

Hannu Kymäläinen

Mental Ray

- kohti fotorealismia

Tekijä(t) Otsikko	Hannu Kymäläinen Mental Ray – kohti fotorealismia
Sivumäärä Aika	54 sivua 30.11.2012
Tutkinto	Medianomi
Koulutusohjelma	Viestinnän koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	3D-visualisointi ja -animointi
Ohjaaja(t)	LehtoriPasi Kaarto

Tässä opinnäytetyössä on pyritty lähestymään fotorealista renderöintiä käyttäen apuna Mental Images -yhtiön valmistamaa Mental Ray -renderöintimoottoria ja materiaaleja. Mallinnusohjelmistona tässä työssä on käytetty Autodeskin 3DS Max -ohjelmistoa, johon Mental Ray on kiinteästi rakennettu sisään. Pyrkimyksenä on ollut saada aikaiseksi mahdollisimman aidon näköistä kuvaa ja materiaaleja mahdollisimman aidon tuntuiseen ympäristöön istutettuna.

Koska Mental Ray on nykyään monen 3D-ohjelmiston mukana tuleva renderöintimoottori, toissijaisena tarkoituksena on ollut myös selvittää, kuinka vaikeaa on ollut saada aikaiseksi mahdollisimman todentuntuista kuvaa suoraan kaupan hyllyltä ostetulla ohjelmistolla. Toisinaan, tuotteella, joka on asennettu tietokoneeseen ilman yhdenkään nk. kolmannen osapuolen renderöintituotteita. Samaan aikaan on pyritty myös selvittämään, onko elokuvista ja TV-sarjoista tuttua kuvanlaatua mahdollista ylipäättänsä saada aikaiseksi tällaisilla kokoonpanoilla vai tarvitseeko se mahdollisesti joitakin lisätuotteita.

Kolmanneksi on pyritty myös selvittämään, minkälaisia toimintatapoja tarvitaan hyvän ja aidontuntuksen kuvan aikaansaamiseksi aitoa työtilannetta silmällä pitäen. Kiireellinen aikataulu ja asiakkaiden toivomukset verottavat aina visualisointeihin käytettävissä olevaa aikaa, joten tässä työssä on myös pyritty selvittämään, kuinka nopeasti ja minkälaisin menetelmin voidaan hyvälaatuista kuvaa tuottaa.

Lopputuloksena kuville on saatu lähes fotorealistinen vaikutelma, missä hyvä materiaalien

hallinta ja valaistuksen käyttö kohtaavat. Sijoitettaessa ja kehitettäessä omia materiaaleja niiden rakenne ja rakentaminen on tullut hyvin tutuksi. Valoja suunnattaessa ja sijoitettaessa on käynyt myös ilmi, että ohjelmalla on mahdollista tehdä fotorealista kuvaa ja animaatiota heti ohjelman omaan koneeseensa asentamisen jälkeen. Mahdolliseksi pullonkaulaksi ilmeni käytössä olevan tietokoneen eri komponenteista muodostuva kokoonpano, jossa suuri fyysinen muisti sekä hyvä näytönohjain olisivat helpottaneet työskentelyä. Tietokoneen kokoonpano ja renderöintiasetusten optimoiminen olisivat osaltaan myös nopeuttaneet kuvien syntymistä.

Avainsanat

Mental Ray, renderöinti, fotorealismi

Author(s) Title	Hannu Kymäläinen Mental Ray – Towards Photorealism
Number of Pages Date	54 pages 30th November 2012
Degree	Bachelor of Arts
Degree Programme	Media
Specialisation option	3D Visualization and Animation
Instructor(s)	Pasi Kaarto, Lecturer

In the present thesis my goal was to approach the photorealistic rendering by using the Mental Ray rendering engine made by Mental Images GmbH. The software used in this thesis was Autodesk 3DS Maxin which the Mental Ray rendering engine is firmly built. The goal of this thesis has been to achieve as realistic looking materials in as realistic looking environment as possible.

Because Mental Ray is included in so many 3D softwares today my secondary objective was to find out how difficult it would be to achieve as real looking images as possible with an off the shelf product. In other words, the goal entailed a product that would have no third party rendering engines installed. Simultaneously, my attempt was to find out if it is even possible to produce images of such high quality as we have seen in so many movies and TV series today. A further research question was are additional products, if any, needed in order to achieve that goal.

Thirdly I have investigated what kind of working methods are needed to achieve as good and beautiful images as possible. Busy schedules and customer wishes are always eating up the time used for visualizations and therefore finding out how to produce high quality images fast is essential.

As a result near photorealistic impression have been achieved for the images in which good control over the lighting and materials are met. Placing and developing my own materials into scenes have familiarised me to their structures and components. Placing and

managing lights have also made it clear that photorealistic images and animation is possible to produce using this programme after its initial installation. Possible bottleneck in the working process appeared to be various components of the computer configuration at my disposal in which a large physical memory and a high quality graphics cards would have made the working process easier. Optimisation of the computer configuration and the rendering setup would have respectfully speeded up creating the images.

Keywords

Mental Ray, rendering, photorealism

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Sanastoa ja termejä	2
3	Mikä on mental ray?	4
4	Fotorealistinen kuva	5
5	Materiaalit	9
6	Valot	12
7	Valon dynamiikka	17
8	Kamera	22
	8.1 Tone Mapping - tunnelman kuvaus	23
	8.2 Depth of Field - syvyyserävyys	25
9	Renderöinti	25
10	Jälkikäsittely	27
11	Opinnäytetyön eteneminen	30
	11.1 Oleskelutila	34
	11.2 Makuuhuone	37
	11.3 Keittiö	38
	11.4 Olohuone	40
	11.5 Portaikko	42
	11.6 Ulkonäkymä	43
	11.7 Yönäkymät	45
12	Päätelmät	51
	Lähteet	55

## 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä lähestyn fotorealistista renderöintiä Mental Ray-renderöintimoottorin, materiaalikäsittelyn ja valaistuksen kautta käyttäen apuna Autodesk 3DS Max 3D -ohjelmistoa. Mental Ray on yksi 3D-markkinoiden eniten käytetyistä renderöintimoottoreista ja samalla myös kiinteä osa Autodesk 3DS Max -ohjelmaa. Tavoitteenani on selvittää, kuinka fotorealistista kuvaa tai animaatiota tuotetaan Mental Raylla ilman kolmannen osapuolen valmistamia renderöintituotteita. Kaikki asetukset, joita tässä opinnäytetyössä käsitellään, voidaan versiosta riippuen asettaa kaikkiin Autodesk 3DS Max-ohjelmiin ilman muita lisäohjelmia.

Fotorealismien tavoitteluun kuuluu myös olennaisena osana käytössä olevien välineiden, kuten tietokoneiden käyttö. Tiedettyä on, että mitä paremmat kuvan laskenta-asetukset ohjelman käyttöön asetetaan, sitä kauemmin ohjelma tarvitsee aikaa kuvan tuottamiseen. Tässä opinnäytetyössä tätä prosessia kutsutaan renderöimiseksi. Nykyisessä työssäni renderöintiaikojen oikea optimoiminen ja oikeiden renderöintiasetusten löytäminen voi säästää yritykselle runsaasti aikaa eli rahaa. Pyrin tässä työssäni myös tutkimaan renderöinnin tätä osa-aluetta.

En pyri tietoisesti käsittelemään mm. sellaisia teknisiä termejä kuten "render farm", jolla tarkoitetaan useamman kuin yhden tietokoneen liittämistä yhteen renderöinnin laskemista varten. Vaikka "render farm" on tänä päivänä läsnä lähes jokaisella tasolla 3D-tuotannossa, sen käsittely ja asetukset vaativat oman opinnäytetyönsä. Tässä opinnäytetyössä sivuutetaan kuitenkin Mental Rayn omaa vastaavanlaista toimintoa, joka mahdollistaa useamman kuin yhden tietokoneen liittämisen yhteen kuvan tai animaation laskemista varten. Tämäkään toiminto ei vaadi muita lisäohjelmia.

Materiaaleja ja valaistusta käsitellään tähtäimenä mahdollisimman todentuntuinen ja -näköinen kuva ja/tai animaatio, ts. fotorealistinen kuva ja/tai animaatio. Kaikki materiaalien ja valaistuksen käsittely on tehty pyrkimyksenä päästä mahdollisimman aidon näköiseen lopputulokseen riippumatta siitä, kuinka kauan tämä prosessi voi viedä aikaa.

Luvussa 4 Fotorealistinen kuva, on käsitelty fotorealistista kuvaa enemmän 3DS Maxissa käytettävien materiaalien ja valojen kautta. Mikä tekee tietokoneella tuotetusta kuvasta fotorealistisen ja mikä mahdollisesti vaikuttaa renderöidyn kuvan kokoon sekä käytettävään ohjelmistoympäristöön. Luvuissa 6 Valot, ja 7 Valon dynamiikka, käydään puolestaan lävitse valojen asetteluun ja asetuksiin liittyviä kysymyksiä. Luvussa 7 Valon dynamiikka, käsitellään myös mahdollisimman hyvän renderöidyn kuvan kannalta oleellisia renderöintiin liittyviä asetuksia. Luvussa 8 Kamera, tarkastellaan renderöintiin käytettävien kameroiden asetuksia, tutustutaan kuvan tunnelman luontiin sekä otetaan pikainen katsaus yhteen 3DS Maxin ja Mental Rayn erikoisefektiin. Luvussa 9 Renderöinti, puolestaan tarkastellaan tässä opinnäytetyössä käytettyjä renderöinnin asetuksia. Luvussa 10 Jälkikäsitely, käydään pintapuolisesti lävitse renderöidyn kuvan rakennetta, jota jälkikäsitelyssä voitaisiin hyödyntää mahdollisimman perinpohjaisesti. Luvussa 11 Tämän opinnäytetyön eteneminen, tarkastellaan näkymä kerrallaan renderöinneissä ja mallintamisessa esiin tulleita kyseisen näkymän oivalluksia ja vaikeuksia. Lopuksi luvussa 12 Päätelemät, käydään lävitse tässä opinnäytetyössä tehtyjen kaikkien kuvien kanssa eteen tulleita havaintoja ja oivalluksia.

## 2 Sanastoa ja termejä

Koska tämä opinnäytetyö pitää sisällään jonkin verran myös ammattisanastoa ja teknisiä termejä, lienee syytä selittää niistä tässä muutamia.

RENDERÖINTI (3D rendering, render)

Eri lähteistä riippuen renderöinti tarkoittaa 2D-kuvan tai -animaation luontia valmiiksi asetetusta kohtauksesta ja/tai näkymästä (Wikipedia 2011a). Menetelmä muistuttaa pääpiirteissään samaa, jota käytetään kuvattaessa valmiiksi asetettua kohtausta kameralla tai videokameralla oikeassa fyysisessä elämässä, kuten esimerkiksi elokuvaa.

RENDERERÖINTIFARMI (render farm, rendering farm)

Rendereröintifarmi tarkoittaa monen yhteen liitetyn tietokoneen muodostamaa ryhmää, joka suorittaa sille lähetettyä laskentatehtävää, tässä tapauksessa kuvan tai animaation laskentaa (Wikipedia 2011b). Näyttävimpien animaatioelokuvien ja elokuvien tai



elokuviissa käytettyjen erikoistehosteiden valmistamisessa on käytetty rendereröintifarmeja, joissa on voinut ollajopa satoja tietokoneita yhteen liitettynä.

#### RENDERÖINTIAIKA, LASKENTA-AIKA (render time, rendering time)

Renderöintiaika tai laskenta-aika on aikaa, jonka tietokone käyttää 3D-ohjelmistoa apuna käyttäen yllä mainitun prosessin valmistamiseen. Toisin sanoen aikaa, jonka tietokone käyttää kuvan tai animaation tuottamiseen/laskemiseen. Renderöintiaikaan vaikuttaa, kaikki 3D-malliin tehdyt toimenpiteet, mallin geometria, renderöintiasetukset, valojen tyyppi ja kappalemäärät, materiaalien valon heijastusominaisuudet sekä valoa heijastavien pintojen määrä ja sijainti kameraan nähden. Renderöintiaikaa voidaan olennaisesti vähentää tietokoneiden prosessoreiden ytimien kappalemäärällä. Mitä enemmän ytimiä, sitä nopeammin tietokone laskee tuotettavaa kuvaa tai animaatiota. Ytimien nopeudella ei tässä yhteydessä ole suurtakaan merkitystä, ainoastaan kappalemäärällä. Ytimien määrästä johtuen rendereröintifarmit, joissa voi olla satoja ytimiä kytkettynä toisiinsa, ovatkin oiva ratkaisu monimutkaisten ja näyttävien animaatioiden sekä erikoistehosteiden valmistamisessa.

#### MATERIAALI (material)

Materiaaleilla tässä yhteydessä tarkoitetaan 3D-mallissa olevien kappaleiden pinnoille asetettuja ominaisuuksia. Autodesk 3DS Maxin mukana tulee joukko valmiita materiaaleja, mutta käyttäjä voi rakentaa ja tallentaa myös omia materiaaleja omia lähteitä apuna käyttäen. Materiaalien lähdekuvaformaateiksi kelpaavat kaikki tunnetut käytössä olevat kuvaformatit kuten jpg, tiff, jne.

#### MAPPAUS (mapping, uvw mapping)

Mapping eli mappaus on menetelmä, jolla asetetaan luoduille 3d-kappaleille materiaalit ja tekstuurit. 3DS Max luo jokaisen kappaleen kulmapisteille koordinaatit, joita hyväksi käyttäen materiaalit ja tekstuurit voidaan kappaleeseen kiinnittää. Mappauksen apuna 3DS Maxissa voidaan käyttää mappausobjekteja, ns. uvw map -objekteja, jotka kertovat materiaaleille ja tekstuureille kuinka niiden tulee kiinnittyä kappaleeseen. Toisena menetelmänä voidaan käyttää myös ns. Render To Texture -menetelmää, jossa kappaleen pinnat rederöidään pinnoiksi, joihin tekstuurit sijoitetaan. Pinnoille sijoitetut tekstuurit näkyvät renderöitäessä omilla pinnoillaan 3d-kappaleessa.

### TÖYSSYKARTTA (bump map)

Bump map eli niin kutsuttu töyssykartta on kuva, jolla luodaan mallinnetulle kappaleelle pinnanmuodostus (Wikipedia 2011c). Mallinnettaessa 3DS Maxilla, kaikki luotavat kappaleet ovat vailla mitään fyysisiä ominaisuuksia massaa lukuunottamatta. Töyssykartta on mustavalkoinen kuva, joka sijoitetaan yhteen materiaalien ominaisuuskanaalista. Töyssykarttaa käytettäessä ei puututa mallinnetun kappaleen varsinaiseen fyysiseen muotoon eikä sen ominaisuuksiin, vaan töyssykartalla kerrotaan renderöintiohjelmistolle kuinka valon tulee heijastua töyssykartalla varustetusta pinnasta.

### SYVYYSTERÄVYYS (Depth of Field)

Depth of field eli syvyysterävyys, kuvastaa lähimmäisen ja kauimmaisen kuvattavan objektin etäisyyttä, jolla välillä objektit näkyvät terävänä kuvassa (Wikipedia 2012). Erityisen käyttökelpoinen ja tehokas tämä efekti on kuvattaessa yksittäisiä objekteja tai yksityiskohtia suuremmasta objektista tai kokonaisuudesta.

## 3 Mikä on Mental Ray?

Mental Ray on rekisteröity tuotemerkki, jonka oikeudet omistaa tuotteen valmistaja ja kehittäjä, mental images® GmbH, Saksassa. Tässä opinnäytetyössä käsitellään Mental Rayn versiota 3.9, joka on sisäänrakennettuna Autodesk 3DS Max 2012 3D-ohjelmistoon. Vastaava versio löytyy myös Autodeskin omasta tuotteesta nimeltä Maya 2012. Mental Ray on ostettavissa myös erikseen, mikäli käytössä oleva 3D-ohjelmisto ei sitä pidä sisällään.

Mental Images GmbH:n mukaan, Mental Ray yhdistää kuvalaskennassaan fyysisesti oikein asetettuja valoisuusarvoja sekä täydellistä ohjelmoitavuutta, joka mahdollistaa minkä tahansa visuaalisen efektin onnistumisen (mental images® GmbH 2011). Viimeaikaisten elokuvissa ja TV-sarjoissa käytettyjen visuaalisten efektien laatua ja monimutkaisuutta tarkasteltaessa edellä mainittua arviota ei voitane kuitenkaan kiistää. Mental Ray on ollut mukana mm. sellaisissa elokuvaprojekteissa kuten Tron, Hulk, Terminator Salvation, jne., mainitakseni vain muutamia. Lisäksi mukaan voitane laskea

monet visualisoinnin ja animoinnin ammattilaiset niin rakentamis- kuin peliteollisuudessakin. Ja uusia teollisuuden haaroja ilmaantuu jatkuvasti lisää.

Nykyään Mental Ray löytyy sellaisilta renderoinnin osa-alueilta kuten CAD-visualisointi, visuaaliset efektit, animaatioelokuvat, viihde- ja peliteollisuus, arkkitehtuurivisualisoinnit, tuoteprototyyppien muotoilu ja visualisointi sekä valaistussuunnittelu. Lisäksi Mental Ray on löytänyt tiensä sellaisille uusille aluevaltauksille kuten seismisen tiedon visualisointi, eli maanjäristystenmaankuoressa etenemisen esittäminen, ja lääketieteelliset visualisoinnit kuten rikospatologiset ja muut lääkintätekniset visualisoinnit. Lisäksi autoteollisuus käyttää paljon tuotevisualisointeja uusista tulevista automalleistaan esimerkiksi automainoksissa, koska näiden kuvien ja animaatioiden tuottaminen on huomattavasti halvempaa kuin yhden aidon näköisen auton rakentaminen ja sen kuvaaminen mainoselokuvaksi aidossa ympäristössä. Erityisesti Saksassa on hyvin yleistä, että uudesta automallista rakennetaan tuotevisualisoinnit ja -animaatiot mainostarkoituksiin.

Koska Mental Ray on täysin ohjelmoitavissa oleva renderointiohjelmisto, käyttöliittymä vaihtelee 3D-ohjelmistosta toiseen. Materiaalien, rendauksen asetusten ja valaistuksen asettelun periaatteet kuitenkin säilyvät ennallaan 3D-ohjelmistosta riippumatta. Rendauksen asetukset tehdään Render Setup -ikkunassa tai vastaavassa, käytössä olevasta 3D-ohjelmistosta riippuen, käyttäen apuna kymmeniä eri asetuksia valojen säteiden heijastumisen määrästä eri pinnoista toiseen aina materiaalien käyttäytymiseen eri valonlähteiden kohdalle osumiseen saakka.

#### **4 Fotorealistinen kuva**

Fotorealistinen kuva nimensä mukaisesti tarkoittaa valokuvamaista, mahdollisimman realistista eli todentuntuista, tässä tapauksessa, tietokoneella tuotettua kuvaa. Mitä on fotorealistinen tietokoneella tuotettu kuva? Kuvissa 1 ja 2 näemme kaksi hyvää esimerkkiä fotorealistisesta kuvasta; kuva 1 kuvaa ulkonäkymää rakennuksesta metsässä, runsaan aluskasvillisuuden ympäröimänä, ja kuva 2 sisänäkymää oleskelutilasta.

Molemmissa kuvissa on kuvattu kahtavaikeinta mallintamiseen liittyvää osa-aluetta: orgaanista mallintamista, joka pitää sisällään kaiken elollisen mallintamisen, sekä kiiltävien tai läpinäkyvien pintojen mallintamisen. Orgaanisen mallintamisen vaikeutena on saada aikaan mahdollisimman eloperäinen vaikutelma, oli sitten kyseessä ihmisen iho tai vaikkapa puiden kaarna. Kuvassa 1 on käytetty muun muassa erillistä ohjelmistoa kasvillisuuden mallintamiseen, jossa erityisesti lähempänä kameraa kuvattavat kasvit on jouduttu mallintamaan yksilöllisesti erikseen, jotta lopputulos olisi mahdollisimman aito. Tämä onkin tällaisten kuvien tuottamisessa varmasti kaikkein helpoin ja vakuuttavimman lopputuloksen aikaansaamiseksi se nopein tapa edetä. Tehdään lopullisen kuvan yksi osa-alue yhdellä ohjelmistolla ja toinen osa-alue toisella. Puistonäkymässä rakennus on vielä mallinnettu kolmannella ohjelmistolla ja kaikki nämä on yhdistetty kokonaiseksi kuvaksi vielä neljännessä ohjelmistossa. Tämä kuvastaa myös hyvin mallinnuksen ja visualisointien työjärjestystä nykyään; kaikkea ei voida tehdä, eikä tehdä, vain yhtä ohjelmistoa hyväksi käyttäen. Siinä missä kynien ja pensseleiden aikakaudella kuvat luotiin lähestulkoon yhdenlaisilla välineillä joudutaan nykyään monesti realististen kuvien tuottamisessa käyttämään hyvinkin monenlaisia eri ohjelmistoja. Toinen lähestymistapa on asentaa käytettävään 3D-ohjelmistoon muiden ohjelmistovalmistajien omia lisäosia, ns. liitännäisiä, ja tehdä jokainen erillinen osa-alue omalla liitännäisellään. Tämä opinnäytetyö on kuitenkin pyritty tekemään ilman liitännäisiä. Tämän jälkeen jokainen renderöity oma osa-alueensa voidaan yhdistää yhdeksi kuvaksi jälkikäsitelyohjelmassa.



Kuva 1. Esimerkki fotorealistisesta kuvasta (Forest Refuge by Alex Roman, 2007).

Oleskelutilassa päähuomion kuvasta vie voimakkaasti muotoiltu sohva. Huomatkaa myös sohvan nahkamateriaali. Kuvan oikeassa reunassa sijaitseva ikkuna kierreportai-  
neen luo kuvaan syvyyttä epäselvällä ulkotilan kuvauksella. Kuvasta ei aivan selviä esimerkiksi kuinka kaukana ovesta ikkuna ja portaat sijaitsevat. Tässä kuvassa esite-  
tään myös paljon vaikeita materiaaleja kuten shaker ja viini- tai kristallilasit pöydällä sekä lasinen lampunvarjostin kuvan molemmissa reunoissa. Vaikeutta lampunvarjosti-  
miin tuovat vielä varjostimien alla sijaitsevat omat valot, jotka voivat häiritä lasimateri-  
aalin oikeanlaista kuvausta ilman hyvää materiaalien ja valojen hallintaa.





Kuva 2. Esimerkki fotorealitisesta kuvasta (Living Room by Benjamin Brosdaux, 2010).

Minkälainen on siis hyvä fotorealistinen tietokoneella tuotettu kuva? Hyvä fotorealistinen kuva koostuu useasta onnistuneesta eri osa-alueesta, jotta kuvaa voitaisiin kutsua fotorealistiseksi kuvaksi. Yksi tärkeimmistä osa-alueista on lähdekuvamateriaalien korkea taso. Tämä tarkoittaa sitä, että käytettävässä lähdekuvamateriaalissa tulee olla riittävästi pikseleitä, mielellään noin 3000 x 3000 pikseliä, jotta materiaali näyttää renderöitäessä mahdollisimman aidolta. Esimerkiksi sellaisissa kohteissa kuten puupanelit, tiili- ja laattapinnat tai muut vastaavat, joissa esiintyy paljon yhdensuuntaisia saumoja, heikkotasoinen lähdekuvamateriaali näkyy välittömästi renderöidyssä kuvassa. Kuvan tulee pitää sisällään mahdollisimman paljon niin pysty- kuin vaakaraidoitustakin mahdollisimman suurella pikselimäärällä, jotta rendauksesta tulee realistinen.

Yksi olennainen osa onnistunutta materiaalia on myös lähdemateriaalina käytettävästä kuvasta työstettävä ns. töyssykartta eli bump map. Töyssykarttaa käytetään materiaalin pinnan muotojen tehostamiseen. Luonnossa yksikään pinta ei ole täysin sileä, joten näin ajateltuna lähes kaikissa materiaaleissa tulisi siis olla mukana jonkunlainen töyssykartta. Hyvä esimerkki töyssykartan käytöstä on esimerkiksi edellä mainittu tiilipinta, jossa töyssykartalla tehostetaan tiilien saumojen sekä itse tiiliskiven pinnan muodostamista materiaalin avulla itse mallinnettuun kappaleeseen. Renderöitäessä sileäpintaisenkin kappale voi tällöin näyttääluonnollisen rosoiselta.

Näkyvin osa fotorealistista kuvaa on kuitenkin hyvä mallintaminen. Mikäli mallinnetussa kappaleessa tai kappaleissa esiintyy virheitä, ei paraskaan lähdemateriaalina käytettävä kuvamateriaali voi peittää niitä. Yksi hyvä tapa opetella mallintamista on tarkkailla luontoa ja luonnossa esiintyviä kappaleita ja esineitä kuten puita, heiniä ja kaikkia ihmisen tekemiä rakennelmia rakennuksista vaikka aitoihin peltojen vierustoilla. Nämä käyvät hyvin myös lähdemateriaaliksi tutkittaessa mahdollisten mallinnettavien uusien esineiden tai asioiden muotoja ja valon taittumista tai heijastumista kappaleiden pinnasta.

Kolmas ja ehkä ratkaisevin osa-alue on valaistus. Mikäli malliin ei ole sijoitettu yhtään valoa, ohjelma laskee näkymää oletusvalaistuksella, jossa ei kuitenkaan ole varjoja. Vasta yhdenkin valon sijoittamisen jälkeen näkymään, saadaan pinnoille valoa ja varjoja sekä koko kuvaan kontrastia. Realistisen kuvan kannalta valojen sijoittelulla ja niiden valaistusteholla on suuri merkitys. Jos näkymässä on suuri määrä valoja, voidaan joidenkin valojen valaistustehoa joutua laskemaan. Toisaalta, jos meillä on näkymä suuri-kokoisesta tilasta, jossa on vain vähän valonlähteitä, voidaan valojen valaistustehoa joutua taas puolestaan nostamaan. Kumpikaan tilanne ei ole realistisen valaistuksen laskemisen kannalta kuitenkaan tavoiteltavaa tai toivottavaa, koska tämä vääristää kokonaisvalaistusta näkymässä.

Mikäli oikeassa fyysisessä maailmassa jossakin tilassa on liian vähän valaistusta, tilaan sijoitetaan lisää valaisimia, jotta valaistus saadaan halutulle tasolle. Mikäli tilassa taas on liian paljon valaistusta, valaisimia puolestaan poistetaan. Fotometriä valoja käytettäessä niin tulee 3DS Maxissäkin tehdä. Vasta sen jälkeen voimme ottaa käyttöön kokonaisvalaistuksen laskennan ja aloittaa renderöimisen.

## **5 Materiaalit**

Materiaalityyppejä Autodesk 3DS Max 2012:ssa on useita: Standard, mental ray ja Autodesk-materiaalit.

Standard-materiaalit ovat nimensä mukaisesti perusmateriaaleja. Standard-materiaaleja voi käyttää sekä Mental Ray-renderöintimoottorin että oletuksena avautu-

van Scanline-renderöintimoottorin kanssa. Standard-materiaalien joukossa on kaikkiaan 13 erilaista materiaalia, joista yleisimmät käytettävät ovat:

- Architectural; materiaali on tyypillinen arkkitehtuurikohteissa käytettävä materiaali. Esiasetuksista löytyy muun muassasellaiset pinnat kuten tiili, lasi, heijastavia kaakeleita, betoni, jne.
- Blend; materiaalia käytetään kahden tai useamman eri materiaalin yhteen sulauttamiseen. Tällainen materiaali on esimerkiksi ruosteinen metalli, jossa yhtenä lähdemateriaalinakäytetään metallimateriaalia ja toisenakuvaa ruosteisista läikistä.
- Multi/Sub-Object; monesta eri komponentista muodostuva yksi materiaali. Yksi yleisimmin käytetyistä materiaaleista, esimerkiksi renderöitäessä arkkitehtuurivisualisointeja. Tyypillisimpiä käyttökohteita ovat ikkunat, joissa on useita materiaalipintoja.

Mental Ray -materiaalit ovat materiaaleja, jotka ovat käytettävissä vain, kun Mental Ray-renderöintimoottori on valittu käyttöön. Mental Ray -materiaaleissa on kaikkiaan 22 erilaista materiaalia, joista käytetyimpiä ovat:

- Arch & Design; materiaali on rinnastettavissa Standard-materiaaleissa käytettävään Architectural-materiaaliin. Standard-materiaalien tapaan myös Arch & Design -materiaaleissa on useita erilaisia esiasetuksia. Materiaali on tarkoitettu erityisesti arkkitehtuurivisualisointeihin.
- Autodesk; pitää sisällään ryhmiä materiaaleja, joita voidaan käyttää monenlaiseen mallintamiseen. Materiaalit ovat aidon näköisiä, mutta nostavat renderöintiäikää huomattavasti.
- Car Paint; materiaalia käytetään nimensä mukaisesti autojen ja muiden vastaavilla ominaisuuksilla varustettujen metallipintojen mallintamiseen. Materiaalissa on kaikki tarvittavat ominaisuudet valmiina, tarvitsee valita vain väri.

Uutena ryhmänä ovat Autodesk Material Library -materiaalit. Tässä ryhmässä on erittäin suuri joukko erilaisia materiaaleja valmiina käyttöä varten. Materiaalit koostuvat 22 eri kategoriasta, joista jokainen kategoria itsessään sisältää kymmeniä materiaaleja: Ceramic, Concrete, Fabric, Finish, Flooring, Glass, Liquid, Masonry, Metal, Metallic Paint, Mirror, Miscellaneous, Paint, Plastic, Roofing, Siding, Sitework, Stone, Stucco, Wall Covering, Wall Paint ja Wood. Käyttökohteet jokaiselle materiaalille on helppo



lukea materiaalin nimestä. Jokaiseen materiaaliin on helppo vaihtaa myös omanlainen kuvapinta omia kuvalähteitä hyväksi käyttäen.

Materiaaleina olen pyrkinyt käyttämään Arch & Design -materiaaleja, koska nämä materiaalit ovat optimoitu Mental Rayn renderöintiasetuksia silmällä pitäen. Tekstuureina on käytetty omia kuvia siellä mihin sellainen on löytynyt. Muussa tapauksessa työssä on käytetty pääasiassa Autodesk 3DS Max -ohjelman omia mukana tulevia materiaaleja ja tekstuureita, jotta välttyttäisiin liialliselta yksilöllistämiseltä ja tämän opinnäytetyön perusajatus säilyisi edelleen yhtenäisenä.

Omien tekstuurien rakentelussa on käytetty Adobe Photoshop 7 -ohjelmaa sekä Adobe CS5 -ohjelmistopakettia. Työn edetessä huomioni kiinnittyi erityisesti siihen, että materiaaleja rakennettaessa materiaalien tehostekanavissa kuten heijastusominaisuudet (Reflection Color), pintojen epätasaisuudet (Bump) ja läpinäkyvyydet (Transparency), käytettiin lähdemateriaalina käytettävästä kuvasta muunnettua mustavalkoista kuvaa. Materiaali käytti mustavalkokuvan mustaa tai valkoista osaamateriaalien eri tehosteiden luomiseen. Toisissa kanavissa mitä enemmän on mustaa mustavalkoisessa kuvassa, sitä enemmän valokuva antaa kanavan tehosteelle voimaa. Esimerkiksi luotaessa heijastusominaisuuksia materiaaleille, kuvan valkoinen osa määrittelee mikäosa kuvasta heijastaa valoa. Mitä kirkkaampi mustavalkokuvan valkoisuus on, sitä voimakkaammin kanava antaa materiaalille heijastusominaisuuksia. Lisäksi kanavan vieressä sijaitsevas- ta numerosäätimestä voidaan säätää kanavan voimakkuutta vielä erikseen. Joillakin kanavilla säätimessä ei ole ylärajaa, toisilla kanavilla arvonsäädintä ei ole lainkaan, ja toiset kanavat päättyvät arvoon 1,0. Kaiken tämän lisäksi tehostekanavien voimakkuuksia voidaan säätää käsittelemällä mustavalkoista tekstuurin kuvaa kuvankäsittely-ohjelmalla. Väriä voidaan säätää myös materiaalin Output-kohdassa. Näillä asetussmahdollisuuksilla pitäisi olla mahdollista löytää jokaiseen materiaaliin haluttu tehoste ja ulkonäkö.

Olen pyrkinyt luomaan omat materiaalit mahdollisimman monelle pinnalle. Materiaalien pohjana käytetystä Arch & Design -materiaalista on pääasiassa vaihdettu oletuksena olevat kuvamateriaalit omiin. Arch & Design -materiaaleissa on käytetty myös tehostekanavia, jotta materiaaleista saataisiin mahdollisimman realistisia. Pääasiallisina tehostekanavina on käytetty sellaisia kanavia kuten Bump, Reflection Color ja Transparency.

Muita kanavia on käytetty tarvittaessa tai mikäli valmiin materiaalin mukana sellainen tuli mukana. Autodesk neuvoo, että materiaalin ominaisuuksia ei muutettaisi kuvankäsittelyohjelmilla vaan, että ominaisuuksia editoitaisiin ainoastaan materiaalin Output-kohdassa. Työn edetessä huomasin kuitenkin, että kaikkia materiaaliin liittyviä kuvan ominaisuuksia ei saa muutettua pelkästään materiaalin Output-kohdassa.

Työn edetessä tuli selväksi myös, että materiaaleissa käytettävän lähdekuvamateriaalin pikselimäärän tulee olla tarpeeksi suuri, että se soveltuisi lähdemateriaaliksi. Erityisesti animaatioissa, joissa käytetään paljon lähiotoksia tai hidastuksia, tämä on tärkeää. Mikäli kuvaa tai animaatiota renderöitiin esimerkiksi kokoon 1280 x 1024 pikseliä, tuli materiaalina käytettävän kuvamateriaalin olla vähintään samankokoinen, jotta renderöity kuva tai animaatio toimisi toivotusti. Myöhemmin todettiin myös, että kuva kooltaan 3000 x 3000 pikseliä, noin 2.5 kertaa suurempi kuin koko, johon malli renderöidään, toimii parhaiten. Karkeasti yleistäen, mitä enemmän pikseleitä, sitä parempi. Tällöin kuvassa näkyvät yksityiskohdat erottuvat parhaiten eikä renderöinti tuota kohinaa tai pikselihäviöitä. Tämä tarkoittaa myös sitä, että renderöidyn kuvan käsittely kuvankäsittelyohjelmilla kuten Adobe Photoshop CS5:lla on helpompaa, tai sitä ei tarvittaisi lainkaan. Tässä opinnäytetyössä on pyritty renderöimään kaikki loppumateriaali kokoon 1920 x 1080 pikseliä eli ns. FullHD-tarkkuuteen.

## 6 Valot

Kuvan tai animaation todenmukaisuuden tavoittelussa valoilla on suuri merkitys. Valoja Autodesk 3DS Max -ohjelmassa on periaatteessa kahta perustyyppiä: Standard-valot ja Photometric-valot. Molemmat valojen perustyytit puolestaan pitävät sisällään omia valon heijastustyyppjään. Standard-valoissa tällaisia ovat: Target Spot eli pistevalo kohteella, Free Spot eli vapaa pistevalo, Target Direct eli suora valo kohteella, Free Direct eli vapaa suora valo, Omni eli pistevalo, joka säteilee kaikkiin suuntiin, Skylight eli auringon valo sinisellä taivaalla, mr Area Omni eli Mental Ray -pistevalo ja mr Area Spot -valo eli Mental Ray -pistevalo. Photometric-valoissa puolestaan valojen heijastustyyppjät ovat: Target Direct, Free Light ja mr Sky Portal -valot eli Mental Ray-valoalue.

Standard-valot ovat nimensä mukaisesti perusvaloja ja ovat hyviä perusnäkökymien valaistuksessa. Standard-valoihin kuuluu myös kaksi valotyyppiä, jotka eivät ole varsinaisia perusvaloja. Näitä ovat mr Area Omni- ja mr Area Spot -valot. Etuliitteensä mukaisesti nämä valot kuuluvat Mental Ray -valoihin. Standard-valoja voidaan renderata niin Scanline-renderöintimoottorilla kuin Mental Ray -renderöintimoottorilla.

Photometric-valot puolestaan luovat fyysisesti oikein heijastuvan valokeilan, jota voidaan säätää normaalin valon tapaan esiasetuksen arvoja muuttamalla. Vaikka Photometric-valoja on vain kolmea tyyppiä, näiden valojen valonlähdeyyppiä voidaan myös vaihtaa. Valonlähdeyyppiä vaihtamalla saadaan aikaiseksi lähes samanlaisia valoja kuin Standard-valoilla, mutta fyysisesti oikeilla valoarvoilla. Photometric-valot luovat valokeilansa vain renderattaessa Mental Ray -renderöintimoottorilla.

Toinen tapa asettaa Photometric-valoille fyysisesti oikeita arvoja on asettaa valoille ns. IES-tiedosto. IES-tiedostot ovat valaisinvalmistajilta suoraan saatavia fyysisesti oikein heijastuvien omien tuotteiden mitattuja valokeiloja. IES-tiedostoja mitataan valaisimista erityisesti tätä tarkoitusta varten rakennetuissa huoneissa. Olen pyrkinyt käyttämään kaikissa sisätilojen Photometric-valoissa IES-tiedostoja. Fagerhults Belysning AB ja ER-CO GmbH ovat vain muutamia tällaisia valaisinvalmistajia, jotka tarjoavat IES-tiedostoja valaistussuunnittelijoille ja visualisoijille.

Standard- ja Photometric-valojen lisäksi Autodesk 3DS Max -ohjelmassa on vielä kolmas valotyyppi: Daylight System. Daylight System -valo jäljittelee nimensä mukaisesti aitoa auringon valoa, jonka yhteydessä asetetaan myös sininen taivas ja harmaa horisontti. Kun Daylight System -valo asetetaan näkymään, ohjelma kysyy asetetaanko myös taivas ja horisontti. Kun tähän vastataan "kyllä", meillä on valmis sininen taivas ja harmaa horisontti näkymässä. Daylight System on nopea ja helppo tapa visualisoida ulkovalaistusta. Daylight System käsittää myös kellonajan asetukset, aikavyöhykkeet ja jopa auringonsäteiden tulokulmien asettelun maapallolla asteilla määritellen. Mikäli tietää oman asuinpaikkakuntansa koordinaatit, voi Autodesk 3DS Maxilla mallintaa vaikka kotipaikkansa oikean auringonvalon tulokulman koko vuoden ajalta. Tämä on hyödyllinen esimerkiksi mallinnettaessa valosimulaatioita rakennusprojekteissa, joissa halutaan tietää miten auringonvalo käyttäytyy rakennuksen sisällä tiettyyn kellonaikaan tai vaikkapa tiettyyn vuodenaikaan. Kuten lähes kaiken muunkin, Daylight System -valo

voidaan myös animoida. Voimme animoida vaikka koko vuoden auringon kierron ja tarkastella valon tulokulmia ja valon määrää esimerkiksi tulevalla rakennuksen tontilla tai vaikkapa suunniteltavan rakennuksen eri huoneissa. Tällä ominaisuudella voimme suunnitteluvaiheessa maksimoida rakennukseen tai tontille tulevan auringonvalon määrän.

Siellä minne kaikesta valojen ja materiaalien arvojen säädöistä huolimatta ei mahdollisesti pystytä kohdistamaan riittävästi valoa, Mental Images GmbH kehottaaolemaan lisäämättä vain tätä aluetta valaisevia lisävalaisimia (mental ray Architectural and Design Visualization Shader Library 2007, 5). Kun haluttu määrä valoja on asetettu näkymään ja ne on suunnattu haluamallamme tavalla, käytetään valaistustehon kokonaisu säätöön Photographic Exposure Control -säädintä. Kameran tavoin tämä säädin säätää valon kokonaismäärän halutulle tasolle, jolloin ei ole tarvetta välttämättä säätää kaikkien valojen tehoja yksi kerrallaan. Tässä yhteydessä pyritään myös olemaan lisäämättä valojen Multiplier-arvoa suuremmaksi kuin 1.0, koska myös tämä vääristää valojen todellista valaistustehoa. Pimeiksi jääville alueille lisätään valaisimia tai valoja aivan kuten oikeassa fyysisessä maailmassakin.

Kun huoneen valaistus on valmis, esilasketaan näkymän kokonaisvalaistus Render Setup -ikkunan Global Illumination- ja Final Gather -asetuksia apuna käyttäen. Vasta kun esilaskenta on valmis, käytämme valaistuksen kokonaisu säätöön mr Photographic Exposure -säädintä. Rakennuksen sisällä käytämme esiasetuksena fyysisesti oikeaa sisätilan päivä- tai yövalaistusta. Rakennuksen ulkopuolella käytämme puolestaan fyysisesti oikeaa ulkotilan päivä- tai yövalaistusta. Kun kokonaisu säädön laskenta on suoritettu, voimme vielä vaikuttaa kokonaisvalaistukseen säätämällä Exposure Value -arvoa. Esilaskentaikkunasta näemme kuinka valintamme vaikuttaa kokonaisvalaistukseen. Valittavasti näin pienestä ikkunasta emme kuitenkaan voi nähdä kuinka esilasketun valaistuksen säätäminen vaikuttaa pienempiin yksityiskohtiin vaan joudumme tässä kohdassa turvautumaan omaan arviointikykyymme. Tämä tarkoittaa edelleen useita testirendauksia ennen kuin olemme tyytyväisiä renderöintiasetuksiin. Valaistuksen esilaskentaikkunan kokoa ei pysty muuttamaan.

Vaikka pääsemmekin tällä tavoin käsiksi kokonaisvalaistuksen säätöihin voi edelleen joitakin alueita näkymistä jäädä tummiksi tai laikukkaiksi. Tämä johtuu siitä, että valoa

ei riitä edelleenkaan kaikkialle näkymään (mental ray Architectural and Design Visualization Shader Library 2007, 5.) Sama ilmiö voi edelleen toistua vaikka suurentaisimme esimerkiksi Final Gather -kohdassa Rays per FG point -arvoa tai Global Illumination-kohdassa Photons per Sample -arvoa. Tässäkään tapauksessa valojen Multiplier-arvoa ei saa mennä muuttamaan suuremmaksi vaan valaisimia pitää lisätä tai poistaa.

Mikäli huoneessa on esimerkiksi vain yksi ikkuna-aukko, voi huoneen valot sammutettuna päivänvalossa huonetta renderöitäessä muodostua tilanne, jolloin huone voi jäädä liian hämäräksi tai kokonaan pimeäksi. Tilanteesta riippuen ikkuna-aukkoihin voidaan tällöin lisätä mr Sky Portal -objekti, joka käyttää mr Skyn voimakkuus- ja väriarvoja valon tuottamiseen (mental ray Architectural and Design Visualization Shader Library 2007, 67). Toisin sanoen tämä objekti "tuo" auringonvalon keinotekoisesti lähemmäksi ikkunaa tai aukkoa, joka näin valaisee helpommin huoneen. Oikein asetettu mr Sky Portal -objekti voi valaista huoneen tai tilan kuten fyysisesti oikea auringonvalo tekee meidän maailmassammekin.

Ulkovisualisointeja ja -animaatioita laskettaessa pääasiallisena valaistuksena on puolestaan käytetty Daylight System -valaistusta. Daylight System -valaistuksen yhteydessä on käytetty mr Sun, mr Sky ja mr Physical Sky -arvoja oletusarvojen mukaisesti. Keskipäivän valaistuksessa valaistua sisätilaa laskettaessa on sisältä sammutettu valaisimet jivastaavasti yövalaistuksessa valaistua sisä- tai ulkotilaa laskettaessa on mr Sun-arvo tuotu lähelle arvoa 0. Mahdollisen auringonlaskuanimaation laskentaan valot sammutetaan ja sytytetään kellonajan mukaan siten, että illan tullen sisävalot syttyvät auringonvalon samanaikaisesti hiipussa horisontissa ja vaihtaen väriä. Ulkovisualisointeja laskettaessa ongelmaksi voi muodostua lähinnä miten täyttää horisontti, jotta kuvattavat kohteet eivät näyttäisi "leijuvan" ilmassa. Tässä on apuna hyvä ja kattava taustakuvien varasto, josta voi valita mieleisensä kuvan visualisointien taustakuvaksi.

IES-tiedostoja on ladattu ERCO GmbH sivuilta. Näin ollen kaikkien tässä opinnäytetyössä käytettyjen keinovalojen valoarvot ovat oikeiden, asianomaisen valaisinvalmistajan tehtaalla valmistettujen valaisimien mitattuja valoarvoja. Lyhyesti sanoen, oikeita valaisimia.

Kun tiedosto on valittu, valokeila, valon voimakkuus ja häivealueet asettuvat valaisimeen valaisinvalmistajan tarkoittamalla ja suunnitteleamalla tavalla. Tämän jälkeen valaisin yksinkertaisesti vain suunnataan haluttuun kohteeseen. Aivan kuten oikealle ostetulle valaisimelle jokainen meistä kotonaan tekisi. Mikäli renderöitäessä huomataan, että valaisin ei valaisekaan haluttua kohdetta riittävän voimakkaasti niin silloin valitun IES-tiedoston arvot ovat liian heikot kyseisen kohteen valaisemiseen. Tällöin yleisvalaistusta ei ole hyvä korjata kirkkaampaan suuntaan esimerkiksi mr Photographic Exposure -toiminnolla vaan etsiä uusi, paremmin käyttötarkoitukseensa sopiva IES-tiedosto tai lisätä valaisimia. Toisena vaihtoehtona on suurentaa valaisimen Multiplier-arvoa, mutta tämä muuttaa valaisimen ominaisuuksia eikä siten vastaa täysin valaisinvalmistajan valaisimelleen tarkoittamia arvoja eikä ominaisuuksia.

Ulkovalaistukseksi valitaan siis Daylight System -valaistus. Tämä valaistus on siinäkin mielessä hyvä, että se ei vaadi suuria muutoksia oletusasetuksiin. Oletuksena San Franciscossa, Kaliforniassa, oleva päivämäärä ja auringon kulma jätetään ennalleen. Jos puolestaan on tarkoitus käyttää todenmukaista ulkovalaistusta, on parempi valita Suomen kohdalta asetukseksi Helsinki, Finland. Mikäli valon suuntaa halutaan muuttaa, kierretään Compass-objektia haluttuun suuntaan ja aurinko kääntyy mukana. Mikäli taas auringon valon tulokulmaa halutaan muuttaa, muutetaan yksinkertaisesti vain kellonaikaa ja aurinko laskee ja nousee sen mukaan. Haittapuolena tässä on se, että mikäli muutetaan auringon valon tulokulmaa kellosta, muuttaa se myös auringon valon väriä. Jos auringonvalon väri halutaan pitää samana, joudutaan muuttamaan auringon valon tulokulmaa manuaalisesti objektia siirtämällä.

Jos valitsemme Daylight System -valaistuksen aikavyöhykkeeksi Helsinki, Finland, valon väri on haaleampi ja tulokulma on matalalla. Hyvin kirkas ulkovalo saadaan aikaiseksi valitsemalla Daylight System -valaistuksen ajankohdaksi jokin talvikuukausi ja paikaksi vaikkapa jokin valtio päiväntasaajalta. Tällöin tosin valo tulee suoraan ylhäältä ja hyvinkin kirkkaana, mutta tätä voidaan muuttaa edellä kerrotulla tavalla kelloa ja vuodenaikaa säätämällä. Oletuksena San Francisco on kuitenkin aivan hyvä lähtökohta tähän työhön.

## 7 Valon dynamiikka

Valon dynamiikka on valokuvauksessa käytettävä termi, ja yleinen jatkuvan keskustelun aihe, jolla tarkoitetaan tumman ja vaalean sävyn kohinatonta mitattavissa olevaa eroa filmillä tai digikennolla (Digifaq, 2003). Yksinkertaistaen, sekä tummassa että vaaleassa päässä valon spektriä tulisi olla mahdollisimman paljon mitattavissa olevia sävyjä. Mitä enemmän mitattavissa olevia sävyjä on, sitä parempi dynamiikka. Dynamiikan määrää ilmoitetaan aukkojen määrällä. Mitä enemmän aukkoja, sitä parempi dynamiikka ja suuremmat sävyerot. Jos joillekin alueille kuvassa tulee liikaa valoa tämä "palaa puhki". Vaaleiden sävyjen määrä ei tällöin enää lisääny. Vastaavasti tummassa päässä kuvaa tulisi löytyä sävyeroja mahdollisimman kauan ennen kuin kuvaan alkaa ilmestyä kohinaa. Hyvässä tämän päivän digitaalisessa järjestelmäkamerassa voi olla 10-13 aukkoa ja hyvässä kompaktikamerassa noin 9 aukkoa.

Aukolla tarkoitetaan optiikassa optisen järjestelmän polttovälin ja sisääntulevaa valoa rajoittavan aukon suhdetta (Wikipedia, 2010). Tästä käytetään myös termiä f-luku tai aukkosuhde. Optisissa järjestelmissä aukon koko vaikuttaa myös kuvan tarkkuuteen riippuen käytettävissä olevista linssien ominaisuuksista. Kuvassa tämä näkyy muun muassa siten, että kun aukon koko kasvaa, optisen järjestelmän piirtämän kuvan syvyysterävyysaluekapenee eli kuvattavan kohteen tausta epäterävyöityy. F-luku pienee. Jos aukon koko puolestaan pienenee, kuvattavan kohteen tausta terävyöityy. F-luku kasvaa.

Mitä kaikella tällä on merkitystä renderöitäessä 3D-kuvaa? Digitaalista valokuvausta enemmän harrastavat ottavat kuvansa mieluummin hieman alivaloittuneina eli tummina, jolloin kuvia voidaan myöhemmin korjata vaaleammiksi kuvankäsittelyohjelmalla (Digifaq, 2003). Kuvien korjaaminen on mahdollista kuitenkin vasta, kun kuva sisältää mahdollisimman paljon sävyjä. Tämä ei onnistu ellei kuvan bittisyvyys ole tarpeeksi suuri eli bittejä ei ole tarpeeksi paljon. Erityisesti kuvan tummia sävyjä on helpompi saada esiin, kun käytössä on suurempi bittimäärä. Mitä suurempi bittimäärä kuvassa on, sitä helpompi kuvaa on korjata myöhemmin. Perinteinen 8-bittinen JPG-kuva sisältää niin vähän kuvainformaatiota, että kuvaavaalennettaessajoudutaan "arvaamaan" viereisen pikselin sävy. 8-bittisessä JPG-kuvassa on 255 eri sävyä kaikilla kolmella päävärillä. Vähän bittejä sisältävässä kuvassa liukuvärien esittäminen on kaikkein vaikeinta ja tä-

hän ei auta edes dynamiikan eli aukkojen määrän lisääminen. Liukuväristä tulee raidallinen ja kuvassa esiintyy kohinaa.

Mikäli kuville halutaan mahdollisimman hyvä kuvien jälkikäsittelymahdollisuus, JPG ei liene paras mahdollinen kuvaformaatti, johon kuvat tulisi renderöidä. Kuten edellä on tullut jo useasti mainittua, JPG-kuva on 8-bittinen ja samalla myös raskaimmin pakattu kuvaformaatti. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvaa pakattaessa häviää myös suuri määrä kuvainformaatiota kuten esimerkiksi sävyjä. Kuvan bittimäärällä ei ole suoraan vaikutusta itse dynamiikkaan, mutta suurempi bittimäärä parantaa kuvien jälkikäsittelymahdollisuuksia (Digifaq, 2003). Suuri bittimäärä eli leveämpi kuvavirta lisää sävyjen määrää niin tummassa kuin vaaleassakin päässä valon spektriä, jolloin kuvia on myöhemmin helppo käsitellä kuvankäsittelyohjelmalla.

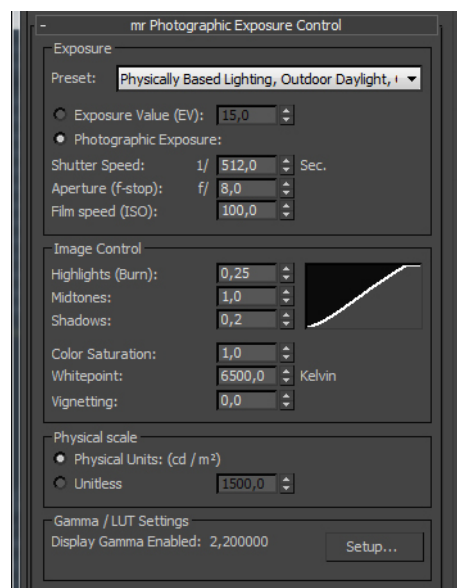
Toinen yleinen käytettävä kuvaformaatti on PNG, Portable Network Graphics. PNG-kuvaa voi esimerkiksi Adobe Photoshop CS5 -ohjelmalla luoda kahta bittikokoa, 24-bittistä ja 48-bittistä. PNG-kuvaan voi sisällyttää myös ns. Alpha-kanavan eli läpinäkyvyydestiedon. Muista kuvaformaateista poiketen PNG-kuvaan lisätty uusi kuvainformaatio tulee näkyviin läpinäkyvän kuvan osan läpi uuden kuvainformaation sijoituttua PNG-kuvan taakse. Tällaisia osia voisivat olla esimerkiksi ikkunan taakse sijoitettu uusi taustakuva horisontteineen. Jos taustakuvaksi 3DS Maxissa on valittu mr Physical Sky, tämä ei tule mukaan renderöityyn PNG-kuvaan Alpha-kanavan ollessa valittuna. Tätä kuvaformaattia ei voi myöskään käyttää mm. renderöitäessä animaatioita. PNG-kuvaformaatti on jonkin verran pakattu. Tämän opinnäytetyön näkymät on renderöity PNG-kuviksi.

Raskain ja samalla myös pakkaamaton kuvaformaatti on TIFF, Tagged Image File Format. TIFF-kuvaa käytetään erityisesti erilaisten korkealaatuisten painotuotteiden kuvittamisessa. TIFF-kuvan pystyy renderöimään 3DS Maxissa useaan eri bittikokoon; 8-bittiseksi harmaasävy- tai värikuvaksi, 16-bittiseksi värikuvaksi ja 16-bittiseksi värikuvaksi, joka sisältää valoisuustiedot, sekä 32-bittiseksi värikuvaksi, joka sisältää sekä valoisuustiedot että kuvattavan näkymän kooridaattitiedot väreille. Alpha-kanavan saa renderöityä kuvaan mukaan 8- ja 16-bittiseen värikuvaan. Kaikista muista kuvaformaateista poiketen, TIFF-kuvaan voi lisätä myös tiedon kuvan resoluutiosta renderöintivaiheessa. Esimerkiksi A4-kokoinen kuva 300 dpi:n resoluutiolla tarkoittaa 3508 x 2480



pikselin kokoista kuvaa pikseleiksi muutettuna. Muilla kuvaformaateilla joudumme asettamaan kuvan koon suoraan edellä mainituille pikseleille renderöintivaiheessa, jos haluamme kuvan samaan resoluutioonsaman kokoisena. Mikäli renderöidyltä kuvalta halutaan hyvää kuvankäsittelymahdollisuutta, TIFF-kuvaformaatti on erittäin hyvä valinta tähän tarkoitukseen.

Mihin tätä kaikkea tietoa tarvitaan, kun renderöimme kuvaa 3DS Maxilla? Edellä mainittua tietoa hyväksi käyttäen voimme renderöidä näkymää kahdella tapaa kuin jos ottaisimme perinteisellä kameralla valokuvaa. Valaistuksen esilaskentavaiheessa valitsemme kuvassa 3 näkyvässä mr Photographic Exposure Control -säätimestä joko Exposure Value -valinnan tai Photographic Exposure -valinnan. Esiasetuksia Preset-kohdasta valitsemalla vaikutamme ainoastaan Shutter Speed -arvoon, joten muita arvoja joudutaan säätämään vielä manuaalisesti erikseen. Photographic Exposure-valinnan alla sijaitsevat valokuvauksesta tutut arvot, joita muuttamalla vaikutetaan myös renderöityyn kuvaan. Tässä opinnäytetyössä on käytetty Preset-valintoina fyysisesti oikeaa pilvetöntä päivänäkymää ja fyysisesti oikeaa yönäkymää näkymien

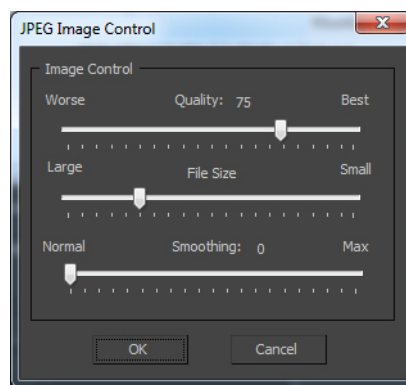


Kuva 3. Kuva kameran asetuksista

renderöinnissä sekä Exposure Value -arvoa. Kun olemme laskeneet Render Preview-toiminnolla mr Photographic Exposure Control -ikkunan arvojen mukaisen näkymän, voimme vielä tässä vaiheessa muuttaa arvoja ennen varsinaista renderöintiä. Arvojen muuttaminen näyttää suoraan kuinka se vaikuttaa Render Preview -ikkunassa esirenderöityyn näkymään. Kun meitä miellyttävät arvot on löydetty, on näkymä valmis ren-

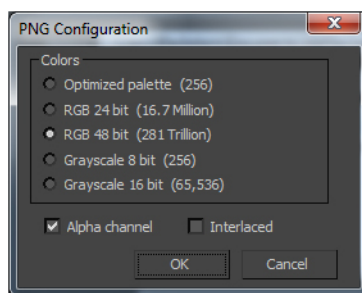
derointia varten. Joissakin tapauksissa näkymä vaatii edelleen useita testirenderointeja, mutta periaate on koko prosessin ajan sama.

Eteen voi tulla myös tilanteita, missä kuvatiedoston koko voi rajoittaa renderöidyn kuvan käyttöä. Tätä silmällä pitäen testattiin kolmen eri tiedostomuodon ja bittisyvyyden vaikutus kuvatiedoston kokoon ja verrattiin saman tiedostomuodon renderöintiasetuksia 3DS Maxissa. Adobe Photoshop CS5 -ohjelmalla luotiin A4 kokoinen 300 dpi-resoluutioinen tyhjä kuva, joka tallennettiin JPG-, PNG- ja TIFF-muotoon. Samaa yritettiin kuvan renderöintivaiheessa 3DS Maxissa.



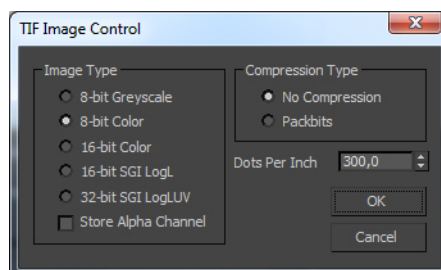
Kuva 4. Kuva JPG-kuvatiedoston renderöintiasetuksista

Adobe Photoshop CS5:ssä JPG-kuvan pystyi tallentamaan RGB-väritilassa 8- ja 16-bittiseksi, joiden tiedostokokoo tulivat 584 ja 578 kilotavua. CMYK-väritilassa kuvien koot olivat jo 1319 kilotavua eli noin 1.3 Mt kumpainenkin. Kuvassa 4 näemme JPG-kuvan renderöintiasetukset 3DS Maxissa. Kuten kuvasta näkyy, 3DS Maxissa ei pysty juurikaan vaikuttamaan JPG-kuvan renderöintiasetuksiin ja sitä kautta myös tallennusasetuksiin. Kuvatiedosto renderöityy oletuksellisesti 72 dpi:n resoluutiolla 8-bittiseksi RGB-väritilan kuvaksi eikä siihen pysty vaikuttamaan. Mikäli haluaa renderöidä kuvan johonkin tiettyyn resoluutioon, joutuu vaikka Photoshop CS5:ssä luomaan haluamalleen kuvakoolle oikean pikselimäärän kokoisen tyhjän kuvan oikealle resoluutiolle, ja asettamaan näin syntyvän kuvan pikselimäärän 3DS Maxin renderöintiasetuksiin.



Kuva 5. Kuva PNG-kuvatiedoston renderöintiasetuksista

Photoshop CS5:ssä PNG-kuvia puolestaan ei voinut tallentaa kuin RGB-väritilassa ja niiden kooksi tulivat 34 ja 59 kilotavua, 8-bittinen kuva ensin mainittuna. Kuvassa 5 näemme PNG-kuvan renderöintiasetukset 3DS Maxissa. Kuvasta 5 näemme myös, kuinka monella eri tavalla 3DS Maxissa voi renderöidä PNG-kuvaa. Kuten JPG-kuvassakin, PNG-kuvan resoluutioon ei voi vaikuttaa. 3DS Max renderöi PNG-kuvan oletuksellisesti 72 dpi:n resoluutioon, 16-bittiseksi RGB-väritilan kuvaksi. Tietyn kuvakoon tiettyyn resoluutioon renderöityjen kuvien pikselimäärät joutuu kokeilemaan vaikka Photoshop CS5:ssä. Alpha-kanavaa ei pystynyt renderöimään Optimized Palette-valinnalla.



Kuva 6. Kuva TIF-kuvatiedoston renderöintiasetuksista

Photoshop CS5:ssä TIFF-kuvia pystyi tallentamaan useaan eri bittisyvyyteen ja väritilaan. 8-bittinen RGB-väritilan TIFF-kuva oli kooltaan 25.5 Mt ja CMYK-väritilassa 34.5 Mt. 16-bittinen RGB-väritilan TIFF-kuva oli puolestaan kooltaan jo 51 Mt ja CMYK-väritilassa peräti 68.5 Mt. TIFF-kuvan pystyi tallentamaan jopa 32-bittiseksi RGB-väritilassa, jolloin kuvan kooksi tuli huimat lähes 102 Mt. Kuvassa 6 näemme kuinka 3DS Maxissa oli myös useita eri renderöintimahdollisuuksia TIF-kuvalle. 16- ja 32-bittiselle kuvalle saa renderöityä myös valoisuustietoja ja värien koordinaattitietoja, joita muille tiedostoformaateille ei ole mahdollista renderöidä.

Tämä yksinkertainen testi ei tietenkään anna suoraa yksiselittäistä vastausta siihen, miten erilaisiin tiedostomuotoihin renderöitäessä näin muodostuvien kuvatiedostojen kokosuhteet muodostuisivat 3DS Maxissa. Tästä testistä kuitenkin saa viitteitä siihen mitä tapahtuu Adobe Photoshop CS5 -ohjelmistolla muokattaessa erilaisten renderöityjen kuvaformaattien tiedostojaja minkälaisiksi näiden tiedostokoot saattavat muodostua toisiinsa nähden. Molemmat ohjelmistot käsittelevät eri tiedostomuotoja eri tavalla, joten suoraa yhteyttä Adobe Photoshop CS5:n ja Autodesk 3DS Maxin välille ei voida luetettavasti muodostaa.

## 8 Kamera

Kamerat ovat kaiketi tämän työn kaikkein helpoin tehtävä. Kameroina käytetään Target-kameroita. Kamera luodaan näkymään valitsemalla kameratyökalu, klikkaamalla kuvaruudussa ja vetämällä. Kameraa ja kameran kohdistuspistettä liikutetaan normaalisti 3DS Maxin työkaluilla haluamallemme paikalle. Kameran linssin kooksi valitsemme 28 mm, joka on kinofilmikameran polttoväliä vastaava objektiivi. 28 mm:n objektiivia käyttää paljon mm. interiöörικuvauksissa.

Animaatiot eivät ole varsinaisia "oikeita" animaatioita, vaan voimme puhua ennemminkin ns. kamera-animaatioista tai kamera-ajonimaatioista, jossa kamera liikkuu mutta ei juurikaan mikään muu. Mikäli aikataulut antavat myöten kameroille luodaan oma viivansa liikeradaksi, jota pitkin kamera asetetaansitten liikkumaan. Kameran liikkeenopeusasetuksena käytetään 1/4x-nopeutta. Tämä itsessään asettaa materiaaleille kovat paineet niiden laadun suhteen. Hitaalla kameran liikkeellä materiaalin lähdekuvan suurempi pikselikoko nousee arvoon arvaamattomaan. Frame Rate-asetuksena käytetään PAL-asetusta, joka vastaa Suomessa käytettävää TV:n kuvastandardia.

Lähikuvissa kameroissa käytetäänsyvyysterävyystoimintoa, jolla saamme kuvattavan kohteen takana esiintyvät alueet epäselviksi. Tämä on yleinen tehostuskeino esimerkiksi tuotekuvauksissa. Epäselvän alueen etäisyyttä, josta epäselvä alue alkaa, voidaan säätää kameran asetuksista Focal Depth -arvoa muuttamalla. Animaatioissa voimme myös animoida Focal Depth -arvon haluamallamme tavalla. Mikäli aikataulut edelleen antavat myöten kokeilemmeikin Focal Depth -arvon animoimista siten, että kesken ka-

ameran liikkeen epäselvä kuva vaihtuu vuoronperään kuvattavan kohteen eteen ja taakse. Tämä on myös elokuvissa jonkin verran käytetty tehokeino viedä katsojan mielenkiinto etualan kohteesta taka-alalle ja päinvastoin.

Lopuksi perusnäkyvän Perspective-ruudussa on vaihdettu kameranäkymään Show Safe Frames -asetus. Tämä toiminto tuo näkymään reunat, jotka kuvaavat ns. turvallisia kuva-alan reunoja. Näiden reunojen sisäpuolelle jäävät kappaleet näkyvät varmasti renderöitäessä. Tällä toiminnolla on hyvä varmistaa kameran näkyvän toimivuus ja että kaikki tarvittava tulee todellakin kuvaan mukaan, sekä tehdä tarvittavat muutokset vielä ennen varsinaisen viimeisen renderöinnin aloitusta.

### 8.1 ToneMapping - tunnelman kuvaus

ToneMapping, tai tunnelman kuvaus, on menetelmä, jolla luodaan erityinen tunnelma renderöityyn kuvaan (mentalrayArchitectural and Design VisualizationShader Library 2007, 4). Itse asiassa ToneMapping ei ole mikään menetelmä itsessään vaan se käsittelee joukon toimenpiteitä, joilla päästään haluttuun lopputulokseen kuvassa. Tällaisia toimenpiteitä ovat muun muassa Vignetting, eli kuva-alueen reuna-alueille muodostuvien tummien alueiden luominen. Yhtenä toimenpiteenä käytetään myös perinteisen järjestelmäkameran kaltaisia asetuksia. Näitä ovat mm. filmin ns. ISO-arvo, suljikimen aukon koko eli f-arvo, sekä suljikimen nopeus.

ToneMapping-toimenpiteiden käyttö aloitetaan yleensä f-arvoa säätämällä. F-arvoa säädetään samanlaisia periaatteita noudattaen kuin perinteisellä järjestelmäkameralla. Mitä suurempi f-arvo, sitä enemmän syvyytarkkuutta kuvaan saadaan (Wikipedia, 2010). Ja vastaavasti mitä pienempi f-arvo, sitä enemmän kuvattavan kohteen reuna-alueet sumenevat eli blurrautuvat. Autodesk 3DS Max -ohjelmistossa pienempi f-arvo yleensä kirkastaa kuvaa eli päästää enemmän valoa "linssiin". Koska f-arvon säätäminen vaikuttaa näin valon kokonaismäärän saapumiseen linssiin, yksistään f-arvoa säätämällä ei päästä hyviin tuloksiin. Erityisesti tämän huomaa kuvattaessa näkymää, jossa kuvataan niin sisä- kuin ulkotilaakin samassa näkymässä. Tällöin esimerkiksi ulkotila jää usein hyvin ylivalottuneeksi.

Burn Highlights -arvoa käytetään ylivalottuneiden alueiden säätämiseen tai poistamiseen. Oikeassa maailmassa kameran filmi pakkaa kuvattavan kohteen ylikirkkaita valo-alueita, mutta mikään filmi ei poista ylikirkkaita alueita kokonaan. Burn Highlights -arvo pidetään pienenä lähellä 0-arvoa. Tämä poistaa ylivalottuneet alueet kuvasta ja tasoittaa kontrastia kuvassa.

Vignetting-toiminnolla lisätään kuvan reuna-alueille oikeiden kameroiden tapaan tummennettu reuna. Tässä pitää olla kuitenkin tarkkana, että tummennettu alue ei peitä alleen mitään yksityiskohtia, jotka haluaisimme erityisesti näkyvän kuvassa. Mitä suurempi Vignetting-arvo on, sitä tummemmaksi reuna-alueet muodostuvat. Kohtaan, mistä tummennettu reuna-alue alkaa, ei voida vaikuttaa. Monesti Burn Highlights-arvon ja Vignetting-arvon yhteisvaikutuksesta kuvan kontrasti muuttuu. Silloin mukaan tulee vielä Crush Shadows -arvon säätäminen. Crush Shadows -arvo syventää voimakkuusarvoa loppupäästä ja luo näin paremman kontrastin kuvaan. Mikäli kuva on alun alkaen jo hyvin tumma voi Crush Shadows -arvon säätäminen kuitenkin tummentaa kuvaa vielä entisestään(mentalrayArchitectural and Design VisualizationShader Library 2007, 87).

Siinä tapauksessa säädämme valotusta uudestaan. Valotuksen säätäminen tehdään yhdessä aukkoa, Burn Highlights -arvoa ja saturaatiota säätämällä. Nämä kaikki toimenpiteet saavat aikaiseksi hyvän tasapainon kuvaan, mutta jättävät usein edelleen näkymän ns. ulko-osat ylivalottuneiksi. Silloin otamme käyttöön mr Portal Light-valojenTransparency-arvon säätämisen. Tämä arvo ikään kuin "käskee" ikkunoissa sijaitsevia mrPortalLight-objekteja laskemaan osan ulkovalosta läpi näkymän sisätilaan vaikuttamatta itsessään kuitenkaan mitenkään sisätilan valaistukseen.

Mikäli kyseessä olisi kuitenkin esimerkiksi iltanäkymä samasta tilasta, jossa näemme sekä sisä- että ulkotilaa, jo säädetyillä arvoilla kuvasta tulee tumma. Silloin meidän tarvitsee säätää sulkimen nopeutta, esimerkiksi puoleen, ja säätämällä Whitepoint-arvoa. Jos tällaisissa tapauksissa valojen ympärökset vielä ovat ylivalottuneita, saamme näiden alueiden ylivalottuneet osat poistettua säätämällä uudelleen Burn Highlights-arvoa (mentalrayArchitectural and Design VisualizationShader Library 2007, 87).

## 8.2 Depth of Field - syvyysterävyys

Depth of Field -toiminnolla saadaan aikaiseksi kuvattavan objektin tai yksityiskohdan ympäristöt blurrattuina eli hämärytettyinä. Depth of Field -toimintoa voidaan käyttää myös hyvin erilaisten taiteellisten efektien tai ilmaisun tukemiseen. Haluttu efekti saadaan aikaiseksi säätämällä Focal Point-, Samples-, Bias-, Blade Count- sekä Angle-arvoa (mental ray Architectural and Design Visualization Shader Library 2007, 91).

Focal Point -arvo määrittää miltä etäisyydeltä blurrattu alue kamerassa alkaa. Focal Point-arvo lähempänä kameraa sumentaa kuvattavan kohteen taakse jääviä alueita ja Focal Point -arvo kauempana kameraa sumentaa kuvattavan kohteen edessä olevia alueita. Radius-arvo määrittää puolestaan kuinka suuri alue kameran linssistä blurrataan. Mitä suurempi Radius-arvo on, sitä suurempi blurrattu alue on.

## 9 Renderöinti

Renderöinnin valaistuksen esilaskennassa on käytetty mr Photometric Exposure-säädintä, joka on pääasiassa säädetty ulkovalaistuksen laskentaa varten (Finch, Andrew 2011, 33). Mahdollista auringonlasku-animaatiota laskettaessa Photometric Exposure -säädin animoidaan päivänvalossa käytetystä valaistuksesta yövalaistuksessa käytettävään valaistuksen laskentaan. Täysin taiteellisista syistä yö- tai ilta-aurinkoa kuvaavat visualisoinnit ja animaatiot lasketaan kauniiseen keltaiseen sävyyn.

Renderöinnin toisessa vaiheessa asetetaan laskentaan tarvittavia asetuksia kohdalleen. Sisätiloja renderöitäessä on hyvä muistaa, että Final Gather -arvo on otettu käyttöön. Tällä arvolla kerromme valolle kuinka monta kertaa sen tulee törmätä eri pinnoille ennen kameraan joutumista ja näin samalla muodostaen katsojalle renderöitävän kuvan. Mitä suurempia Final Gather -asetusten arvot ovat, sitä parempaa kuvaa saamme aikaiseksi. Vastaavasti haittapuolena tästä seuraa, että tämä nostaa renderöintiäikoja. Tässä kohtaa onkin hyvä ajatella mikä olisi hyvä ratkaisu, jos olisimme työelämässä. Kiireellinen aikataulu sekä toiveet mahdollisimman hyvästä renderöinnistä eivät tällaisessa tilanteessa aina välttämättä kohtaa toisiaan. Siitä syystä onkin hyvä renderöidä kuva hieman huonommilla arvoilla ja saada työ valmiiksi. Aina voi palata saman työn ääreen myöhemmin ja kokeilla hieman raskaammilla arvoilla ja katsoa minkälaisia ren-

derointiajat ovat tällöin. Tästä saamme muun muassa arvokasta tietoa oman laitteistomme renderöintikyvyistä.

Seuraavassa vaiheessa käytämme Global Illumination -arvoja ulkoviisualisointeja laskettaessa. Global Illumination -arvoja ei ole välttämätöntä olla asetettuna sisävisuaalisointeja laskettaessa, mutta ei niistä ole suuremmalti haittaakaan (mentalrayArchitectural and Design VisualizationShader Library 2007, 4). Etuna sisävisuaalisointeja laskettaessa voidaan ehkä pitää sitä, että ikkunasta sisään näkyvästä ulkotilasta tulee aidompi, jos asetus on otettu käyttöön.

Kun malli on valmis ja kaikki valot ja materiaalit on asetettu, on aika tarkistaa kuinka valaistus toimii. Tässä vaiheessa on vielä suhteellisen helppo tehdä tarvittavat muutokset mahdollisten virheiden ilmettyä. Render Setup -ikkunan Processing-välilehdessä käymme asettamassa malliimme yhden materiaalin, jolla tarkastelemme valaistusta. Asetamme Material Override -toiminnon päälle ja annamme tälle yleismateriaalille värin, jonka ohjelma asettaa kaikkiin kappaleisiin, joita mallimme pitää sisällään. Tällöin kaikki kappaleet ovat samanvärisiä ja pystymme näkemään yhdellä silmäyksellä miten valaistuksemme toimii missäkin osassa malliamme. Kun olemme materiaalimme jo malliimme asettaneet, on joskus vaikea nähdä miten valo käyttäytyy vaikeimmissa kohdissa malliamme. Tällä toiminnolla pystymme hyvin tarkistamaan valojemme toimivuuden. Material Override -toimintoa käytetään vain valaistuksen arvioimiseen ja asettamiseen. Kun olemme valaistukseemme tyytyväisiä, klikkaamme Enable-kohdan rastin pois ja jo asettamamme materiaalit tulevat jälleen aktiivisiksi.

Mental Ray antaa mahdollisuuden myös renderöidä kuin Render Farmilla, enemmän kuin yhtä konetta käyttäen. Päinvastoin kuin oikealla Render Farmilla, Mental Rayssa on rajoitus kuinka montaa konetta Mental Ray voi käyttää renderöimiseen. Mental Raylla on mahdollista renderöidä kahdeksaa konetta yhtä aikaa käyttäen. Renderöinnin asetukset 3DS Maxissa löytyvät Render Setup -ikkunan Processing-välilehdeltä ja Distributed Bucket Rendering -kohdasta. Renderöintiin osallistuvia koneita lisätään klikkaamalla kohtaa Add ja kirjoittamalla renderöintiin osallistuvan koneen nimi esiin ilmestyvään ikkunaan. Mikäli nk. pääkone on kytketty lähiverkkoon, ikkunaan ilmestyy kaikkien lähiverkkoon kytkettyjen tietokoneiden nimet. Tällöin listasta valitaan maksimis-



saan edellä mainitut kahdeksan renderöintiin osallistuvan tietokoneen nimeä ja koneiden nimet ilmestyvät renderöintiin osallistuvaan listaan.

Kahdeksalla koneella renderöinti on mahdollista, jos kaikissa kahdeksassa koneessa on asennettuna Autodesk 3DS Max. Kaikissa kahdeksassa tietokoneessa ei kuitenkaan tarvitse olla itse 3DS Max käynnissä, vaan riittää, että tietokoneissa on virta päällä. Mikäli koneessa on olemassa jokin käyttäjäprofiili, kuten suuremmissa yritysten tai oppilaitosten sisäisissä verkoissa on tapana olla, ei itse profiiliinkaan tarvitse olla kirjautunut sisään. Riittää, että tietokoneissa on virta päällä. Renderöinti alkaa klikkaamalla Render-kuvaketta. Tässä vaiheessa muissa renderöintiin osallistuvissa koneissa kysytään annetaanko koneen osallistua renderöintiin. Klikataan tähän OK. Ja muistutuksena vielä kerran: renderöinnin nopeuteen ei varsinaisesti vaikuta renderöintiin osallistuvien tietokoneiden määrä vaan pikemminkin renderöintiin osallistuvissa tietokoneissa olevien prosessoreiden ytimien määrä. Mitä enemmän prosessoreita ja mitä enemmän niissä ytimiä, sitä nopeammin 3DS Max renderöi (O'Connor, Jennifer 2010). Kaava on hyvin yksinkertainen, kahdeksan neljän ytimen prosessoreilla varustettua tietokonetta renderöi nopeammin kuin kahdeksan kahden ytimen prosessoreilla varustettua tietokonetta.

Samalla kun renderöimme kuvaa voimme renderöidä näkymästä myös ns. elementtejä. Elementit ovat renderöitävän kuvan eri osia-alueita, jotka yhdistämällä päällekkäin yhdeksi ainoaksi kuvaksi saamme aikaiseksi ns. "normaalin" renderöidyn kuvan. Poikkeuksena on, että renderöidyistä elementeistä rakennettua kuvaa voidaan jälkikäsitellä jokainen elementti kerrallaan jälkikäsitelyohjelmalla. Perinteistä renderöityä kuvaa on hyvin vaikea käsitellä millään jälkikäsitelyohjelmalla ilman, että vähintään Object ID-elementti olisi renderöitynä. Valintojen tekeminen ilman Object ID -elementtiä on vähintäänkin epätarkkaa.

## 10 Jälkikäsitely

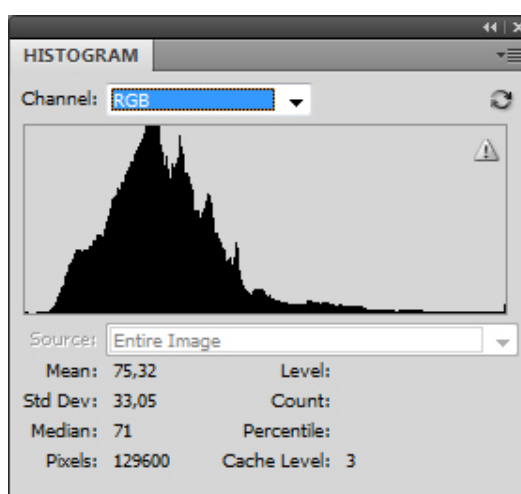
Jälkikäsitelyyn on käytetty pääasiassa Adobe Photoshop CS5 -ohjelmaa. After Effects-ohjelmalla on hiukan helpompaa käsitellä Autodesk 3DS Maxilla renderöityjä elementtejä eli kuvan eri osia, mutta tätä vaihtoehtoa käytettiin vain koemielessä. Toki

Adobe Photoshop CS5 -ohjelmaa voidaan käyttää samaan tehtävään, mutta elementtien käsittely poikkeaa hiukan After Effectsistä.

Elementtien renderöimisen etuna on se, että jokaista renderöityä elementtiä voidaan käsitellä erikseen edellä mainituilla ohjelmilla. Tummuuksien, erilaisten efektien lisääminen vaikkapa vain heijastaville pinnoille, jne. onnistuu parhaiten kun kuvan elementit ovat kaikki erikseen renderöityjä. Perinteisesti tämän joutuisi muuten tekemään erilaisia valintoja hyväksi käyttäen, mutta tämä olisi hankalaa ja aikaa vievää eikä lopputulos olisi lähellekään samaa luokkaa kuin elementtejä hyväksi käyttäen. Olen pyrkinyt renderöimaan elementeistä ainakin seuraavia: Diffuse, Lighting, Reflection, Specular ja Shadow. Visualisointikuvaa renderöitäessä on hyvä renderöidä elementeistä myös ns. material ID -elementti, jota käytetään pääasiassa apuna erilaisia valintoja tehtäessä. Elementti antaa jokaiselle eri materiaalille oman värinsä, jota hyväksi käyttäen voidaan kuvankäsittelyohjelmissa sitten tehdä erialaisia valintoja eri menetelmillä. Tätä elementtiä ei juurikaan käytetä muuhun tehtävään. Diffuse-elementti puolestaan on ns. perusvärielementti, jonka päälle sitten lisätään muut kuvan elementit kuten läpinäkyvyys, heijastumiset, kiillot, jne. Kaikista näistä elementeistä muodostetaan lopullinen kuva, jossa jokaista elementtiä voidaan käsitellä kuvankäsittelyohjelmalla.

Aikaisemmin toin esille kuvien bittisyvydet ja väritilat ja miten nämä vaikuttavat kuvatiedoston tiedostokokoon. Huomattavaa on myös, että vaikka olisi renderöity näkymä esimerkiksi 48-bittiseksi RGB-väritilan kuvaksi, ei tällaisesta kuvasta saa täyttää hyötyä irti, jos kuva tuodaan Adobe Photoshop CS5:llä luotuun tyhjäan 8-bittiseen RGB-väritilan pohjaan. Kuvatiedostoa tällaiseen pohjaan tuotaessa Photoshop litistää väritiedot vallitsevaan väritilaan, jotta tuotavan tiedoston kuvainformaatio vastaisi luotua kuvatiedostoa. Tässä tapauksessa, jos 48-bittinen RGB-väritilan kuvatiedosto tuodaan 8-bittiseen kuvatiedostoon Photoshop litistää tämän myös 8-bittiseksi. Tällöin Photoshop vielä kysyy halutaanko kyseinen toimenpide varmasti suorittaa ja näin tehdessä osa värisävyistä ja kuvainformaatiosta katoaa. Parempi tapa on käyttää renderöityä kuvatiedostoa myös pohjakuvana tai luoda 32-bittinen RGB-väritilan pohjakuva, jolloin menetettävä kuvainformaatio olisi mahdollisimman vähäistä. Tässäkin tapauksessa kuvan tummuminen on kuitenkin silmin nähtävää.

Lopulliset renderöidyt PNG-kuvat on käsitelty Adobe Photoshop CS5:ssä ainoastaan Shadows/Highlights-työkalun oletusasetuksilla, ja parannettu näin kuvan yksityiskohtia valoissa ja varjoissa, sekä tallennettu uudestaan samaan tiedostomuotoon. Näin tehtyinä kuvatiedostojen tiedostokoko on samalla hieman muuttunut, toisilla tiedostoilla suuremmaksi ja toisilla pienemmäksi, mutta ei kuitenkaan merkittävästi. Jos vertaamme PNG-kuvien tiedostokokoja Adobe Photoshop CS5:llä aikaisemmin luotuihin tyhjiin kuviin huomaamme, että PNG-tiedostomuoto on sisältöriippuvainen tiedostomuoto. Toisin sanoen, mitä enemmän kuvassa on esitettävää asiaa, sitä suuremmaksi muodostuu kuvatiedoston tiedostokoko.



Kuva 7. Kuva Histogrammista

Yksi hyvä työkalu renderöityjen kuvien käsittelyssä on kuvassa 7 nähtävä histogrammi. Parhaissa tämän päivän digitaali järjestelmäkameroissa histogrammin saa näkyviin jo tähtäysvaiheessa, jolloin pystytään varmistamaan kuvassa mahdollisimman hyvät sävyt ja valoisuus. Kuvassa 7 näkyvä jakauma voidaan esittää kaikille kolmelle värikanavalle erikseen, kirkkaudelle tai kaikille väreille (KK Mediat, 2000-2012). Kuvassa 7 näkyvässä esimerkissä jakauma on esitetty kaikille kolmelle värille. Kuvankäsittelyohjelmissä kuten Photoshopissa histogrammia käytetään lähinnä kuvan kirkkausarvojen tarkasteluun. Varsinainen kirkkausarvojen säätäminen tapahtuu Levels-työkalulla. Pääperiaate kuitenkin on, että kuvan kirkkausarvoja kuvaava "kukkula" tulisi sijaita mahdollisimman keskellä käyrää kuvaavaa aluetta. Jos käyrä sijaitsee alueen vasemmassa reunassa, kuvassa on enemmän tummia sävyjä. Jos käyrä sijaitsee puolestaan alueen oikeassa reunassa, kuvassa on enemmän vaaleita sävyjä. Esimerkkikuvasta näemme, että koska käyrät painottuvat vasemmalle kuvassa on paljon tummia sävyjä.

## 11 Opinnäytetyön eteneminen

Aivan aluksi haluan tässä kertoa millaisella järjestelmällä kaikki tekemäni kuvat ovat syntyneet. Käyttöjärjestelmänä tietokoneessani on 64-bittinen Windows 7 Ultimate Service Pack 1:llä varustettuna. Prosessorina toimi 8-ytiminen AMD FX 8150 3.60 GHz:n kellotaajuudella. Fyysistä muistia koneessa on 16 Gt ja näytönohjaimena AMD Radeon HD 6900 Series 2 Gt:n fyysisellä muistilla varustettuna. Kaikesta päätellen järjestelmän pitäisi riittää vaativampaankin renderöimiseen ja mallintamiseen.

Mallintaminen aloitettiin kuten talon rakentaminen, alhaalta ylöspäin. Päätyökaluina on käytetty Box-, Line- ja Plane-työkaluja. Box-työkalulla on luotu lähes kaikki kappaleet, seinät, lattiat, katot ja huonekalut, jotka on sitten tarpeen mukaan muutettu kappaleiden työstämisen edetessä EditPoly-muokkauskappaleiksi. EditPoly-muokkauskappaleita on sitten muokattu pääasiassa Vertex-pisteiden tai Edge-reunojen mukaan halutun muodon aikaansaamiseksi. Koska kyseessä on rakennus, ei muita työkaluja ole juuri-kaan ollut tarpeen käyttää. Rakennettu ympäristö pääasiassa on kuitenkin laatikko- maista, joten vaativimmille työkaluille ei tässä projektissa ole ollut käyttöä. Tämä ei ole ollut kuitenkaan tarkoitushakuista.

Mallintamisen valmistuttua, malliin sijoitettiin kamerat näkymiä varten. Kameroiden sijoittelu pyrittiin asettamaan siten, että tilojen luonne, koko ja muoto tulisivat hyvin esille. Periaatteessa myös työelämässä toimitaan samoin: sijoitetaan kamerat siten, että koko rakennus tulee hyvin esille ja mielellään yhdellä kameralla. Sama "säätö" pätee myös vaikka kyseessä olisi rakennuksen sisätila. "Aika on rahaa"-säätö pätee hyvin pitkälle kaikkeen mitä tehdään. Visualisoinneista puhuttaessa olisi tärkeää tietää mitä halutaan kuvassa / näkymässä näyttää, jolloin kaikkea ei tarvitsisi välttämättä edes mallintaa. Tällöin mallinnettaisiin vain se mikä näkyy kamerassa ja tätä kautta säästettäisiin kallista aikaa. Tässä työssä lähtökohtaisesti mallinnettiin kuitenkin kaikki, koska näkymiä otettiin lähes joka puolelta rakennusta.

Seuraavassa vaiheessarakennettiin malliin valaistus. Tähän käytettiin Photometric-valoja. Tämä tarkoittaa sitä, että valot ovat fyysisesti oikeita valaisinvalmistajan omien valaisimienlangettavia oikeita valokeiloja. Pääasiassa on käytetty Erco GmbH:n valmistamien valaisinten valokeiloja ja valaisinmalleja. Ercon internet-sivuilta on ladattu ensin ns. IES-tiedosto, joka pitää sisällään valaisimen valokeilatiedot. Tämän jälkeen on la-

dattu varsinainen valaisin max- tai 3ds-tiedostomuodossa, joka on sitten sijoitettu malliin. Joissakin tapauksissa on jouduttu valaisimen kokoa muuttamaan, koska tiedoston sijoittelun yhteydessä kappale on tullut malliin liian suurena. Tällöin kappaleen koko on tarkistettu valaisimen valmistajan internet-sivulta ja muutettu sen mukaan oikean kokoiseksi. Tämän jälkeen valaisimeen on kiinnitetty valaisinta vastaava IES-tiedosto, jonka jälkeen meillä on valmis, fyysisesti oikea valaisin mallissa. Lopuksi valaisin on vielä suunnattu haluttuun suuntaan. Valmiin valaisinmallin sijoittamisen jälkeen, on sitä vielä kopioitu ja edelleen nämä valaisimet on suunnattu haluttuun suuntaan.

Kaikkien valaisinten sijoittelun jälkeen tehtiin ensimmäiset renderöinnit, jotka antoivat kuvaa mihin suuntaan valaistusta tulisi kehittää ja miten mahdollisesti materiaaleja täytyisi muuttaa. Rendereöinnit näistä näkymistä näkyvät alla. Huomaa, että mallissa ei tässä vaiheessa ole yhtään materiaalia paikoillaan. Kaikki värit ovat kappaleista itses-tään. Tässä vaiheessa oli vielä helppo löytää mallista virheitä, joita sitten korjattiin ennen lopullisia renderöintejä.



Kuva 8. Näkymä keittiöstä olohuoneeseen



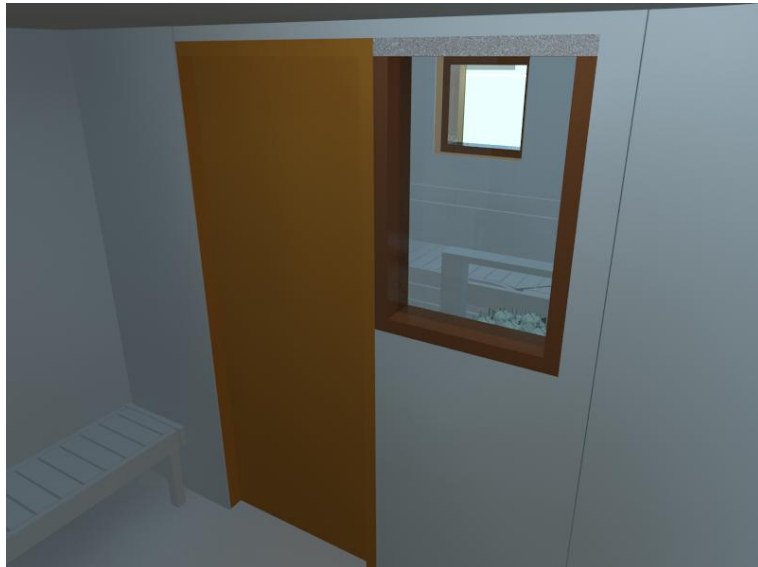
Kuva 9. Näkymä olohuoneesta keittiöön



Kuva 10. Näkymä keittiöstä portaikkoon



Kuva 11. Näkymä oleskelutilasta



Kuva 12. Näkymä pesuhuoneesta saunaan



Kuva 13. Näkymä pihalta

Oleskelutilassa, keittiössä ja makuuhuoneessa on käytetty myös internetistä löytyneitä valmiita esineitä ja huonekaluja, joita on sijoitettu malliin. Kuten valmiiden valaisinmallien kanssa, joidenkin valmiiden esineiden kokoa on jouduttu malliin sijoittamisen yhteydessä muuttamaan, lähinnä pienentämään. Tämän voidaan olettaa johtuneen siitä, että esineet on mallinnettu tuumille, ei millimetreille tai senttimetreille.

Kaikista kuudesta näkymästä on laskettu kuva sekä yö- että päivävalaistuksella sekä yksi ylimääräinen kuva keittiön pöydän kukkavaasista. Kuvia on tällöin noin 13 kpl + työvedokset.

### 11.1 Oleskelutila

Kuvassa 14 nähtävä näkymä oleskelutilasta oli ensimmäinen näkymä, josta työ aloitettiin, ja jossa oli materiaalit jo mukana. Vaikeutena koko prosessin ajan oli ulkoa sisään tulviva kirkas päivänvalo päivänäkymää laskettaessa. Jos sisätilasta tuli hyvä, ulkotila paloi "puhki". Jos ulkotila oli hyvä, sisätila jäi liian pimeäksi. Mikä ratkaisuksi?

Tällaisissa tilanteissa yleisohjeena on asettaa ikkunaan tai aukkoon mr Sky Portal-objekti (Mental Ray Architectural and Design Visualization Shader Library 2007, 67). Tämä objekti "kerää" valoa ja "lähettää" sen edelleen objektissa sijaitsevan nuolen suuntaan. Erityisesti tämä on kätevää tilanteissa, jossa valo kulkee aukosta pois päin, ei



aukosta sisään. Näin teoriassa. Useista yrityksistä huolimatta en saanut objektia toimimaan tarkoitetulla tavalla. Objekti näkyi joko mustana levynä ikkunan ulkopuolella testirenderöintejä tehdessä tai ei ollenkaan. Tarkoitus objektilla kuitenkin on, että se ei näy renderöitäessä, mutta luo kuitenkin pehmeää valoa sisätilaan. Lopulta jouduin lukuisien yritysten jälkeen luopumaan objektin käytöstä kokonaan ja keskityin sen sijaan kokonaisvalaistuksen säätämiseen mr Photographic Exposure Control -säätimen avulla. Päivävalolla varustettua näkymää laskettaessa ovat sisätilassa sijaitsevat valonlähteet kaikki sammutettu ja ainoa valonlähde näkymässä on Daylight System ulkotilassa.

Materiaalit ovat yhtä lukuun ottamatta kaikki 3DS Maxin omia vakiomateriaaleja. Lattiamateriaalina on käytetty muualta löydettyä kuvaa lähdemateriaalina. Näin syntyneen materiaalin tummuusarvoa kuvassa 15 on jouduttu hieman säätämään, mutta muuten materiaali vastaa 3DS Maxin oletusarvoja. Päivävalolla varustettu kuva onnistui toivotulla tavalla viidennellä yrittämällä.

Ensimmäisten materiaalien liittämisen jälkeen huomasin kuinka katon maalimateriaali jäi laikukkaaksi. Tässä vaiheessa seinien materiaali ei ollut vielä kaikilla pinnoilla, mutta kuvasta sai hyvin selvää miten valo käyttäytyy tässä tilassa näillä arvoilla. Seinien ja katon rajapinnassa lähellä ikkunoita kulmat jäivät liian pimeiksi ja lattian materiaali muuhun pintaan nähden liian heijastavaksi. Ulkoa tuleva valo poltti taustan puhki.

Yönäkymää laskettaessa testirenderöintien alussa ulkovalo sammutettiin kokonaan ja sisätilassa sijaitsevat valonlähteet puolestaan sytytettiin kaikki. Tämä johti kuitenkin siihen, että ulkotila pimeni täysin mustaksi ja osassa sisätiloja alueet paloivat puolestaan puhki. Tästä päätin, että kaikkia sisävaloja ei voi laittaa päälle yhtä aikaa, vaan esimerkiksi alueittain, keittiö, ruokailutila, olohuone, jne. Lisäksi ulkotilan Daylight System -valoa ei sammutettu aivan kokonaan, vaan valon Multiplier-arvoksi jätettiin 0.1, jolloin horisonttiin muodostui kaunis auringonlaskua kuvaava oranssinsävyinen valo. Tämä saavutettiin alussa mainitulla tavalla siirtämällä ulkovaloa aikavalitsimesta klo 12:sta klo 20:een. Manuaalista siirtoa ei ole käytetty. Kuvassa 16 nähtävä lopullinen renderöinti tehtiin kokoon 1920 x 1080 pikseliä.



Kuva 14. Ensimmäinen päivänäkymä oleskelutilasta



Kuva 15. Neljäs päivänäkymä oleskelutilasta



Kuva 16. Lopullinen kuva oleskelutilasta

## 11.2 Makuuhuone

Kuvissa 17 ja 18 näkyvissä näkymissä näkyvät internetistä ladattu sänky sekä tuoli takan vieressä nurkkauksessa. Näiden esineiden materiaaleja ja geometriaa ei ole muutettu lainkaan, mutta kokoa on jouduttu muuttamaan pienemmäksi edellä kuvatusta syystä. Verhot ovat myös internetistä ladatut. Verhoista muutettiin vain niiden paksuutta ja kangasmateriaalin läpinäkyvyyttä. Päivänvalossa kuva on jostain syystä valoisampi kuin oleskelutilan kuva, vaikka tässä tilassa on vähemmän ikkunapinta-alaa kuin edellisessä. Ehkä tällä ei ole mitään tekemistä sen kanssa, miten valo kulkee fyysisessä maailmassamme. Ehkä syy on vain miten tämä malli on rakennettu ja kuinka valot sijoitettu malliin. Oli syy mikä tahansa, kuva on hieman valoisampi kuin edellinen.

Kuvassa 18 nähtävä päivänäkymä onnistui toisella yrittämällä. Edellisessä näkymässä käytettyjä valojen laskenta-arvoja ei ole muutettu, mistä syystä aikaa ei juurikaan mennyt uusien asetusten etsintään ja valmisteluun.



Kuva 17. Ensimmäinen päivänäkymä makuuhuoneesta



Kuva 18. Lopullinen kuva makuuhuoneesta

### 11.3 Keittiö

Pidän keittiötä ns. päänäkymänä. Suuret ikkunat näkymän reunassa ja keskellä päästävät läpi suuren määrän valoa, joka vaikeuttaa kontrastin luontia. Kuvassa 19 keittiön toisesta renderöinnistä näkyy myös kuinka matot olivat alussa kiiltävät ja liian vaaleat. Lopullisessa päivänäkymässä kuvassa 20 matot ovat lähempänä oikeaa väriä. Lattian tummuus jonkin verran hävittää mattojen näkymistä, mutta niiden oikea väri tulee esiin yönäkymässä täydessä sisävalaistuksessa.

Päivänäkymä keittiöstä onnistui kolmannella yrittämällä. Materiaalin liittäminen ulkoseinään vasemmassa reunassa on hieman virheellinen. Ulkopanelointi työntyy sisään ikkunakarmin takaa, mutta sen korjaaminen vaatisi ulkoseinien uudelleen mallintamista. Ajanpuutteen takia sitä ei tässä tehty. Kulmaus olisi pitänyt mallintaa omana kappaleenaan, tai käyttää kappaleiden pinnan osien ID-numerointia, jolloin sen sivujen materiaalin hallitseminen olisi ollut helpompaa. Vastaavia kohtia mallinnettaessa täytyy suunnitella tarkemmin mitä materiaalia on mallissa missäkin, että tällaisilta virheiltä vältyttäisiin. Seinien sisäpinnan materiaali on 3DS Maxin vakiomateriaali, maalattu seinä. Onnistuneelta materiaalilta vaikuttaa jääkaappi-pakastin-yhdistelmän kiiltävä metalli, liesituulettimen ruostumaton teräs sekä keittiökaapistojen alapuolella sijaitseva lasipinta, joka tosin tältä etäisyydeltä ei vaikuta kovin lasimaiselta. Ulkoseinien ulkopinnassa sijaitsevat ikkunoiden koristelaudat ovat kappaleen omaa väriä ja tästä johtuen niiden väri ei juuri reagoi valoon.



Kuva 19. Toinen näkymä keittiöstä



Kuva 20. Lopullinen kuva keittiöstä

#### 11.4 Olohuone

Olohuoneen näkyvässä kuvassa 21 päähuomio kiinnittyy lattiaan ja keittiön pöytään, molemmat kiiltävät hyvin ulkona paistavaa auringonvaloa kohti kameraa. Liesikuvun ruostumaton teräs vaikuttaa ehkä liian raidalliselle, mutta muuten se vaikuttaa kohtalaisen onnistuneelle täältä varjopuolelta tarkasteltuna. Vaaleampaa kiiltoa olisi voinut olla enemmänkin. Katosta heijastuva kellertävä sävy ulottuu myös tänne saakka.

Lampunvarjostin keittiöpöydän yläpuolella on internetistä ladattu. Sen ominaisuuksia ei ole muutettu, ainoastaan varjostimen kangasmateriaalia sekä johtojen ja varjostimen kiinnittimen materiaalia on muutettu alkuperäisestä. Kattopalkkien materiaali sekä olohuoneessa että makuuhuoneessa on itse tehty lähdekuvamateriaalia muokkaamalla. Takan viereisen seinän kellertävä materiaali on samaa kuin kaikki muutkin sisäseinän maalimateriaalit, maalattua seinää, ainoastaan väri on toinen. Sohvien materiaali on itse tehty lähdekuvamateriaalia muokkaamalla.

Kuvasta 22 näkyy kuinka takan takaa pilkistävä luonnonkiviseinä on omasta lähdekuvamateriaalista muokattu kiviseinä. Tältä etäisyydeltä kivet eivät enää kunnolla erotu kuten makuuhuoneessa, mutta seinän sävy tulee kuitenkin hyvin esille tännekin asti. Tästä kuvakulmasta erottuu selvästi, kuinka ulkona paistava auringonvalo polttaa puhki

taustaa ja horisonttia. Kuinka hyvin tausta olisi tullutkin esiin, jos mr Sky Portal -objekti olisi toiminut.



Kuva 21. Ensimmäinen näkymä olohuoneesta



Kuva 22. Lopullinen kuva olohuoneesta

## 11.5 Portaikko

Portaikon, keittiön ja olohuoneen kuvat ovat renderöity kaikki samoilla valoarvoilla. Kun arvot on yhden kerran laskettu, tarvitsee vaihtaa vain kameraa ja renderöidä uusi kuva uudesta kameranäkymästä.

Ensimmäisten renderöintien jälkeen oli helppo huomata kuvassa 23 nähtävät virheet mallinnuksessa. Portaat päättyivät tavalla, miten niitä oikeassa fyysisessä maailmassa ei rakennettaisi. Virhe portaiden päättymisessä jäi vielä korjaamatta. Toinen yleisempi virhe mallinnettaessa monikerroksisia rakennuksia on seinien väärä päättymisen. Tässä tapauksessa sellaisia olivat väliseinä olohuoneen ja kodinhoituhuoneen välillä sekä vaa- tekaappien yläpuolinen peitelevy. Lopullisessa kuvassa nämä virheet on korjattu.

Kuvassa 24 näemme kuinka valaistus jatkuu luonnollisesti olohuoneesta keittiöön saakka ja osa valosta heijastuu liesituulettimen kyljestä. Ensimmäisissä renderöinneissä kuvassa 23 valo heijastuu sateenkaaren väreissä, mutta lopullisessa versiossa tämä efekti on poistunut. Lopullisessa kuvassa ilta-auringon kellertävää sävyä leviää hyvin kohti ulko-ovea niin seinissä kuin katossakin. Tältä etäisyydeltä lampunvarjostimen johtojen muovi-materiaali erottuu jo hyvin ja kangas-materiaalin tekstuuri alkaa erottua selvästi. Ruokapöydän pinta huokuu sileyttä ja valkoista väriä. Se on onnistunut. Vaasi on ensin saanut Turbo Smooth -muokkaimen, jolla on saatu kappaleeseen sopivaa pyöreyyttä, ja tämän jälkeen normaali 3DS Maxin lasimateriaali.





Kuva 23. Ensimmäinen näkymä portaikosta



Kuva 24. Lopullinen kuva portaikosta

## 11.6 Ulkonäkymä

Ulkonäkymäksi valittiin talon tämä sivu, koska siinä on suuret ikkunat, joiden läpi saamme yön tai illan aikaiset sisävalot parhaiten näkyviin. Parvekkeen lasimateriaali näyttää tältä etäisyydeltä lähes näkymättömälle.

Ensimmäisessä renderöinnissä kuvassa 25 huomasi paljon mallinnusvirheitä. Tällaisia olivat esimerkiksi kahden katon väliin jäävän seinämateriaalin puuttuminen, parvekkeen toista reunaa vasten sijoittuvan ulkokulman koristelautojen puuttuminen ja pensaidan puuttuminen rakennuksen toiselta puolelta. Nämä ovat tietenkin vain pieniä virheitä, mutta kuitenkin näkyviä virheitä. Ensimmäisessä renderöinnissä näkyy lisäksi pensaidan takana horisonttia kuvaava Plane-objekti, josta puuttuu materiaali. Taustana käytetty mr Sky -valinta on jäänyt renderöinnistä pois kuvassa käytetyn tiedostomuodon vuoksi. Tiedostomuotona on käytetty PNG-tiedostomuotoa, joka mahdollistaa myös materiaalien läpinäkyvyysarvon renderöimisen. Renderöitäessä PNG-tiedostomuotoon 3DS Max jättää tyhjät alueet valkoisiksi. Tämä ratkaisu kuitenkin helpottaa jälkikäsittelemahdollisuuksia, jolloin tyhjät alueet voidaan korvata jollain toisella kuvamateriaalilla. Läpinäkyvien objektien taakse asetettu kuvamateriaali näkyy läpi renderöitäessä PNG-tiedostomuotoon. Pensaita ei ulottunut alkuvaiheessa rakennuksen molemmille puolelle, joka korjattiin lopulliseen kuvaan. Kuvassa 26 näemme myös kuinka pensaidat jäivät lähdemateriaalina käytettävän kuvan takia ilmaan roikkumaan. Tämä saadaan korjattua laskemalla pensaitaa alemmaksi. Renderöinneissä näkyvät mustat tikapuut ja räystäskourut ovat väriltään mustat, niihin ei ole kiinnitetty materiaalia.

Nurmikko on tässä näkymässä näkyvimmissä osassa. Materiaalissa on nurmikolle asetettu ensin Bump-kanavalle mustavalkoinen kuva, joka renderöitäessä nostaisi materiaalia tikkumaisesti ylöspäin ja näin luoden illuusion nurmikosta. Tämä ei kuitenkaan toiminut voimakkaasta kanavan arvojen nostosta huolimatta. Tämän jälkeen lisättiin Displacement-kanavalle sama mustavalkoinen kuva ja yritettiin luoda sama efekti Mental Rayn omaa kanavaefektiä apuna käyttäen. Tämäkään ei toiminut. Efektiä yritetään muokata myöhemmin uudelleen.



Kuva 25. Ensimmäinen näkymä ulkoa



Kuva 26. Lopullinen kuva ulkoa

### 11.7 Yönäkymät

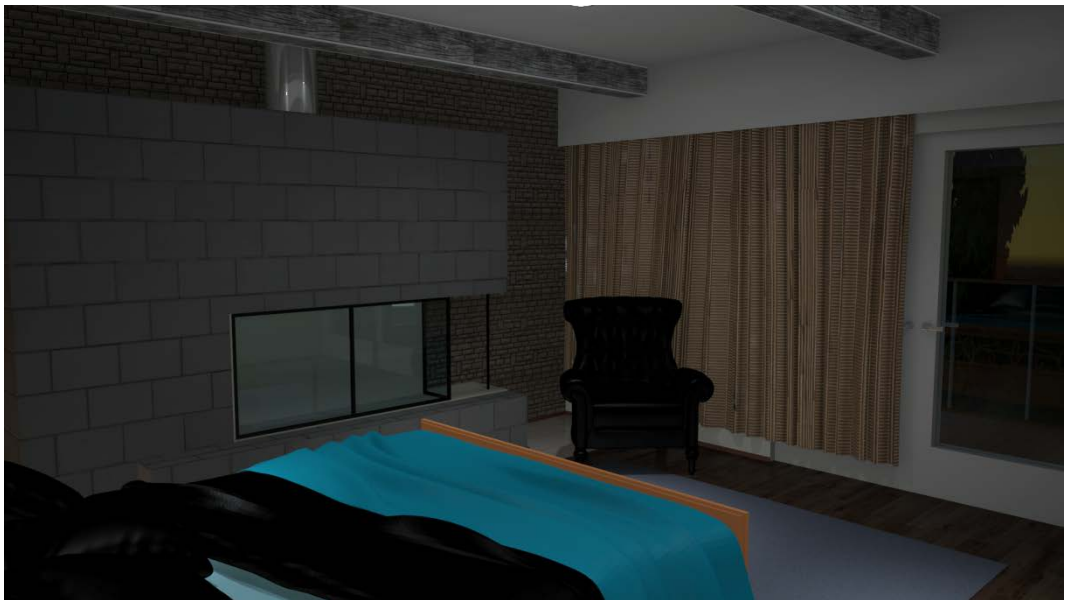
Yöllisten näkymien luominen oli yksinkertainen prosessi. Päivänäkymien valmistumisen jälkeen yönäkymiä varten sytytettiin valot sisätiloista ja pudotettiin ulkovalon Multiplier-arvo 0.1:een. Sisävalojen Multiplier-arvo on oletuksellisesti edelleen 1.0. Valaistuksen esilaskennassa on käytetty fyysisesti oikeaa sisätilan yövalaistuksen laskenta-asetusta. Final Gather- ja Global Illumination -arvoihin ei ole koskettu vaan kaikki muutokset ovat tapahtuneet ainoastaan valoja sammuttamalla ja sytyttämällä sekä muuttamalla

Daylight System -valon Multiplier-arvoa. Materiaalien ominaisuuksiin ei ole ollut tarvetta puuttua yönäkymiä laskettaessa.

Tässä vielä lopulliset yönäkymät kaikista kuudesta kuvasta:



Kuva 27. Oleskelutila



Kuva 28. Makuuhuone



Kuva 29. Keittiö



Kuva 30. Olohuone



Kuva 31. Portaikko



Kuva 32. Pihalta

Kun kaikki näkymät olivat jo muodostuneet, tuli ajatus tehdä vielä yksi kuva, missä voisi käyttää jotain monista erikoistehosteista, joita 3DS Max pitää sisällään. Depth of Field -erikoistehoste on yksi eniten käytetyistä erikoistehosteista. Sitä käytetään runsaasti mm. tuotemallinuksissa, joissa kuvattavan tuotteen etu- tai taka-alaa Depth of Field -erikoistehosteella sumennetaan niin, että yksityiskohdat taustalla eivät ole luettavissa. Elokuviissa samaa erikoistehostetta käytetään mm. katseen siirtämiseen kuvattavan kohteen etu- ja taka-alan välillä.



Aluksi erikoistehosteen löytäminen ohjelmistosta tuotti vaikeuksia. Looginen ajatus etsiä tehostetta oli etsiä sitä kamera valittuna Modify-paneelin alta, mutta sieltä sitä ei löytynyt. Lisäksi selvisi, että tämän erikoistehosteen osalta Autodesk on sijoittanut sen ohjelmistosta riippuen eri paikkoihin. Autodesk 3DS Max Design -ohjelmassa Depth of Field löytyy juuri kameran omista asetuksista, mutta myös Render Setup -asetusten alta. Sen sijaan Autodesk 3DS Max -ohjelmistossa asetukset löytyvät vain Render Setup -asetusten alta Renderer-välilehdestä.

Erikoistehosteen arvojen asettaminen ei ollut vaikeaa. Asetukset käsittävät arvot kuvattavan kohteen etäisyydestä kameraan, terävän alueen alkamispisteen ja epäterävän alueen päättymispisteen. Kun arvot oli asetettu, näkymä renderöitiin. Kuvassa 34 näemme tämän näkymän renderöitynä.



Kuva 33. Vaasi, normaali kuva



Kuva 34. Vaasi, syvyysterävyys

Erikoisinta tätä kuvaa renderöitäessä oli se, että erikoistehoste muutti kuvan värisävyyttä. Valoja ja materiaaleja ei ole muutettu millään tavalla. Kameraan ei ole koskettu muuten kuin lisäämällä renderöitävä erikoistehoste. Kuvassa 33 värisävyt ovat lähempänä sitä, mitä ne ovat renderöidyssä kuvassa ilman erikoistehostetta. Syytä tähän ei ole löytynyt. Kaikesta huolimatta tehoste toimii hyvin pienelläkin vaivalla.

Yllättävää erikoistehostetta renderöitäessä olivat renderöintiajat. Ensin näkymästä laskettiin Photon Map -arvot, jotka eivät kestäneet muutamaa minuuttia kauempaa. Tämä on normaalia lähes kaikilla malleilla. Final Gather -arvojen laskenta kesti sen sijaan jo 9 tuntia 27 minuuttia ja 51 sekuntia. Molempien arvojen laskentapainikkeet löytyvät Render Setup -ikkunan Indirect Illumination -välilehden Reuse-kohdasta. Ennen varsinaista renderöintiä laskettiin vielä kokonaisvalaistus Rendering-kohdassa, Environment and Effects -välilehdessä mr Photographic Exposure Control-säädintä apuna käyttäen. Kokonaisvalaistuksen laskenta kesti 30 minuuttia ja 44 sekuntia. Tämän jälkeen säädettiin vielä kokonaisvalaistusta Exposure Value -arvoa säätämällä. Viereisessä pienessä esikatseluikkunassa näkyy miten arvoa muuttamalla valaistus muuttuu näkymässä. Kun oma mieleinen arvo on löytynyt, aloitetaan renderöiminen. Varsinaisen renderöinnin laskenta-aika puolestaan oli huikeat 108 tuntia 8 minuuttia ja 51 sekuntia eli lähes kokonaiset 5 vuorokautta!



## 12 Päätelmät

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko 3DS Maxilla ja Mental Raylla mahdollista tuottaa fotorealistista kuvaa tai animaatiota, ja kuinka tämä mahdollisesti vaikuttaisi myöhemmin työelämän mallinnus- ja visualisointitilanteissa. Alusta alkaen johdajatuksena oli, että en etsisi varsinaisesti optimaalisia renderöintiasetuksia, vaan teki- sin parasta mahdollista kuvanlaatua renderöintiajoista tai tiedoston koosta välittämättä. Tässä luulen onnistuneeni kiitettävästi. Kuvista tuli hyvin lähelle fotorealistisen tasoisia muutamaa pientä mallinnusvirhettä lukuunottamatta, ja sain arvokasta tietoa siitä, kuinka materiaaleja ja valoja Mental Raylla käsitellään ja tuotetaan. Lisäksi renderöintiin liittyvät asetukset sekä renderöinnin mahdollinen optimoiminen käytettävissä olevaa tietotekniikkaa hyväksi käyttäen ovat avautuneet minulle tätä opinnäytetyötä tehdessä.

Mental Rayn oletusmateriaaleilla ja -valoilla on mahdollista saada aikaiseksi suhteellisen hyviä ja kauniin näköisiä kuvia sellaisenaan heti ohjelman asentamisen jälkeen. Useat 3DS Maxin perusominaisuudet valoille ja materiaaleille riittävät jo hyvin pitkälle peruskäytössä. Sähköisellä manuaalilla ja internetin valtavalla valikoimalla erilaisia ja eritasoisia opetusmateriaaleja Mental Raystä voi hyödyntää syvemmän oppimisen ja opiskelun aloittamisessa. Perehtymistä ja taitoa vaatii sen sijaan valojen ja materiaalien yhteen sovittaminen mahdollisimman todentuntuisen kuvan luomiseksi. Tämä vaatii pitkäjänteistä yrityksen ja erehdyksen kautta opiskelua, mutta lopputulokset kannattavat lähes varmasti. Kun avaa 3DS Maxin Render Setup -ikkunan ja katsoo pelkästään renderöinnissä käytettävien asetusten määrää, voi aloittelijalle ilman kunnollista ohjausta, joko verkko-opetusta tai kirjallisuutta apuna käyttäen, nousta seinä vastaan jo pelkästään tätä yhtä näkymää katsellessa. Erilaiset yhteisöt niin 3DS Maxin kuin Mental Raynkin käyttäjille avaavat kuitenkin hyvin molempien ohjelmien saloja aloittelijoista edistyneempiin käyttäjiin saakka. Avainsana tässä yhteydessä voisi olla aktiivisuus.

Omien kuvamateriaalien apuna käyttäminen materiaalien lähdemateriaalina on lähes ainut keino päästä persoonalliseen ja ainutlaatuisen lopputulokseen töitä tehtäessä. Materiaalien rakentaminen kuvankäsittelyohjelmalla sekä niiden hallinta 3DS Maxissa, tai missä tahansa muussa mallinnusohjelmistossa, takaa kuitenkin realistisemmän ja persoonallisemmän lopputuloksen, käytetään renderöintiin sitten Mental Rayta tai mitä muuta renderöintiohjelmistoa tahansa. Omasta kuvamateriaalista työstetyt mallinnuk-

sessä käytettävien materiaalien tehostekänaville tuotetut kuvat on syytä opetella syvällisesti ja perusteellisesti, koska nämä materiaalien ominaisuudet tuovat mukanaan omiin materiaaleihin tarvittavaa realismia ja tunnelmaa. Omat 3DS Maxissa luodut materiaalit on syytä myös tallentaa omiin materiaalikirjastoihin myöhempää käyttöä varten, jota on vuosien ja projektien saatossa syytä koko ajan päivittää ja pitää ajan tasalla. Lopputuloksena omat ja persoonalliset materiaalit, joita ei muualta saa.

Mitä pidemmälle työ eteni, sitä selvemmin tuli esille käytössä olevan tietokoneen ja mallinnettavan työn yhteys toisiinsa. Mallinnusvaiheessa tietokone ei kokenut kovinkaan kovia, mutta kun päästiin renderöintivaiheeseen, kaikki mahdolliset puutteet alkoivat tulla selvemmin esille. 16 Gt:n muisti ei tuntunut joissain tapauksissa riittävän pitkälle eikä käytössä ollut AMD Radeon HD 6900 -sarjan näytönohjain ollut paras mahdollinen valinta 3DS Maxilla työskentelyyn. Esilaskentavaiheessa tämän huomasi mm. siinä, että Render Preview -ikkuna ei näyttänyt esilaskettua näkymää ollenkaan vaan jouduin etenemään enemmänkin tunnepohjalla. Joidenkin näkymien kohdalla tämä vaati normaalia enemmän testirenderöintejä. Ajurien päivittäminenkään ei vaikuttanut ikkunan toimintaan. Nykyisessä työpaikassani oleva nVidian Quadro -sarjan näytönohjain toimii 3DS Maxilla varmemmin ja jouhevammin, mutta tämä voi johtua osaltaan myös nVidian ja Autodeskin kanssa tiiviissä yhteistyössä tuotetuista kyseiselle näytönohjaimelle suunnitelluista ajureista. Tästä yhteistyöstä ja muiden näytönohjainvalmistajien sivuuttamisesta Autodesk saa jatkuvasti osakseen kiivasta kritiikkiä 3D-maailmassa.

Fotorealististen tai hyperrealististen kuvien luominen Mental Rayta apuna käyttäen sen sijaan vaatii syvällisempää renderöintiin perehtymistä. Oikeanlaisten renderöintiasetusten löytäminen vaatii jonkin asteista perustietämystä Mental Raysta ja lähes loputonta erilaisten asetusten kokeilemistä, jotta tietää, minkä arvon muuttaminen aiheuttaa toivotun tai halutun vaikutuksen. Mutta vaikka kuinka asetuksia muuttaisi suuntaan, jonka tietäisi oikeaksi, 3DS Maxille tyypillisistä testirenderöinneistä ei pääse kuitenkaan eroon. Se näyttää kuuluvan tämän ohjelman perusominaisuuksiin. Erään lukemani how-to -oppaan mukaan erään suuren luokan animaatioelokuvan yhteen ainoaan kohtaukseen käytettiin satoja testirenderöintejä. Ohjelmasta tietämättömät henkilöt aina tiedustelevatkin minulta, miksi tällaisia testirenderöintejä pitää tehdä. Tämä on prosessi, joka vie aina aikaa, mutta samalla tällä kuitenkin varmistetaan, että renderöintien tuot-

tama jälki on sitä mitä halutaan. Ajan ja kokemuksen karttuessa pystyy kuitenkin arvioimaan, miten kauan renderöinti mahdollisesti kestää ja mitä arvoja renderöinneissä olisi hyvä ja järkevää käyttää.

Aikomani lopullinen tuote eli animaatio jäi kauaksi tavoitteestani, koska renderöintiajat muodostuivat luoksepääsemättömiksi. Yli 108 tunnin laskenta-aika kuvaruutua kohden ei ole omilla resursseillani mitenkään realistinen animaation tuottamiseen, vaikka kyseessä olisikin vain muutama sekunti. Viisi sekuntia animaatiota 108 tunnin renderöintiajoilla tarkoittaa noin 540 päivän eli lähes puolentoista vuoden renderöintiaikoja. Mikäli kyseessä olisi ollut renderöintifarmi tai Mental Rayn tukema maksimaalinen kahdeksan koneen yhteenliittymä, olisivat renderöintiajat voineet muodostua toisenlaisiksi. Paras ratkaisu köyhän miehen renderöintifarmiksi olisikin nippu vanhoja tietokoneita yhteen liitettynä tai ns. räkki, jossa teräskehikkoon sijoitettaisiin useita prosessoriyksiköitä, jotka hoitaisivat renderöinnin. Toinen edullinen ratkaisu renderöintifarmiksi olisi ollut koulun, jonkun suuren yhteisön tai työpaikan verkko, jossa olisi ollut useita koneita verkon välityksellä toisiinsa yhteydessä. Tällaisen verkon käyttö olisi vaatinut kuitenkin verkkorenderöinnin asetusten asettamisen renderöintejä varten ja tähän prosessiin ei yksinkertaisesti ollut aikaa.

Edellä nähtyjen kuvien syntyminen kului aikaa eniten juuri siinä missä sen kuvittelinkin kuluvan eli renderöintivaiheessa. Tässä tapauksessa valojen sijoittelu ja suuntaaminen onnistui nopeammin kuin normaalisti, eikä vaatinut suuria muutoksia niiden lopulliseen muotoon saattamisessa. Suurimmat muutokset koskivat olohuoneen kahdessa nurkassa sijaitsevia pilarimaisia pystyvalasimia, joihin valittu IES-tiedosto oli liian voimakas. Ajan säästämiseksi tämän tehoa on pudotettu. Yöllisestä ulkonäkymästä voimme kuitenkin edelleen todeta, että tämäkään ei ollut riittävästi. Muutoksia valoihin tarvitaan siis vielä lisää, mutta tämä vaatii syvällisempää tutkimista. Yläkerta on kuitenkin mielestäni muuten hyvinkin onnistunut.

Kaikista tälle ohjelmalle tyypillisistä erikoisuuksista huolimatta tämä työ on tuonut minut kuitenkin lähemmäksi toivomaani määränpäättä, fotorealistista tietokoneella tuotettua kuvaa tai animaatiota. Ja vaikka työn jälki tässä opinnäytetyössä ei olisikaan aivan toivotun mukaista, niin työmenetelmät ovat kuitenkin kehittyneet. Materiaalien luominen, valojen käsittely ja renderöintiasetusten tarkastelu ovat kehittäneet tietämystäni

Mental Rayn käytöstä myös työelämän tilanteita silmällä pitäen, jotka ovat tulevaisuutta ajatellen lähes korvaamattomia. Nyt tiedetään myös, että renderöintiasetusten asettaminen tietylle tasolle luo työelämässä paineita käytettävissä olevalle ajalle, jolla tehdä visualisointeja.

Lukijalleen tämä opinnäytetyö antaa vihjeitä ja ajatuksia siitä, minkälaisiin projekteihin Mental Raytä on mahdollisesti hyvä käyttää ja minkälaisiin projekteihin Mental Ray ei välttämättä ole niin sovelias renderöntiohjelmisto. Jos renderöintiin käytettävä tietotekniikka on kunnossa, on Mental Ray hyvä ja edullinen vaihtoehto suurempiinkin projekteihin, koska se on liitetty osaksi 3DS Maxia ja Autodeskin toista tuotetta, Mayaa.

Kysymykseen, voiko Mental Rayllä tehdä fotorealistista kuvaa tai animaatiota suoraan kaupan hyllyltä ostetulla tuotteella vastaus on, että voi. Tämän tasoisten kuvien ja animaatioiden tuottaminen vaatii kuitenkin käytettävissä olevalta tietotekniikalta suurta laskentatehoa ja/tai Mental Rayn renderöintiasetusten syvällisempää opiskelua. Edelleen renderöintiäikoja olisi ehkä saanut pienennettyä, jos renderöintiasetuksia olisi heikennetty hiukan tässä työssä käytetystä tasosta. Vaarana olisi tosin ollut, että työmenetelmiä läpikäyvässä osiossa kertomieni kaltaisia laikkuja tai muita virheitä olisi syntynyt suurille ja tasaisille pinnoille, jotka ovat myös yksi vaikeasti kuvattavista alueista Mental Rayllä. Renderöintiasetusten oikeanlainen optimoiminen ilman suurempaa pudotusta esitettävän kuvan tai animaation laadussa on vielä osa-alue, jota pitää opiskella ahkerasti.

## Lähteet

Finch, Andrew 2011. Lighting La Ruelle – Outdoor Illumination Tutorial Series.3D Total.Com eBook Series [Verkkodokumentti].Original scene by Richard Tilbury.

mental ray® Architectural and Design Visualization Shader Library [Verkkodokumentti]. Document version 1.7.6.2007, 4, 5, 67, 87, 91.mental images® GmbH, Berlin, Germany.

O’Connor, Jennifer 2010. Mastering mental ray®: Rendering Techniques for 3D & CAD Professionals. Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, USA.

mental images® GmbH, Berlin, Germany  
www.mentalimages.com/products/mental-ray.html. Tulostettu 9.9.2012

Roman Alex, 2007. Forest Refuge  
thirdseventh.cgsociety.org/gallery/573528. Tulostettu 18.9.2012

Brosdoux Benjamin, 2006. Living Room.  
www.mashpedia.com/Maxwell\_Render. Tulostettu 18.9.2012

Wikipedia 2010. Aukkosuhde.  
fi.wikipedia.org/wiki/Aukkosuhde.Tulostettu 6.3.2012

Wikipedia 2011a.3D Rendering.  
en.wikipedia.org/wiki/3D\_rendering. Tulostettu 16.11.2011

Wikipedia 2011b.Render Farm.  
en.wikipedia.org/wiki/Render\_farm.Tulostettu 16.11.2011

Wikipedia 2011c. Bump mapping.  
en.wikipedia.org/wiki/Bump\_map.Tulostettu 8.9.2012

Wikipedia 2012.Depth of Field.  
en.wikipedia.org/wiki/Depth\_of\_field.Tulostettu 8.9.2012

Digifaq 2003.Digikameran dynamiikka.  
www.digifaq.info/digi\_omat/dynamiikka/.Tulostettu 18.6.2012

Digifaq 2009.Dynamiikan maksimointi.  
www.digifaq.info/digi\_omat/maxdyn/.Tulostettu 18.6.2012

Koulutus- ja konsultointipalvelu KK Mediat 2000-2012. Bittikarttakuvan hostogrammi-kuvaaja. Tulostettu 18.6.2012. www.2kmediat.com/multimedia/hostogrammi1.asp