ole ongelma kaikissa VR-kokemuksissa. Monet tyytyvät katsomaan VR-tarinoita passiivisesti tavallisten elokuvien tapaan. VR-suunnittelijan täytyy vain päättää, millaisen kokemuksen hän tarkalleen haluaa tuottaa katsojalle.

3 VR-suunnittelu

3.1 Havaintokyky

Virtuaalitodellisuuden perusteiden ylittämiseksi ja innovatiivisten VR-kokemusten luomiseksi on hyvä perehtyä ihmisten havaintokykyyn. VR on verrattain uusi media ja luotavissa olevien virtuaalimaailmojen mahdollisuudet ovat enimmäkseen tutkimattomat. Monet uskovatkin näiden mahdollisuuksien olevan lähes rajattomat. Kaikki kokeilut eivät kuitenkaan tuota laadukkaita VR-kokemuksia, ja siksi VR-suunnittelulle onkin tärkeää ymmärtää, miten havaitsemme todellisuutta. VR-suunnittelijat yhdistävät monta aistia yhteen kokemukseen, joka voivat jopa aiheuttaa fyysistä pahoinvointia, jos nämä aistimukset eivät ole yhtenäisiä. Mitä paremmin ymmärrämme ihmisten havaintokykyä, sitä parempia VR-kokemuksia pystymme kehittämään. (Jerald 2016, 56.) Tässä luvussa aion käsitellä lähinnä visuaaliseen havaintokykyyn liittyviä asioita. Rajaan pois muut aistit ja niihin liittyvät keinot. En myöskään aio käsitellä, miten aistielimemme toimivat biologisella tasolla.

Aistimamme asiat eivät ole pelkästään heijastus meitä ympäröivästä maailmasta. Me luomme omissa mielissämme sen todellisuuden, jossa ajattelemme elävämme. Objekttiivinen todellisuus (*objective reality*) on se maailma, joka on olemassa itsenäisesti ja ilman mitään tietoisuutta, joka havaitsee sen. Objekttiivinen todellisuus on mahdotonta havaita juuri sellaisena kuin se on, koska havaitsemme sen oman subjektiivisuutemme välityksellä. Subjektiivinen todellisuus (*subjective reality*) on yksilön omassa mielessään tulkittava ja kokema versio objektiivisesta todellisuudesta. Suuri osa havainnoistamme koostuu omista menneisyyden tapahtumien versioista, jotka uskomme totuudeksi tällä hetkellä. VR-suunnittelijoiden tavoite on luoda keinotekoisia kokemuksia, jotka esittäytyvät todellisina käyttäjille. Todellisuutta voi muovata ja omien näkemyksiemme erottaminen tästä todellisuudesta ja havainnoistamme on mahdotonta. Jeraldin mukaan pääsemme virtuaalitodellisuudessa kokemaan toisten ihmisten todellisuuksia oman subjektiivisuutemme välityksellä ja luomaan objektiivisiä todellisuuksia, jotka kommunikoivat suuremmin toisten ihmisten kanssa kuin esimerkiksi kirjat. Jerald kuitenkin toteaa, että virtuaalitodellisuus antaa meille mahdollisuuden poistaa vain osan synteettisten maailmojen subjektiivisuudesta kontrolloimalla niiden olosuhteita laboratorio tavoin. VR-kokemukset tapahtuvat pitkälti yksilöiden omissa mielissä, mutta ymmärtämällä aistimuspro-

sessien toimintaa pystymme johdattamaan ihmisten mieliä kokemaan luomamme todellisuudet tarkoittamallamme tavalla. (Jerald 2016, 61.) Näin voimme siis pyrkiä kasvattamaan virtuaalimaailmamme kokemusperäistä tarkkuutta. Jerald kuitenkin muistuttaa, ettei virtuaalitodellisuuden tarvitse kopioida todellisuutta. VR-suunnittelijoiden täytyy vain esittää tärkeimmät ärsykkeet hyvin ja käyttäjän mieli täydentää loput. (Jerald 2016, 59–61.)

Näkökentällä (*field of view*, lyhyesti FOV) tarkoitetaan sitä aluetta, jonka henkilö näkee liikuttamatta silmiään. Se voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: keskeiseen näköön (*central vision*) ja perifeeriseen näköön (näkökenttämme reuna-alueiden näkö, *peripheral vision*). Näkökentän keskiosa on tärkeä tarkassa katsomisessa, kun taas perifeeriseen näköön kuuluvat laitaosat ovat tärkeitä liikkumisessa ja ympäristön tapahtumien seuraamisessa. (Hyvärinen 2001.) Keskeisellä ja perifeerisellä näöllä on muitakin eroavia ominaisuuksia. Keskeinen näkö on väriherkkä ja optimoitu kirkkaisiin päiväolosuhteisiin. Perifeerinen näkö puolestaan on vähemmän herkkä väreille ja valon pitkille aaltopituuksille (punaiselle valolle) ja herkempi valolle pimeämissä olosuhteissa. Perifeerinen näkö huomaa myös paremmin nopean liikkeen tai väreilyn, mutta on huonompi hitaiden liikkeiden tunnistamisessa. Vaikka käytämme lähinnä keskeistä näköä yksityiskohtien näkemiseen, myös perifeerinen näkö on erittäin tärkeä sekä virtuaaliselle että oikealle maailmalle. Näkökenttämme laajuus on kulmamitta siitä, mitä pystymme näkemään kerralla yhdestä pisteestä. Ihmisen molemmat silmät pystyvät paikallaan näkemään noin 200° alueelle suoraan eteenpäin katsottaessa. Liikuttamalla silmiämme, päättämme ja kehoamme pystymme lisäksi näkemään paljon laajemmalle alueelle, josta käytetään termiä *field of regard* (huomioitava alue). Täysin immersiiivisellä virtuaalitodellisuudella on mahdollisuus tuottaa käyttäjälle 360° pysty- ja vaakasuuntaisen *field of regard*-alueen. (Jerald 2016, 88–90.) Luvussa 4.3 käsittelen näkökenttää lähemmin kenttäsuunnitteluun liittyen.

Aistimme haalivat jatkuvasti valtavan määrän tietoa, jota kaikkea emme pysty millään käsittelemään samanaikaisesti. Katsojan huomio tai tarkkaavaisuus keskittyy vain osaan tästä tiedon määrästä ja sivuuttaa loput. Katsojan huomion kiinnittänyt tieto prosessoidaan tehokkaammin ja se jää paremmin mieleen. VR-suunnittelijan ei kannata olettaa katsojan huomaavan asioita pelkästään, koska ne ovat katsojan näkökentässä. Katsojan huomio ei välttämättä vastaa hänen katseensa suuntaa ja se voi olla kiinnittynyt johonkin pieneen asiaan ympäristössä tai yleisesti laajalle alueelle koko kohtauksessa. (Jerald 2016, 146, 148, 157.) Ympäriilleen katsominen on osa VR-kokemuksien ydintä, emmekä

voi luottaa siihen, että käyttäjä katsoisi aina sinne, minne haluamme hänen katsovan. Virtuaalimaailmassa käyttäjä ei oikeastaan koskaan voi katsoa pois päin kokemuksesta. Luomiemme VR-kokemusten ja -pelien ei näin kannata rankaista käyttäjiä harhailevasta huomiosta, ellei se sitten ole tarkoituksellista ja kuulu kokemuksen tai pelin ydinideaan. (Voll 2016.) Katsoja ohjaa huomiotaan aktiivisesti ja keskittyy asioihin, jotka ovat hänelle tärkeitä ja vastaavat hänen tavoitteitaan (Jerald 2016, 148). VR-suunnittelijan kannattaa kehittää tilanteita, jotka ohjaavat käyttäjän huomiota ja saavat hänet tekemään, mitä suunnittelija haluaa tai mitä VR-kokemus tarvitsee toimiakseen. Katsojat tai pelaajat ovat vapaampia toimijoita virtuaalitodellisuudessa, ja suunnittelemiemme VR-kokemusten tulisi luonnostaan ajaa heitä haluamaamme suuntaan ja saada heidät kokemaan VR-pelimme tai -elokuvamme tarkoittamallamme tavalla. (Voll 2016.)

Käyttäjän katseen suunnan kontrollin menetys tuo lisää haasteita sekä elokuvantekijöille että VR-sisällön tuottajillekin. Käyttäjän huomiota ja katsetta voi ohjata erilaisilla merkeillä, väreillä, animaatioilla, efekteillä ja äänillä. Muusta ympäristöstä poikkeavat värit esimerkiksi herättävät huomiota ja niillä voidaan vetää katsojan mielenkiinto tärkeämpiin esineisiin. Tekemällä muista vähemmän tärkeitä asioista harmaampia, pystymme häivyttämään niitä taustalle. Värit voivat jopa muuttua kesken kaiken korostamaan jotain tiettyä asiaa, esimerkiksi vaikka jonkin objektin interaktiivisuutta tai käyttömahdollisuuksia. Myös poikkeukselliset esineet tai tavallisten esineiden sijoittelu niille kuulumattomiin paikkoihin voivat vetää katsojan huomiota puoleensa. (Jerald 2016, 258, 238, 157.) Suositeltavaa on myös luopua kokonaan ajatuksesta, että useampi asia tarinassa tapahtuisi samaan aikaan – varsinkin eri puolilla käyttäjää. Tähän apuna virtuaalimaailman voi jakaa useampaan vyöhykkeeseen. Kaikista tärkeimmät tapahtumat ja asiat voivat sijaita yhdessä ensisijaisessa vyöhykkeessä ja muut vähemmän tärkeät muilla vyöhykkeillä. (Jerald 2016, 262, 254.) Luvussa 4.3 tarkastelen näitä vyöhykkeitä ja niiden käyttöä tarkemmin.

Gestalt-psykologian, eli hahmopsykologian, hahmolait (*principles of perceptual organization*) ovat hyödyllisiä VR-suunnittelulle. Hahmolakien perusajatuksessa hahmotuskykymme riippuu siitä, miten jaottelemme objekteja ja niiden ympäristön. *Figure-ground problem* (kohde-alusta-ongelma) on hahmolakeihin liittyvä ilmiö, jolla määritellään etualan ja taustan suhde. Objekteilla on taipumus erottua selkeästi taustastaan. *Figure* (kohde) on ryhmä viivoja, joilla on objektimaisia ominaisuuksia mielessämme. *Ground* (alusta) tuntuu ulottuvan näiden kohteiden taakse. Kohteen ja alustan välinen raja näyttää olevan osa kohdetta. Kohteella on yleensä selvästi erottuva muoto ja se

näyttää samassa valaistuksessa usein kirkkaammalta tai tummemmalta kuin alusta. Se nähdään rikkaampana, merkityksellisempänä ja muistetaan helpommin. Sillä on esineen luonteenpiirteet ja se on omiaan ehdottamaan merkitystä. Alustalla on puolestaan vähemmän muotoja ja kontrasteja, eikä välttämättä niin selkeää tiedostettavaa merkitystä. Se toimii yleensä vakaana referenssinä liikkeen havaitsemisen helpottamiseksi. Aivomme käsittelevät kohteiksi luokiteltavia asioita tarkemmin kuin alustaa. Moni asia vaikuttaa luokitteluprosessiin. Objektit ovat usein kuperia, mistä johtuen kuperat muodot nähdään usein kohteina. Näemme kohteina myös muutkin tuttuihin objekteihin yhdistämämme muodot. Matalat kohtauksen alueet taas nähdään helpommin alustana. Syvyyttä vihjaavat asiat kuten esimerkiksi objektien limittäinen asettelu, lineaarinen perspektiivi ja liikeparallaksi (*motion parallax* eli se, miten esineet liikkuvat suhteessa toisiinsa katsojan liikkeessä) vaikuttavat suuresti siihen, mitä näemme kohteena ja alustana. (Jerald 2016, 230, 236.)

3.2 Haitalliset terveysvaikutukset

Moni kertoo VR-kokemusten aiheuttaneen heille pahoinvointia joko katselukokemuksen aikana tai takautuvasti kokemuksen jälkeen. Ihmiskeskeiselle VR-suunnittelulle on hyvin tärkeää yrittää minimoida kaikki mahdollinen VR-sisällön katsomisesta johtuva epämu-kavuus ja haitalliset terveysvaikutukset. Jerald määrittää haitalliset terveysvaikutukset tässä yhteydessä miksi tahansa VR-laitteiston tai -ohjelmiston aiheuttamaksi ongelmaksi, joka heikentää käyttäjän terveyttä. Tällaisia ongelmia aiheuttavat muun muassa näennäinen oman kehon liikkuminen virtuaaliympäristössä, laitteiston virheellinen kalibrointi, viiveet ohjelmiston reagoinnissa, fyysiset esteet ja jopa huono hygienia. Erilaisten käyttäjien kokemia virtuaalitodellisuuden negatiivisia seurauksia ei välttämättä pystytä poistamaan koskaan, mutta hyvällä VR-suunnittelulla pystymme vähintäänkin vähentämään niiden vakavuutta ja kestoja. (Jerald 2016, 159.) Käsittelen tässä luvussa lähinnä VR-sisällön aiheuttamaa liikepahoinvointia ja sen vähentämistä. Rajaan aiheeni ulkopuolelle muut terveydelliset haittavaikutukset ja keskityn asioihin joihin 3D-artisti ja -animattori pystyvät periaatteessa vaikuttamaan.

VR-pahoinvoinnilla on monta eri nimeä (*motion sickness, cyber sickness, simulator sickness*), joita käytetään usein virheellisesti. Kaikelle virtuaalitodellisuudesta johtuvalle pahoinvoinnille ei ole tällä hetkellä käytössä yleisesti hyväksyttyä termiä, mutta Jerald käyttää yleisesti termiä VR-pahoinvointi. (Jerald 2016, 160.)

Motion sickness käännetään suomeksi matkapahoinvoinniksi, mikä on vain yksi tällaisen pahoinvoinnin muoto. Käytän tässä tutkielmassani matkapahoinvoinnin sijaan käännöstä liikepahoinvointi, joka on mielestäni lähempänä alkuperäistä termiä ja kattaa myös muunlaisen liikkeestä johtuvan pahoinvoinnin, eikä pelkästään matkustamisesta johtuvan. Liikepahoinvointi määritellään haitallisina oireina ja helposti havaittavissa olevina merkkeinä, jotka liitetään oikealle tai näennäiselle liikkeelle altistumiseen. Tavallisimpia liikepahoinvoinnin oireita ovat esimerkiksi huimaus, päänsärky, hämmennys ja koordinaatio-ongelmat, pahoinvointi ja muut lievät vatsavaivat, kylmä hiki ja pahimmillaan oksentaminen. (Lawson 2014, 532, 543–547.) Näennäisestä liikkeestä johtuva liikepahoinvointi on yleisin virtuaalitodellisuudesta johtuva negatiivinen terveysvaikutus (Kennedy & Lillenthal 1995). Sen kokija on usein itse paikallaan, mutta kokee pakottavaa oman kehonsa liikkumisen tunnetta muiden liikkuvien kuvien kautta (LaViola 2000, 47). Jerald käyttää tästä näennäisestä oman kehon liikkeen illuusiosta termiä vektio (*vection*) (Jerald 2016, 136). Todellisessa maailmasta esiintyvä esimerkki vekiosta on muun muassa se tunne, kun viereinen juna lähtee liikkeelle asemalta ja luulet oman junasi liikkuvan tuon viereisen junan sijaan.

Liikepahoinvoinnin syyille on esitetty monia teorioita, joita on hyödyllistä tarkastella VR-sisältöä suunniteltaessa ja arvioidessa. Esittelen lyhyesti kaksi toisiinsa liittyvää teoriaa, jotka ovat mielestäni 3D-artistille hyödyllisimmät tiedostaa. *Sensory conflict theory* (aistimuksellinen ristiriitateoria) on nykyään yleisimmin hyväksytty selitys liikepahoinvoinnin oireiden syntyiselle (Harm 2002, Jeraldin 2016, 165 mukaan). Tämän teorian mukaan liikepahoinvointia voi esiintyä, kun ympäristöstä saamamme aistihavainnot eivät täsmää toisiinsa tai sovi odotuksiimme. Teoria viittaa lähinnä näköaistin ja vestibulaarisen järjestelmän (joka koordinoi liikettämme tilassa ja tasapainon hallintaa) havaintojen eroihin. Virtuaalitodellisuudessa näkö- ja kuulohavaintomme tulevat simulaatiosta ja kehon liikkeeseen ja asentoon liittyvät havainnot tulevat todellisesta maailmasta. Erot näissä luovat ristiriidan aistihavainnoissa, mikä voi johtaa pahoinvoinnin tunteen syntymiseen. Liikepahoinvointia voi syntyä esimerkiksi käyttäjän ohjatessa itseään ohjaimella eteenpäin virtuaalitodellisuudessa. Tällöin hän näkee liikkuvansa eteenpäin, mutta hänen vestibulaarinen järjestelmänsä kertoo hänen istuvan paikallaan. VR-sisällön tuottajien haasteena on saada nämä kaksi osapuolta vastaamaan toisiaan mahdollisimman tarkasti liikepahoinvoinnin minimoimiseksi. (Reason & Brand 1975, Jeraldin 2016, 165 mukaan.) Pahoinvoinnin saamisen helppous on tietysti yksilöllistä. Itse olen huomannut, että pystyn ohjaamaan näppäimistöllä ja ohjaimilla liikettäni virtuaalitodellisuudessa ilman ongel-

maa. Aivoni tekevät tässä tapauksessa jonkin yhteyden napin painallusliikkeeni ja näkemäni liikkeen välille, mutta saan lieviä liikepahoinvoinnin oireita melkein heti kun joku toinen siirtyy ohjaamaan liikettäni virtuaalitodellisuudessa. Tämä on verrattavissa autolla ajamiseen. Matkustajat saavat todennäköisemmin matkapahoinvointia kuin kuljettajat, koska heillä ei ole käytössä ajamisesta saatua tietoa auton liikkeistä (Bos, Bles & Groen 2007, 50).

Toinen hyödyllinen teoria on *rest frame hypothesis* (lepokuvahypoteesi), jonka mukaan liikepahoinvointi ei synny suoraan ristiriitaisista aistiärsykkeistä, vaan näiden ärsykkeiden vihjaamista ristiriidoista siinä, mitä aivomme tulkitsevat liikkuvaksi tai paikallaan olevaksi. Aivomme valitsevat ja nimittävät ympäristöstämme asioita kiinteiksi tai eräänlaisiksi kiintopisteiksi ympäristön ja liikkeen ymmärtämisen nopeuttamiseksi. Näistä kiinteistä asioista käytetään termiä *rest frame* (lepokuva). *Rest frame* on ympäristön tai kohtauksen osa, johon katsoja suhteuttaa kaiken liikkeen. Näitä kiintopisteitä voi olla useampia ja niistä valitaan normaalisti yksi vertailukohteeksi tilallisille arvioille. Todellisessa maailmassa tähän osaan päätyvät tavallisesti ympäristö tai maanpinta. Aivoille on paljon helpompaa arvioida oman käden liikettä suhteessa ympäröivään huoneeseen kuin toisin päin. Liikepahoinvointia syntyy *rest frame* -hypoteesin mukaan, kun havaittu liike ei vastaa tätä aivojen luomaa mallia kiintopisteistä. (Prothero & Parker 2003, 47–54.) VR-suunnittelijan tulisi tehdä näistä kiintopisteistä yhdenmukaisia aina kun mahdollista sen sijaan, että yhdenmukaistaisi kaiken liikkeen kohtauksessa. Jerald ehdottaakin kaikkien kohtauksessa esiintyvien asioiden jakamista kiintopisteisiin ja muuhun liikkuvaan sisältöön. Kiintopisteiden tulisi säilyä yhtenäisinä suhteessa käyttäjän vestibulaarisen järjestelmän havaintoihin liikkeestä. (Jerald 2016, 167–168.)

Scene motion (kohtausliike) on koko virtuaalimaailman näkyvää liikettä, jota ei yleensä tapahdu todellisessa maailmassa. Se voi olla tarkoituksellista esimerkiksi, jos virtuaalimaailman halutaan käyttäytyvä selkeästi todellisesta maailmasta poikkeavasti. Havaittavissa oleva *scene motion* voi heikentää VR-kokemusta aiheuttamalla liikepahoinvointia, alentamalla visuaalista tarkkuutta ja vähentämällä läsnäolon tuntua. Virtuaalitodellisuudessa vektion syynä on yleensä koko ympäröivän maailman liike paikallaan pysyvän käyttäjän ympärillä. Vaikka vektion syynä onkin usein *scene motion*, se ei välttämättä aina aiheuta liikepahoinvointia. Vektio on myös mahdollista tasaisella lineaarisella liikenopeudella, mikä ei tunnu aiheuttavan yhtä paljon liikepahoinvointia muunlaisiin liikkeisiin verrattuna. Ongelmia vektion kanssa syntyy ympäristön liikkuesssa muilla tavoilla. Jos

visuaalinen ympäristö liikkuu itsenäisesti ja katsojan fyysisestä liikkeestä riippumattomasti, käyttäjä voi saada *sensory conflict* -teorian mukaista liikepahoinvointia fyysisten havaintojen ja näköhavaintojen välisestä yhteensopimattomuudesta. Tämä yhteensopimattomuus on erityisen häiritsevää liikkeen nopeuden kiihtyessä, koska korviemme tasapainoelimet eivät aisti samaa kiihtyvyyttä, jonka näemme. Yhteensopimattomuudet eivät tuota yhtä suurta reaktiota, jos liike on tasaista, koska nuo elimet eivät havaitse nopeutta. Huolellisella suunnittelulla vekiota ei välttämättä pysty erottamaan oikeasta liikkeestä ja se voi toimia tehokkaana visuaalisena keinona esimerkiksi matkustamisen tunteen välittämiseksi. VR- suunnittelijan tulisi kuitenkin pitää mielessä kulmanopeuden, lineaarisen kiihtyvyyden ja yleensäkin kameran liikuttamisen seuraukset katsojalle (Jerald 2016, 136, 163–164.) VR-pahoinvointia voidaan myös mitata testausvaiheessa erilaisilla kyselyillä. *Kennedy Simulator Sickness Questionnaire* (lyhyesti SSQ) on simulaatiopahoinvoinnin mittaamisen standardi ja sitä voidaan käyttää myös VR-pahoinvoinnin mittaamiseen ja sen syiden selkeyttämiseen. (Jerald 2016, 195–196.)

Oculus VR listaa verkkosivuillaan muun muassa seuraavanlaisia ohjeita VR-pahoinvoinnin välttämiseksi:

- Käyttäjän näkemän kuvan pitäisi vastata käyttäjän pään ja kehon liikkeitä aina, jopa kaikissa valikoissa, välianimaatioissa ja pysähdyksien aikana.
- Kaikkea käyttäjän katseen ja liikkeen ohjausta, rajoittamista ja nopeuden muuttamista tulisi välttää. Kameran animoiminen voi olla epämiellyttävää käyttäjälle.
- Kirkkaat kuvat ja värit varsinkin näkökenttämme laidoilla voivat luoda huomattavaa näytön vilkkumista ja väräilyä herkille käyttäjille. Epämukavuuden välttämiseksi on suotavaa käyttää tummempia värejä, jos vain mahdollista.
- 2D-elementtejä tai -käyttöliittymää ynnä muuta sellaista ei kannata kiinnittää käyttäjän pään liikkeisiin. Käyttäjän on pystyttävä katsomaan kaikkea päätään kääntämällä.
- Kannattaa välttää asioita, jotka sekoittavat käyttäjän tasapainon ja suhteen ympäristöön, kuten esimerkiksi taivaanrannan ja muun laajan ympäristön liikuttamista ja kääntelyä. (Oculus Best Practices 2017b.)

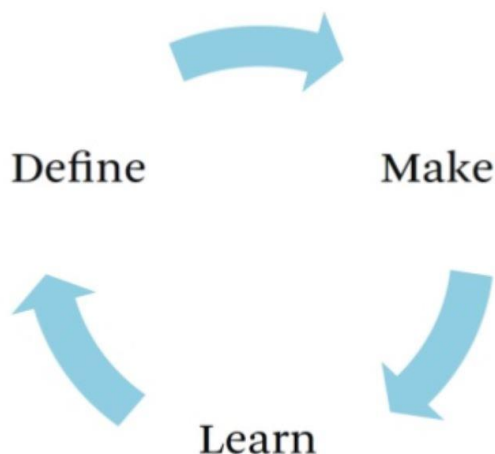
Jerald lisää, että VR-kokemukset kannattaa suunnitella lyhyiksi ja jos käyttäjän liikkeeseen täytyy vaikuttaa, kannattaa pyrkiä käyttämään vain suoria liikeratoja ja lineaarista liikenopeutta. Jos nopeutta täytyy muuttaa, se kannattaa nostaa tai laskea nopeasti tasaisin tasaiseksi vauhdiksi. Äkillinen muutos on parempi kuin vähittäinen kiihdytys. Liike

ja nopeuden muutokset ovat vähemmän ongelmallisia, kun käyttäjä kontrolloi itse aktiivisesti omaa katsettaan. (Jerald 2016, 211, 217–219.) Kaikki nämä ohjeet ovat suosituksia tällä hetkellä käytössä oleville laitteistoille ja tulevat todennäköisesti muuttumaan VR-laitteiden ja -suunnittelun kehittyessä. Käsittelen VR-pahoinvointia vielä lisää luvun 4 yhteydessä.

3.3 Iteratiivinen suunnittelu

Iteratiivinen suunnittelu on suunnittelumenetelmä, joka perustuu toistuvaan koekappaleiden luomiseen, testaukseen, analyysiin ja tuotteen tai prosessin jalostukseen. Uusimmalla versiolla suoritettujen testien tulosten avulla tehdään muutoksia ja pyritään parantamaan tuotteen laatua ja toimivuutta. (Gould 1995.) VR-suunnittelu on suhteellisen nuorta ja sen verran erilaista verrattuna perinteisempiin 2D- ja 3D-suunnitteluprosesseihin, että sille ei vielä ole olemassa kattavia yhdenmukaistettuja menetelmiä. Siksi jatkuva uudelleensuunnittelu, testaus ja palaute oikeilta käyttäjiltä ovat tärkeitä VR-suunnittelussa. (Jerald 2016, 369.) Iteratiivinen suunnittelu on hyödyllistä melkein kaikilla aloilla, mutta VR-suunnittelussa se on melkein välttämätöntä.

Iteratiivinen suunnittelu koostuu yleisen hyväksynnän mukaan projektin määrittelystä, koekappaleiden luomisesta, käyttäjätesteistä ja käyttäjiltä oppimisesta ja jatkuvasta ideoiden parantamisesta. Näiden vaiheiden huolellinen tarkastelu on hyödyllistä miellyttävän VR-käyttäjäkokemuksen optimoimiseksi. Jerald jakaa nämä iteratiivisen suunnittelun osat kolmeen työvaiheeseen: määrittelyvaiheeseen (*define stage*), tekovaiheeseen (*make stage*) ja oppimisvaiheeseen (*learn stage*). Määrittelyvaiheessa päätetään, mitä projektissa tehdään ja siihen liittyvät esimerkiksi projektin perimmäisen idean määrittäminen ja projektin vaatimusten listaus. Tekovaiheessa mietitään, miten määrittelyvaiheen suunnitelmat toteutetaan ja sen jälkeen siirrytään itse toteutukseen. Oppimisvaiheessa tarkastellaan aikaansaannoksia ja pohditaan, mikä toimii ja mikä ei. Testeistä ja analyysistä saadut tulokset ja vastaukset syötetään takaisin määrittelyvaiheeseen, jossa ideoita parannellaan ja jalostetaan eteenpäin. Nämä vaiheet on esitetty yksinkertaisessa muodossaan kuviossa 6, jossa ne näyttävät etenevän ympyrässä peräkkäin. Todellisuudessa ne kuitenkin punoutuvat yhteen ja tapahtuvat usein rinnakkain. (Jerald 2016, 370–371.)



Kuvio 6. Iteratiivisen suunnittelun kolme vaihetta (Jerald 2016, 370).

Jerald puhuu iteratiivisesta suunnittelusta enimmäkseen yleisesti koko VR-projektin suunnittelun näkökulmasta, mutta 3D-artisti tai -animaattori pystyy aivan hyvin soveltamaan tätä samaa työtapaa. Tällainen tapa toteuttaa projektia on ollut käytössä esimerkiksi ohjelmoinnissa ja pelialalla jo pitkään (Luton 2017). Liitteessä 1 on esimerkkikaavio iteratiivisen pelisuunnittelun vaiheista. Kaaviota katsottaessa kannattaa muistaa, että käytettävät työtavat ovat hyvin projektikohtaisia eikä yhtä parasta tapaa ole olemassa, varsinkaan virtuaalitodellisuudessa, joka muuttuu ja kehittyy koko ajan. Projektin ja sitä toteuttavan tiimin koosta riippuen, 3D-artisti ei välttämättä ole mukana määrittelemässä esimerkiksi projektin keskeisimpiä ideoita tai tarinaa, mutta hän voi soveltaa iteratiivista suunnittelua pienemmässä mittakaavassa. Olen itse ainakin huomannut, että VR-projektiin tulevien 3D-mallien ja -animaatioiden kaikissa valmistusvaiheissa on hyvä välillä testata niitä projektin pelimoottorissa ja tarkistaa, miltä ne näyttävät VR-laseilla katsottuna. 3D-mallien ja animaatioiden tuottama läsnäolon tunne ja sen mahdolliset katkokset ovat erityisen hankalia arvioida ja huomata ilman tätä työtapaa. Myös käyttäjäkokemuksen parantamisen ja VR-pahoinvoinnin estämisen kannalta tällainen työskentely on suotavaa. Kaikki animaatiot ja efektit kannattaa testata jo niiden työstämisen alkuvaiheessa näyttämällä ne muille katsojille. Matalalaatuinen ja nopeasti tehty mallimateriaali voi tosin olla harhaanjohtavaa, eikä välttämättä anna tarkkoja tuloksia käyttäjätesteissä (Pauch, Snoddy, Taylor, Watson & Haseltine 1996, 193). Valmis materiaali kannattaa siis myös näyttää katsojille, jotka eivät ole sitä vielä nähneet.

4 Siirtyminen VR-sisällön tuottamiseen

Virtuaalitodellisuus on selkeästi erilainen muihin median muotoihin verrattuna ja sitä kannattaakin lähestyä uutena taiteellisen ilmaisun välineenä. VR-suunnittelussa on myös hyötyä monen eri alan asiantuntemuksesta. Arkkitehtuuri, elokuvat, lavastus ja luonnontieteet ovat pelien ohella hyviä tutkimuskohteita VR-sisällön monipuolisuuden ja uskottavuuden lisäämiseksi. Kaikki aikaisemmin muilla aloilla hyväksi todetut asiat eivät kuitenkaan aina toimi virtuaalitodellisuudessa, ja VR-suunnittelijan täytyy olla valmis luopumaan niistä. (Jerald 2016, 261, 223.) Tähän lukuun kokoan muutamia 3D-artistille hyödyllisiä eri tahojen suosittamia ohjeita VR-sisällön tuottamiseen.

Yleiset esimerkiksi peliprojekteille tyypilliset suunnittelukäytännöt ovat yleensä päteviä myös VR-projekteissa. 3D-mallien tulisi pysyä projektin tavoitteleman tyylin mukaisina ja koko projekti ja kaikki siinä käytettävät objektit kannattaa alusta lähtien suunnitella virtuaalitodellisuudessa toimiviksi. Muuten suunnittelemisvaiheen pohjana voi käyttää samoja keinoja kuin peliprojekteissakin. Virtuaalitodellisuuteen alun perin tarkoittamattoman sisällön uudelleenkäyttökin onnistuu, mutta se vaatii todennäköisesti muutoksia toimiakseen (Jerald 2016, 262–263). Kaikista tärkeintä VR-suunnittelussa on luultavasti kokeilla kaikkea ja testata nämä kokeilut mahdollisimman monella erilaisella käyttäjällä. VR-suunnittelun parhaita käytäntöjä ei ole vielä vakioitu. (Oculus Best Practices 2017b; Jerald 2016, 262.)

4.1 Ego Cure -lyhytelokuva

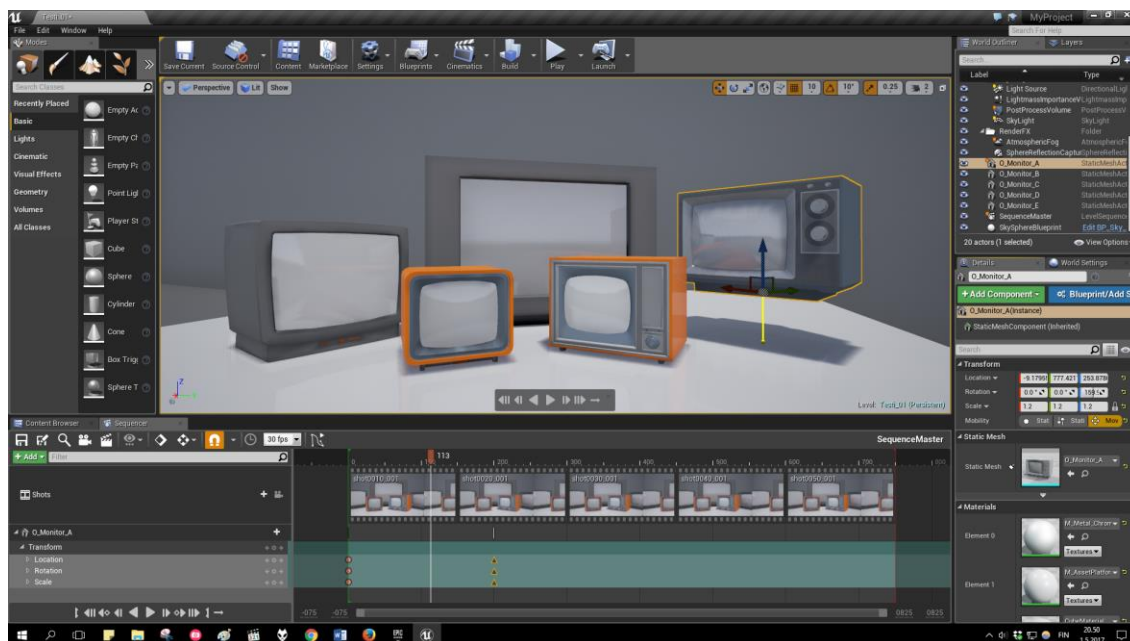
Ego Cure on VR-lyhytelokuva, joka yhdistää 360- ja 16:9-kuvaa ja kokonaan 3D:nä tuotettua materiaalia. Elokuva on Aalto-yliopiston elokuvataiteen ja lavastustaiteen laitoksen (ELO) tuotanto, joka toteutetaan ELO:n Virtual Cinema Lab -tutkimusryhmän alaisuudessa. Ego Cure on ohjaajamme Synes Elischkan tutkimusprojekti osana hänen tohtorinväitöskirjaansa, ja hän aikoo sen avulla tutkia muun muassa sitä, mikä on katsojakokemus 360-elokuvassa verrattuna esimerkiksi perinteiseen 16:9-elokuvaan. Lisäksi projektin tarkoitus on kehittää VR-elokuvan kerrontaa, taiteellista ilmaisua ja teknisen toteutuksen työnkulkua. Se on monen eri alan yhteistyöprojekti, johon on osallistunut opiskelijoita sekä perinteisen elokuvan että 3D-animaation ja -pelisuunnittelun aloilta. Elokuva on suunniteltu katsottavaksi Oculus Rift -virtuaalilaseilla ja istuen pyörivässä tuolissa.

Elokuvan tarina seuraa nykyaikaisen tanssikoreografin, Emman, työprosessia ja hänen vaikeuksiaan tuottaa mestariteos. Elokuva sijoittuu maailmaan, jossa taiteen kaupallistuminen on tullut teknologisen tiensä päähän. Jos taiteilija ei pysty tai halua tuottaa häneltä tilattua työtä, rahoittajalla on oikeus poimia se suoraan heidän alitajunnastaan Ego Cure -laitteen avulla. (Ego Cure Production Package 2016.) Elokuvan 3D-kohtaukset sijoittuvat suurimmaksi osaksi Emman omaan mieleen, jonne katsoja päätyy Emman käyttäessä Ego Cure -laitetta vasten tahtoaan. Nämä kohtaukset ovat hieman painajaisunen kaltaisia ja ne on toteutettu kokonaan 3D:nä. Kuvio 7 on 360 asteen panoraamakuva yhden 3D-kohtauksen testiversiosta.



Kuvio 7. 360 asteen panoraamakuva yhden 3D-kohtauksen testiversiosta.

Olin työharjoittelussa tässä projektissa 3D-artistina syyskuun 2016 alusta helmikuun 2017 loppuun. Työtehtäväni olivat varsin monipuoliset. 3D-mallintamisen ja -animaation lisäksi osallistuin lopullisen 3D-kohtauksiin liittyvän työnkulun suunnitteluun ja dokumentaatioon ja opettelin käyttämään Unreal Engine 4 (UE4) -pelimoottoria, jolla lopullinen elokuva kootaan. UE4:ssa olen lähinnä koonnut 3D-kohtauksia kenttäsuunnittelijana. Kuvio 8 on esimerkkikuva UE4:n käyttöliittymästä ja sen *Sequencer*-editorista, jolla animoin ja kokosin 3D-kohtauksia UE4:ssa. Kuvassa näkyy myös 3D-malleja erilaisista TV-näytöistä, jotka mallinsin projektia varten.



Kuvio 8. Unreal Engine 4 -pelimoottorin käyttöliittymä ja *Sequencer*-editori.

4.2 3D-mallintaminen ja -animaatio

Indie-3D-artistin työtehtävät ovat laajemmat kuin vastaavat isompien talojen työkuvaussissa olevat. Molemmissa kuitenkin heidän tärkein työtehtävänsä on projektiin tulevien 3D-mallien valmistaminen. VR-projekteissa on tärkeää optimoida mallit ja muu sisältö tehokkaasti, jotta vältetään esimerkiksi viiveet ohjelmiston reagoinnissa. Koko VR-kokemuksen kuvataajuus pitäisi olla vähintään 60 fps (*frames per second*) ja sen tulisi pysyä tasaisena katkoksen ja VR-pahoinvoinnin välttämiseksi (Jerald 2016, 204). Oculus Rift ja HTC Vive VR-laseille suositeltu kuvataajuus on 90 fps (Epic Games Inc. n.d.).

Tekstuurien, normaalikarttojen (*normal map*) ja muiden 3D-mallien pinnalle aseteltavien kuvien käyttö lisägeometrian korvaajana voivat näyttää kummalliselta virtuaalitodellisuudessa (Jerald 2016, 263). Ne tekevät malleista paljon kevyempiä ja vievät vähemmän tehoja, mutta virtuaalitodellisuudessa niiden illuusio katoaa ja ne näyttävät vain litteiltä kuvilta. Normaalikarttojen sijasta voi virtuaalitodellisuudessa kokeilla parallax-karttojen (*parallax mapping*) käyttöä. Parallax-kartta vääristää objektin tekstuureja ja jäljittelee liikeparallaksin luomaa efektiä kolmiulotteisuudesta, jonka se pystyy esittämään reaaliaikaisesti polygonipinnalla. Se saattaa aiheuttaa joitain arvioinnista johtuvia tekstuuriääristymiä, mutta toimii nopeasti ja tehokkaasti nykyisten laitteiden kanssa parantaen myös objektien kuvantamisen (*rendering*) laatua. (Kaneko, Takahei, Inami, Kawakami, Yana-

gina, Maeda & Tachi 2001.) Normaalikarttojen tavoin myöskään leijuvat 2D-kuvat ja partikkeli-efektit eivät välttämättä toimi virtuaalitodellisuudessa. 3D-muotojen väärentäminen virtuaalitodellisuudessa toimii paremmin mitä kauemmas käyttäjästä mennään. Kaukana taustalla olevat asiat voivat olla hyvin yksinkertaisia geometrialtaan, koska asioiden syvyyttä on hankalampi erottaa, mitä kauempana ne ovat. Mitä lähemmäs käyttäjää tullaan, sitä tarkempaa geometrian täytyy olla. Käyttäjän lähellä olevat esineet ja varsinkin esineet, joihin hän pystyy vaikuttamaan kannattaa olla tarkkaan mallinnettu. (Jerald 2016, 237–239.) Liian lähelle käyttäjän näkymää ei asioita kannata tuoda – niitä on hankala katsoa ja ne rasittavat silmiä (Oculus Best Practices 2017b). Projektin tyylistä ja tarkoituksesta riippuen joillain näistä ohjeista ei välttämättä ole kovin suurta merkitystä. Esimerkiksi tekstuurikarttojen käyttö kolmiulotteisen geometrian korvaajana saattaa näyttää huonolta vain realismiin pyrkivissä VR-kokemuksissa. Jos projektin tyyli on piirrosmaisempi, sillä ei saata olla yhtä suurta merkitystä. Aina kannattaa mennä sen mukaan, mitä projektin tyyli ja tarkoitus vaativat. Päätetään mihin panostetaan ja kartoitetaan mihin käytössä olevat resurssit riittävät – sitten etsitään tasapaino näiden välillä.

Jos mallit liikkuvat lähemmäs tai kauemmas käyttäjästä, niistä kannattaa ehkä valmistaa useampi versio, joilla on eri *level of detail* (LOD eli tarkkuustaso) (Oculus Best Practices 2017b). Tämä saattaa kuitenkin tapahtua läsnäolon kustannuksella, jos eri tarkkuustasoiset mallit vaihtuvat keskenään näkyvästi (Jerald 2016, 237–239). Pelkkään geometriaan ei tarvitse nojata syvyytsvaikutelman luomisessa – valot, varjot, parallaksi ynnä muut sellaiset auttavat myös. Syvyytsvaikutelmaa kannattaa pyrkiä vahvistamaan monin eri keinoin. (Oculus Best Practices 2017b.) Kaiken skaalan pitäisi olla yhtenäistä koko kokemuksessa ja suhteessa kaikkiin muihin objekteihin ja käyttäjään, ellei tarina vaadi muuta. Kaukana olevia esineitä ei kannata skaalata pienemmäksi tai muilla tavoin yrittää huijata perspektiiviä. (Jerald 2016, 237–239.) Useimmat perinteisessä 3D-animaatiossa käytetyt perspektiivi-, skaala- ja animaatiohuijaukset ja asioiden strateginen asettelu eivät toimi, koska käyttäjä päättää täysin katseensa suunnan. Koska käyttäjä pystyy katsomaan joka suuntaan, kannattaa myös varmistaa, ettei mikään asia ympäristössä liiku toistensa läpi tai muuten riko läsnäolon tunnetta (Oculus Best Practices 2017b; Pauch ym. 1996, 201–202). Perinteisemmässä pelisuunnittelussa on myös joskus toivottavaa poistaa joitain 3D-mallien polygonisivuja, koska ne jäävät piiloon katsojalta. Virtuaalitodellisuudessa katsoja saattaa kuitenkin päästä näkemään ne vapaamman ympärilleen katselun mahdollisuuden takia. (Epic Games Inc. n.d.) Omituiset skaalat, objektien läpimenot ja muut läsnäoloa mahdollisesti rikkovat tapahtumat voivat tietysti olla tahallisia ja joskus jopa haluttuja. Ego Curen käsikirjoituksessa on kohta, jossa päähenkilömme

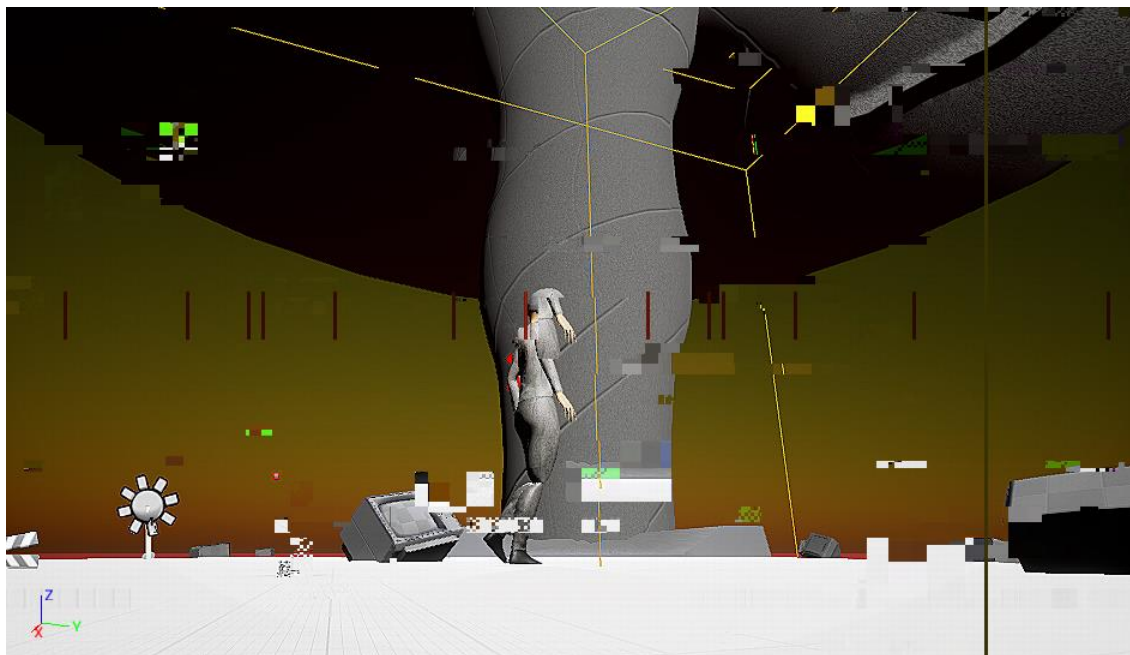
Emma juoksee katsojan läpi ja katsoja näkee Emman 3D-mallin sisälle. Tämä aiheutti pientä väittelyä, koska joidenkin mielestä 3D-mallien leikkautuminen ei yksinkertaisesti tule näyttämään hyvältä. Ohjaajamme halusi kuitenkin säilyttää tämän kohtauksen sellaisenaan, koska se sopi tarinaan ja hänen näkemykseensä elokuvasta.

Kuten jo totesin, optimointi on tärkeää VR-kokemuksille. 3D-mallit ja kaikki muu kannattaa tehdä niin kevyiksi kuin suinkin pystyy välttääkseen ohjelmien hidastumista ja latenssia. Latenssi on se aika, mikä laitteistolta menee käyttäjän liikkeisiin vastatessa. Huono latenssi voi johtaa VR-pahoinvointiin, hämmennykseen ja katkoksiin läsnäolossa. (Jerald 2016, 184.) Muita virtuaalitodellisuudelle raskaita prosesseja, jotka kannattaa kiertää jollain keinolla ovat esimerkiksi läpinäkyvyyden kuvantaminen sekä dynaamiset valot. Läpinäkyvyyden kuvantaminen on reaaliaikaisessa 3D-grafiikassa kallista yleensäkin ja dynaamiset valot ja varjot vievät nopeasti koko projektin laskentatehon. Jos dynaamisia valoja kuitenkin tarvitaan, niiden määrä tulee rajoittaa mahdollisimman pieneksi ja kannattaa varmistaa, etteivät ne kosketa toisiaan. Läpinäkyvyyden kuvantamisen ongelman voi UE4:ssa välttää käyttämällä *DitherTemporalAA* materiaalifunktiota (*material function*), joka sallii tekstuurimateriaalin näyttää siltä, että se käyttäisi läpinäkyvyyttä. Nokkelien kiertotapojen löytäminen kalliille kuvantamisvaihtoehdoille auttaa paljon suorituskykyvaatimuksiin pääsemisessä. Jos esimerkiksi hahmojen dynaamiset varjot ovat liian raskaita VR-kokemukselle, niitä voidaan jäljitellä luomalla paljon kevyempi materiaali, joka matkii dynaamisten varjojen muodostumista. (Epic Games Inc. n.d.)

Ego Curessa käytämme myös joitain jälkikäsitteleyefektejä, jotka kiinnitetään UE4:n jälkikäsitteilyvolyymeihin (*Post Process Volume*). Yksi käyttämistämme efekteistä on tietokoneen näytön toimintahäiriötä muistuttava *glitch*-efekti, joka kuvaa Emman päänsisäisen maailman toimintahäiriötä ja esimerkki sen käytöstä näkyy kuviossa 9. Tästä efektistä ei ollut saatavilla virtuaalitodellisuuden kanssa yhteensopivaa versiota. Testasimme kuitenkin efektin sopivuutta tähän projektiin, koska meillä ei ollut resursseja omien efektien koodaamiseen. Testeissämme huomasimme, että pitkäkestoinen altistuminen virtuaalitodellisuuteen epäsopiville efekteille johtaa todennäköisesti VR-pahoinvointiin. Efektiä ei tarvinnut katsoa yhtäjaksoisesti kauaa ennen ensimmäisten oireiden ilmaantumista. 3–5 minuutin jälkeen katsojien piti lopettaa kokonaan. Päätimme lopulta käyttää efektiä elokuvassa vain säästeliäästi yhden tai parin sekunnin sykäyksissä.

Jotkin animaatiot voivat epätarkasti tehtyinä vaikuttaa kummallisilta ja aiheuttaa katkoksia läsnäolossa. Ihmiset tunnistavat varsin helposti väärältä näyttävän tai odotuksista

poikkeavan liikkeen tutuissa asioissa, kuten ihmismäisten hahmojen kävelyanimaatioissa. Tällaiset ongelmat voi joskus kiertää suunnitteluvaiheessa minimoimalla ongelmallisten animaatioiden tarve. Kävelyanimaatioiden tapauksessa voi esimerkiksi suunnitella hahmoja, joilla ei ole jalkoja tai jotka liikkuvat jollakin muulla tavalla, kuten esimerkiksi lentäen. (Jerald 2016, 257–259.) Liikekaappauksella (*motion capture*, lyhyesti mo-cap) tallennettu animaatio on myös yksi vaihtoehto, jolla saadaan tarkkaa ja luonnollista animaatiota aikaan.

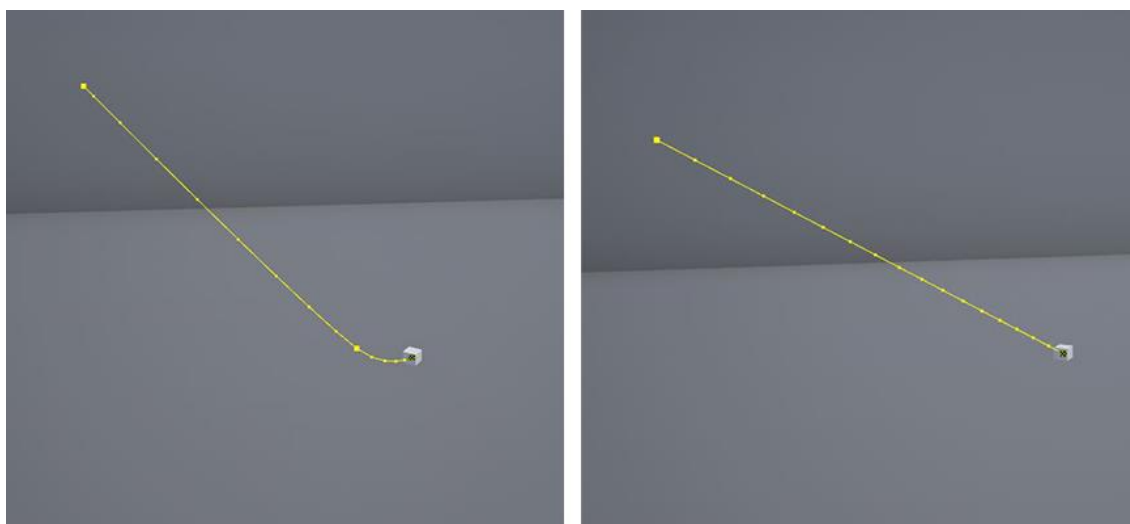


Kuvio 9. Emma, sienipilvi ja *glitch*-efektin testausta.

Liikekaappauksella mahdollistetaan ison animaatiomäärän tuottaminen nopeasti, mutta tällä tavalla toteutettu animaatio vaatii työlästä jälkikäsittelyä (Pauch ym. 1996, 201). Ego Curen 3D-kohtauksissa Emman animaatiot tallennettiin liikekaappauksella. Tämä säästi aikaa animaatiovaiheessa, mutta koska nämä mo-cap-animaatiot kuvattiin aikataulusyistä johtuen ennen lopullisen käsikirjoituksen valmistumista, ne vaativat myös paljon jälkikäsittelyä toimiakseen. Tämä viivästytti muiden animaatioiden valmistumista, koska kaikkien kohtauksen muiden tapahtumien piti vastata tarkasti Emman liikkeitä. Liikekaappauksessa ongelmia saattavat tuottaa myös erilaiset eläimet ja olennot. Tällainen animaatio pitää melkein poikkeuksetta luoda käsin, varsinkin kuvitteellisten olentojen kohdalla. Projektin tyylistä riippuen liikekaappaus saattaa myös näyttää jopa liian realistiselta. (Pauch ym. 1996, 201.) Projektin alussa tulee päättää animaatioiden tyyli, ja animoidessa suositellaan runsasta referenssien käyttöä mahdollisimman luonnollisen

jäljen saavuttamiseksi. Hyperrealismin sijaan kannattaa kuitenkin keskittyä uskottavuuteen – yltiöpäinen tarkkuus ei aina lisää läsnäolon tunnetta tai paranna tuloksia (Pauch ym. 1996; Jerald 2016, 50).

Sekä Jerald että Oculus VR kehottavat välttämään kameran paikan ja siten myös käyttäjän liikkeen animoimista VR-pahoinvoinnin välttämiseksi. Esimerkiksi keinotekoisien pään nykäyksien lisääminen kävelyyn tai muihin liikkeisiin aiheuttaa usein liikepahoinvointia. Epätasainen maasto ja sivusuuntainen liike voivat myös olla ongelmallisia, mutta vähemmässä määrin. (Jerald 2016, 204, 164; Oculus Best Practices 2017b.) Ego Cudessa ohjaajamme halusi tästä huolimatta muuttaa katsojan paikkaa kohtauksen keskellä. Yhdessä kohtaa tarinaa Emma imeytyy pyörteeseen, jonne katsoja seuraa häntä. Emman ja katsojan ympäristö hajoaa palasiksi ja osa näistä palasista imeytyy pyörteeseen heidän mukanaan. Pyörteen jälkeen leikataan kohtaukseen, jossa katsoja matkustaa noiden palasten kanssa avaruudessa Emman pään muotoista planeettaa kohti. Alkuperäisessä käsikirjoituksessa katsoja liikkui planeettaa kohti yläviistosta kiihtyvällä nopeudella. Juuri ennen maahan laskeutumista katsojan liike hidastui äkkiä ja muuttui suoraviivaisesta liikkeestä hieman kaarevaksi. Tästä tehtiin testiversio UE4:ssa ja lähes kaikki, jotka sen katsoivat, saivat VR-pahoinvoinnin oireita. Kohtausta muutettiin siten, että katsoja liikkuu planeettaa kohti suorassa linjassa ja tasaisella nopeudella. Tämän version todettiin alustavissa testeissä aiheuttavan paljon vähemmän pahoinvointia. Käytimme myös muita liikepahoinvointia lievittäviä keinoja, joista kerron myöhemmässä kappaleessa. Kuvio 10 havainnollistaa katsojan liikettä tämän planeetta-kohtauksen alkuperäisessä versiossa verrattuna nykyiseen.



Kuvio 10. Katsojan liike planeetta-kohtauksen ensimmäisessä ja uusimmassa versiossa.

Toisessa 3D-kohtauksessa, jossa ohjaajamme halusi liikuttaa käyttäjää, Emma perään-tyy staattisen sienipilven luota katsojan ollessa hänen takanaan. Tämän jälkeen Emman on tarkoitus juosta sienipilven sisään, mihin koko kohtaaminen päättyy. Ohjaajamme haluaisi, että Emma juoksisi samalla myös katsojan läpi, minkä takia katsojan paikan pitäisi siirtyä Emman takaa sienipilven ja Emman väliin. Alustavasti tähän keskusteltiin kahdenlaisia ratkaisuja. Ensimmäisissä ideoissa pohdimme jonkinlaisen häkin tai muun katsojaa ympäröivän asian käyttämistä katsojan siirtämiseksi. Koska tämä häkki liikuttaa katsojaa, hänen liikkeellään on syy, mistä johtuen hänen ei periaatteessa pitäisi saada liikepahoinvoinnin oireita. Tämä vaikuttaa toimivalta ratkaisulta muuten, mutta tuntuu tarvitsevan jonkin tarinallisen syyn sille, mikä liikuttaa katsojaa näin. Toinen ehdotettu ratkaisu oli katsojan näkökentän rajoittaminen liikkeen ajaksi, mikä voisi myös mahdollisesti vähentää liikepahoinvoinnin riskiä. Laajan näkökentän on todettu aiheuttavan simulaatioissa enemmän pahoinvointia kuin suppean (Seay, Krum, Hodges & Ribarsky 2003, 1). Tämän kohtauksen toteutus ja lopullinen versio jäivät vielä kesken. Tällaiset ongelmat tuntuvat suunnitteluvirheiltä, jotka olisi mahdollisesti saanut kierrettyä projektin aikaisemmassa vaiheessa. Katsojaa ei välttämättä olisi tarvinnut liikuttaa ollenkaan, jos Emman mo-cap-animaatiot olisi suunniteltu ja kuvattu lopullisen käsikirjoituksen valmistumisen jälkeen. Näin Emma olisi saatu liikkumaan katsojan ympärillä sen sijaan, että meidän tarvitsisi liikuttaa katsojaa Emman ympärillä. Koska projektilla ei ollut tarpeeksi resursseja näiden animaatioiden radikaaliin muokkaamiseen, kaikki projektin jälkikäden päätökset piti tehdä noiden animaatioiden ehdoilla.

On myös hyvä pitää mielessä, mitkä kohtauksien objektit ovat kohteita ja mitkä ovat alustaa. VR-suunnittelijan kannattaa myös päättää mikä asia kohtauksessa toimii kohtausta vakauttavana *rest frame* -objektina. Selkein ratkaisu on valita tähän tarkoitukseen kohtauksen alusta ja mahdollisesti joitain muita ympäristössä paikallaan pysyviä objekteja. Ego Curen kohtauksessa, jossa katsoja liikkuu avaruudessa lähemmäksi Emma-planeettaa, ei ollut alkujaan käsikirjoituksessa määritelty yhtään vakaata kiintopistettä. Emma-planeettakin kääntyy katsomaan pois päin katsojasta, jotta katsoja pääsee laskeutumaan sen posken alueelle melkein vaakatasolla. Ratkaisuksi tähän ehdotettiin itse koko kohtauksen *skydome*-taustan (taustaa esittävä teksturoitu pallon sisäpinta, joka ympäröi kohtausta) käyttämistä kohtauksen kiinteänä osana. Tähän taustalle aiotaan sijoittaa aurinko, joka pysyy paikallaan ja toivottavasti vakauttaa kohtausta tarpeeksi vähentämään VR-pahoinvoinnin riskiä. Myös katsojan ympärillä matkustavat edellisen

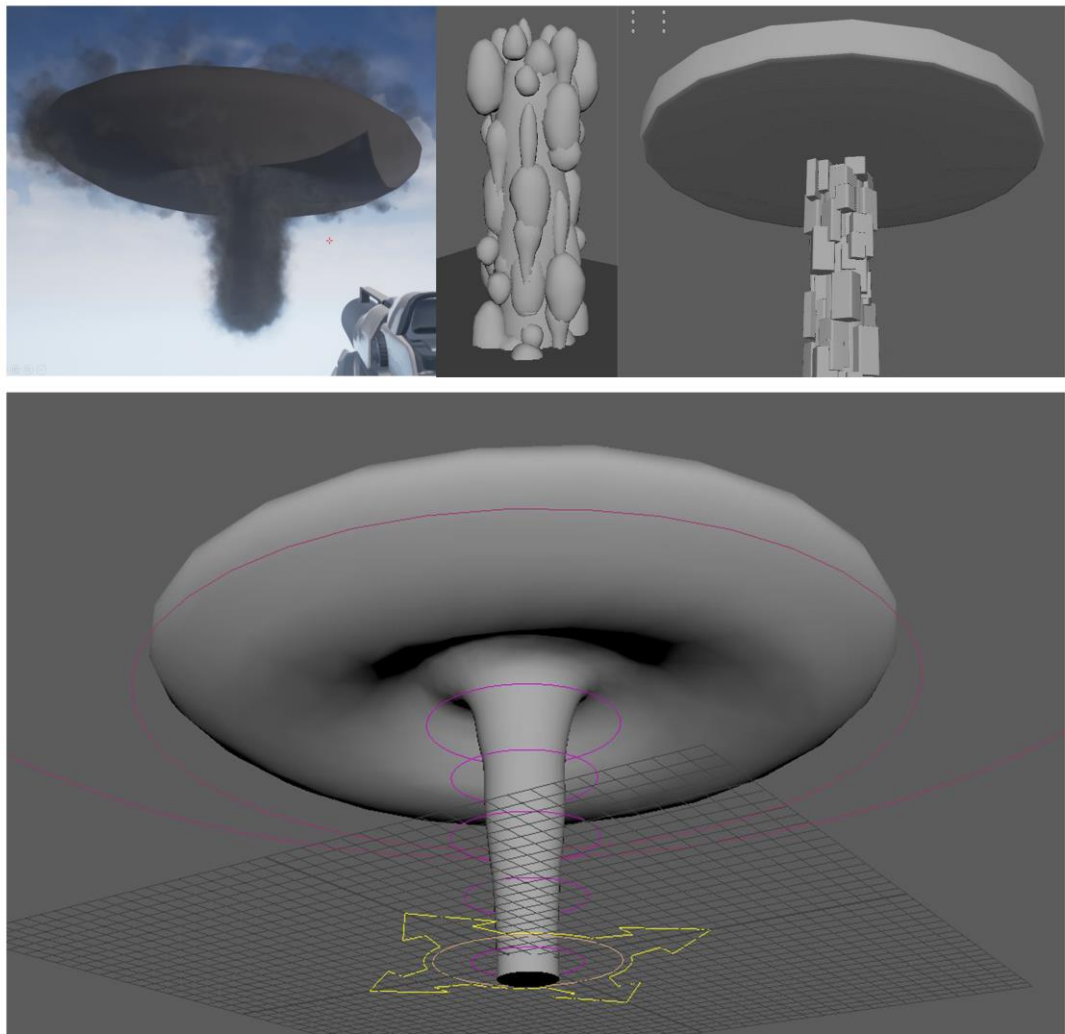
kohtauksen pirstaleet toimivat tavallaan *rest frame* -objekteina. Ne liikkuvat samalla nopeudella ja samaan suuntaan kuin katsoja, mistä johtuen ne pysyvät verrattain paikallaan suhteessa katsojaan. *Rest frame* -objektien ei aina tarvitse olla isoja taustan osia, vaan ne voivat olla myös pienempiä etualalla näkyviä vakaita asioita (Jerald 2016, 165). Osittain katsojan edellä kulkiessaan nämä palaset antavat myös katsojalle osviittaa tulevasta liikkeestä ja auttavat häntä ennakoimaan tapahtumia. Tällaiset objektit tunnetaan termillä *leading indicator* (johdattava indikaattori). Niiden lisääminen passiivisesti liikkuvan katsojan edellä olevalle ennalta suunnitellulle reitille noin 500 millisekunnin päähän katsojasta lievittää liikepahoinvointia. (Lin, Abi-Rached & Lahav 2004, Jeraldin 2016, 210 mukaan.) Kuvio 11 on katsojan näkymä Emma-planeetasta hänen matkatessaan sitä kohti. VR-projektissa mukana olevien ihmisten on hankala ennustaa tällaisen kohtauksen aiheuttamaa pahoinvointia, koska he ovat todennäköisesti tottuneempia virtuaalitodellisuuden käyttäjiä ja tietävät, mitä kohtauksessa tulee tapahtumaan. Testasimme siksi näitä kohtauksia myös muutamilla muilla projektin ulkopuolisilla henkilöillä.



Kuvio 11. Katsojan näkökulma matkasta Emma-planeetalle kohtauksen testivaiheessa.

Yksi osa työtäni tämän projektin parissa oli toteuttaa räjähdysmäinen animaatio, joka muistuttaa sienipilveä. Alkuperäisen käsikirjoituksen mukaan tämä pilvi oli ensin puu, joka kasvaa maasta. Käsikirjoituksen kehittyessä se muuttui kuitenkin savumaisemmaksi ja uhkaavammaksi muodoksi, joka kasvaa päähenkilön taakse tämän yrittäessä orientoitua oman mielensä sisälle päättymiseen. Kuviossa 12 on esimerkkejä muutamista

tämän sienipilven eri testiversioista. Toteutin tämän sienipilven uusimman version hie-
 man epäsovinnaisella tavalla. En oikeastaan mallintanut mitään – tämä sienipilvi on
 pelkkä sylinteri, jolla on tiheä geometria (*high poly*) ja jolle rakensin ”luurangon”, eli rigin
 kontrolloimaan sen eri osien skaalaa ja siten muotoa. 3D-mallin rigi (*rig*) on sen animoi-
 misen mahdollistava luuranko, jonka valmistamisesta puhutaan ”rigauksena”. Tällainen
 rigi aiheuttaa tietysti ongelmia muissa asioissa, kuten esimerkiksi objektin tekstuureissa
 ja UV-kartassa (tekstuurien projisoimiseen käytettävät koordinaatit), mutta koska lopulli-
 sen mallin piti kuitenkin peittyä UE4:ssa luotuihin partikkeleihin, tämä ratkaisu tuntui mi-
 nusta tarkoitukseensa riittävältä. Sienipilven animoitu versio pysyy myös kaukana katso-
 jasta, jolloin sen yksityiskohdilla on vähemmän väliä. Sienipilven eri versioita luodessani
 kiinnitin huomiota pilven luomaan läsnäolon tunteeseen ja sen vaikuttavuuteen. Sain
 mielestäni kasvatettua pilven tuottamaa läsnäolon tunnetta ja sen näytävyyttä kokeile-
 malla monia erilaisia ideoita ja muotoja.



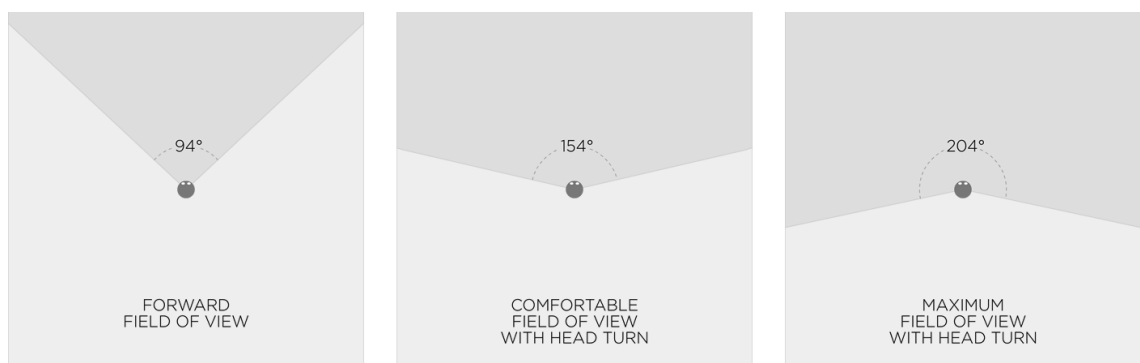
Kuvio 12. Esimerkkikuvia joistain sienipilven eri prototyypivaiheista ja sienipilven rigistä.

4.3 Kenttäsuunnittelu

Virtuaalimaailmassa näkemämme ympäristö määrittelee kontekstin kaikelle mitä VR-kokemuksessa tapahtuu. Katsojaa ympäröivä kohtaus tai ympäristö (*scene*) voidaan jakaa taustaan, kontekstuaaliseen geometriaan, fundamentaaliseen geometriaan ja interaktiivisiin objekteihin. Tausta on hyvin kaukana käyttäjästä näkyvää maisemaa. Se voi olla yksinkertaisesti teksturoitu pallo tai laatikko (*skydome tai skybox*), koska tällä etäisyydellä on vaikeampaa erottaa syvyyttä. Kontekstuaalinen geometria auttaa täsmentämään ympäristöä käyttäjälle. Tähän ryhmään kuuluvat kaukaa löytyvät maamerkit, joihin katsoja ei pysty vaikuttamaan ja jotka auttavat katsojaa kartan tavoin tunnistamaan, minne suuntaan hän katsoo. Fundamentaallinen geometria koostuu lähempänä olevista staattisista objekteista, jotka lisäävät katsojan perustavanlaatuisia kokemuksia. Siihen kuuluvat esimerkiksi huonekalut ja ovet ja ne pystyvät usein vaikuttamaan katsojaan tai toisinpäin. Näiden objektien tarkkuuteen on syytä panostaa, koska tällä etäisyydellä kolmiulotteiset yksityiskohdat ovat virtuaaliodellisuudessa tärkeitä. Interaktiiviset objektit ovat dynaamisia esineitä, joiden kanssa katsoja voi olla vuorovaikutuksessa. 3D-artistin kannattaa keskittyä fundamentaaliseen geometriaan ja interaktiivisiin objekteihin, koska ne ovat lähellä katsojaa ja niihin hänen huomionsa kiinnittyy todennäköisimmin. Tausta ja kontekstuaalinen geometria voivat jäädä yksinkertaisemmiksi. (Jerald 2016, 237–238, 269.)

Jerald jakaa katsojan ympärillä olevan tilan vielä lisäksi kolmeen kehäalueeseen: henkilökohtaiseen tilaan (*personal space*), toimintatilaan (*action space*) ja näkymätilaan (*vista space*). Henkilökohtainen tila ympäröi katsojaa noin kahden metrin säteellä ja koostuu kaikesta, mihin katsoja yltää käsillään ja hieman pidemmälle. Toimintatila alkaa henkilökohtaisen tilan loputtua ja jatkuu noin kahdenkymmenen metrin päähän käyttäjästä. Tässä tilassa tapahtuu kaikki ”julkinen” toiminta – voimme liikkua verrattain nopeasti sen sisällä, jutella toisille, heittää objekteja ja niin edelleen. Kontekstuaalinen geometria sijaitsee tällä alueella, kun taas fundamentaalista geometriaa voi olla sekä henkilökohtaisessa että toimintatilassa. Interaktiiviset objektit löytyvät henkilökohtaisesta tilasta, jos käyttäjä vaikuttaa niihin suoraan ja toimintatilasta, jos vuorovaikutus on epäsuoraa. Kaikki kahdenkymmenen metrin rajan jälkeen näkyvä tausta kuuluu näkymätilaan, johon katsojalla on yleensä vähiten välitöntä kontrollia. (Cutting & Vishton, Jeraldin 2016, 112–113 mukaan; Jerald 2016, 237–238.) Tämän rajan jälkeen on esimerkiksi helpompaa hämätä katsojaa perspektiivi- ja muilla illuusioilla ja korvata huomaamattomammin 3D-geometriaa 2D-kuvilla ja tekstuureilla. (Jerald 2016, 113.)

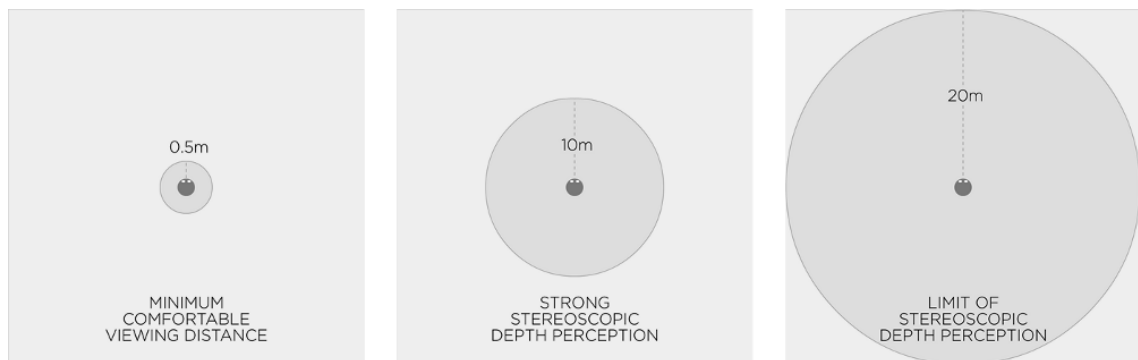
Kuvakäsikirjoituksia (*storyboard*) käytetään elokuvien ja pelien suunnittelun esituotannossa kohtauksien, liikkeen ja interaktioiden suunnitteluun. VR-elokuvia ja -pelejäkin voi kuvakäsikirjoittaa, vaikka katsoja pystyykin katsomaan kaikkialle ympärilleen. VR-kuvakäsikirjoittaminen poikkeaa perinteisestä 2D-kuvakäsikirjoittamisesta siten, ettei kohtauksia määritellä suhteessa kuvaruutuun (*frame*) vaan ne määritellään suhteessa katsojaan. Katsojan tai pelaajan katseen suunnan kontrolloimisen sijaan voimme käyttää ergonomiseen dataan perustuvia katsojan huomioalueita (*areas of user attention*). Kuvio 13 havainnollistaa katsojan näkökentän laajuutta tämän istuessa paikallaan tuolissa. Oculus Rift Development Kit 2 (DK2) VR-lasien näkökenttä on noin 94 astetta suoraan eteenpäin katsottaessa. Ergonomisesti mukavalla pään käännöllä näkökenttämme kasvaa noin 154 asteeseen ja maksimaalisella käännöksellä se on noin 204 astetta. Nämä kulmat kasvavat katsojan noustessa seisomaan tai istuttaessa pyöriässä tuolissa. Tässä esimerkissä on huomioitu vain tämä rajatun liikkeen tilanne ja kaikki luvun kulmatiedot perustuvat Oculus VR:n DK2 VR-lasimallin käyttöön. (McCurleyn 2016.)



Kuvio 13. Katsojan näkökentän laajuus (McCurley 2016).

Seuraavaksi siirrytään tarkastelemaan etäisyyksiä. Katsojat kiinnittävät enemmän huomiota lähellä oleviin asioihin (McCurley 2016). Katseen tarkentaminen liian lähelle katsojaa sijaitseviin ärsykkeisiin kuitenkin johtaa selkeästi kuvannettujen objektien sumuisuuteen ja silmien rasitukseen (Oculus Best Practices 2017b). Kuvio 14 havainnollistaa kolme katsojan ympärille muodostuvaa kehää, jotka perustuvat katseluetäisyyteen ja stereoskooppisen syvyyden havaitsemiseen. Ensimmäinen 0,5 metrin etäisyydellä oleva kehä on ergonomisesti mukavan katseluetäisyyden minimiraja. (McCurley 2016.) Oculus VR tosin suosittelee omille laitteilleen täksi minimietäisyydeksi 0,75 metriä. Oculus Rift -laseilla mukavin katseluetäisyys on 0,75–3,5 metrin etäisyydellä katsojasta. Objektien, joita käyttäjä katsoo pitempiä aikoja kannattaa sijaita tällä etäisyydellä katsojasta. (Ocu-

lus Best Practices 2017b.) Kymmenen metrin säteellä katsoja säilyttää vahvan stereoskooppisen syvyyden havaintokyvyn. Kolmiulotteisen syvyyden havaitsemiskyky laskee huomattavasti tämän toisen kehän jälkeen. Kahdenkymmenen metrin raja on stereoskooppisen syvyyden havaintokyvyn yläraja, jonka jälkeen emme havaitse syvyyttä kolmiulotteisesti. (McCurley 2016.) VR-kohtauksien tärkeä sisältö kannattaa siis näiden kehien perusteella sijoittaa 0.75–10 metrin etäisyydelle katsojasta (McCurley 2016). Jos nämä kehämallit yhdistetään Jeraldin huomioihin henkilökohtaisesta tilasta, voidaan lisäksi todeta, että katsojaa ympäröivä 0.75–2 metrin välinen kehä on hyvä alue lähellä tapahtuville interaktioille VR-kokemuksissa, joissa katsoja istuu paikallaan.



Kuvio 14. Katseluetäisyys ja stereoskooppisen syvyyden havaitseminen (McCurley 2016).

Näillä tiedoilla pystymme jakamaan katsojan näkökentän ja ympäristön nimettyihin alueisiin, joihin VR-suunnittelijat pystyvät sijoittamaan peliensä ja elokuvakohtauksiensa tapahtumia. Kuvio 15 havainnollistaa näitä nimettyjä alueita keksiulotteisesti ylhäältäpäin katsottuna. Heti katsojan ympärillä on ”kielletty” alue (*no-no zone*), jossa ei pitäisi olla mitään pysyvästi. Katsojan edessä on laaja pääsisältöalue (*main content zone*), jonne kaikki tärkeimmät tapahtumat kannattaa sijoittaa. Katsojan sivuilla sijaitsevat perifeeriset alueet (*peripheral zones*), joita katsoja ei näe aivan yhtä selkeästi. Jos katsoja istuu paikallaan, hän saattaa joutua pinnistelemaan hieman katsoakseen tälle alueelle, joten sinne ei välttämättä kannata sijoittaa mitään tärkeää tai pitkäkestoista. (Alger 2015c; Alger 2015a.)

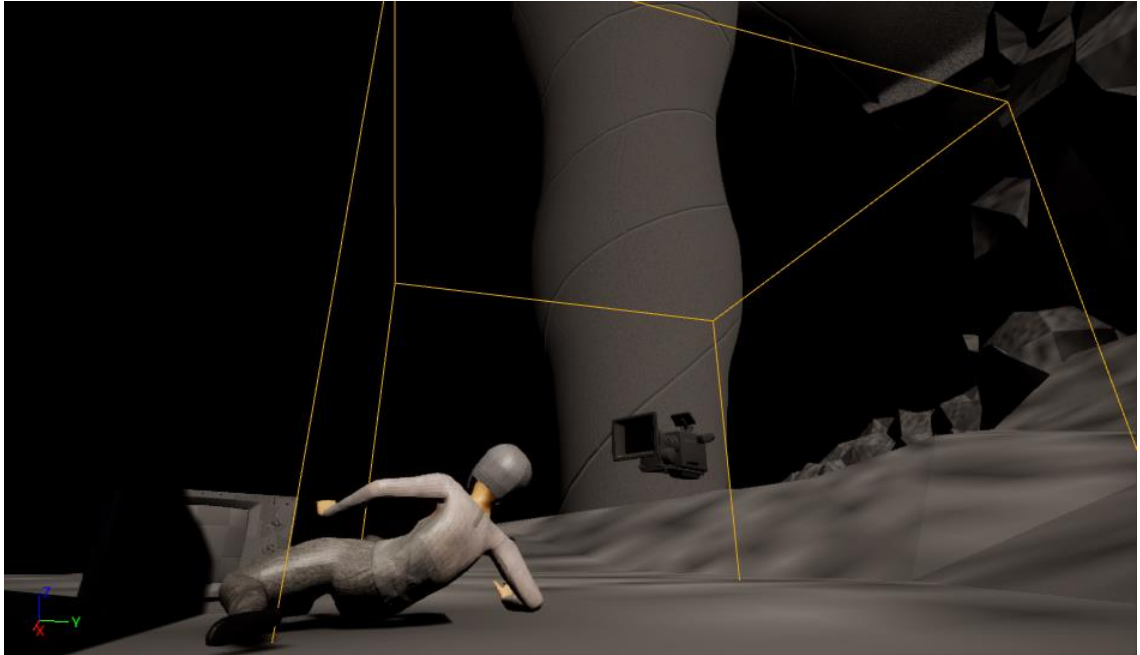
Ego Cure on tarkoitus katsoa pyörivällä tuolilla, mikä muuttaa tilannetta selkeästi ja sallii laajemman ergonomisesti mukavan katselualueen, mutta voi tuottaa ongelmia esimerkiksi laitteiden johtojen kanssa. Katsojan takana sijaitsee curiositeettialue (*curiosity zone*), jonne nähdäkseen katsojan täytyy kääntää koko kehonsa (tai tuolinsa) (Alger 2015c).



Kuvio 15. Katsojan ympäristö jaettuna nimettyihin alueisiin (Alger 2015b).

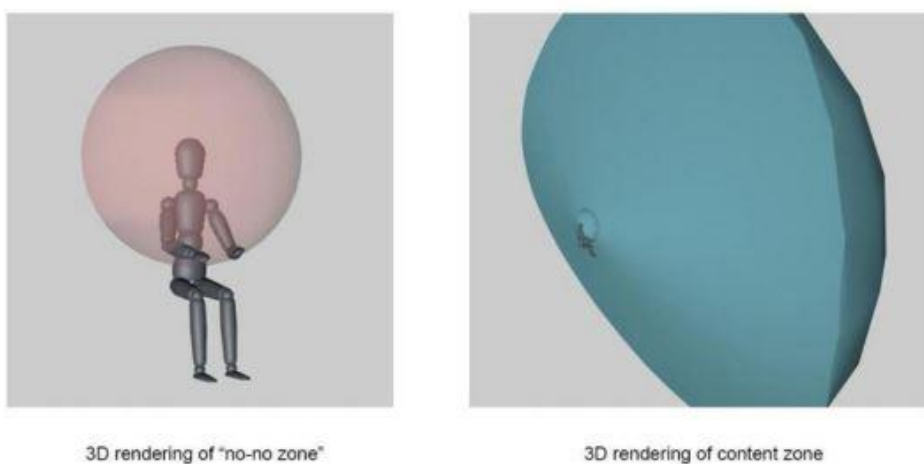
Ego Curessa on kohtaaminen, jossa käyttäjän taakse kasvaa valtava sienipilvimäinen objekti. Koska tämä sienipilvi sijaitsee kurioositeettialueella, se tarvitsee jonkin merkin, jotta käyttäjä tajuaa katsoa siihen suuntaan juuri oikeaan aikaan. Katsoja saattaa katsoa kurioositeettialueen suuntaa uteliaisuuttaan, mutta ilman mitään merkkiä he eivät välttämättä huomaa siellä tapahtuvia asioita. Kohtauksessa on kaksi erilaista hyvin selkeää merkkiä, jotka ohjaavat käyttäjän katsetta sienipilven suuntaan. Ensimmäinen näistä on päähenkilön animaatio. Kohtauksessa Emma istuu maassa ja kääntää katseensa sienipilven suuntaan. Sienipilven kasvaessa Emma reagoi siihen perääntymällä hätäntyneesti tuijottaen sienipilveä edelleen, minkä on tarkoitus herättää katsojan mielenkiinto ja saada hänetkin kääntymään ja katsomaan tuolle alueelle. Kuviossa 16 Emma katsoo sienipilven prototyypimallia. Sienipilven animaatio on ajoitettu tähän oletettuun katsojan kääntymiseen siten, että katsoja kerkeää nähdä animaation keski- ja loppuvaiheen.

Toinen merkki tälle sienipilvälle on siitä lähtevä ääni, jonka vuoksi Emma alkujaan kääntyy katsomaan sen suuntaan. Binauraaliset merkit (*binaural cues*) ovat ääniä, jotka molemmat korvamme kuulevat hieman eri tavalla ja jotka auttavat meitä päättämään niiden sijaintia (Jerald 2016, 100). Nämä äänet ovat hyvä keino herättää huomiota virtuaaliodellisuudessa ja animaatioissa niitä voidaan käyttää tarkkojen ajoitusten osoittimina. Tässä kohauksessa on tietysti mahdollista, että katsojakin kääntyy katsomaan äänen suuntaan samaan aikaan Emman kanssa, mikä johtaa siihen, että hän luultavasti näkee sienipilven animaation alun Emman perääntymisanimaation sijaan.



Kuvio 16. Emma ja sienipilvi elokuvan testiversiossa. Kuvassa näkyvä kamera osoittaa katsojan paikan kohtauksessa.

Virtuaalitodellisuudessa nämä nimetyt näkökentän alueet ovat tietysti kolmiulotteisia ja ulottuvat katsojan ympärille myös pystysuunnassa. Kuvio 17. esittää kielletyn alueen kolmiulotteisesti katsojan silmien kohdalle keskitettynä pallona ja pääsisältöalueen ergonomisesti mukaviin pään kääntökulmiin perustuvana kappaleena. Perifeerinen alue jatkuu katsojan molemmilta sivuilta myös aivan hänen yläpuolelleen, kunnes se vaihtuu katsojan takana olevaksi kuriositeettialueeksi. (Alger 2015a.)

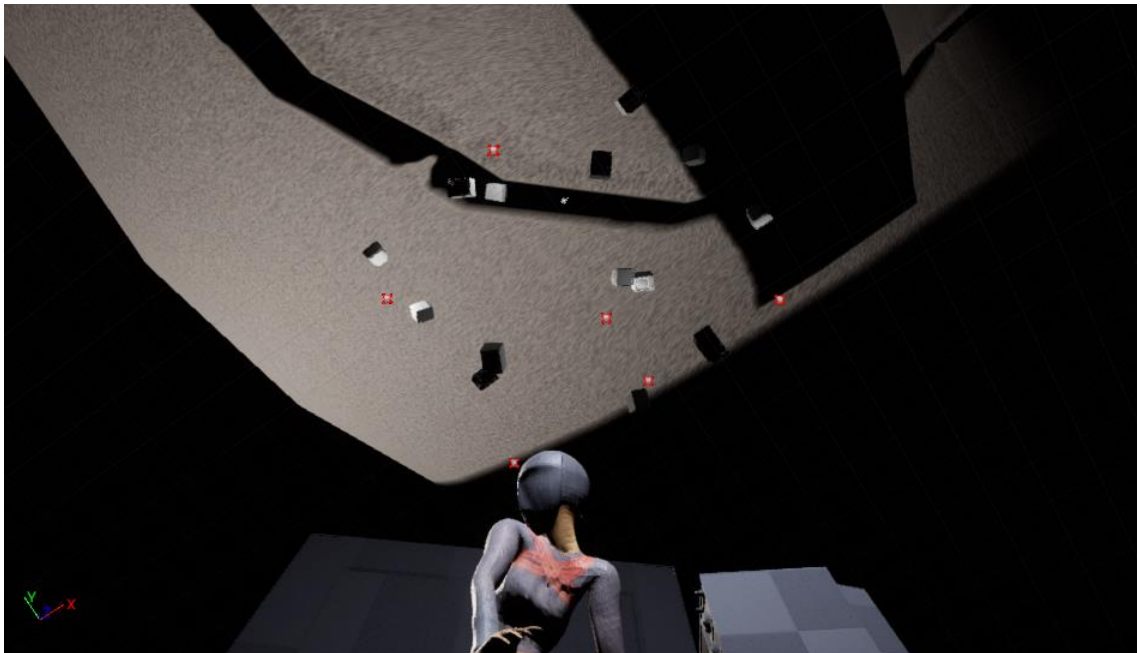


3D rendering of "no-no zone"

3D rendering of content zone

Kuvio 17. 3D:nä kuvannetut "kielletty alue" ja pääsisältöalue (Alger 2015a).

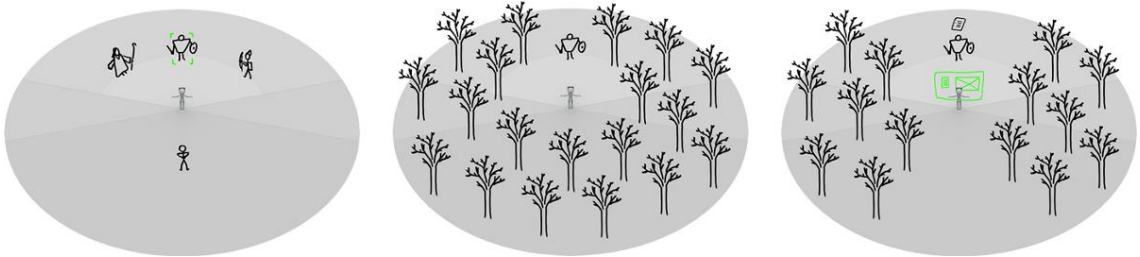
Ego Curen käsikirjoituksessa ja kuvakäsikirjoituksessa ohjaajamme jakoi tämän katsojan yläpuolisen perifeerisen alueen erikseen omaksi alueekseen (*above zone*), koska hän halusi sijoittaa sinne tapahtumia ja käyttää sitä hieman kurioositeettialueen tavoin. Sienipilven animaatioissa sen yläosa leviää tälle alueelle ja sen on tarkoitus olla näyttävä läsnäolon tunnetta kasvattava tapahtuma. Toisessa kohtauksessa Emman eteen tippuu taivaalta vanha TV-näyttö. Alkuperäisessä käsikirjoituksessa tämä näyttö ilmestyy tyhjästä. Tajusimme kuitenkin kohtauksesta tehtyä testiversiota katsoessamme, että katsoja saattaa haluta vilkaista ylös nähdäkseen, mistä näyttö tuli. Tälle uteliaisuutta herättävälle tapahtumalle päätettiin antaa syy ja katsojalle ”palkkio” uteliaisuudestaan. Nyt käsikirjoituksen uusimmassa versiossa katsoja voi nähdä useiden erilaisten näyttöjen kiertävät hänen ja Emman yläpuolella tuon ensimmäisen näytön pudottua. Nuo kaikki näytöt ilmestyvät edelleen tyhjästä katsojan huomion ollessa muualla, mutta silloin kun kutsumme hänen huomiotaan jonnekin tiettyyn paikkaan, tuolle huomiolle löytyy vastiketta. Tämä ei ole tarinan kannalta erityisen tärkeä yksityiskohta, mutta tuo jonkinlaista logiikkaa tähän muutoin hyvin unimaiseen kohtaukseen ja lisää osaltaan läsnäolon tunteista. Kuvio 18 esittää Emman yläpuolella leijuvia näyttöjä.



Kuvio 18. Emman ja katsojan yläpuolella kiertäviä näyttöjä elokuvan testiversiossa.

VR-sisällön tuottajan kannattaa asetella kohtauksissa tapahtuvat asiat pitäen mielessä nämä katsojan näkökentän eri alueet. Näitä alueita voi käyttää hyväksi myös VR-kuvakäsikirjoituksissa. Kuviossa 19 on käytetty näihin alueisiin perustuvaa yksinkertaista mallipohjaa ja esimerkkipiirroksia VR-kuvakirjoituksen tekemiseen. Tällainen työtapaa sallii

kolmiulotteisen objektien asettelun suhteessa katsojaan ja sillä pystytään silti vieläkin esittämään kohtauksien kulkua, liikettä ja interaktioita kaksiulotteisesti. Tämä tapa ei ole täydellinen ja se toimii parhaiten, kun VR-suunnittelija pystyy ohjaamaan katsojan alustavaa katselusuuntaa. Tämä onnistuu helpommin reaaliaikaisissa moottoreissa (*real-time engine*), jotka pystyvät palauttamaan käyttäjän katselusuunnan alkutilanteeseen jokaisen kohtauksen alussa. (McCurley 2016.) VR-kohtauksia pystyy myös käsikirjoittamaan kaksiulotteisesti tarkemmin, jos kohtausten tapahtumapaikoista luo ensin 3D-mallien konseptisuunnittelun tapaan kuvat kahdesta sivusuunnasta ja ylhäältä. Näihin kuviin pystyy sitten piirtämään mallipohjan tavoin kohtauksen tapahtumia ja liikkeitä. Katsojan sijainti tuossa ympäristössä täytyy vain pitää mielessä. Ei sovi myöskään unohtaa katsojan kuvakulmasta toteutettujen konseptikuvien tärkeyttä, vaikkei käytössä olekaan enää kuvaruudun rajaavaa vaikutusta. Ego Curen tapauksessa olisi ollut hyödyllistä tehdä konseptikuvia tärkeimmistä tapahtumista katsojan näkökulmasta, jotta kohtaukset olisi saatu nopeammin suunniteltua sellaisiksi, miltä niiden halutaan näyttävän.



Kuvio 19. VR-kuvakäsikirjoituspohja esimerkkisisällöllä (McCurley 2016).

Kuvion 6 kaltainen kuvakäsikirjoitustapa on mielestäni hyvä apukeino VR-kokemuksen eri elementtien sijoittelun suunnitteluun projektin alkuvaiheessa. Se auttaa hahmottamaan käytössä olevaa tilaa ja käyttäjän suhdetta ympäristöön ja siellä oleviin esineisiin ja muihin hahmoihin. Tämän jälkeen kannattaa mielestäni kuitenkin siirtyä nopeasti kolmiulotteisten testiversioiden tekemiseen. Paljon ideoiden selkeyttämistä enempää ei tässä vaiheessa voi tehdä, koska nämä kuvat eivät kerro oikeastaan mitään lopullisen VR-kokemuksen ulkonäöstä tai miltä se tulee tuntumaan käyttäjältä. Siihen tarvitaan tarkempaa kuvakäsikirjoitusta ja konseptikuvia. Ego Cure -projektissa osallistuin sen 3D-kohtausten testiversioiden ”blokkaukseen” (*blocking*) eli kohtausten luonnosteluun Unreal Engine 4 -pelimoottorissa. Tämä vaihe tapahtui osittain samaan aikaan kun ohjaajamme viimeisteli näiden kohtauksien käsikirjoitusta ja mielti elokuvan leikkausta ja ajoituksia leikkaajan ja 3D-kohtausten koordinaattorin kanssa. Kokosin pelimoottorissa testiversioita näistä kohtauksista ensiksi erilaisilla testikappaleilla ohjaajan tueksi ja myö-

hemmin lopullista versiota oikeilla elokuvaan tulevilla objekteilla. Tälle vaiheelle oli hyödyllistä päästä näkemään nämä testivaiheet VR-laseilla ja tällainen työtapa tuntui mielestäni intuitiivisemmalta ja nopeammalta tavalta suunnitella kohtauksia kolmiulotteisesti.

Interaktiivisuus on VR-kokemuksille erittäin tärkeä osa kenttäsuunnittelua. Olen rajannut sen suureksi osaksi pois tästä työstä, koska en ollut itse työharjoittelussani mukana tekemässä Ego Curen 3D-kohtauksien interaktiivisia osia. Ego Cure on myöskin enemmän katselukokemus, jossa katsojan läsnäolon tunne välittyy sen ympäristöstä ja tarinan päähenkilön tekemisistä katsojan omien toimintojen sijaan. Päähenkilö tiedostaa 3D-kohtauksissa katsojan läsnäolon ja on tavallaan vuorovaikutuksessa tämän kanssa, vaikka katsoja itse ei pysty kuin tarkkailemaan tapahtumia. Emma puhuu katsojalle, katsoo hänen suuntaansa ja jopa heittää häntä kohti yhdestä näytöstä irronneen palasen. Katsojan on tarkoitus olla kuin yksi näyttelijä elokuvassa. Tämä interaktiivisuus on verrattain passiivista katsojan osalta, mutta onnistuu sisällyttämään katsojan tähän kohtaukseen ainakin jollakin tasolla. Jos katsojalle antaisi Ego Curen tapauksessa vielä lisäksi mahdollisuuden esimerkiksi tarttua esineisiin ja heitellä niitä ympäriinsä, se todennäköisesti veisi vain huomiota tarinalta ja harhauttaisi katsojan mielenkiintoa. Ego Curen maailman ja päähenkilön pitäisi myös vuorostaan reagoida katsojan tekemisiin, mikä harhauttaisi tarinaa edelleen ja lisäisi projektin tekijöiden työtaakkaa ”väärissä” asioissa. VR-projekteillemme onkin tärkeää selvittää jo aikaisin, miten interaktiivisia niiden halutaan olevan ja millä tavoin tuo interaktiivisuus näkyy tai tuntuu. Eli miten korkea VR-kokemuksen vuorovaikutuksellinen tarkkuus on ja mitä uskottavuussitoumuksia sillä on. Swayze-efektin miettiminen kannattaa myös. Ego Cure onnistui mielestäni välttämään Swayze-efektin ainakin osittain, koska katsojan passiivisuudelle löytyy peruste. Ego Cure on enimmäkseen elokuvapuolen projekti ja se koostuu suurimmaksi osaksi perinteisemmistä näytellyistä kohtauksista. Se, että Emma tiedostaa katsojan läsnäolon elokuvan 3D-kohtauksissa on tarkoitus tulla katsojalle pienenä yllätyksenä. Ja koska katsoja on tuolloin Emman mielen sisällä, hänellä ei ole kontrollia mihinkään. Hän voi vain katsoa Emman toimia passiivisesti.

5 Pohdinta

VR-teknologiat ja niiden käyttö on yleistynyt lähivuosina nopeaa vauhtia, ja useita erilaisia VR-laitteita on jo saatavilla kuluttajille. Virtuaalitodellisuus tulee luultavasti olemaan tulevaisuudessa sekä 3D-artisteille että elokuvan- ja pelinkehittäjille tärkeä tutkimuskohde, leikkikalu ja iso osa heidän työtään. VR-sisältöä suunniteltaessa ja toteuttaessa 3D-artistin kannattaa ottaa huomioon monia eri asioita. Käyttäjien kokemukset ja pahoinvointia aiheuttavien tekijöiden minimoiminen ovat yksi tärkeimmistä seikoista, jotka pitää pyrkiä huomioimaan. Projektin ja sitä tekevän tiimin koosta riippuen 3D-artisti ei aina pääse vaikuttamaan suoraan koko projektin suunnitteluun, toimivuuteen ja siten myöskään käyttäjien kokemuksiin itse tarinasta ja VR-kokemuksen ydinideasta. Pienissä studioissa 3D-artistin toimenkuva on laajempi ja hän saattaa päätyä tekemään monenlaisia asioita, jotka isommassa yrityksessä jäisivät hänen työnkuvansa ulkopuolelle. Tästä riippumatta 3D-artistille on hyvin hyödyllistä tutkia virtuaalitodellisuutta ja kerätä tietoa monelta eri alalta. Jos 3D-artisti pääsee kuitenkin osallistumaan VR-kokemuksen ydinidean ja tarinan suunnitteluun, hänen kannattaa pitää mielessä erityisesti käsitteet läsnäolosta, uskottavuussitoumuksista ja Swayze-efektin tuomat mahdolliset ongelmat.

Useimpia pelisuunnittelun työtapoja voidaan soveltaa myös VR-suunnitteluun, kunhan ne eivät vain rajoita innovaatiota ja niitä muistetaan soveltaa joustavasti. Jos jokin vanha, muilla aloilla ja laitteilla toimiva idea ei toimi, siitä kannattaa luopua suosiolla. Vanhaa tietoa saattaa tietysti kuitenkin pystyä soveltamaan nokkelilla tavoilla. Iteratiivinen suunnittelu on virtuaalitodellisuudelle hyödyllinen suunnittelumenetelmä, jonka avainehdot ovat tarvittavien muutosten tunnistaminen, kyky muuttaa ne ja näiden muutosten hyväksyminen. VR-suunnittelun parhaat käytännöt ovat vielä suureksi osaksi määrittelemättä, eikä vastaantuleville ongelmille ole välttämättä olemassa valmiiksi laadittuja ratkaisuja. On olemassa vain kokeellista ja kokemusperäistä tietoa, jolla voidaan tehdä VR-kokemuksista käyttäjäystävällisempiä ja toimivampia. Siksi kaikkia mieleen tulevia ideoita kannattaakin kokeilla niin paljon ja usein kuin mahdollista, kunhan muistaa testata kaiken erilaisilla käyttäjillä. Ei kannata olettaa, että itsesi kohdalla toimivat asiat toimivat muillakin. VR-sisällön tuottajat ovat erikoisia käyttäjiä siinä mielessä, että he ovat luultavasti tulleet ainakin osittain immuuneiksi VR-pahoinvoinnille. VR-pahoinvoinnin saaminen on myös erittäin yksilöllistä ja sidoksissa esimerkiksi katsojan terveyteen ja aikaisempiin VR-kokemuksiin. Näihin ei VR-suunnittelija tai 3D-artisti pysty vaikuttamaan.

Pystyin löytämään paljon monipuolisia lähteitä, mutta Jason Jeraldin kirja ihmiskeskeisestä VR-suunnittelusta oli selkeästi kaikista kattavin ja hyödyllisin kirja tälle tutkielmalle. Jeraldin kirja oli päälähteeni ja siinä osassaan erittäin sopiva. Sitä oli ajoittain hieman työlästä lukea ja tutkia sen laajuuden ja välillä vaikeaselkoisen tekstinsä puolesta, mutta se oli täynnä arvokasta virtuaalitodellisuuden liittyvää materiaalia. Opinnäytetyöni rajauksen vuoksi en käynyt läpi tässä työssäni läheskään kaikkea Jeraldin kirjasta löytyvää materiaalia, minkä vuoksi suositellenkin tämän kirjan lukemista lisätiedon hankkimiseksi. Erityisesti virtuaalitodellisuuden tarinankerronta sekä interaktiivisten elementtien suunnittelu ja keinot olisivat mahdollisia hyviä jatkotutkimuksen aiheita. Lisäksi kannattaa myös seurata virtuaalitodellisuuden ja 3D-alan ammattilaisia sosiaalisessa mediassa. 3D-ala ja virtuaalitodellisuus kehittyvät koko ajan ja tällä tavalla saa kätevästi haltuunsa alan uusinta ammattimaista tietoa. VR-projekteissa työskentelevän 3D-artistin työnkuva ei ole omasta kokemuksestani muuttunut kovinkaan paljoa verrattuna perinteisimpiin peli- ja animaatioprojekteihin. Uusia ideoita, näkökulmia ja käytäntöjä löytyy paljon ja niitä kannattaa tutkia, mutta monet periaatteet ovat silti säilyneet tarpeeksi samanlaisina.

Koen saavuttaneeni tälle projektille asettamani tavoitteet hyvin ja olen oppinut paljon virtuaalitodellisuuden liittyvästä teoriasta, sen suunnittelusta ja sille suositelluista käytännöistä. Ego Cure -projektin parissa pääsin myös soveltamaan näitä tietoja käytännön työtehtävissä ja huomasin, että haluan tulevaisuudessakin työskennellä virtuaalitodellisuuden liittyvissä projekteissa. Työni rajaus tuntui suunnitteluvaiheessa sopivalta ja aivan toteutuskelpoiselta idealta. Olen edelleen tätä mieltä, mutta työni toteutus olisi luultavasti kaivannut joitain muutoksia. Sain tiivistettyä työhöni paljon käyttökelpoista materiaalia, mutten ole varma sainko jäsenneiltyä tätä kaikkea tietoa aivan niin hyvin kuin olisin voinut. Jouduin myös karsimaan joitain asiakokonaisuuksia pois työstäni käytettävissä olevan ajan puutteen vuoksi, mikä saattoi olla osittain hyväkin asia. Muutoin työni olisi saattanut lähteä rönsyilemään sen nykyistä tilannettakin enemmän. Toisaalta taas en tiedä, kuinka onnistuneesti valitsin pois karsimani asiat. Aloitin työni teoriaosuuden kokoamisen tammikuussa, mikä oli myöskin hieman kummallista, koska olin ehtinyt suorittaa suurimman osan työharjoitteluani ennen tätä. Jos olisin syksyllä tiennyt, että teen opinnäytetyöni 3D-artistin työkäytännöistä virtuaalitodellisuudessa, olisin todennäköisesti pystynyt suunnittelemaan ja toteuttamaan tämän työn paremmin. Työn loppuvaihe oli muutoinkin kiireiden täyttämä. Esimerkiksi Ego Curesta näyttämäni esimerkit olisivat toimineet paremmin, jos olisin kerennyt tekemään niistä VR-laseilla katsottavan version kirjoitetun työn tueksi. Näiden esimerkkien selittäminen pelkillä teksteillä ja 2D-kuvilla luultavasti latisti niiden mahdollista vaikutusta.

Lähteet

Alger, Mike 2015a. Visual Design Methods for Virtual Reality. issuu.com. <https://issuu.com/algerface/docs/visual_design_methods_for_vr> (luettu 28.4.2017).

Alger, Mike 2015b. Kuva. Designing VR for Humans. SlideShare.net <<https://www.slideshare.net/alexandervancooten/designing-vr-for-humans-mike-alger>> (luettu 28.4.2017).

Alger, Mike 2015c. Video. VR Interface Design Pre-Visualization Methods. <<https://vimeo.com/141330081>> (katsottu 29.4.2017).

Bos, Jelte E, Bles, Willem & Groen, Eric L 2007. A Theory on Visually Induced Motion Sickness. Luettavissa osoitteessa <https://www.researchgate.net/publication/250716478_A_theory_on_visually_induced_motion_sickness> (luettu 27.4.2017).

Burdette, Matt 2015. The Swayze Effect. Oculus.com <<https://www.oculus.com/story-studio/blog/the-swayze-effect/>> (luettu 29.4.2017).

Craig, Alan B, Sherman, William R & Will, Jeffrey D 2009. Developing Virtual Reality Applications: Foundations of Effective Design. Burlington, Massachusetts, USA: Morgan Kaufmann Publishers.

Ego Cure Production Package 2016. Aalto University, ELO Film School Helsinki.

Epic Games, Inc. n.d. Virtual Reality Best Practices. docs.unrealengine.com <<https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Platforms/VR/ContentSetup/>> (luettu 1.5.2017).

Gould, John D 1995. How to Design Usable Systems. Baecker, Ronald M, Grudin, Jonathan, Buxton, William A S & Greenberg, Saul (toim.): Human-Computer Interaction. California, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc. 93–121. Luettavissa osoitteessa <<http://marjan.fesb.hr/~mcagalj/HCI/Readings/Gould.pdf>> (luettu 26.2.2017).

Ho, Chin-Chang & MacDorman, Karl F 2010. Revisiting the Uncanny Valley Theory: Developing and Validating an Alternative to the Godspeed Indices. MacDorman.com <<http://www.macdorman.com/kfm/writings/pubs/Ho2010UncannyValleyIndices.pdf>> (luettu 24.4.2017).

Huhtala, Johanna 2011. Immersion mittaaminen mobiilipelinkehityksen välineenä. Pro gradu -tutkielma. Tampere: Tampereen yliopisto, Informaatiotieteiden yksikkö. Luettavissa osoitteessa <<https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/83021/gradu05452.pdf?sequence=1>> (luettu 26.1.2017).

Hyvärinen, Lea 2001. Silmät ja näkeminen. Lea-Test.fi <<http://www.lea-test.fi/su/tyonako/tutkimin/nakokent.html>> (luettu 27.4.2017).

International Society for Presence Research 2000. Presence defined. ISPR.info <<http://ispr.info/about-presence-2/about-presence/>> (luettu 25.2.2017).

Jerald, Jason 2016. The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality. New York, USA: Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool.

Kaneko, Tomomichi, Takahei, Toshiyuki, Inami, Masahiko, Kawakami, Naoki, Yanagida, Yasuyuki, Maeda, Taro & Tachi, Susumu 2001. Detailed Shape Representation with Parallax Mapping. ResearchGate.net <https://www.researchgate.net/publication/228583097_Detailed_shape_representation_with_parallax_mapping> (luettu 1.5.2017).

Kennedy, R S & Lilienthal, M G 1995. Implications of Balance Disturbances Following Exposure to Virtual Reality Systems. Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual International Symposium. California, USA: IEEE Computer Society Press. 35–39.

Lawson, Ben D 2014. Motion Sickness Symptomatology and Origins. Hale, Kelly S & Stanney, Kay M (toim.): Handbook of Virtual Environment: Design, Implementation, and Applications. 2. painos. Florida: CRC Press. 531–600.

LaValle, Steven M 2017. Virtual Reality. University of Illinois, Cambridge University Press. Luettavissa osoitteessa <<http://vr.cs.uiuc.edu/>> (luettu 15.4.2017).

LaViola, Joseph J Jr. 2000. A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments. Konstan, Joseph A (toim.): *ACM SIGCHI Bulletin* 32 (1) 47–56. Luettavissa osoitteessa <<http://dx.doi.org/10.1145/333329.333344>> (luettu 27.2.2017).

Luton, Will 2017. Making Better Games Through Iteration. Gamasutra.com <http://www.gamasutra.com/view/feature/132554/making_better_games_through_.php?print=1> (luettu 26.2.2017).

McCurley, Vincent 2016. Storyboarding in Virtual Reality. VirtualRealityPop.com <<https://virtualrealitypop.com/storyboarding-in-virtual-reality-67d3438a2fb1>> (luettu 20.4.2017).

McMahan, Alison 2003. Immersion, Engagement, and Presence: A Method for Analyzing 3-D Video Games. Wolf, Mark J P & Perron, Bernard (toim.): The Video Game Theory Reader. New York: Routledge, Taylor & Francis Group. 67–86. Luettavissa osoitteessa <http://www.phil-fak.uni-duesseldorf.de/fileadmin/Redaktion/Institute/Kultur_und_Medien/Medien_und_Kulturwissenschaft/Dozenten/Szentivanyi/Computerspielanalyse_aus_kulturwissenschaftlicher_Sicht/mcmahan.pdf> (luettu 26.2.2017).

Merriam-Webster 2017. "Virtual Reality". Merriam-Webster.com <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality>> (luettu 26.1.2017).

Mori, Masahiro 2012. The Uncanny Valley: The Original Essay by Masahiro Mori. spectrum.ieee.org <<http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/the-uncanny-valley>> (luettu 24.4.2017).

Mäkäräinen, Meeri, Kätsyri, Jari, Förger, Klaus & Takala, Tapio 2015. The Funcanny Valley: A Study of Positive Emotional Reactions to Strangeness. New York, USA: ACM <<http://dx.doi.org/10.1145/2818187.2818292> > (luettu 24.4.2017).

Oculus Story Studio 2015. Kuva. Lost-animaation robottikäsi. Oculus.com <https://scontent.oculuscdn.com/v/t64.5771-25/12533901_399555233722650_737854185789194240_n.gif?oh=ec827613f30762b3b53bbcc1b3053a8a&oe=593BA259> (katsottu 2.5.2017).

Oculus Story Studio 2016. Kuva. Henry-animaation päähenkilö. Oculus.com <https://scontent-arn2-1.xx.fbcdn.net/v/t39.2365-6/15727929_1650598861624261_3259471928137613312_n.jpg?oh=9afe64b4404c8d7de3ba8cd0b63cd5b1&oe=59859DAB> (katsottu 2.5.2017).

Oculus VR, LLC 2017a. Oculus Best Practices. Oculus.com <<https://static.oculus.com/documentation/pdfs/intro-vr/latest/bp.pdf>> (luettu 26.2.2017).

Oculus VR, LLC 2017b. Oculus Best Practices. Oculus.com <https://developer3.oculus.com/documentation/intro-vr/latest/concepts/bp_intro/> (luettu 26.2.2017).

Oculus VR, LLC n.d. Kuva. Oculus Rift Equipment. Oculus.com <<https://www.oculus.com/rift/>> (katsottu 30.4.2017).

Oxford Dictionaries 2017. "Uncanny Valley". en.oxforddictionaries.com <https://en.oxforddictionaries.com/definition/uncanny_valley> (luettu 24.4.2017).

Parisi, Tony 2016. Learning Virtual Reality: Developing Immersive Experiences and Applications for Desktop, Web and Mobile. Sebastopol, California, USA: O'Reilly Media Inc.

Pauch, Randy, Snoddy, Jon, Taylor, Robert, Watson, Scott & Haseltine, Eric 1996. Disney's Aladdin: First Steps Toward Storytelling in Virtual Reality. Proceedings of the 23rd Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 193–203. ACM Press. Luettavissa osoitteesta <<http://ivizlab.sfu.ca/arya/Papers/ACM/SIGGRAPH-96/Storytelling%20in%20VR.pdf>> (luettu 26.2.2017).

Prothero, Jerrold D & Parker, Donald E 2003. A Unified Approach to Presence and Motion Sickness. Hettinger, Lawrence J & Haas, Michael W (toim.): Virtual and Adaptive Environments. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 47–66.

Seay, A Fleming, Krum, David M, Hodges, Larry & Ribarsky, William 2002. Simulator Sickness and Presence in a High Field-of-View Virtual Environment. New York, USA: ACM <<http://dx.doi.org/10.1145/506443.506596>> (luettu 29.4.2017).

Slater, Mel & Steed, Anthony 2000. A Virtual Presence Counter. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. Lontoo: University College London, Department of Computer Science. Luettavissa osoitteesta <<http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/m.slater/Papers/bips.pdf>> (luettu 25.2.2017).

Slater, Mel & Wilbur, Sylvia 1997. A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. Lontoo: University College London & QMW University of London, Department of Computer Science. Luettavissa osoitteesta <<http://publicationslist.org/data/melslater/ref-232/pres5.pdf>> (luettu 23.2.2017).

Telltale Games 2013. Kuva. The Wolf Among Us -pelin kuvankaappaus <<http://gimmedigital.gimmedigital.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2014/02/wolf3.png>> (katsottu 2.5.2017).

Voll, Kimberly 2015. "Presence" is the New "Fun". zanytomato.tumblr.com.
<<http://zanytomato.tumblr.com/post/128952774355/presence-is-the-new-fun>> (luettu 25.4.2017).

Voll, Kimberly 2016. The Fidelity Contract in VR. zanytomato.tumblr.com. <<http://zanytomato.tumblr.com/post/140725769440/the-fidelity-contract-in-vr>> (luettu 24.4.2017)

Iteratiivisen pelisuunnittelun vaiheet

Esimerkkikaavio iteratiivisen pelisuunnittelun vaiheista (Luton 2017).

