

Opinnäytetyö (AMK)

Tietoliikenne ja sähköinen kauppa

Mediatekniikka

2015

Tuuli Sumiala

# LASIIS-DEMO

– apuohjelma ikkunateippauksen suunnitteluun



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikka | Mediatekniikka

Maaliskuu 2015 | 39 sivua

Ohjaaja: Yliopettaja, FT Mika Luimula

Tuuli Sumiala

## LASIIS-DEMO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää apuohjelma tukemaan ikkunateippausten suunnittelua. Ohjelman tarkoituksena oli erityisesti parantaa entisestään suunnittelijan ja asiakkaan välistä kommunikaatiota ikkunateippauksen suunnittelussa. Työtä varten tutkittiin valon ominaisuuksia ja käyttäytymistä suhteessa erityisesti tasolasiin. Valon ominaisuuksia tutkittaessa kiinnitettiin huomiota polarisaatioon, spektrin laajuuteen sekä UV-säteilyn vaikutuksiin.

Työn tuotos toteutettiin grafiikoita lukuun ottamatta Unity-pelimoottorin perusversiolla. Ohjelmassa voidaan tuoda käyttäjän oma ikkunateippaussuunnitelma kolmiulotteiseen maailmaan, jossa sitä voidaan tarkastella ikkunaa simuloivalla läpinäkyvällä pinnalla kolmessa eri valaistusolosuhteessa. Tällä havainnollistetaan sitä, miten eri vuorokauden- ja vuodenaikat vaikuttavat tarran erottuvuuteen.

Käyttöliittymä suunniteltiin tekijän käyttäjäryhmän tuntemuksen pohjalta ja sen testaaminen jäi vähäiseksi. Lasiis-demon saama palaute oli kuitenkin positiivista ja työn tulos vastasi tavoitteisiin.

ASIASANAT:

simulointi, tarrakalvot

## BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Information Technology | Digital Media

March 2015 | 39 pages

Instructor: Principal Lecturer, Ph. D. Mika Luimula

Tuuli Sumiala

# LASIIS DEMO

The purpose of this thesis was to create an application to aid in the design of window film installations. To achieve this, some research on the characteristics and behavior of light in relation to flat glass was carried out. Special attention was paid to polarization, spectrum and the effects of UV-radiation.

The application was built on the standard version of game engine Unity 3D. The Lasiis demo allows a user to port their own window film installation design in png -format to a three dimensional scene where it can be observed on a transparent plane that simulates a window. Lighting can be switched to three different values in order to simulate the appearance of the design with different amounts of sunlight, from bright sunny day to near complete darkness.

The primary purpose of the application was to improve the communication between a customer and the designer during the designing process. The user interface was designed using the knowledge on end users acquired by the author, and there was little scientific testing on the subject. However, the application received positive feedback from the future users and achieved its set goals.

### KEYWORDS:

simulation, window film

# SISÄLTÖ

<b>SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 VALO JA VALON SUHDE LASIIN</b>	<b>9</b>
2.1 Valon ominaispiirteitä	9
2.2 Lasin ominaispiirteitä	9
2.3 Valon suodatus ja polarisointi	11
<b>3 TARRA-ALALLA KÄYTETYT TEKNOLOGIAT</b>	<b>13</b>
3.1 Vektorigrafiikka	13
3.2 Suurkuvatulostus	14
3.3 3D-suunnittelutyökalujen käyttö	15
<b>4 TIETOKONESIMULOINTI</b>	<b>17</b>
4.1 Valaistuksen simulointi	17
4.2 Simuloinnin työkalut	18
4.2.1 3D-mallinnus	18
4.2.2 Pelimoottorit simuloinnissa	19
<b>5 LASIIS-DEMON SUUNNITTELU</b>	<b>21</b>
5.1 Toimeksianto	21
5.2 Työn toteutukseen valitut työkalut	22
5.2.1 Pelimoottori	22
5.2.2 Ohjelmointi	22
5.2.3 3D-mallinnus	23
5.2.4 2D-grafiikka	23
<b>6 TYÖN TOTEUTUS</b>	<b>25</b>
6.1 Käyttöliittymä ja toiminnallisuudet	25
6.1.1 Kuvan tuominen ohjelmaan	25
6.1.2 Näkymän valinta	27
6.1.3 Värit ja värien säätö	29

6.1.4 Liikehuoneiston grafiikka	31
6.2 Valaistus ja lasi	32
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>35</b>
<b>8 LOPUKSI</b>	<b>37</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>38</b>

## Kuvat

Kuva 1. Valon kulku juomalasin läpi.	11
Kuva 2. Lämpösiirtotulostimen toimintaperiaate (HellermannTyton 2013, 397).	14
Kuva 3. Tiedostoselaimen alkuperäinen ilme.	27
Kuva 4. Tiedostoselaimen lopullinen ilme.	27
Kuva 5. Värinvaihtopainikkeen toiminta.	29
Kuva 6. Värinvaihtopainikkeet ja tekstin erottuminen vaaleiden sisäpintojen ollessa valittuna.	30
Kuva 7. Värinvaihtopainikkeet ja tekstin erottuminen tummien sisäpintojen ollessa valittuna.	31
Kuva 9. Valaistuksen valinta: Pilvinen.	33
Kuva 11. Ikkunateippauksen materiaali ja käytetty shader.	34

## SANASTO

CAD	Computer-aided Design, tietokoneen käyttämistä apuvälineenä etenkin insinöörien ja arkkitehtien suunnittelutyössä.
CAE	Computer-aided Engineering, tietokoneen käyttämistä apuvälineenä tekniikan analysointitehtävissä
CAM	Computer-aided Manufacturing, tietokoneen käyttämistä apuvälineenä teollisuuden suunnittelu- ja tuotekehitystyössä.
C#	C++-pohjainen ohjelmointikieli
FPS	Tässä työssä First Person Shooter. "FPS on ammuntopelien genre, jossa peliympäristö ja tapahtumat kuvataan pelihahmon silmin nähtynä" (Peliopas).
JavaScript	Oliopohjainen ohjelmointikieli
Python	Tehokas ja monipuolinen ohjelmointikieli
RIP	Raster Image Processor. RIP-ohjelma rasteroi kuvan tulostusta varten (Wikipedia).

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja kehittää uusia käytännönläheisempiä lähestymistapoja teippausten suunnitteluun ja valmiin suunnitelman tarkasteluun ennen asennusta. Jonkinlainen esikatselumahdollisuus esimerkiksi ikkunateippausta suunniteltaessa voisi olla suurikin myyntivaltti erityisesti talouselämän aikana, kun asiakasyritykset ovat haluttomia tekemään suuria investointeja. Asiakasta on usein vaikeaa saada todella innostumaan pelkän vektorigrafiikkana toteutetun suunnitelman perusteella, joten tarvitaan jotain, millä suunnittelija voi helposti esitellä suunnitelmaansa ymmärrettävämällä tavalla.

Tässä opinnäytetyössä päätettiin keskittyä lasipinnoille asennettaviin mainosteippauksiin, joihin myöhemmin tässä dokumentissa viitataan yksinkertaisesti ikkunateippauksina tai näyteikkunateippauksina. Aluksi tutkitaan valon ominaisuuksia ja sen käyttäytymistä lasissa sekä tarra-alalla käytettyjä teknologioita, jotta ymmärrettäisi teoriassa, miten nämä asiat vaikuttavat ikkunateippauksiin. Työn tuotoksena luodaan demo-versio ohjelmasta, joka havainnollistaa asiakkaalle, mitkä tekijät vaikuttavat siihen, miltä juuri hänen näyteikkunansa tulisi näyttämään. Vastaavaan tarkoitukseen suunniteltua ohjelmaa ei tutkimuksen aikana löydetty. Lähimpänä samankaltaista tarkoitusta olivat sisustussuunnitteluun tarkoitetut 3D-sovellukset. Nämä eivät kuitenkaan ominaisuuksiltaan ja toteutukseltaan sovellu ikkunateippausten havainnollistamiseen. Ikkunateippauksen tarkoitus on lisätä yrityksen näkyvyyttä ja löydettävyyttä, joten se on tärkeää saada suunniteltua hyvin ja asiakkaan toiveiden mukaiseksi.

Työ toteutetaan pääasiallisesti Unity3D -pelinkehitysohjelmalla. Ohjelmassa käytettävä tiedostoselaimen runko löytyi valmiina, ja sen implementoinnissa projektiin auttoi insinööriopiskelija Max Lindblad. Luvussa 2 perehdytään syvällisemmin valon ominaisuuksiin ja käyttäytymiseen. Luvussa 3 selvennetään toimeksiantajayrityksen käyttämiä ja muuten alalla käytössä olevia ohjelmistoja ja teknologioita. Luku 4 käsittelee käytännönläheistä tietokonesimulointia ja sellaisen mahdollistavia työkaluja. Luvusta 5 alkaa perehtyminen itse työhön. Luvussa 6 toteutetaan sovellus ja esitellään työn osia kuvakaappauksin. Yhteen-

vedossa tutkitaan tavoitteiden toteutumista työn tuloksen sekä oppimisen kannalta, ja pohditaan jatkokehitysmahdollisuuksia.



## 2 VALO JA VALON SUHDE LASIIN

### 2.1 Valon ominaispiirteitä

Valo on elektromagneettista säteilyä, joka muodostuu valonnopeudella 300 000 km/s liikkuvista fotoneista. Esimerkiksi auringonvalo sisältää useita eri taajuuksilla ja eri aallonpituuksilla liikkuvia fotoneita. Valon väri on suoraan yhteydessä aallonpituuteen. (SLLY 2010.) Kun valkoinen valo hajotetaan prisman avulla, pystyy nämä eri värit erottamaan. Tämän havainnon teki ensimmäisenä Sir Isaac Newton vuonna 1666 opetellessaan optisten lasien hiontaa muuhun kuin ympyrän muotoon (Encyclopedia.com 2008). Sateenkaressa värit ovat järjestyksessä taittumisasasteensa mukaan siten, että punaisen värin aallonpituus on pisin ja violetin lyhin (Tieteen kuvalehti 2010).

Auringon säteily sisältää näkyvän valon lisäksi muunkinlaista säteilyä. Näistä esimerkiksi ultravioletti- eli UV-säteilyllä on monenlaisia vaikutuksia, vaikka on silmälle näkymätöntä. UV-säteily jaetaan kolmeen osaan, UVA-, UVB- sekä UVC-säteilyyn. Ilmakehän otsonikerros suodattaa pois kaiken UVC-säteilyn sekä suurimman osan UVB:stä. UVC-säteily on erittäin polttavaa, ja sitä käytetään bakteerien tappamiseen suunnitelluissa erikoislampuissa (STUK 2014). UVB-säteily aiheuttaa muutoksia polymeereissä, kuten puussa ja muovissa (Andrady 2008). Se polttaa ihoa aiheuttaen ihon paksuuntumista ja ruskettumista sekä suuremmilla altistuksilla lisää ihosyövän riskiä. UVA vaikuttaa UVB-säteitä syvemmällä ja vanhentaa ihoa lisäten myös riskiä sairastua ihosyöpään. (STUK 2014). Silmässä UV-säteily edistää kaihin kehittymistä, ja lyhytaikainen runsas altistus aiheuttaa ohimenevän lumisokeuden eli akuutin tulehduksen. (Ilmatieteenlaitos 2014.)

### 2.2 Lasin ominaispiirteitä

Lasi on yleensä kirkasta ja läpäisee valoa tehokkaasti. Lasia voidaan leikata ja hioa eri muotoihin. Esimerkiksi Newton käytti geometrista prismaa tutkiessaan

valon taittumista ja heijastumista (Encyclopedia.com 2008). Muita esimerkkejä optisesti erityismuotoillusta lasista ovat silmälasien linssit, suurennuslasit sekä kaukoputket ja kiikarit. Näissä käyttökohteissa lasin taitekerrointa käytetään valon ohjaamiseen siten, että saadaan optisesti paras mahdollinen lopputulos. Nykyään voidaan lasin sijasta käyttää useissa tapauksissa mm. akryyliä tai polykarbonaattia. Muovi on kevyempää ja joustavan rakenteensa vuoksi kestävämpää kuin lasi, mutta se naarmuuntuu helpommin eikä siksi välttämättä sovellu optisesti haastavimpiin käyttötarkoituksiin.

Lasia käytetään suhteellisen kestäväytensä sekä juuri valoa läpäisevän ominaispiirteensä vuoksi muun muassa juomalaseissa ja muissa käyttöesineissä. Juomalasin läpi siivilöityvä valo on osin hajautunutta, mutta luo myös polttopisteitä riippuen valon suunnasta ja lasin muodosta sekä siitä, onko se täysi vai tyhjä. Juomalasia katsoessa voi havaita muun muassa pienen spektrin, joka syntyy taemman lasin jalan tyveen (kuva 1). Ikkunalasien ja tavallisimpien peilien taas on tarkoitus olla pinnaltaan mahdollisimman tasaisia, ettei näkymä lasin läpi vääristyisi.



Kuva 1. Valon kulku juomalasin läpi.

Valoa läpäisemättömät pinnat aiheuttavat varjoja. Jos varjoja halutaan häivyttää, voidaan käyttää esimerkiksi huurrutettua lasia. Kun lasin pinta on hieman epätasainen, se hajauttaa valonsäteet kulkemaan eri suuntiin ja siten pehmentää valaistusta. Samoin käy mille tahansa epätasaisesta pinnasta heijastuvalle valolle.

### 2.3 Valon suodatus ja polarisointi

Valon hiukkas- ja aaltoluonteen vuoksi sitä voidaan suodattaa monin eri tavoin. Sitä voidaan hajauttaa, keskittää, tai siitä voidaan poistaa haitalliseksi tai tarpeettomaksi katsottua säteilyä. Tästä hyvänä esimerkkinä ovat aurinkolasit ja aurinkosuojakalvot. Auringonvalosta halutaan useimmiten poistaa UV-säteily, joka on silmälle näkymätöntä, mutta silti hyvin haitallista. Useimmat ikkunalasit onkin käsitelty UV-valoa läpäisemättömiksi tai vähentäviksi. Yksinkertaisimmil-

laan säteilyä voidaan säädellä eriasteisella tummennuksella joko valmistusvaiheessa tai jälkiasennettavilla kalvoilla. Samoin valon väriä voidaan muuttaa värjäämällä lasi halutunlaiseksi. Esimerkiksi punainen lasi päästää lävitseen vain punaista valoa ja eliminoi muut. Siksi värjääviä suotimia käytettäessä menetetään myös valotehoa.

Aurinkolasien toinen, optiikan kannalta ehkä tärkeämpi tehtävä on poistaa heijastumia. Heijastumien poisto perustuu valon polarisaatioon eli aaltoliikkeen suuntaan ja uudelleen suuntaamiseen. Heijastumat ja hajasäteet ovat yleensä horisontaalisia eli vaakasuuntaisia, kun taas aurinkolasien polarisaatio on vertikaalinen. (Hunter 2010, 3.) Polarisaatiota voidaan käyttää muun muassa 3D-tekniikassa. Tällöin kummallekin silmälle näytettävä valo on eri suuntaan polarisoitu, ja lasit sulkevat väärän suuntaiset säteet ulos (Woligroski 2012). Tätä tekniikkaa käyttävissä näytöissä ja televisioissa pystysuuntainen resoluutio puollittuu. Elokuvateattereissa käytetään tekniikkaa, joka ei vaikuta resoluutioon.

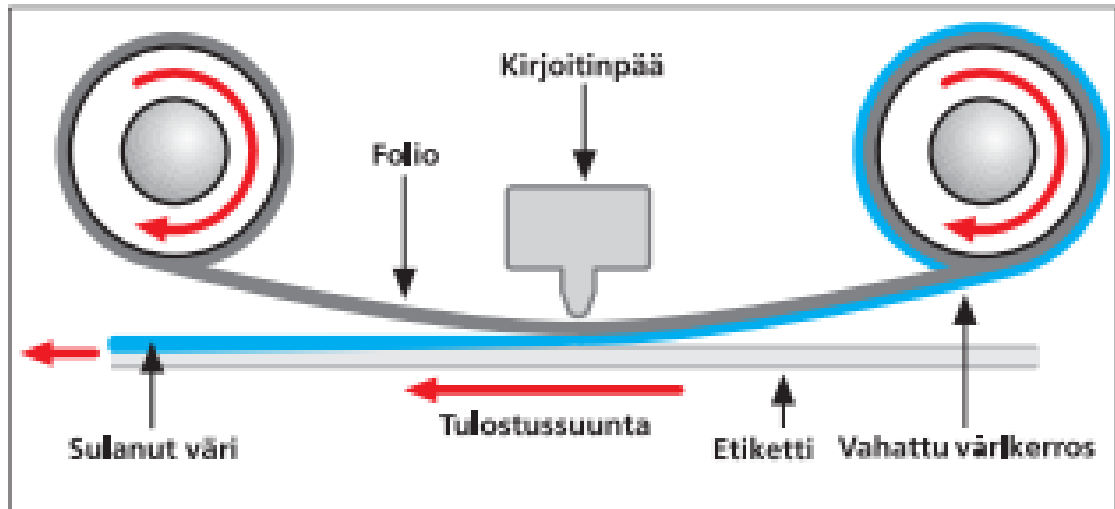
## 3 TARRA-ALALLA KÄYTETYT TEKNOLOGIAT

Tässä luvussa luodaan katsaus mainos- ja opastealan ammattilaisten käyttämiin ohjelmistoihin ja teknologiaan. Grafiikkaa tuotetaan pääasiassa vektorimuodossa, joten siihen keskitytään eniten.

### 3.1 Vektorigrafiikka

Tarrojen ja opasteiden suunnitteluun käytetään yleensä vektorigrafiikkaohjelmia, kuten Adoben Illustratoria, CorelDRAW'ta tai Gerberin Omega Composeria. Tuotettu vektorigrafiikka voidaan sitten lähettää suoraan esimerkiksi Composerista leikkurille tai lämpösiirtotulostimelle. Materiaalina käytetään useimmiten valuvinyylistä valmistettua läpivärjättyä tarrakalvoa. Lämpösiirtotulostuksessa käytetään laitteesta riippuen tiettyä rullaleveyttä, esimerkiksi Gerber EDGE tulostin ja saman valmistajan kapea leikkuri käyttää reikäohjausta ja niiden rullaleveys on 350 mm. Useimmat suuremmat leikkurit käyttävät optista ohjausta, ja niissä voidaan käyttää jopa 1 220 mm leveää rullamateriaalia, mutta myös halutun kokoista arkkiä. Tarraleikkuri leikkaa hyvin terävällä terällä vain muutaman nanomillimetrin syvyyteen siten, että taustapaperi jää ehjäksi. Laserleikkausta käytetään pääasiassa muovin kaiverukseen tai leikkaukseen.

Lämpösiirtotulostusta käytetään muun muassa teollisuuden merkinnöissä, koska siten saadaan erittäin tarkkaa ja vaihtelevissa olosuhteissa kestävää tulostusjälkeä. Tulostuksen tarkkuus riittää esimerkiksi viivakoodien ja ajoneuvojen entisöintitarrojen toteuttamiseen. Lämpösiirtotulostus on myös nopeaa ja hajutonta. Lämpösiirtotulostuksessa lämpösiirtoväriauhalta siirretään vaha käytettävän materiaalin pintaan. Oheisessa kuvassa on kuvattu menetelmän toimintaperiaate. Kukin väri siis siirretään kuvaan erikseen, joten uusia värejä voi muodostaa painamalla päällekkäin eri sävyjä, ja liukuväriefektit toteutetaan tarvittaessa rasterisesti. Lämpösiirrolla voidaan tulostaa myös valkoista ja metallisävyjä, kuten lehti- tai peilikultaa.



Kuva 2. Lämpösiirtotulostimen toimintaperiaate (HellermannTyton 2013, 397).

Kylttien suunnitteluun kätevin ja intuitiivisin ohjelma on yleensä sellainen, joka on siihen suunniteltu eli yleensä leikkurin valmistajan oma ohjelma. Esimerkiksi Gerber Scientific Productsin Omega-ohjelmisto sisältää tarvittavat suunnittelu-työkalut sekä materiaali- ja väritiedot, joita tarvitaan erityisesti lämpösiirtotulostuksessa. Adoben Illustrator on esimerkiksi suunniteltu kaikenlaisen grafiikan tuottamiseen ja on parhaimmillaan logoja ja monivärisiä graafisia elementtejä luotaessa. Bittikartan rasterointi onnistuu myös kätevästi Illustratorin image trace -toiminnon avulla. Illustratoria voidaan käyttää tulostukseen tavallisiin leikkureihin, jotka eivät tarvitse ohjelman syöttämää tietoa materiaalista.

### 3.2 Suurkuvatulostus

Suurkuvatulosteet toteutetaan joko bittikartan tai vektorigrafiikan pohjalta. Vektorigrafiikan etu tässä menetelmässä on sen hyvä skaalautuvuus. Tulostettavan materiaalin valmisteluun voidaan käyttää käytännössä mitä tahansa grafiikkaohjelmaa. Tulostusasettelu sekä tietokoneen ja tulostimen välinen kommunikointi tapahtuu RIP-ohjelman avulla. Ohjelmien ominaisuudet vaihtelevat väriprofiilien määrän ja tarkkuuden sekä tuettavien tulostinmallien osalta suurestikin.

Wasatch SoftRIP on edullinen ja melko perustasoisen RIP-ohjelma (Seri-Deco 2015) Onyx tarjoaa kokonaisten ohjelmistojen lisäksi lisäosia Adoben tuotteisiin, kuten Illustratoriin (Tarvainen 2013).

Tulostimia on moneen eri käyttöön. Lateksitulostimella voidaan tulostaa monenlaiselle tarralle, synteettiselle ja perinteiselle paperille ja sillä voidaan tulostaa myös tapettia.

### 3.3 3D-suunnittelutyökalujen käyttö

Tutkimuksessa ei löytynyt esimerkkejä tarra-alalla käytettävistä kolmiulotteista virtuaaliodellisuutta hyödyntävistä näyteikkunateippausten suunnittelu tai simuloitiohjelmista. Löydettiin vain 2D-vektorigrafiikkaa tuottavia eriasteisia suunnitteluohjelmia. Adoben Photoshopin uusimmissa versioissa tosin pystyy simuloimaan kolmiulotteisuutta ja tasojen avulla säätämään myös valaistusta ja esimerkiksi teippauksen eriosien läpinäkyvyyttä.

Sisustus- ja arkkitehtitoimistoiden käytössä on jonkin verran 3D-mallinnusohjelmia, joiden pohjalta voisi olla mahdollista kehittää ohjelma esimerkiksi auto- ja ikkunateippausten suunnitteluun. Autoteippausten suunnittelua helpottaisi mahdollisuus ottaa huomioon kaarevat pinnat, jotka vaikeuttavat muun muassa tarkkojen mittojen ottamista tarran leikkuuta varten. Monet auto-liikkeet tarjoavat viivapiirroksia automalleistaan. AutoCADin kaltaisissa tieteellisen piirtämisen ohjelmissa näitä viivapiirroksia voisi käyttää referenssinä tällaisen ohjelman mallien luonnissa.

Ikkunateippausten suunnitteluun riittäisi kolmiulotteinen suunnitteluympäristö, jossa voisi olla joko modulaarisesti muokattava liikehuoneisto tai muutama tavallisin liiketilamalli sekä säädettävät valaistusolosuhteet. Jonkinasteiset suunnittelutyökalut tällaisessa ohjelmassa olisi hyvä olla, jotta tarrat saataisi aseteltua ikkunalaseihin halutulla tavalla, ja jotta eri materiaalien valonläpäisyominaisuudet pystyttäisiin ottamaan huomioon mahdollisimman hyvin. Yleisimmin käytetty erikoistehostekalvo lienee hiekkapuhalluskalvo, joka jäljittelee nimensä

mukaisesti hiekkapuhallettua lasia, tai niin kutsuttua maitolasia. Kalvo läpäisee ja hajottaa valoa. Se ei siis ole suoranaisesti läpinäkyvää, joten sen ominaisuuksien jäljittely on vaikeampaa kuin tavallisen, valoa tietyn määrän läpäisevän kalvon jäljittely.



## 4 TIETOKONESIMULOINTI

Tässä luvussa käsitellään simulaatioita, erityisesti tietokonesimulaatioita. Simulaatiolla tarkoitetaan keinotekoisia todellisuutta, jolla yritetään jäljitellä reaali maailmaa (Salmi 2014). Tietokonesimulaatiotekniikalla pystytään luomaan turvallinen tila, jossa voi tutkia eri muuttujien vaikutusta lopputulokseen ilman pelkoa henkilövahingoista tai kalliiden laitteiden rikkoutumisesta. Useimmat simulaatiot on alun perin kehitetty teollisuuden tarpeisiin tehostamaan tuotantoa ja tuotekehitystä sekä kouluttamaan henkilökuntaa. Nykyään simulaatiot ovat kehittyneet myös moniin muihin käyttötarkoituksiin, kuten viihdekäyttöön. Markkinoilla on esimerkiksi monenlaisia simulaatiopelejä, kuten Maxisin The Sims -pelisarja (2000), Giant Softwaren Farming Simulator sekä strateginen maailmanvalloitus simulaatio Sid Meier's Civilization sekä kokeilevampia simulaattoreita kuten masennussimulaattori (Quinn 2013). Simulaattoreilla pystyy tutustumaan myös asioihin, joiden kokeminen ei ehkä reaali maailmassa olisi mahdollista, tai kuten esimerkiksi viimeksi mainitussa tapauksessa, myöskään toivottavaa.

### 4.1 Valaistuksen simulointi

Ammattikäyttöön on saatavilla monipuolisia ja realistisia simulaattoreita muun muassa valaistuksen alalta. Valaistukseen kiinnitetään huomiota yleensä vasta, kun valaistus on liian vähäistä tai huonoa. Toimiva valaistus on kuitenkin tärkeää niin viihtyvyyden kuin turvallisuudenkin kannalta. Teollisuuden käyttöön tarkoitetut ohjelmistot tarjoavat työkalut muun muassa autojen lamppujen ja valaisimien suunnitteluun. Näillä pystyy simuloimaan valoa ja heijastuksia, minimoimaan haitalliset heijastukset ja hallitsemaan muun muassa valon värisävyjä. Eräs tunnettu valon simulointiohjelmistojen valmistaja Optis nostaa tuotteidensa suurimmaksi vahvuudeksi niiden kyvyn simuloida ihmisen näköä kaikissa olosuhteissa. (Optis 2013) Ohjelmistot siis ottavat huomioon valon ominaisuudet kuten spektrin laajuuden ja valonsäteiden polarisaation.

## 4.2 Simuloinnin työkalut

Tässä luvussa käydään läpi tarjolla olevia ohjelmia ja vertaillaan niiden ominaisuuksia. Vaikka kaupallisten ohjelmistojen ominaisuudet ja käytettävyys ovat usein ylivoimaisia, saatavilla on myös lähes vastaavat ominaisuudet omaavia ei-kaupallisia vaihtoehtoja.

### 4.2.1 3D-mallinnus

Autodesk inc. on 3D-mallinnukseen erikoistunut ohjelmistotuotantoyritys. Sen tuotteita ovat muun muassa 3ds Max, Maya ja AutoCAD-tuotteet. Näistä AutoCAD-tuotteet on tarkoitettu puhtaasti ammattimaiseen mallinnukseen ja sen monet tuoteversiot on suunniteltu eri teollisuudenalojen tarpeisiin esimerkiksi tuotekehitykseen. Toinen ammattikäyttöön tarkoitettu 3D-suunnitteluohjelmisto on Siemens PLM:n julkaisema ja kehittämä NX. NX-ohjelmistoon kuuluu työkalut niin suunnitteluun (CAD), simulointiin (CAE) kuin valmistukseenkin (CAM).

Autodeskin muista tuotteista Mayalla on oma käyttäjäryhmänsä, mutta sitä pidetään yleisesti vaikeammin hallittavana mallinnusohjelmana kuin esimerkiksi 3ds Maxia tai Blenderiä. 3ds Max on hyvä ja monipuolinen 3D-mallinnusohjelma. Sen käyttö on melko helppo oppia monien tutoriaaliensa vuoksi ja se sisältää paljon esimerkkimalleja ja edistyneitä työkaluja mallinnusta helpottamaan ja tehostamaan.

Blender Foundationin jakelema Blender on Python-pohjainen avoimen lähdekoodin 3D-mallinnustyökalu, jonka käyttö, muokkaus ja jakelu on täysin vapautettu (Blender 2015). Blender on nopea ja kevyt ohjelma, ja sillä tuotetut tiedostot ovat kooltaan hyvin pieniä verrattuna kilpailijoidensa tiedostoihin. Kuten monet muut avoimen lähdekoodin lisenssin alla julkaistut ohjelmat, myös Blender on hyvin pitkälle muokattavissa tekijän mieltymysten mukaiseksi. Näppäin- ja hiirikomennot voi asettaa suoraan toimimaan kuten vaikka 3ds Maxissa tai Mayassa. Tämä tekee ohjelmien välillä siirtymisen huomattavasti kätevämmäk-

si. (apm-designs, 2014). Blenderin käyttöön perehdyttäviä ohjeita on internetissä runsain mitoin.

#### 4.2.2 Pelimoottorit simuloinnissa

Pelimoottori Unity on kasvattanut suosiotaan aivan viime vuosina (Unity 2015). Sen vahvuuksia ovat muun muassa helppo käytettävyys sekä ilmaiskäyttäjillekin saatavilla olevat monipuoliset kehitystyökalut ja materiaalipankit. Pelimoottori sisältää täyden tuen ja työkalut niin kolmi- kuin kaksiulotteisellekin sisällölle. Lisäksi käyttöä ja käytön aloittamista helpottaa erittäin aktiivinen yhteisö, joka jakaa ahkerasti omia ratkaisujaan ja auttaa toisten käyttäjien kohtaamissa ongelmatilanteissa. Unityn editoria pystyy muokkaamaan melko vapaasti ja siihen on mahdollista lisätä toiminnallisuuksia. Myös tällaisia ohjelmalisäkkeitä löytyy Asset Storesta. Asset Store on Unityn oma tarvike- ja liitännäiskauppa, johon käyttäjät voivat ladata tekemiään 3D- ja 2D-malleja sekä ohjelmalisäkkeitä. Tuotteen tekijä voi jakaa työtään ilmaiseksi tai määrittää sille haluamansa hinnan.

Unity ei sisällä muutamaa yksinkertaisinta geometrista muotoa lukuun ottamatta minkäänlaisia mallinnustyökaluja, joten sen rinnalle tarvitaan aina joko 3D-mallinnusohjelma tai 2D-grafiikkaohjelma, riippuen siitä, tehdäänkö pelistä kaksi- vai kolmiulotteinen. Unityn kanssa on kuitenkin helppo käyttää vapaavalintaista ulkopuolista grafiikkaohjelmaa, sillä tiedostoa pystyy muokkaamaan toisessa ohjelmassa, vaikka se olisi jo auki Unityssä. Tiedosto päivittyy Unityn näkymään heti, kun se tallennetaan toisaalla. Unity tunnistaa esimerkiksi Photoshop-tiedostot ja osaa käsitellä tasoja ja läpinäkyvyyttä.

Epic Gamesin Unreal Engine lukeutuu tunnetuimpien pelimoottoreiden joukkoon. Se on luotu alun perin FPS-pelejä varten. Unreal Development Kit eli UDK on yksityis- ja opetuskäytössä ilmainen, mutta kaupallinen käyttö vaatii vuotuisen lisenssin maksamista. UDK on edelleen saatavilla, mutta Unreal En-

gine 4 on kannattavampi vaihtoehto erityisesti kaupallisiin töihin. Unreal Engine 3 oli Epic Gamesin kaupalliseen käyttöön tarkoitettu pelimoottori ja Unreal Engine 4:n suora edeltäjä. Tutkimuksen tekohetkellä Unreal Engine 4:n käytöstä veloitettiin n.17 euron suuruinen kuukausimaksu, mistä on sittemmin luovuttu. Julkaistuista peleistä ja sovellutuksista Epic Games perii 5 %:n rojaltin (Unreal Engine 2015). Unreal Engine 4 mahdollistaa realistisemmän grafiikan kuin esimerkiksi Unity 4. Partikkeleja voi olla totutun muutaman sadan sijaan jopa miljoonia. Ohjelmaa on myös kehitetty helppokäyttöiseksi. (Masters 2014)

Crytekin CryEngine kuuluu markkinoiden tehokkaimpiin pelimoottoreihin. Sillä on toteutettu muun muassa Crysis-pelisarja. CryEnginen sisällä pystyy muokkaamaan materiaaleja ja ajoneuvoja sekä lisäämään teitä, jokia ja kasvillisuutta valmiiden työkalusetien avulla. Myös partikkeliefektien luomista on yksinkertaistettu, ja esimerkiksi pölyhiukkaset reagoivat valoon ja tuuleen, ja voivat törmätä toisiin objekteihin. Valaistustyökalut ovat edistyneitä ja vuorokauden vaihtelu voidaan toteuttaa hyvin vakuuttavasti. Valitettavasti CryEngine ei ole käytettävyydeltään kovin aloittelijaystävällinen, vaan vaatii syvällisempää perehtymistä pelinkehitystyökaluihin, kuin esimerkiksi Unity.

Vapaan lähdekoodin 3D-mallinnustyökalu Blender on muiden toimintojensa ohella myös pelimoottori. Sen pelimoottoriominaisuudet ovat kuitenkin huomattavasti rajoittuneemmat kuin edellä mainituissa kaupallisissa ja erityisesti pelimoottoreiksi tarkoitetuissa ohjelmissa.

## 5 LASIIS-DEMON SUUNNITTELU

Tässä työssä suunnitellaan ja toteutetaan Lasiis-demo, jolla simuloidaan ikkunateippausten näkyvyyttä eri asennusolosuhteissa ja eri etäisyyksiltä. Työn toimeksiantaja on mainos- ja opastealan yritys Ergo-opasteet oy. Yrityksen toimenkuvaan kuuluu erilaisten pysyväismerkintäkalvosta valmistettujen tarrojen suunnittelu, toteutus ja asennus. (Ergo-opasteet 2014)

### 5.1 Toimeksianto

Hyvin suunniteltu näyteikkunateippaus tuo asiakkaille ja heidän yrityksilleen näkyvyyttä. Näkyvyys saadaan maksimoitua, mikäli suunnittelija pääsee vapaasti tuomaan esiin kokemukseen pohjautuvan näkemyksensä. Ongelmana on useimmiten välittää asiakkaalle, mitä kaikkea tarrasta voi tehdä ja miten eri valaistusolosuhteet vaikuttavat esimerkiksi värien ilmenemiseen tai tekstin luettavuuteen. Kommunikaatio-ongelmat aiheuttavat herkästi luottamuspulaa, mikäli asiakas ei voi olla varma että lopputulos miellyttää häntä. Molemminpuolinen luottamus on olennaista kun on kyse näinkin isosta investoinnista. Suunnittelu-, asennus- ja materiaalikustannuksineen suhteellisen yksinkertaisenkin ikkunateippauksen hinnaksi tulee helposti satoja euroja. Niinpä on tärkeää, että saadaan yhdessä suunniteltua ja toteutettua asiakkaan etua mahdollisimman hyvin ajava teippaus. Päätettiin siis toteuttaa ohjelma ikkunateippausten suunnittelun, ja suunnittelijan ja asiakkaan välisen viestinnän tueksi.

Ohjelman tulisi havainnollistaa, miten ulkoa tulevan valon määrä suhteessa sisältä tulevaan valoon vaikuttaa ikkunateippauksen erottumiseen. Ulkovalaistusolosuhteiksi valittiin aurinkoinen kesäpäivä, pilvinen syyspäivä sekä pimeys eli yöaika. Sisävalaistus olisi hyvä voida säätää päälle tai pois. Myös sisäseinien väriä tulisi voida säätää tummaksi tai vaaleaksi kontrastien selvittämiseksi.

Ohjelman kohderyhmää ajatellen käyttöliittymän tulisi olla selkeä, sopivan asiallinen ja graafisesti miellyttävä. Pohjana tähän voidaan mahdollisuuksien mu-

kaan käyttää muita yrityksessä käytettävien ohjelmien käyttöliittymiä. Olennaista on, että käyttö olisi mahdollisimman intuitiivista, eikä käytön oppimiseksi tarvitse lukea erillistä käyttöopasta.

## 5.2 Työn toteutukseen valitut työkalut

Tässä projektissa käytetään mahdollisuuksien mukaan ilmaisohjelmia tai ammattilaistyökalujen ilmaisversioita resurssien säästämiseksi asiakkaan toivomuksesta. Työssä voidaan soveltuvin osin käyttää myös yrityksen työasemille asennettuja ohjelmistoja.

### 5.2.1 Pelimoottori

Unity päätettiin valita työssä käytettäväksi pelimoottoriksi käyttökokemuksen vuoksi, ja koska se oli työn aloituksen aikaan monipuolisin ilmainen pelimoottori.

Työn jo valmistuttua Unity julkaisi uuden version, jonka myötä perusversioon sisällytettiin monipuolisemmin ominaisuuksia, jotka olivat ennen vain maksullisessa versiossa. Työssä käytetään Unityn versiota 4.6, jossa kaikki ominaisuudet eivät ole saatavilla. Unity 5:n julkaisun myötä myös Unreal Engine 4 vapautettiin ilmaiseen käyttöön siten, että rojaltia tulee maksaa yli 3000 dollarin myynnin ylittävistä tuotteista. Kuitenkaan esimerkiksi konsultointiprojektien kuten arkkitehtuuri ja simulaatio projektien tuotoksista ei rojaltia tarvitse maksaa. Epic Games on selvästi ottanut mallia Unityn liiketoimintamallista kilpaillakseen käyttäjistä.

### 5.2.2 Ohjelmointi

Harkittavina kielinä olivat JavaScript sekä C#. Unity mahdollistaa molempien kielten käytön vaikka sekaisinkin, mutta yleensä on selkeyden ja yhteensopiavuuden kannalta järkevintä valita vain toinen. Useampaa eri kieltä käytettäessä

saattaa ohjelman suorituksessa ilmetä käännösvirheitä, jotka estävät ohjelman normaalin toiminnan.

Koska yksikään ohjelmointikieli ei ole suoranaisesti ylivertainen toisiin nähden, riippuu sen valinta joko asiakkaan tai työn tekijän mieltymyksistä tai standardeista. Tässä tapauksessa ei tarvinnut ottaa huomioon standardeja eikä asiakkaalla ollut sanottavaa aiheesta, joten päätettiin käyttää C#:ia. Tässä kielessä on ainakin visuaalisesti selkeämpi kirjoitusasu.

Ohjelmoinnin apuna käytetään MonoDevelopia, joka tulee samassa asennuspaketissa Unityn kanssa. MonoDevelop on hieman kömpelö virheiden paikantamisessa ja korjauksessa, mutta toimii kuitenkin hyväksyttävästi.

### 5.2.3 3D-mallinnus

Työhön mallinnetaan yksinkertainen liikehuoneisto. Tilaa tarkastellaan vain ulkoa käsin, joten sisäpuoli voi olla hyvinkin pelkistetty. Sisätilasta kannattaa tehdä erillinen objekti, jotta sen väritystä on helpompi säätää toimeksiannon mukaisesti tummaksi tai vaaleaksi.

Tässä työssä ei ole tarkoituksenmukaista panostaa fotorealistisen tarkkaan mallinnukseen ja teollisuuden käyttöön tarkoitettuihin kalliisiin ohjelmistoihin. Tutkimuksen perusteella päätettiin käyttää mallinnukseen Blenderiä. Sen puolesta puhuivat muun muassa sen keveys sekä ohjelmana että tiedostomuodoiltaan. Blender on arvostettu 3D-mallinnusohjelma ja sen käytön oppiminen koettiin hyödylliseksi. Tärkeä seikka valinnassa oli myös se, että Blender on täysin ilmainen.

### 5.2.4 2D-grafiikka

Työhön tarvitaan 2D-grafiikkaohjelmaa käyttöliittymän osien ja mallien tekstuurien luomiseen. Käytettävän ohjelman on kyettävä käsittelemään tasoja ja läpinäkyvyyttä. Työn tekemiseen riittää siis melko perustasoinen 2D-

grafiikkaohjelma, mutta nämä vaatimukset sulkevat ulos esimerkiksi MS Paintin. Painikkeiden luomisessa muun muassa gradientit ja tasojen sekoitusmoodin säätömahdollisuus ovat käteviä ominaisuuksia.

Toimeksiantajayrityksellä on käytössä muutama eri versio Adoben tuotteista, joista työn toteutuksen kannalta olennaisin on Photoshop. Myös Illustratoria voisi käyttää esimerkiksi painikkeiden luonnissa. Tässä työssä päätettiin käyttää pääsääntöisesti Photoshop Creative Suitea, mahdollisesti myös Photoshop Creative Suite 6:ta. Näistä kummastakin käytetään jatkossa lyhyempää nimitystä Photoshop, eikä käytettävää versiota eritellä tarkemmin, ellei sitä katsota tarpeelliseksi. Toinen mahdollinen grafiikkatyökalu olisi Gimp 2.0, joka on vapaan lähdekoodin ohjelma. Photoshop on kuitenkin muun muassa työelämässä erittäin paljon käytetty kuvankäsittelyohjelma, ja siksi sekä valmiiksi tuttu että hyödyllinen opeteltava. Gimpin tarjoamat kuvansäätömahdollisuudet ovat myös hieman suppeammat ja kömpelömmät kuin Photoshopin vastaavat. Photoshopin puolesta puhui myös sen oman psd-tiedostomuodon yhteensopivuus monen muun ohjelman, kuten pelimoottori Unityn kanssa. Unityssä käytettävien graafisten elementtien muokkaaminen Photoshopissa on erittäin kätevää. Tuotosta pystyy tarkastelemaan käytännössä yhtä aikaa Unityssä ja Photoshopissa, eikä tasojen muokattavuudesta tarvitse luopua missään vaiheessa. Tämä vaatii kuitenkin sen, että Unity on asennettuna samalle koneelle, mikä hieman rajoittaa eri koneiden käyttöä ohjelman kehitykseen, mikäli halutaan nauttia parasta työtehokkuutta grafiikan suunnittelussa.



## 6 TYÖN TOTEUTUS

Työkalujen valinnan jälkeen alettiin rakentaa Lasiis-demoa. Tässä luvussa käsitellään tarkemmin sovelluksen eri osien toteutusta sekä syitä valittuihin toteutustapoihin. Sovelluksen toiminnallisuuksia ja graafisia elementtejä esitellään havaintokuvien avulla.

### 6.1 Käyttöliittymä ja toiminnallisuudet

Käyttöliittymän kautta pystytään säätämään valoisuustilaa ja sisustuksen väriä. Lisäksi käyttöliittymässä on näkyvissä ohjeet näkymän säätämiseen ja kameran liikutteluun sekä uuden teippauksen valintaan. Ohjelman kohderyhmää ajatellen käyttöliittymän tulee olla selkeä, sopivan asiallinen ja graafisesti miellyttävä. Pohjana tähän voidaan mahdollisuuksien mukaan käyttää muita yrityksessä käytettävien ohjelmien käyttöliittymiä.

Unityyn julkaistiin projektin aikana uusi versio 4.6, jonka tärkein parannus on täysin uusi UI- eli käyttöliittymäjärjestelmä. Koska käyttöliittymä oli jo osin toteutettu vanhan järjestelmän avulla, tarjosi päivitys luontevan tilaisuuden uudelleen arvioida tiettyjä toiminnallisuuksia ja niiden järkevintä toteutusta. Unityn uudessa versiossa käyttöliittymän suunnittelu onnistuu graafisesti, kun aiemmin tämä on tapahtunut puhtaasti koodipuolella. Jokaisen painikkeen sijainti on siis pitänyt ilmaista pelkästään arvoilla, mikä on suunnittelun kannalta hankalaa. Käyttöliittymän elementtien etäisyydet mukautuvat valitun resoluution mukaan.

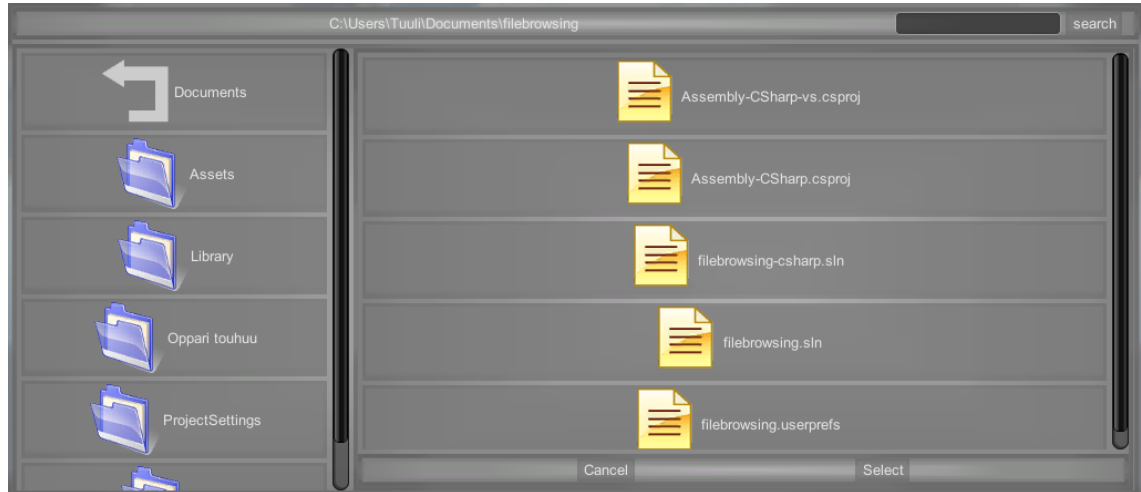
#### 6.1.1 Kuvan tuominen ohjelmaan

Ohjelman tarkoitus on auttaa asiakasta hahmottamaan suunniteltu ikkunateippaus mahdollisimman hyvin. Siksi ohjelman onkin kyettävä asettamaan käyttäjän itse valitsema kuva liiketilamalliin sen sijaan, että käytettäisiin pelkästään valmiita esimerkkejä. Unityssä ei ole sisäänrakennettuna sellaista toimintoa, jolla pystyisi tuomaan tietokoneelta kuvan valmiiseen buildiin eli ohjelman kokoon-

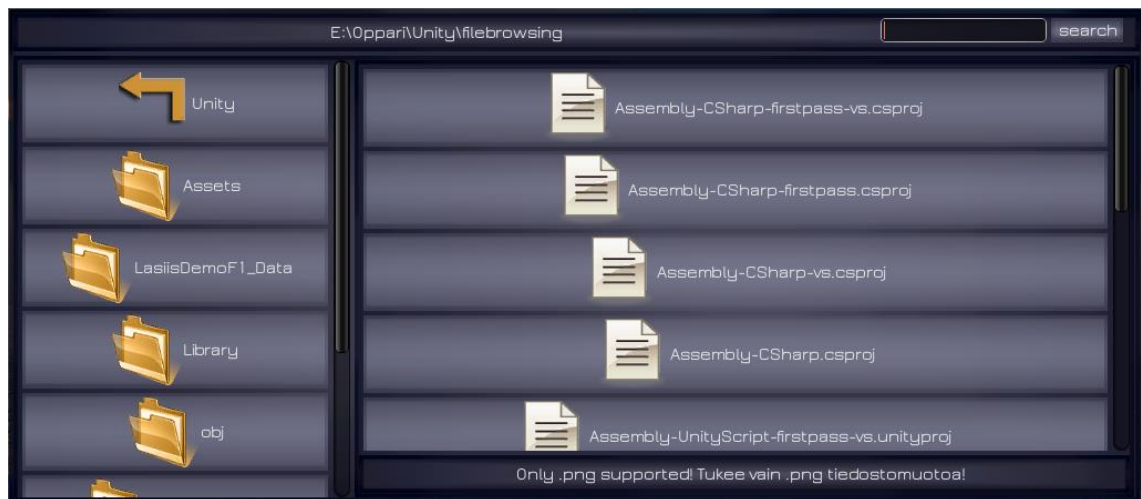
panoon. Tähän haettiin ratkaisuja ensin omin voimin internetin keskustelupalstoilta ja Unityn omilta ohjesivuilta. Pian huomattiin kuitenkin, että projektin käyntiin saamiseksi tarvittiin Unityyn ja C#:iin enemmän perehtyneen apua, joten konsulttoitiin opiskelutoveria. Valmista pohjaa ratkaisulle haettiin Unityn Asset storesta, johon käyttäjät voivat ladata omia laajennuksia, malleja ja muuta pelinteossa tarvittavaa. Valittiin maksuton ohjelmalaajennus nimeltä C# File Browser (Asset Store 2014). Ongelma olisi ollut suurempi, mikäli demo olisi haluttu saada esimerkiksi nettisivuille. Kun oikea ohjelmalaajennus oli ladattu, piti se vielä lisätä projektiin. Tämän lisäksi piti luoda komentosarja, joka määrää valitun kuvan esivalitun pinnan tekstuuriksi. Samalla siistittiin tiedostoselaimen ulkonäköä siten, että siitä poistettiin ylimääräistä tietoa. Määritettiin tiedostoselain sulkeutumaan välittömästi, kun tiedosto on valittu, koska alkuperäiset select ja cancel-painikkeet olivat epätoimivia. Lisättiin tekstuurinasetuskomentosarjaan mahdollisuus valita painike tiedostoselaimen uudelleen avaamiselle.

Tästä eteenpäin ei ole käytetty suoraa asiantuntija-apua. Myöhemmässä vaiheessa muokattiin tiedostoselainta vielä siten, että poistettiin toimimattomat select ja cancel-painikkeet ja tekstuurinasetuskoodiin lisättiin teksturoitavia pintoja. Lisättiin myös toiminto, jolla selaimen saa suljettua valitsematta kuvaa. Tähän käytettiin mallina aiemmin luotua selaimenavauspainiketta. Lisättiin myös käyttöliittymän vasempaan yläkulmaan maininta tästä painikkeesta, vaikka se ole kaikkein käyttäjäystävällisin mahdollinen tapa. Testauksessa havaittiin, että ainoa tiedostoselaimen tukema kuvaformaatti on png, mistä lisättiin ilmoitus tiedostoselaimen. Kuvaformaatin rajoitukset saattavat aiheuttaa pieniä haasteita, mutta koska png-tiedostomuoto on yleisesti käytetty ja mahdollistaa läpinäkyvyyden säädön, suuria ongelmia ei pitäisi ilmetä.

Tiedostoselaimen graafista ilmettä ja käytettävyyttä parannettiin muuttamalla värejä ja sijoittamalla peruutus- ja valintapainikkeiden tilalle huomautus testauksella selvitetystä ainoasta toimivasta tiedostomuodosta. Lisäksi vaihdettiin fontti toiseen ilmaiseen fonttiin nimeltä Jura. (Kuva 3, kuva 4.)



Kuva 3. Tiedostoselaimen alkuperäinen ilme.



Kuva 4. Tiedostoselaimen lopullinen ilme.

### 6.1.2 Näkymän valinta

Näyteikkunaa on hyvä päästä simulaatiossakin tarkastelemaan eri etäisyyksiltä ja eri kulmista, jotta saadaan todellisempi kuva sen näkyvyydestä reaali-

massa. Tämän toteuttamiseen on useita mahdollisuuksia, joista tässä käydään läpi useimmat harkitut sekä se, mihin lopulta päädyttiin.

Eräs toteutusmahdollisuus oli kameran asettaminen keskimääräiselle katseenkorkeudelle käyttäjän vapaasti liikuteltavaksi. Tällaista kameranäkymää käytetään muun muassa first person -peleissä. Tällainen toteutustapa loisi todentuntuisimman tavan tarkastella ikkunateippausta, mutta saattaisi luoda liikaakin vapauksia. Hiiren liikkeitä vapaasti seuraava kamera tekisi näkymästä levottoman ja lisäksi vaikeuttaisi käyttöliittymän hallintaa.

Toinen vaihtoehto oli se, että olisi monta kameraa, joista jokainen on suunnattu valmiiksi oikein. Näiden kameranäkymien välillä voisi sitten vaihdella painiketta klikkaamalla. Kussakin painikkeessa voisi olla sekä selite että havainnollistava kuva. Painikkeissa voisi olla myös pelkkä kuvake, jolloin selittävä teksti ilmestyisi kun hiirtä pidettäisi sen päällä.

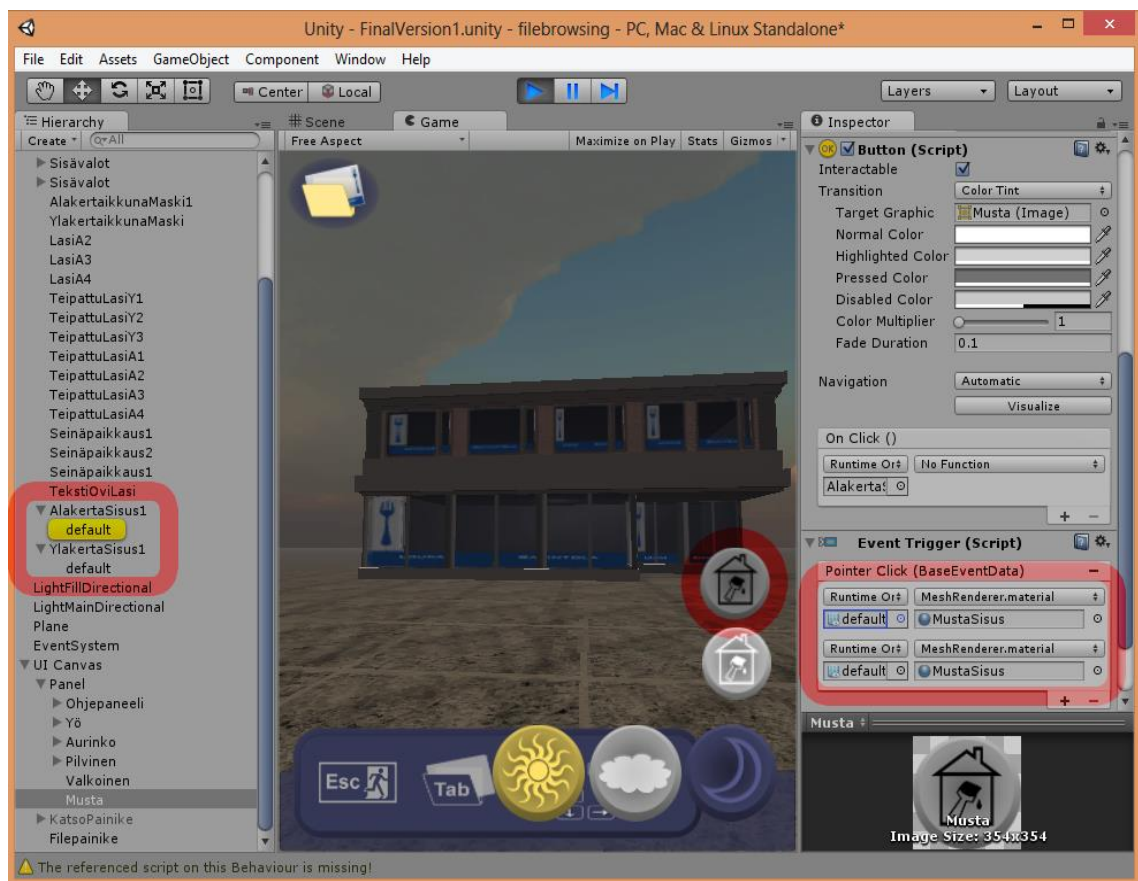
Käyttöliittymän ensimmäisessä toteutuksessa kamera liikkui fyysisesti komentosarjassa määrättyihin paikkoihin ja kääntyi määrättyyn kulmaan. Tämä tuntui kuitenkin hyvin kankealta toteutustavalta ja käyttäjä koki kohteen tarkastelun tällä tavalla liian rajoitetuksi. Tässä myös etäisyyden säätö oli hyvin vähäistä. Lisäksi pienetkin muutokset saattoivat aiheuttaa tarpeen säätää kameran sijaintia tai kulmaa. Unityn käyttöliittymäjärjestelmän päivityksen myötä päätettiin myös etsiä parempia ratkaisuja näkökulman säätöön.

Aluksi annettiin vapaus ohjata vain hahmon eli käytännössä kameran sijaintia x- ja y-akseleiden mukaisesti. Tähän käytettiin Unityn perustarvikkeisiin kuuluvia hahmonhallintatyökaluja, kuten FPSInputController- ja CharacterMotor-komentosarjoja. Kamera keskitettiin liikehuoneistoon käyttöliittymän painikkeen avulla. Tämä painike poistettiin myöhemmin tarpeettomana, kun kameran kääntely päätettiin lopulta selkeyden vuoksi toteuttaa hiiren avulla. Perustyökaluihin kuuluvaan MouseLook-komentosarjaan lisättiin kameran kääntämisen ehdoksi se, että hiiren joko ykkös- tai kakkospainikkeen tulee olla painettuna. Näin kamera liikkuu vain tarvittaessa eikä aiheuta hankaluuksia esimerkiksi käyttöliittymän käytössä. Samalla poistettiin tarpeettomana mahdollisuus käänellä kame-

raa myös y-akselin suuntaisesti eli pystysuunnassa. Näin käyttäjän on helpompi pitää kohde näkyvissä, vaikkei olisikaan tottunut tällaiseen ohjaustapaan. Käytettävyys on näin optimoitu tulevan käyttäjäryhmän mukaan.

### 6.1.3 Värit ja värien säätö

Sisustuksen väritystä voi myös säätää mustaksi tai valkoiseksi, koska todellisuudessa sisäseinien tai sisustuksen tummuusaste saattaa joko parantaa tai heikentää kontrastia. Tästä syystä tehtiin sisätiloista erilliset objektit, joiden renderöitävää materiaalia voidaan vaihtaa erillisten symbolein merkittyjen painikkeiden avulla. Työskentelytehokkuuden parantamiseksi käytettiin pohjana Photoshopin symboleita, joita muokattiin tarkoitukseen sopivaksi. Värinvaihtopainikkeiden toimintaa selkeytetään seuraavassa kuvassa (kuva 5).



Kuva 5. Värinvaihtopainikkeen toiminta.

Todettiin tarpeelliseksi lisätä malliin ovi ja hieman mallitekstiä mustalla ja valkoisella. Tässä vaiheessa ei olisi ollut järkevää muokata mallin kivijalkaan aukkoa ovelle, joten se toteutettiin yksinkertaisesti 2D-grafiikkana. Erityisesti liikkeiden aukioloaikoja suunniteltaessa on tärkeää ottaa huomioon kontrastit ja tekstin luettavuus. Esimerkkikuvassa tulee melko hyvin esille valkoisen teippauksen hyvä erottuvuus lasista, vaikkei mallissa ole pimentävää tuulikaappia (kuva 6, kuva 7).



Kuva 6. Värinvaihtopainikkeet ja tekstin erottuminen vaaleiden sisäpintojen ollessa valittuna.



Kuva 7. Värinvaihtopainikkeet ja tekstin erottuminen tummien sisäpintojen ollessa valittuna.

#### 6.1.4 Liikehuoneiston grafiikka

Liikehuoneistoa varten mallinnettiin useampi versio. Lopullinen malli tehtiin piirtämällä olemassa olevan rakennuksen kuvan pohjalta suunnitelma ja muokkaamalla sitä käyttötarkoitukseen sopivaksi. Mallista tehtiin yksinkertainen, kuitenkin siten, että siinä on jonkin verran muotoja, jotka lisäävät autenttisuutta. Ikkunoiden karmit sekä ovi toteutettiin kuvankäsittelyohjelmassa piirtämällä. Ikkunalasi toteutettiin osittain läpinäkyvänä tasona, jonka väritys ja valon läpäisevyys jäljittelee todellisen, lievästi tummentavan ikkunalasin ominaisuuksia. Teippaus taas esitetään tämän tason edessä olevilla erikokoisilla tasoilla, joiden kunkin tekstuuri vaihtuu sen mukaan, mitä tiedostoselaimesta valitaan. Esimerkkiteippauksessa käytetään havainnollistamistarkoituksessa osaa todellisuudessa toteutetusta ikkunateippauksesta, ja se on Ergo-Opasteet oy:n omaisuutta.

## 6.2 Valaistus ja lasi

Demonäkymässä valaistus on toteutettu kahdella suuntavalolla (directional light), joista toinen toimii täytevalona ja toinen kuvastaa aurinkoa. Molempien valojen voimakkuus muuttuu sen mukaan, mikä valoisuusaste on valittuna. Valittavina valo-olosuhteina ovat aurinkoinen (kuva 8) tai pilvinen (kuva 9) päivänvalo sekä yöaikainen pimeys (kuva 10). Myös skybox eli taivas muuttuu tilanteeseen sopivaksi. Painikkeissa on selkeyttävät symbolit sekä oikeaa miellelyhtymää vahvistava väritys. Projektin puitteissa ei ollut resursseja toteuttaa omia skyboxeja, joten käytettiin Unityn oletus-skyboxeja. Oheisissa kuvissa käy ilmi näiden painikkeiden toiminta ja vaikutus.



Kuva 8. Valaistuksen valinta: Aurinkoinen.



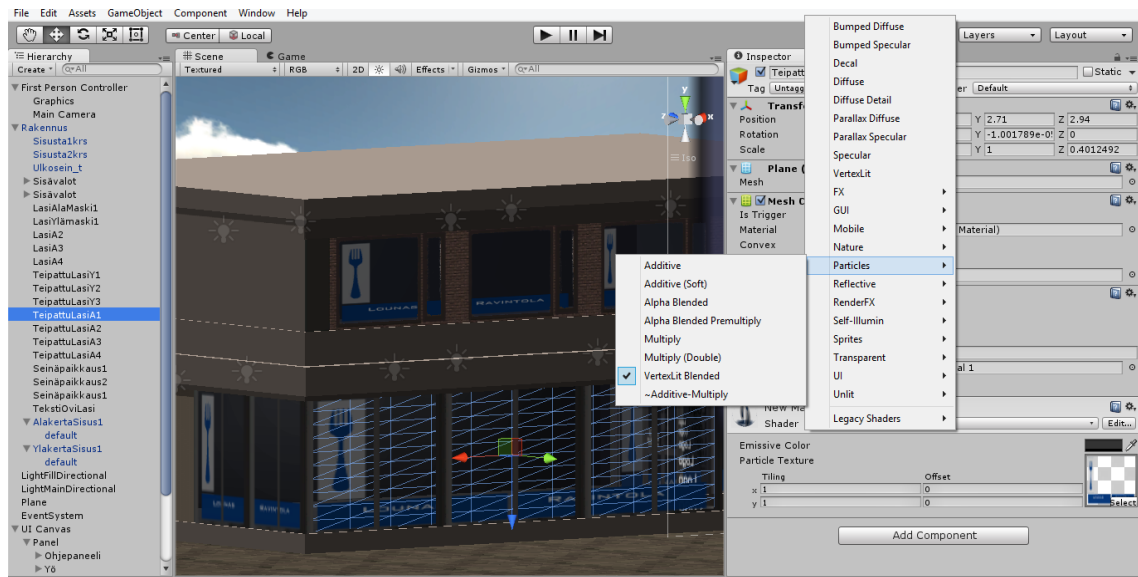


Kuva 8. Valaistuksen valinta: Pilvinen.



Kuva 10. Valaistuksen valinta: Yö/pimeä.

Lasin simulointi ei ollut täysin realistista, sillä Unity käsittelee valoa eri tavalla kuin tieteellisemmät, teollisuuden alan ohjelmat kuten Optisin Speos , jotka kykenevät hyödyntämään valon aaltomuotoa laskiessaan sen kulkua ja ilmenemistä. Unityssä muun muassa materiaalin väritys, valonläpäisy- ja heijastavuusominaisuuksia säädetään shadereillä eli eräänlaisilla visuaalisilla muuntimilla. Työssä simuloidaan lasia käyttämällä läpinäkyvää shaderiä. Kuvasta 11 ilmenee valittu shader ja pinta, johon se vaikuttaa. Näin saatiin aikaan lievästi tummentava, mutta kuitenkin läpinäkyvä vaikutelma. Tämä ei ole missään tapauksessa ihanteellinen tapa, sillä todellisuudessa valosta osa heijastuisi takaisin ja jäljelle jäävä valo taittuisi hieman.



Kuva 9. Ikkunateippauksen materiaali ja käytetty shader.

## 7 YHTEENVETO

Valaistuksen realistisuus ei yllä täysin tekijänsä toivomalle tasolle, mutta palau-  
te ohjelmasta on ollut erittäin positiivista ja myös oppimistavoitteet täyttyivät  
erinomaisesti.

Ratkaisematta jäi vielä se, miten ohjelmaan voisi tuoda muita kuin png-  
muotoisia kuvia. Erityisesti psd tai eps -muodot olisivat hyödyllisiä, sillä ne ovat  
yrityksessä ahkerassa käytössä. Toisaalta työn kannalta tärkeintä on, että pys-  
tytään avaamaan jokin läpinäkyvyyttä käsittelevä tiedostomuoto. Niinpä png on  
erittäin hyvä vaihtoehto ainoaksi toimivaksi kuvaformaatiksi.

Käytössä olleessa Unityn 4.6 perusversiossa myös valojen säätö oli ongelmal-  
lista, koska hienostuneimmat ominaisuudet sisältyvät vain maksulliseen versi-  
oon. Muun muassa valon vuotaminen ulkoa sisälle muuten kuin ikkunan läpi jäi  
häiritsemään. Käyttäjä ei kuitenkaan kiinnitä huomiota tähän.

Lasiis-demoa voi kehittää eteenpäin monella tavalla. Siihen voisi muun muassa  
lisätä valikon, jossa ensin valittaisi haluttu liiketilan malli. Esimerkiksi kerrosten  
lukumäärää ja ikkunoiden kokoa ja muotoa voisi säätää tai niiden perusteella  
voisi valita valmiin liiketilamallin. Ehkä vielä olennaisempaa olisi mahdollisuus  
valita teipattava ikkuna esim. klikkaamalla haluttua kohdetta tai raahaamalla  
kuva oikeaan ikkunaan. Kuvaa asetettaessa voisi olla mahdollisuus valita myös,  
tuleeko teippaus ulko- vai sisäpintaan. Lasi hidastaa ja rajoittaa valon kulkua,  
joten sisäpintaan asennettu tarra on aina jonkin verran tummempi kuin etupin-  
taan asennettu. Kuitenkin usein varsinkin ylempien kerrosten ikkunoihin on  
edullisinta asentaa teippaukset sisäpintaan. Toisinaan myös asennetaan esi-  
merkiksi taustaväri tai efektikalvo sisäpintaan ja teksti ulkopintaan. Näin saa-  
daan lopputulokseen enemmän syvyyttä, mikä olisi hyvä havainnollistaa jo  
suunnitteluvaiheessa. Lisäksi realistisuutta voisi parantaa säätämällä esimer-  
kiksi hiekkapuhalluskalvoa kuvastamaan oma materiaalinsa, joka olisi vahvasti  
valoa läpäisevä ja hajottava. Voitaisiin myös tutkia enemmän Unityn ja Gerberin  
Omega Composerin yhteiskäyttömahdollisuuksia. Työssä käytetty FileBrowser

ei välttämättä myöskään ole pidemmän päälle paras vaihtoehto, koska sen avulla pystyy ilmeisesti käsittelemään ainoastaan png-kuvia.

## 8 LOPUKSI

Työ oli kokonaisuudessaan erittäin opettavainen ja inspiroiva kokemus. Projektin aikana opittiin hakemaan oikeanlaista ohjausta sekä kehittämään omaa työskentelyä ja osaamista projektin vaatimusten mukaan. Työn aihe ei ollut koulutusohjelmalle tyypillinen, joten aiheen lähestyminen teoreettisesti oli aluksi haasteellista. Teoriaosuus oli kuitenkin avuksi muun muassa valaistusta ja lasin simulointia suunniteltaessa.

Toimeksiantajayrityksestä saatiin tarvittaessa tukea ja ohjausta esimerkiksi ammattisanaston osalta. Ohjaajaksi nimetyn työntekijän lisäksi muutkin seurasiivat työn edistymistä ja olivat tarvittaessa valmiita vastaamaan kysymyksiin ja arvioimaan ohjelman ominaisuuksia. Lisäksi esimerkkiliiketilän malliteippauksessa käytettiin yrityksen aiemmin toteuttamaa lounasravintolan ikkunateippauksen suunnitelmaa.

Ohjelma toteuttaa ja osin ylittääkin sille asetetut vähimmäisvaatimukset, eikä toiminnallisuuksista jouduttu juurikaan joustamaan. Alkuvaiheiden ongelmien vuoksi aikataulussa ei ensin aivan pysytty, mutta kun uudesta takarajasta oli sovittu, siinä myös pysyttiin. Työn rajaus oli onnistunut ja palaute sovelluksen visuaalisesta ulkoasusta ja toiminnallisuuksista on ollut erittäin positiivista.

## LÄHTEET

Andrady A.L., Hamid S.H., Huc X., Torikai A., "Effects of increased solar ultraviolet radiation on materials", *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 46 (1998) 96–103.

Apm-designs 2014. Why Use Blender? Viitattu 2.2.2015 <http://www.apm-designs.com/why-use-blender>

Blender 2015. Viitattu 17.3.2015 <http://www.blender.org>

Ergo-opasteet oy 2013. Mainospaja Ergo-opasteet oy. Viitattu 28.1.2015 [www.ergo-opasteet.fi](http://www.ergo-opasteet.fi)

"Fermat, Pierre De." *Complete Dictionary of Scientific Biography*. 2008. Encyclopedia.com. Viitattu 19.1.2015 <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2830901403.html>

HellermannTyton 2013. "Lämpösiirtotulostuksen toimintaperiaate" Tuoteluettelo 2 OEM, Osio 5 s.397.

Hunter D., West C. 2010. *Last-Minute Optics : A Concise Review of Optics, Refraction, and Contact Lenses (2nd Edition)*. SLACK Incorporated

Ilmatieteenlaitos 2014. Mitä ovat UV-säteily ja UV-indeksi? Viitattu 23.1.2015 <http://ilmatieteenlaitos.fi/ultraviolettisateily>

Karttunen H., Ursa ja Tuorlan observatorio Viitattu 19.1.2015 <http://www.astro.utu.fi/zubi/optics/geom.htm>

Lander Simulation & Training Solutions 2014. History of simulation. Viitattu 16.1.2015 <http://www.landersimulation.com/eng/training-with-simulation/the-world-in-motion/history-of-simulation/>

Masters M. 2014, Unity, UDK, Unreal Engine 4 or CryENGINE - Which Game Engine Should I Choose? Viitattu 27.2.2015 <http://blog.digitaltutors.com/unity-udk-cryengine-game-engine-choose/>

"Newton, Isaac." *Complete Dictionary of Scientific Biography*. 2008. Encyclopedia.com. Viitattu 20.1.2015 <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2830903155.html>

Optis 2013. Company Overview. Viitattu 18.1.2015 <http://www.optis-world.com/company/index.html>

Peliopas FPS-peli. Viitattu 6.3.2015 <http://www.peliopas.com/sanasto/FPS-peli/>

Quinn, Z 2013. Depression Quest. Viitattu 22.1.2015 <http://www.depressionquest.com/>

Salmi A. 2014 Mikä on Simulaattori? Viitattu 15.1.2015 <http://www.simulaattori.fi/p/mika-on-simulaattori.html>

Seri-Deco 2015. Työnkulku- leikkuri- ja RIP-ohjelmat. Viitattu 4.3.2015  
[http://www.seri-deco.fi/tarvikkeet-ohjelmistot-tuotantoohjelmistot-c-48\\_58\\_255.html](http://www.seri-deco.fi/tarvikkeet-ohjelmistot-tuotantoohjelmistot-c-48_58_255.html)

Suomen Lääketieteellinen Laseryhdistys 2010. Mikä on laser? Viitattu 19.1.2015  
[http://www.flms.nu/?page=59&new\\_locale=fi](http://www.flms.nu/?page=59&new_locale=fi)

Tarvainen J. 2013. Työnkulun tuottavuutta suurkuva-plugeilla. Viitattu 4.3.2015  
<http://www.serideco.blogspot.fi/2013/10/tyonkulun-tuottavuutta-suurkuva.html#links>

Tieteen kuvalehti 2010. Faktoja sateenkaarista. Viitattu 17.3.2015  
<http://tieku.fi/luonto/ymparisto/faktoja-sateenkaarista>

Unity 2015. Company Facts. Viitattu 27.2.2015 <http://unity3d.com/public-relations>

Unity Asset Store 2014. C# File Browser. Viitattu 23.10.2014  
<https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/18308>

Unreal Engine 2015. Viitattu 3.3.2015 <https://www.unrealengine.com/previous-versions/udk-licensing-resources#commercial>

Wikipedia 2015. RIP. Viitattu 11.3.2015 <http://fi.wikipedia.org/wiki/RIP>

Woligroski D. 2012. HP2311 gt 23" Monitor Review: Passive Polarized 3D On A Budget. Viitattu 21.1.2015 <http://www.tomshardware.com/reviews/2311-gt-passive-3d-review,3242-2.html>