

# **RENDER-TASOJEN KÄYTTÖ 3D-JÄLKIKÄSITTELYSSÄ**

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Mediatekniikan koulutusohjelma  
Teknisen visualisoinnin suuntautumisvaihtoehto  
Opinnäytetyö  
14.5.2007  
Ilkka Kempainen

**KEMPPINEN, ILKKA: RENDER-TASOJEN KÄYTTÖ  
3D-JÄLKIKÄSITTELYSSÄ**

Teknisen visualisoinnin opinnäytetyö, 53 sivua, 1 liitesivu

Kevät 2007

**TIIVISTELMÄ**

---

Tämä opinnäytetyö käsittelee render-tasojen käyttöä 3d-jälkikäsitelyssä.

3d-renderöinniltä vaaditaan jatkuvasti parempaa laatua. Jäljen tulee olla juuri halutunlaista, mutta myös tiukassa aikataulussa. Kuvan paremman jälkikäsitelyn ja nopeamman renderöinnin saavuttamiseksi on mahdollista käyttää render-tasojen jälkikäsitelyä ja kompositointia.

Kaikki nykypäivän 3d-ohjelmistot pystyvät renderöimään kuvan muodostavat eri visuaaliset elementit erikseen. Tällaisia elementtejä ovat pintojen tekstuurit, varjot, kiillot, heijastukset jne. Nämä elementit eli tasot tallentuvat omiin tiedostoihinsa, jolloin niitä on helppo käsitellä erikseen. Jos tiettyyn tasoon tulee tehdä muutoksia, voidaan säästää aikaa renderöimällä vain kyseinen taso uudestaan tarvittavilla muutoksilla.

Jälkikäsitelyssä kuvaa muokataan renderöinnin jälkeen eli post-produktiossa. Kuvaa eli lähdemateriaalia parannellaan ja viimeistellään halutun näköiseksi. Yleisemmin tämä tarkoittaa eri tasojen värimäärittelyn hiomista tai tietyn filterin lisäämistä. Kompositoinnissa jälkikäsitellyt tasot yhdistetään takaisin yhdeksi kuvaksi.

Render-tasot ja niiden jälkikäsitely sekä kompositointi mahdollistaa renderöidyn lähdemateriaalin täydellisen hallinnan jälkikäsitelyssä. Renderöintivaiheessa tasojen käyttö säästää aikaa eliminoimalla mahdolliset useat renderöintikierrokset.

Avainsanat: jälkikäsitely, kompositointi, 3d.

**KEMPPINEN, ILKKA: Use of render layers in 3d compositing**

Bachelor's thesis in Visualization Engineering, 53 pages, 1 appendices

Spring 2007

**ABSTRACT**

---

This study deals with the use of render layers in 3d compositing.

The demand for high standards in today's 3d rendering has led to a use of render layers and compositing. This means that different elements of a 3d scene such as diffuse color, shadows, reflections etc. are rendered to their own layers. Editing them separately afterwards and then in the end compositing them together gives the user an absolute control over the final picture and saves time.

Nowadays it is possible to save different render layers to their own files in every 3d software. These files can then be easily transferred to editing and compositing software. If it is necessary to make changes to a specific layer, one can make changes to that layer and re-render only that layer.

In the editing and compositing stage or in post production the rendered source material is edited in order to achieve the desired result. Usually that means some kind of color grading or applying a specific filter to the picture. After the required changes have been made, all the different layers are composited back to one final picture.

Use of render layers and editing and compositing them enable total control of the final picture. Also, it can be a huge time saver in the rendering stage as it eliminates the need for numerous re-renders.

In addition to theory, this thesis included a case part, where the traditional rendering method was compared with rendering in layers.

Keywords: 3d, compositing, editing.

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>JÄLKIKÄSITTELY</b> .....	<b>2</b>
2.1	Jälkikäsittelyn tarkoitus .....	2
2.2	Jälkikäsittelyn tuomat mahdollisuudet .....	2
2.2.1	Värimäärittely .....	2
2.2.2	Eri efektit .....	4
2.2.3	Kompositointi .....	5
2.2.4	Muokkaus ja filterit .....	5
<b>3</b>	<b>KOMPOSITOINTI</b> .....	<b>7</b>
3.1	Kompositioidinnin merkitys .....	7
3.2	Kompositioidinnin hyödyt .....	7
3.2.1	Muutokset kuvaan .....	7
3.2.2	Materiaalin kierrätys .....	8
3.2.3	Muistin rajallisuus .....	8
3.2.4	Asetusten optimointi .....	8
3.2.5	Renderöinnin rajaaminen .....	9
<b>4</b>	<b>TASOT</b> .....	<b>10</b>
4.1	Tasojen yhdistäminen .....	10
<u>Add (A + B)</u>	.....	10
<u>Sub (A - B)</u>	.....	10
<u>Multiply (A * B)</u>	.....	10
<u>Screen (A + B - A * B)</u>	.....	10
4.2	Näkyvät tasot .....	11
4.2.1	Ambient occlusion .....	11
4.2.2	Beauty .....	12
4.2.3	Diffuse .....	13
4.2.4	Specular .....	14
4.2.5	Reflection .....	15
4.2.6	Shadow .....	16
4.2.7	Ambient .....	18
4.2.8	Global illumination .....	19
4.3	Lisätasot .....	20
4.3.1	Motion .....	20
4.3.2	Normal .....	21
4.3.3	Depth .....	22

<b>5</b>	<b>OHJELMISTOT</b>	25
5.1	3d-ohjelmistot	25
5.1.1	Softimage XSI	25
	Render Channels	26
	Render passes	27
5.1.2	Autodesk 3ds Max	28
	Scene states	29
	RPF-tiedostoformaatti	30
	Render elements	31
5.1.3	CTRL_Buffers	32
5.2	Jälkikäsittelyohjelmistot	32
5.2.1	Softimage XSI & Illusion	32
5.2.2	Adobe After Effects	33
<b>6</b>	<b>CASE</b>	35
6.1	Casen esittely	35
6.2	Työn lähtökohdat	35
6.3	Renderöinti	36
6.3.1	Liike-epäterävyyden renderöinti	37
6.3.2	Syväterävyyden renderöinti	38
6.3.3	Muut tasot	39
6.4	Kuvan jälkikäsittely	40
6.4.1	Perustasojen yhdistäminen	40
6.4.2	Varjojen lisääminen	42
6.4.3	Syväterävyyden lisääminen	44
6.4.4	Kuvan viimeistely	46
6.4.5	Liike-epäterävyys	47
6.5	Johtopäätökset casesta	47
<b>7</b>	<b>YHTEENVETO</b>	49
	<b>LÄHTEET</b>	50
	Sähköiset lähteet	51
	Kuvalähteet	52
	<b>LIITTEET</b>	53

# 1 JOHDANTO

Halutun näköisen kuvan renderöinti muodostuu useiden elementtien harmoniasta. Valojen ja varjojen täytyy olla sopivan kirkkaat tai tummat, heijastuksien pitää olla voimakkuuksiltaan sopivat, kuvan yleisen värimäärittelyn tulee täydentää kuvan tunnelmaa. Kaikkien näiden visuaalisten elementtien kohdalleen saaminen yhteen kuvaan tai animaatioon vaatii poikkeuksetta lukuisia testi- ja koerenderöintejä. Nämä testit ja kokeet vievät huomattavasti aikaa.

Kuvan visuaalisten elementtien paremman hallinnan sekä ajan säästämiseksi on ryhdytty käyttämään render-tasoja sekä niiden jälkikäsitelyä. Eri elementit pystytään erittelemään omille tasoille ja renderöidä erillisiin tiedostoihin. Tämä mahdollistaa sen, että useat kuvaan tehtävät säädöt eivät vaadi lukuisia testirenderöintejä, vaan ne voidaan suorittaa vaivatta ja nopeasti jälkikäsitelyssä. Tasot mahdollistavat myös muutamien efektien luomisen jälkikäsitelyssä dramaattisesti nopeammin kuin renderöiden.

Opinnäytetyön teoriaosuudet jakautuvat neljään osaan. Ensimmäisessä osassa käsitellään yleisesti jälkikäsitelyä, ja sitä, mitä mahdollisuuksia se tuo tullessaan. Toinen kappale perehtyy tarkemmin kompositointiin, eli tasojen yhdistämiseen ja sen hyötyihin. Tarkemmin eri tasoista kertoo kolmas teoriakappale; mitä tasoja käytetään ja miten. Viimeinen teoriakappale eli neljäs kertoo muutamista eri ohjelmistoista, kuinka niitä käytetään tasojen sekä jälkikäsitelyn kanssa.

Case-kappaleessa paneudun oman kokemuksen kautta tasojen jälkikäsitelyyn ja kompositointiin. Kerron, miten tasojen käyttö työketjuna eroaa perinteisestä tavasta renderöidä.

## **2 JÄLKIKÄSITTELY**

### **2.1 Jälkikäsittelyn tarkoitus**

Harvoin renderöity, filmattu tai valokuvattu lähdemateriaali on juuri sellaisen näköistä kuin halutaan. Usein lähdemateriaalin valaistus on hiukan liian vähäistä tai liian kirkasta tai kuvan värimaailma ei vastaa kuvaan kaivattua tunnelmaa. Mahdollisesti kuvaan on tullut jotain ylimääräistä, mikä halutaan poistaa tai vaihtoehtoisesti jotain lisätä.

Jälkikäsittelyssä nimensä mukaisesti käsitellään lähdemateriaalia jälkikäteen, post-produktiossa. Kuvaa parannellaan ja viimeistellään halutun näköiseksi. Kuvaan lisätään se, mitä siihen ei sen luonnissa onnistuttu saamaan näkyviin. Tai vaihtoehtoisesti poistetaan se, mitä ei luonnissa kuvaan haluttu.

Parantelun lisäksi viimeistely voi tarkoittaa myös kuvanlaadun tahallista heikentämistä. Esimerkiksi, jos kuvasta halutaan vanhan filmimateriaalin näköistä, eli rakeista ja epäterävää.

Jälkikäsittely suoritetaan yleensä lähdemateriaalista riippuen kuvankäsittelyohjelmistolla, kuten Adobe Photoshop:lla tai asiaan tarkoitettulla jälkikäsittelyohjelmistolla. Eri jälkikäsittelyohjelmistot ovat poikkeuksetta suunniteltu toimimaan kuvasarjojen eli animaation ja videon kanssa, toisin kuin Adobe Photoshop. Yleisimmin käytettyjä jälkikäsittelyohjelmistoja ovat Adobe After Effects, Eyeon Fusion, Apple Shake sekä Autodesk Combustion.

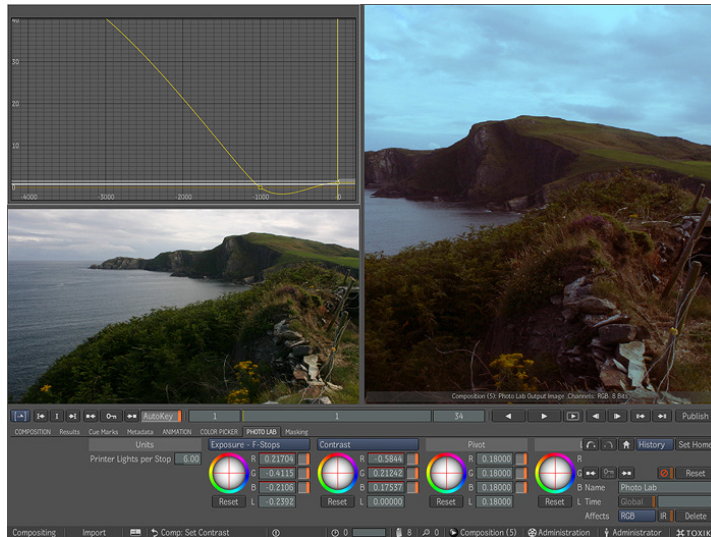
Jälkikäsittely on etenkin kuvan viimeistelyä. Lähdemateriaali on mitä on, ja sitä voidaan käsitellä vain tiettyyn pisteeseen asti.

### **2.2 Jälkikäsittelyn tuomat mahdollisuudet**

#### **2.2.1 Värimäärittely**

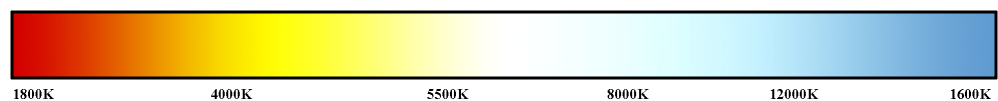
Värimäärittely on mahdollisesti yleisin jälkikäsittelyn muoto. Ammattilaistuotannoissa poikkeuksetta valokuvia sekä dv- ja filmimateriaalia värimääritellään uudestaan jälkikäsittelyssä. Materiaalia joko korjataan ja viilataan hiukan paremman näköiseksi tai

muutetaan radikaalisti koko väriteemaa. Jälkikäsittelyohjelmistoissa onkin usein erittäin kattavat työkalut värimäärittelyyn. Yleisten jälkikäsittelyohjelmistojen lisäksi on myös itse värimäärittelyyn erikoistuneita ohjelmistoja, Autodesk:illä on niitä valikoimissaan jopa kaksi, Autodesk Toxik sekä Lustre.



KUVA 1. Autodesk Lustre:n käyttöliittymä. (Autodesk 2007.)

Värimääritys onkin loistava tapa tuoda kuvaan haluttua tunnelmaa. Mitä rajoittuneempaa määrää värejä käytetään väriteemaan, sitä voimakkaampi vaikutus sillä on kuvan tunnelmaan. Rajattu väriteema usein asettuu värilämpötilojen ääripäihin. Normaalisti ihmiset yhdistävät punaisen, oranssin ja keltaisen sävyt lämpimään. Sininen ja vihreä rinnastetaan kylmään. Värilämpötilaltaan lämpimät sävyt tuovat mieleen luonnollisesti lämmön, jännityksen, mausteisuuden, iloisuuden ja myös vaaran, onhan veri punaista ja liekit keltaisia. Kylmää värilämpötilaa mukaileva väriteema viestii ensimmäiseksi nimensä mukaisesti kylmyyden sekä myös surullisuuden, yksinäisyyden ja pelon. Vaaleat sävyt kylmistä väreistä voidaan myös kokea rentouttavina, taivaan sininen ja luonnon vihreä erityisesti. Vihreä tosin rinnastetaan myös sairauten sekä pilaantumiseen.



KUVA 2. Värilämpötilataulukko. (Kemppinen 2007.)



Voimakkaana tunnelman luojana toimii myös rajattu värikontrasti. Tietyille väreille tai kuvassa näkyvälle elementille asetettu muita voimakkaampi kontrasti saa sen pomppaamaan esille kuvasta ja herättämään katsojan huomion.

Värimäärittelyä varten on erittäin tärkeää, että lähdemateriaali on tallennettu käyttäen formaattia, joka mahdollistaa mahdollisimman suuren väriavaruuden. Tällainen on esimerkiksi OpenEXR, jonka jokainen värikanava tallentuu 32-bittisenä. Suuri väriavaruus mahdollistaa joustavamman värimäärittelyn ja esimerkiksi ylipalaneet tai liian pimeät kohdat on usein mahdollista saada säädettyä vastaamaan kuvan yleistä väritasoa. (Birn 2006, 220, Rakennus 2006)

### **2.2.2 Eri efektit**

Kaikkea lopputuotteessa näkyvää ei tarvitse eikä kannata tehdä 3d-ohjelmistoa käyttäen. Useat efektit sekä elementit on mahdollista toteuttaa 3d-ohjelmiston sijaan vasta jälkikäsitellyssä. Joidenkin efektien toteuttaminen kannattaa toteuttaa jälkikäsitellyssä, sillä se on nopeampaa tehdä ja etenkin renderöidä jälkikäsitellyn 2d-avaruudessa kuin 3d-ohjelmistossa.

Erilaiset hiukkas- eli partikkeliefektit ovat hyvä esimerkki jälkikäsitellyssä toteutettavissa olevasta efektistä. Etenkin kameran ollessa staattinen, on hyvin vaikea erilaisista savuista, pöllähdyksistä ja muista partikkeliefekteistä nähdä niiden syvyysefektiiä.

On myös efektejä, jotka vain yksinkertaisesti täytyy tehdä jälkikäsitellyssä eikä edes harkita niiden tekemistä 3d-ohjelmistolla renderöiden. Tähän luokkaan kuuluvat esimerkiksi kuvassa liikkuvat tekstiefektit, kuten alku- ja lopputekstit, jotka ovat enemmän sääntö kuin poikkeus eri animaatio- ja videotuotannoissa. Tekstien lisääminen kuvaan 3d-ohjelmistossa olisi vain typerää, teksti saattaisi luoda eihaluttuja varjoja, teksti itsessään saattaisi varjostua, renderöintiäika kasvaisi ja koko prosessin luominen olisi varmasti hitaampaa kuin jälkikäsitellyssä.

Jotkin optiset efektit kuten hohdot ja linssiheijastukset on myös järkevintä tehdä jälkikäsitellyssä. Linssiheijastuksen oikeanlaisten

asetusten löytäminen on huomattavasti nopeampaa jälkikäsitelyssä, koska sen lisäksi ei tarvitse renderöidä muuta. Lähdemateriaali pysyy myös siistinä, kun sitä eivät peitä linssiheijastukset. On myös hyvä muistaa, että liian voimakkaat ja suuret linssiheijastukset ovat ehkä koko 3d-alan kulunein klisee. Niiden käyttöä ja käyttöä jättämättä kannattaa harkita tarkasti. (Birn 2006, 341.)

### **2.2.3 Kompositointi**

Jälkikäsitelyssä luonnollisesti yhdistetään eri render-tasot sekä muut elementit kuten live-materiaali. Kompositointi ja jälkikäsitely ovat melkeimpä toistensa synonyymejä. Voidaan sanoa, että jälkikäsitelyssä tasot yhdistetään eli kompositoidaan tai että kompositoinnin yhteydessä suoritetaan jälkikäsitely. Molemmat tehdään myös samoilla ohjelmistoilla, muutamaa jälkikäsitelyyn erikoistunutta ohjelmaa lukuun ottamatta.

### **2.2.4 Muokkaus ja filtrit**

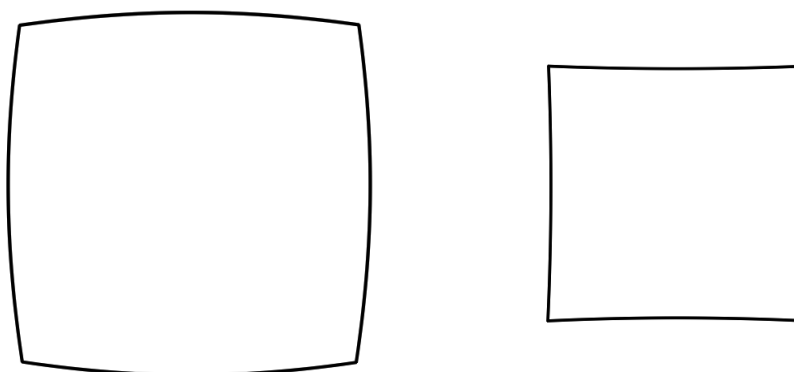
Useat kuvalle tehtävät muokkaukset on pakko tehdä jälkikäsitelyssä, sillä niitä kaikkia ei ole mahdollista tehdä 3d-ohjelmistossa. Esimerkiksi erilaiset kuvalle asetettavat filtrit ovat kyseisiä muokkauksia. Global illumination sekä final gathering –valaistustekniikat tuottavat usein renderöintiin ei-haluttua kohinaa. Myös syväepäterävyyden sekä liike-epäterävyyden käyttö 3d-ohjelmistossa renderöidessä tuottaa kuvaan paljon kohinaa, jos käytössä ei ole todella aikaa vieviä asetuksia. Oikeanlaisella filtrillä kohinan poisto kuvasta toimii todella hyvin. Kohinan poistoon kuvasta onkin kehitetty useita erittäin päteviä ohjelmistoja, kuten Neat Image sekä Noise Ninja.

TV- ja videotuotantoa varten renderöityihin materiaaleihin sekä niiden tyyliä jäljitteleviin materiaaleihin joudutaan usein lisäämään lomitusta. Lomituksessa videon lähdemateriaalista lähetetään vuoroittain parittomia ja parillisia vaakaviivoja. Tarkoituksena on tuplata lähetyksen virkistystaajuus, mutta tuloksena on myös kuvan resoluution heikkeneminen.

Kuten video- ja filmimateriaalin, myös 3d-materiaalin hidastukset on

mahdollista toteuttaa jälkikäsitelyssä. Hidastus toteutetaan yksinkertaisesti venyttämällä lähdemateriaalia pidemmällä aikavälillä, kuin se alun perin on luotu. Esimerkiksi PAL-standardin mukaista kuvaa, 25 kuvaa per sekunti, voisi venyttää kymmeneen kuvaan per sekunti. Tulos ei aivan vastaa samaa kuin renderöisi sekuntia kohden esimerkiksi tuplasti kuvia tai filmikameran kuvausnopeuden kasvua, mutta on huomattavasti nopeampi toteuttaa.

Jos renderöityä kuvaa liitetään live-materiaaliin, on hyvä ottaa huomioon tynnyri- ja tynnyvääristymä. Kameroiden linseistä johtuvassa tynnyrivääristymässä kuva pursottuu keskeltä ulospäin. Tynnyvääristymä on tynnyrivääristymän vastakohta, siinä kuva kuroutuu sisäänpäin. Jottei kuvaan lisätty renderöity materiaali pomppaisi silmille, on tarpeellista lisätä siihen live-kuvaa vastaava vääristymä tai vaihtoehtoisesti poistaa live-kuvan vääristymä.



KUVA 3. Vasemmalla tynnyrivääristymä, oikealla tynnyvääristymä. (Kemppinen 2007.)

Jälkikäsitelyssä toteutetaan myös ”arkiset” kuvanmuokkaukset, kuten kuvan kroppaus, skaalaus ja muut sen muotoon liittyvät muokkaukset. (Hautamäki 2002)

## **3 KOMPOSITOINTI**

### **3.1 Kompositioidinnin merkitys**

3D-ohjelmistoissa renderöidessä syntyvä kuva muodostuu useista eri elementeistä. Heijastukset, varjot, täytevalot, värit ja muut elementit, joista renderöinnin tuloksena syntyvä kuva muodostuu, pystytään renderöimään erikseen omille tasoilleen. Kuvan muodostavien elementtien erittelemisen omille tasoilleen mahdollistaa erittäin laajan kontrollin kuvan jälkikäsittelyssä.

Kun eri tasot renderöidään erikseen ja omiin kuvatiedostoihin, täytyy ne luonnollisesti yhdistää varsinaista lopputuotetta varten. Tätä työvaihetta, jossa eri tasot yhdistetään yhdeksi lopputulokseksi, kutsutaan kompositioidinniksi.

Kompositiointi itsessään olisi merkityksetöntä, ellei sen yhteydessä suoritettaisi tasojen jälkikäsittelyä. Tasot renderöidään erikseen, jotta niitä voidaan jälkikäsitellä itsenäisesti. Renderöidessä 3d-mallit ikään kuin hajotetaan komponentteihin ja kompositioidinnissa kuva kasataan takaisin yhdeksi kokonaisuudeksi.

Kompositiointi suoritetaan jälkikäsittelyn tavoin asiaan tarkoitetulla ohjelmistolla. Koska jälkikäsittely ja kompositiointi ovat niin läheistä sukua toisilleen, niissä käytetyt ohjelmistot ovat pitkälti samoja.

(Wright 2006, 1.)

### **3.2 Kompositioidinnin hyödyt**

#### **3.2.1 Muutokset kuvaan**

Minkään 3d-ohjelmiston näkymäikkunoista ei saa tyhjentävää kuvaa siitä, miltä renderöinti tulee lopulta näyttämään. On tehtävä useita renderöintejä halutun tuloksen saamiseksi. Jos esimerkiksi specular-tason kiillot ovat liian kirkkaat tai väärän väriset, on ne helppo korjata jälkikäsittelyssä, kun ne ovat omalla tasollaan. Yksi render-tasojen ja jälkikäsittelyn sekä kompositioidinnin suurimpia etuja on, kun muutokset ovat niin suuria, ettei niitä voi jälkikäsittelyssä toteuttaa. Halutut muutokset voidaan tehdä 3d-ohjelmistossa vain ja ainoastaan tasolle, jolle ne kuuluvat ja renderöidä ainoastaan kyseinen taso uudestaan.

Aikaa säästyy todella paljon, kun vain haluttu taso renderöidään uudelleen, eikä muita, joille ei muutoksia ole tehty.

### **3.2.2 Materiaalin kierrätys**

Tiettyjä omalla tasollaan renderöityjä elementtejä voidaan käyttää uudelleen useammassa eri otoksessa. Käytännössä kyseenalaisia elementtejä on kuitenkin hyvin vähän. Sopivia ovat esimerkiksi erilaiset räjähdykset, savupilvet, hiekkapöllähdykset ja muut näiden kaltaiset nopeasti ohi menevät sekä läpinäkyvät efektit.

Teoriassa on myös mahdollista käyttää isompiakin elementtejä uudelleen eri kohtauksissa saumattomasti, jos vain kummassakin kohtauksessa kameran liikkeet ja kuvakulma on identtinen.

### **3.2.3 Muistin rajallisuus**

Tietokoneiden resurssit ovat rajoitetut ja etenkin muistin määrä on koetuksella renderöidessä laajoja 3d-malleja, joissa on mahdollisesti satoja eri objekteja. Muistin loputtua ainoaksi mahdollisuudeksi jää pilkkoa renderöivät elementit omiin kerroksiinsa ja renderöidä nämä kerrokset erillään ja yhdistää ne jälkikäsitelyssä. (Birn 2006, 340.)

### **3.2.4 Asetusten optimointi**

Ajan säästämiseksi on renderöidessä hyvä optimoida jokaisen tason renderöinti-asetukset. Kaikkia tasoja ei tarvitse eikä kannata renderöidä samoilla mahdollisesti korkeilla asetuksilla.

Tasot, jotka eivät ole väreiltään voimakkaita ja näin muodostavat jälkikäsitelyyn lopputuloksesta vain pienen, visuaalisesti vähän erottuvan osuuden, kannattaa renderöidä pienemmällä anti-aliasing -asetuksilla sekä mahdollisesti jopa pienemmällä resoluutiolla ja jälkikäsitelyssä skaalata isommaksi. Näille tasoille on järkevää jälkikäsitelyssä myös lisätä hieman pehmenystä, blur-filtteriä. Pehmennys peittää heikon anti-aliasing reunojen pehmennyksen mahdolliset rujoudet. Tasoja, joille sopii heikko anti-aliasing sekä mahdollisesti resoluution lasku, ovat etenkin heijastus- sekä

varjotasot. Heijastukset ovat yleensä hyvin heikkoja peilipintoja lukuun ottamatta, joten pientä pehmeyttä on niistä vaikea havaita. Varjot taas luonnossa eivät koskaan ole täysin teräviä. On huomattavasti nopeampaa pehmentää varjoja jälkikäsitellyssä, kuin renderöidä ne 3d-ohjelmistossa raytraced shadows -tekniikalla pehmeiksi.

Jos liike-epäterävyyttä eli motion blur -efektiä ei syystä tai toisesta halua tai voi tehdä jälkikäsitellyssä, kannattaa ne optimoida edes kunnolla 3d-ohjelmistossa. Lähellä kameraa olevat objektit on hyvä renderöidä hyvä laatuilla motion blur -asetuksilla, mutta kauempana oleville kannattaa laatuasetuksia tiputtaa reilusti. (Birn 2006, 340.)

### **3.2.5 Renderöinnin rajaaminen**

Etenkin animaation tekovaiheeseen liittyy useita renderöintejä keskeneräisestä animaatiosta. Renderöidessä näitä keskeneräisiä näytteitä, ei esimerkiksi taustoille ole merkitystä, jos halutaan nähdä miltä animaatio näyttää. Taustat ja muut epäolennaiset elementit testirenderöinnin yhteydestä kannattaa jättää renderöimättä. Tämä auttaa keskittymään olennaiseen sekä lyhentää renderöintiäikää huomattavasti. (Birn 2006, 340.)

## 4 TASOT

### 4.1 Tasojen yhdistäminen

Eri kuvatiedostoihin tallentuneet render-tasot yhdistetään jälkikäsitellyssä. Tason luonteesta riippuen, tummentaako se muita, lisääkö väriä vai kenties vaalentaa muita tasoja, on valittava oikea blending mode yhdistäessä se muihin tasoihin.

#### Add (A + B)

Lisää lähde- ja lisäkuvan kanavien värit toisiinsa. Tuloksena on lähdettä valoisampi kuva. Koska täysin mustan värin RGB-arvot ovat nollassa, sen lisääminen mihin tahansa muuhun väriin ei muuta mitään.

#### Sub (A - B)

Lisäämisen vastakohta. Lähdekuvan värikanavista vähennetään lisättävän kuvan vastaavien kanavien arvot. Kuten Add-blending mode -sekoituksella, ei myöskään vähentäessä mustalla ole minkäänlaista vaikutusta.

#### Multiply (A \* B)

Kertoo lähdekuvan ja siihen lisättävän kuvan värikanavat keskenään. Tuloksena on aina lähdekuvaa tummempi kuva. Mitä tummemmalla sävyllä kerrotaan, sitä tummempi tulos on.

#### Screen (A + B - A \* B)

Multiply blending mode -sekoituksen vastakohta. Lisää lähdekuvaan lisättävän, josta on miinustettu lähdekuvan ja lisättävän tulo. Sekavan kaavan tuloksena on aina lähdettä valoisampi kuva. Mustalla värillä ei vaikutusta. (Wright 2006, 135-149; Wikipedia 2007b.)

## 4.2 Näkyvät tasot

### 4.2.1 Ambient occlusion

Ambient occlusion on valaistustekniikka, jolla saavutetaan epäsuoran valaistuksen kaltainen tulos. Tuloksena on, kuin koko 3d-esitys tai sen mallit olisi valaistu ympäröivällä tasaisella valolla eikä niinkään yhdellä pistemäisellä valolla. Ambient occlusion -tasoa ei juuri koskaan käytetä yksinään valaisemaan malleja, vaan se toimii päävalaistuksen rinnalla tuoden esiin näkyvien kappaleiden yksityiskohtia sekä parantamaan niiden muotojen hahmottumista.



KUVA 4. Ambient occlusion. (Kemppinen 2007.)

Ambient occlusion ei ole valotyyppi tai valaistuksen laskentamalli, kuten global illumination tai final gathering, vaan materiaali-shaderi. Yleisin ambient occlusionin -shaderin toimintamalli on, että jokaisen kamerassa näkyvän geometrian jokaisesta pisteestä lähetään säteitä satunnaisesti eri suuntiin geometrian normaalin suuntaiselle puolelle. Nämä säteet tutkivat, kuinka kaukana niiden lähtöpisteestä on muuta geometriaa vai onko ollenkaan. Mikäli geometriaa löytyy tarpeeksi läheltä, lähtöpiste varjostuu sen mukaan tummemmin, mitä lähempää geometriaa löytyy. Yleisesti eri ohjelmistoissa pystyy säteiden määrää ja sitä, kuinka kauas asti ne lähtöpisteestä kulkee tutkimaan, sekä säätämään. Säteiden määrä vaikuttaa ratkaisevasti renderöinti-



aikaan. Mitä enemmän säteitä ammutaan, sitä kauemmin renderöinti luonnollisesti kestää.

Pelkän ambient occlusion render-tason tuloksena on mustavalkoinen kuva ambient occlusion -varjostuksesta. Tämä taso lisätään muiden sekaan multiply blending mode –sekoitusta käyttäen.

Ambient occlusion on olemassa ja sitä käytetään global illuminationin sijaan, koska se on moninkertaisesti nopeampi renderöidä. (Birn 2006, 359, Thomas 2006.)

#### 4.2.2 Beauty

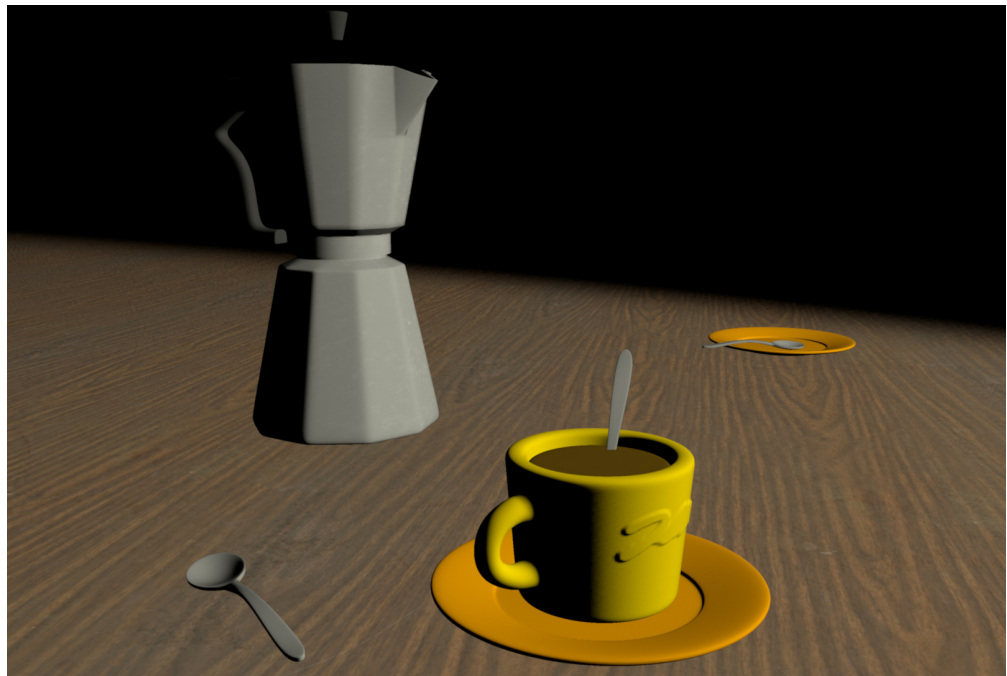
Beauty-tasolla tarkoitetaan sitä, että renderöidessä ei eritellä tasoja erikseen, vaan kaikki renderöityy yhteen kuvaan. Eli käytännössä beauty on se perinteinen taso, sama joka syntyy 3ds Max:ssa F9-nappia painaessa. (Birn 2006, 360.)



KUVA 5. Beauty-taso jonka gamma- ja exposure -arvoja on Photoshop:ssa käsitelty. (Kempinen 2007.)

### 4.2.3 Diffuse

Diffuse-taso (puhutaan myös color-tasosta) on “päätaso” renderöinnistä. Se sisältää varjostuksen (ei siis varsinaisia varjoja), värit ja tekstuurit. Varjostus tässä tapauksessa tarkoittaa sitä, että pinnat jotka ovat kohti valonlähdettä, ovat kirkkaita ja tummuvat sitä mukaa, mitä suuremmassa kulmassa ne ovat valonlähteeseen nähden. Päätaso se on siksi, että diffuse-taso toimii yleensä kaikkien muiden tasojen pohjana, sen päälle voidaan kasata muita tasoja. Diffuse-taso ei näin myöskään tarvitse mitään blending mode – sekoitusta, koska se on alimmaisena.

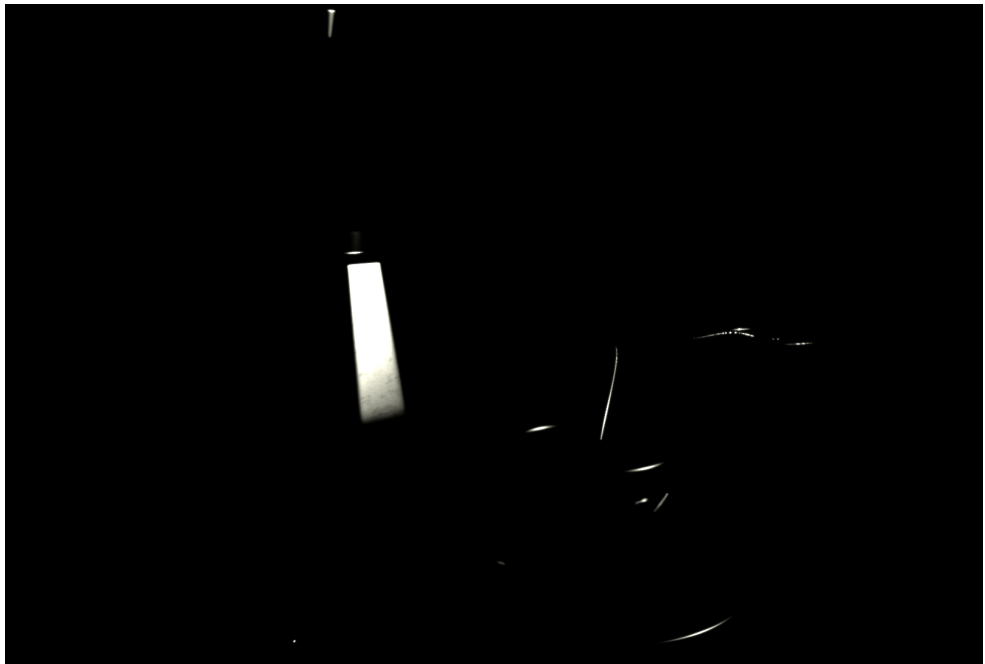


KUVA 6. Diffuse-taso on yksinään hyvin tasapaksun näköinen. (Kemppinen 2007.)

Ohjelmasta riippuen myös heijastukset, varjot tai kiillot saattavat sisältyä diffuse-tasoon. Vaikka äsken mainitut tasot joissain ohjelmistoissa tulevat diffuse-tasoon, eivät ne siihen kuulu, vaan tulisi olla omilla tasoillaan. Ohjelmissa, joissa diffuse-tason renderöintiä ei ole valmiina, tai se on toteutettu edellä mainitusti virheellisesti, pystytään se melko vaivattomasti luomaan käsin. Tämä onnistuu poistamalla shadereista heijastukset ja kiillot sekä kytkemällä valoista varjot pois päältä. Vaihtoehtoinen tapa on kytkeä valoista pois kiiltojen lähettäminen sekä raytrace-asetuksista poistaa heijastukset. (Birn 2006, 348.)

#### 4.2.4 Specular

Specular- tai highlight-tasoon tallentuu heijastukset valosta, jota esiintyy erittäin kiiltävillä pinnoilla. Yleensä specular-taso on väritykseltään valkoinen tai huomattavasti kirkkaampi sävyinen kuin saman materiaalin pinnan väri. Shader-malleista vain phong, blinn, anisotropic sekä cook-torrance -varjostuksissa specular-heijastukset ovat mahdollisia. Poikkeuksetta eri ohjelmissa heijastuksen kokoa sekä voimakkuutta pystyy säätämään.



KUVA 7. Mallien materiaaleissa harvoissa oli specularity-asetukset päällä joten specular-taso on melko tyhjä. (Kemppinen 2007.)

Jos ohjelmasta ei löydy suoraa tukea specular-tason renderöintiin, pystytään se saavuttamaan kytkemällä kaikkien materiaalien diffuse-, heijastus- sekä ambient-taso pois päältä tai asettamalla niiden väriksi täysin musta. Tuloksena on muuten mustakuva, mutta kiillot näkyvät. Tämä kiiltotaso lisätään diffuse-tason päälle screen blending mode – sekoituksella.

Specular-taso on hyvä esimerkki render-tasojen ja niiden jälkikäsitteilyn hyödyllisyydestä. Sen lisäksi, että specular-tason kiiltojen väriä voi helposti muuttaa haluamukseen, pystyy niiden kirkkautta säätämään luonnollisesti. Jos renderöinnin specular-tasot eivät ole halutunlaista, on todella aikaa säästävää muokata niitä

jälkikäsitellyssä eikä renderöidä uudestaan. Onkin viisasta materiaaleja asettaessa laittaa specular-kiiltoa hiukan enemmän kuin on tarvetta, sillä on helpompi jälkikäsitellyssä himmentää liian kirkasta kuin valaista liian himmeää.

Materiaalien bump-kartat, eli epätasaisuus saattaa pelkän tekstuurin kanssa jäädä hyvin huomaamattomaksi. Kirkkaalla pinnalla epätasaisuus tulee huomattavasti paremmin esiin. Jälkikäsitellyssä voi specular-tasoa peittää halutunlaisella maskilla, jota ei siinä renderöidessä ollut. Näin epätasaisuus saadaan varmasti halutunlaisesti esiin. Tämä tekniikka tosin toimii vain kuville, animaatiossa se ei toimi, koska maskina toimiva kuva ei liikkuisi specular-tasojen mukaisesti.

Specular-taso mahdollistaa myös erittäin hallittavan sekä nopean tavan luoda kuvaan erittäin kirkkaiden kohtien hohtoa, glow-efektiä. Hohto luodaan yksinkertaisesti ottamalla jälkikäsitellyssä kopio specular-tasosta ja pehmentämällä sitä halutun määrän blur-filtterillä sekä lisäämälle se muokkaamattoman specular-tason päälle. Näin specular-tason kiillot saavat niitä väreiltään ja muodoiltaan vastaamaan hohdon ympärilleen. (Birn 2006, 349.)

#### **4.2.5 Reflection**

Reflection eli heijastustaso pitää sisällään mallien heijastukset toisista malleista, itsestään tai ympäröivistä efekteistä kuten sumusta, taustanväristä jne. Usein on tarpeellista renderöidä useita eri variaatioita reflection-tasosta, kun halutaan jälkikäsitellyssä muokata eri objektien heijastuksia erikseen.

Reflection-tason käsin luominen onnistuu poistamalla halutusta materiaalista specular, asettaa diffuse mustaksi ja luonnollisesti lisäämällä heijastusta. Kaikki muut objektit tulee piilottaa kokonaan mutta varmistaa, että ne ovat näkyviä heijastuksille. Tämä onnistuu esimerkiksi Softimage XSI:ssä kytkemällä objektin primary ray visibility pois päältä, mutta jättämällä secondary ray visibility edelleen päälle.



KUVA 8. Kuvassa on paljon hyvin peilaavia pintoja joten reflection-taso on hyvin värikäs. (Kempainen 2007.)

Jälkikäsittelyssä reflection-taso lisätään muiden sekaan käyttäen add blending mode -sekoitusta (linear dodge Adobe Photoshop:ssa). Myös screen blending mode -sekoitusta voi käyttää. Sillä tulos ei aivan vastaa normaalia renderöintiä tai add blending -sekoitusta, mutta sillä eivät heijastuksien värit pala helposti puhki.

Renderöinti-ajasta voi hieman karsia renderöimällä reflection-tasot heikoilla anti-aliasing asetuksilla ja pehmentämällä jälkikäsittelyssä kyseistä tasoa hieman heikon laadun peittämiseksi. Yleensä heijastukset ovat niin heikkoja, että edellä mainittua pehennystä ei näe. (Birn 2006, 350.)

#### **4.2.6 Shadow**

Shadow-tasolle tallentuu se, miten ja minne mallien varjot lankeavat. Toisin kuin helposti olettaisi, tuloksena syntyvä kuva on muuten musta, mutta varjot näkyvät valkoisena. Yleensä sen värit pitääkin jälkikäsittelyssä kääntää eli invertoida.



KUVA 9. Varjo-tasolla varjot näkyvät valkoisina. (Kemppinen 2007.)

Shadow-taso syntyy kytkemällä mahdollinen ambient-valaistus pois päältä tai sen väri täysin mustaksi, asettamalla kaikkien mallien väri mustaksi sekä luonnollisesti kytkemällä varjot päälle ja laittamalla niiden väri valkoiseksi.

Jos mallissa ilmenee päällekkäisiä varjoja, kannattaa eri valonlähteiden varjot renderöidä omilla tasoilla. Näin kontrolli eri varjojen omasta väristä, sävystä sekä pehmeystä säilyy.

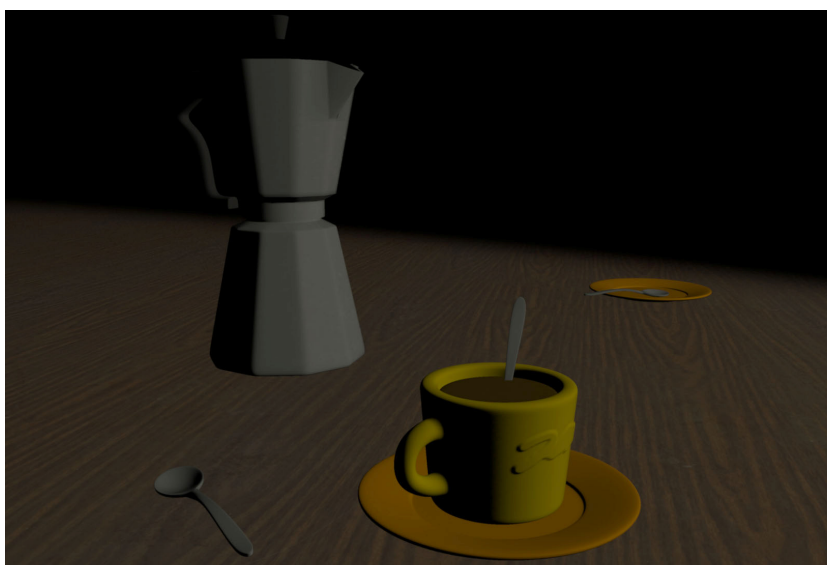
Varjotasoa käyttäessä on myös mahdollista renderöidä useamman valonlähteiden luomien varjot yhdelle tasolle ja kontrolloida eri valonlähteiden luomia varjoja erillään jälkikäsitelyssä. Tämä onnistuu asettamalla valonlähteiden väri täysin mustaksi ja varjojen värit toisistaan erilaiseksi, esimerkiksi punaiseksi, vihreäksi ja siniseksi. Näin renderöidyn varjotason jälkikäsitelyssä on mahdollista erottaa shadow-tasosta punainen, vihreä ja sininen kanava toisistaan ja näin hallita eri valonlähteiden varjoja erikseen. Kyseisellä tekniikalla on heikkoutensa: Kaikki ohjelmat eivät tue varjojen värien muuttamista. Tekniikka toimii parhaiten vain kolmella valolla, koska punaisen, vihreän ja sinisen värin toisistaan erottaminen sujuu ongelmitta. Muutamasta puutteesta huolimatta kolmen varjotason yhdistäminen yhteen on tehokkaampaa kuin renderöidä ne erikseen, kolmen sijasta renderöinti kertoja on vain yksi ja tiedostoja syntyy vähemmän, jolloin säästyy levytilaa.

Yleinen ongelma eri varjotasojen yhdistämisessä jälkikäsitellyssä ovat päällekkäiset varjot. Samasta valolähteestä mutta eri kappaleista toistensa päälle lankeavat varjot ovat päällekkäisestä kohdasta puolet tummempi kuin saman valonlähteen muut varjot. Ongelman ratkaisemiseksi jälkikäsitellyssä useat varjotasot on yhdistettävä keskenään yhdeksi varjotasoksi. Tämän jälkeen yhteinen varjotaso yhdistetään muihin tasoihin.

Oikeassa maailmassa mikään varjo ei ole veitsen terävä, vaan vähintään hiukan pehmeä reunoiltaan. Renderöidessä varjojen reunojen pehmentäminen onnistuu shadow map tai area shadow –tekniikoilla, joista etenkin jälkimmäinen on erittäin aikaa vievä tapa. Aikaa säästävämpi tekniikka on varjojen pehmentäminen jälkikäsitellyssä. Erityisen aikaa säästäväksi tämän tekee se, että varjot voidaan renderöidä heikoilla anti-aliasing –asetuksilla, koska pehmennyksen jälkeen ei eroa huomaa. (Birn 2006, 353.)

#### 4.2.7 Ambient

Ambient-tasoon tallentuu materiaalien värit ja tekstuurit sellaisenaan ilman mitään varjostusta, varjoja, specular-kiiltoa tai heijastuksia. Taso muistuttaa diffuse-tasoa sillä erolla, että ambient-tasossa kaikki värit ovat hyvin tummia. Ambient-tasosta syntyy vaikutelma, kuin 3d-mallit olisivat valaistu täydellisen tasaisesti, niin että objektit vaikuttavat tasaisilta ilman syvyysvaikutelmaa.



KUVA 10. Ambient-taso. (Kempinen 2007.)

Jos ohjelmasta ei löydy suoraa tukea ambient-tason renderöintiin, on sen käsin luominen hiukan työlästä. Kaikkien materiaalien ambient-kanavaan tulee laittaa tarkalleen sama väri tai tekstuuri kuin diffuse-kanavaan. Vaihtoehtoisesti kaikkien materiaalien shaderi tulee muuttaa constant tyypiksi.

Ambient-tason tarkoituksena jälkikäsittelyssä on tuoda lisävaloa renderöintiin etenkin, kun ilman global illuminationia tai final gathering -valaistusta kohdat, joihin valo ei osu, jäävät täysin mustiksi. Lisäämällä ambient-tasoa hieman diffuse-tason päälle saadaan värejä paremmin esille. (Birn 2006, 358.)

#### 4.2.8 Global illumination

Global illumination -tasolle (puhutaan myös irradiance-tasosta) tallentuu final gatheringin sekä global illuminationin tuloksena syntynyt epäsuoravalaistus.



KUVA 11. Epäsuoravalaistukselle on tyypillistä värien vuotaminen pinnoilta toisille. (Kemppinen 2007.)

Kun global illumination -taso on käytössä, ei muiden tasojen yhteydessä kannata käyttää epäsuoravalaistusta. Näin säilyy täydellinen kontrolli suoran- ja epäsuoran valaistuksen suhteesta.



Epäsuoran valaistuksen laskeminen renderöidessä on erittäin hidasta ja halutunlaisen tuloksen saamiseen menee usein lukuisia yrityksiä. Epäsuoran valaistuksen-tason jälkikäsittelyllä saatetaan siis säästää huomattavasti aikaa.

Global illumination –taso yhdistetään muihin tasoihin käyttäen add blending mode –sekoitusta. (Birn 2006, 361.)

## 4.3 Lisätasot

### 4.3.1 Motion

Motion (puhutaan myös velocity-tasosta) eli liiketasolle tallentuu objektien liikkeen suunta kyseisessä kuvassa. Liiketasoa käytetään liike-epäterävyyden, eli motion blur -efektin lisäämiseen kuvaan jälkikäsittelyssä.



KUVA 12. Pyörivästä kahvimukista beauty-tason kuvasarja. (Kemppinen 2007.)



KUVA 13. Samasta kahvimukista liiketason kuvasarja. Viimeinen kuva on tyhjä koska sen on myös animaation viimeinen ruutu, eli sen jälkeen ei ole enää liikettä. (Kemppinen 2007.)

Liiketason tuloksena syntyy normaalia rgb-värejä käyttävä kuva, jossa punainen väri ilmaisee x-tason liikettä, vihreä y-tason liikettä ja sinen z-tason liikettä.

Liike-epäterävyyden toteuttaminen jälkikäsittelyssä on erittäin käytännöllistä, sillä sen saavuttaminen 3d-ohjelmistossa renderöiden on todella hidasta. Liike-epäterävyys toteutetaan 3d-ohjelmistossa renderöimällä normaalien animaation ruutujen välistä useita ruutuja. Render-moottori yhdistää nämä ruudut, ja tuloksena on yksi kuva,

jossa on liike-epäterävyyttä. Jälkikäsitellyssä liike-epäterävyyttä varten ei renderöidä omaa tasoaan lukuun ottamatta mitään ylimääräistä.

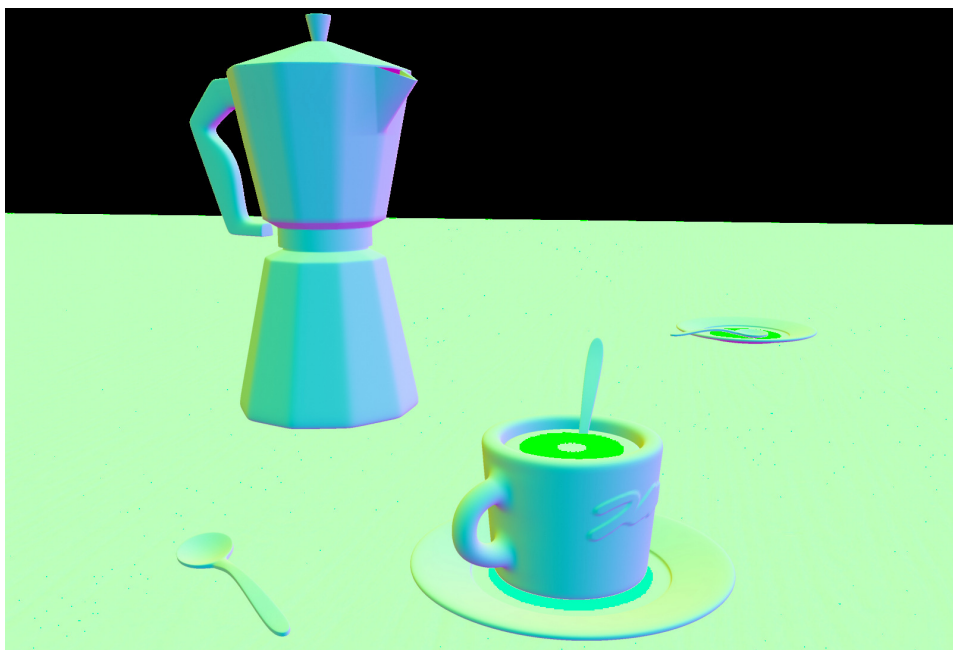
Nopeuden lisäksi liike-epäterävyyden luominen jälkikäsitellyssä tarjoaa myös tarkemman kontrollin kuin 3d-ohjelmisto. Jälkikäsitellyssä liike-epäterävyyden määrää pystyy helposti ja nopeasti säätämään ilman hitaita testi-renderöintejä. Jotkut jälkikäsitelyohjelmistot jopa mahdollistavat ominaisuuden luoda uusia ruutuja lähdemateriaalin väliin.

Jälkikäsitellyssä luodun liike-epäterävyyden heikkous on nopeasti ja epälineaaraisesti liikkuvat objektit. Esimerkiksi helikopterin tai lentokoneen propellien liike-epäterävyydestä tulee tökerö jälkikäsiteltynä. Koska yhden ruudun liiketasoon tallentuu joka pikselille vain yksi tietty suunta, nopeasti liikkuvat ja kaartuvaa liikerataa kulkevat objektit eivät näytä kaartuvan, vaan kulkevan suoraa liikerataa.

Koska liiketaso ei varsinaisesti ole minkään objektin näkyvä elementti sellaisenaan kuten esimerkiksi heijastukset, ei sitä liitetä muihin tasoisiin blending mode –sekoitusta käyttäen. Sitä varten on jälkikäsitelyohjelmistossa oltava oma työkalu, yleensä se on nimetty vector blur:ksi. (BlenderWiki 2007.)

#### **4.3.2 Normal**

Useista jälkikäsitelyohjelmistoista löytyy mahdollisuus valaista kuva jälkikäteen. Jälkivalaistusta varten tarvitaan tieto kuvan jokaisen pikselin jossa näkyy 3d-geometriaa suuntanormaali. Tätä kutsutaan normaalitasoksi.



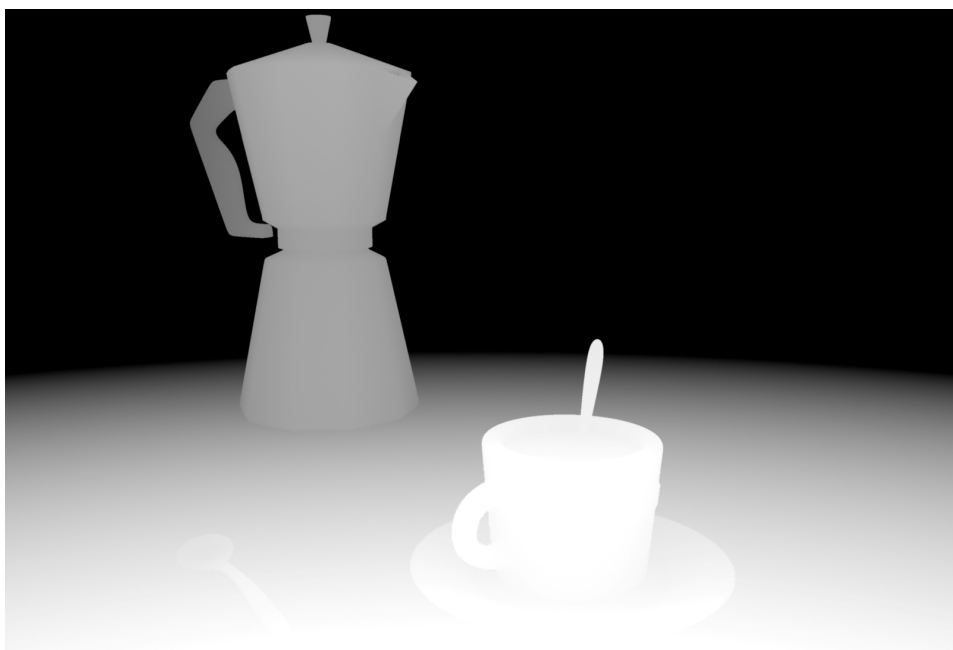
KUVA 14. Normaalitaso. (Kemppinen 2007.)

Jälkivalaistus normaalitason avulla sisältää muutamia suuria rajoitteita: Varjoja ei jälkivalaistuksessa synny, joten ne ovat renderöitävä erikseen 3d-ohjelmistossa. Varjojen suunta on myös melko vaikea saada kohdilleen jälkikäsitellyssä luodun valaistuksen kanssa. Yksityiskohdat, jotka ovat niin pieniä, etteivät ne renderöidyssä kuvissa ole muutamia pikseleitä suurempia, ovat myös ongelmallisia. Esimerkiksi renderöity ruoho, kasvillisuus ja erilaiset turkis- sekä hiuselementit toimivat tökerösti jälkikäsitelyohjelmistossa luodulla jälkivalaistuksella.

Normaalitasa ei myöskään yhdistetä muihin tasoihin käyttäen blending mode –sekoitusta, vaan sen käyttämiseksi pitää jälkikäsitelyohjelmistossa olla asiaan tarkoitetut työkalut. (Birn 2006, 368.)

### 4.3.3 Depth

Depth eli syvyystaso (puhutaan myös Z-depth tai depth map -kartasta) on yksi render-tasojen ja niiden jälkikäsitelyn parhaita puolia. Siihen tallentuu jokaisen renderöidyn pisteen etäisyys kamerasta. Etäisyys ilmenee mustavalkoisena kuvana, jossa harmaan värin sävy kertoo pisteen etäisyyden kamerasta. Mitä vaaleampi piste on, sitä lähempänä kameraa se sijaitsee.



KUVA 15. Depth-tasolla kameraa lähinnä olevat pisteet ovat valkoisimpia. (Kempinen 2007.)

Syvyystasoa käytetään välineenä halutun etäisyyteen liittyvän vaikutelman luomiseen. Syvyyskartta onkin parhaimmillaan kuvissa joissa tarvitaan voimakasta syvyysvaikutelmaa, kuten äärimmäisissä lähiotoksissa tai laajoissa ulkoilmakuvissa.

Vaikka syvyystasoa voidaan käyttää minkä tahansa efektin hälventämiseen, käytetään sitä lähinnä kahteen eri efektiin. Hyödyllisimmillään syvyystaso on syväterävyyden (depth of field, DOF) luomiseen. Syväterävyydessä kuvassa on tietty etäisyys, jonka alueella kuva on terävä ja siitä kauemmaksi tai lähemmäksi kameraan mennessä kuva pehmenee ja näin vahvistaa vaikutelmaa syvyydestä kuvassa. Sitä mukaa mitä tummempi piste syvyyskartassa on, sitä enemmän pehennystä siihen syntyy. Syväterävyyden luominen depth-tason avulla on moninkertaisesti nopeampaa kuin tehdä se renderöidessä 3d-ohjelmiston lens shader -tekniikalla.

Toinen yleinen depth-tason käyttökohde sekin liittyy etäisyysvaikutelman vahvistamiseen, mikä ei yllätä, kun on kyse syvyys-tasosta. Tämä toinen käyttökohde on sumun, smogin ja yleisen värien haalistumisen simulointi etäisyyden kasvamisen myötä,

joka onnistuu syvyys-tasolla todella helposti. Mustavalkoinen syvyys-taso täytyy vain invertoida, vaihtaa valkoisen väri halutuksi, jonka jälkeen jäljelle jää sopivan voimakkuuden löytäminen.

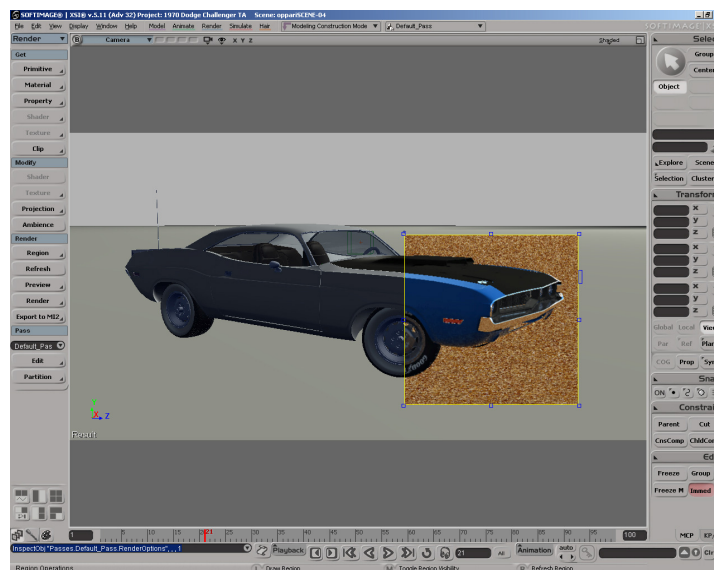
Syvyys-taso on tärkeää renderöidä liukulukuja tukevaa kuvaformaattia käyttäen. Tämä johtuu siitä, että syvyys-taso saattaa esittää erittäin isoa etäisyysvaihtelua jolloin esimerkiksi jpeg-kuvaformaatin 8-bittiä per värikanava tuottaa vain 256 eri harmaasävyä esittämään syvyyttä. Tämä mahdollisesti johtaa jälkikäsitelyssä syvyytstasoa käyttäessä huonoon lopputulokseen. Liukulukuja tukevassa formaatissa on jopa 32-bittiä per värikanava. Tällöin harmaasävyjä on jopa yli miljardia. (Birn 2006, 363, Wright 2006, 207.)

## 5 OHJELMISTOT

### 5.1 3d-ohjelmistot

#### 5.1.1 Softimage XSI

XSI on vuonna 1986 perustetun Softimage, CO:n kehittämä korkea-tasoinen 3d-ohjelmistopaketti. Softimage XSI:tä edelsi Softimage 3d, jota Softimage, CO kehitti jo 1980-luvulta asti. 1990-luvun loppupuolella Alias Maya alkoi vallata markkinoita, ja Softimage 3d:n arkkitehtuuri alkoi käydä vanhaksi. Niinpä Softimage, CO päätti lopettaa 3d:n kehittämisen ja alkaa rakentaa uutta ohjelmistopakettia, ja vuonna 2000 julkaistiin ensimmäinen versio Softimage XSI:stä. Nimi XSI tulee silloisen Softimagen omistajan Microsoftin Direct X -rajapinnasta sekä SI Softimagen nimikirjaimista.



KUVA 16. Kuvakaappaus Softimage XSI 5.11:stä. (Kempinen 2007.)

Tätä kirjoittaessa tammikuussa 2007 on Softimage XSI edennyt kuudenteen versioon. Render-tasot ja niiden jälkikäsittely ovat toteutettu XSI:ssä erityisellä vakaumuksella. Saumattomasti XSI:hin integroidusta Mental Ray -renderöintimoottorista saa renderöityä useimmat eri tasot erikseen nopeasti muutaman napin painalluksella. Tasojen jälkikäsittelyä varten ei välttämättä tarvitse ulkopuolista ohjelmaa, sillä XSI:n kallein versio XSI Advanced sisältää sisäänrakennetun epälineaarisen jälkikäsittelyeditorin FX Tree:n. FX Tree perustuu Softimagen nykyisen omistajan Avid:n omaan Illusion

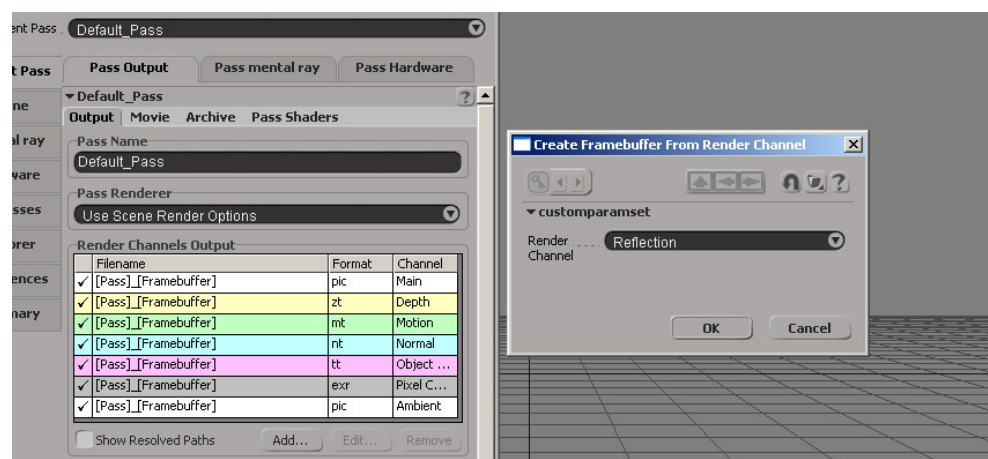
ohjelmistoon. XSI:ssä on valmiina kaksi eri tapaa eristää tasoja, render channels sekä render passes. (Wikipedia 2007a; CGWiki 2006.)

## Render Channels

Render-kanavat (render channels XSI:ssä) ovat ikään kuin eri render-tasojen alatasoja. Yhdelle tasolle tulevat elementit, kuten diffuse, specular, reflection jne. voidaan eritellä omille kanavilleen ja näin omiin tiedostoihin. Render-kanavat ovat erittäin viisas tapa eritellä perustasoja kuten edellä mainitut diffuse, specular, reflection sillä kaikki mitä renderöityy niiden päätasolle, tallentuu samalla renderöinti kerralla myös näille kanaville. Esimerkiksi beauty-tasoa renderöidessä kanaville voi tallentaa reflection-, diffuse-, ambient- ja useat muut tasot.

Render-kanavien etuna on niiden helppous. Ne ovat todella helppo lisätä mille tahansa tasolle nopeasti. XSI:stä löytyy tuki seuraaville render-kanaville :

- Main (Beauty)
- Depth
- Motion
- Object labels
- Normal
- Pixel coverage
- Ambient
- Specular
- Diffuse
- Irradiance
- Reflection
- Refraction

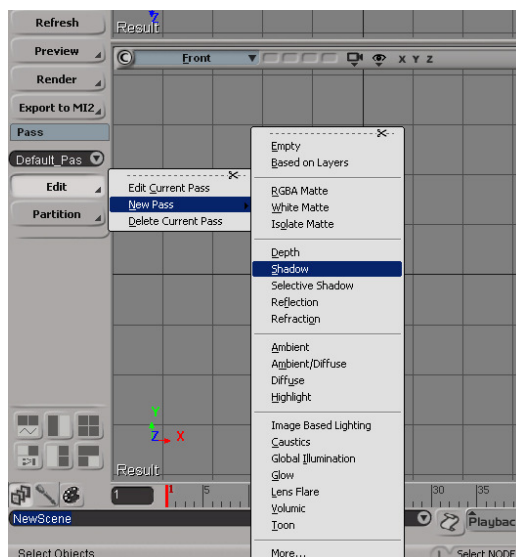


KUVA 17. Kuvakaappaus XSI:n render channels –valikoista. Create-ikkunasta kaikki kanavat on helppo ottaa käyttöön esiasetusten avulla. (Kemppinen 2007.)

Toisin kuin render-tasoja, ei omia render-kanavia pysty tekemään johtuen niiden "alitaso" luonteesta. Niille ei tallennu muuta kuin mitä tasolle, jossa ne ovat. (Softimage XSI Guides.)

## Render passes

Render passes ovat nimensä mukaisesti "renderöntikierroksia". Kullekin kierrokselle voidaan ja tulee asettaa omat renderöinti-, valo-, näkyvyys, kameraefekti- ja materiaaliasetukset eli lähinnä kaikki mahdolliset asetukset geometrian ja valojen sijaintia lukuun ottamatta. Jokainen kierros renderöityy erikseen.



KUVA 18. Uusien tasojen luonti onnistuu XSI:ssä nopeasti esiasetusten avulla. (Kemppinen 2007.)

XSI:ssä yhdessä scene:ssä voi olla niin monta render pass -kierrosta kuin on tarpeen. Valmiina esiasetuksina XSI:ssä on useimmat yleisimmin käytetyt tasot kuten matte, shadow, specular, diffuse, ambient jne. Esiasetukset on todella nopea ottaa käyttöön muutamalla hiiren painalluksella, mutta niistä ei löydy kaikkia mahdollisia tasoja. Parhaimmillaan render passes on kun sen avulla tehdään halutun kaltainen taso käsin. Käsin luoto taso alkaa empty-tasosta, jossa kaikki asetukset on default-tasosta eli päätasosta kopioitu.

Koska joka render pass:lle voi laittaa eri asetukset kameralla,



renderöinnille, varjoille jne, on se omiaan renderöintiajan optimoimiseen. Esimerkiksi ajan säästämiseksi varjotason anti-aliasing -asetuksia on hyvä laskea. (Softimage XSI Guides 2006.)

### **5.1.2 Autodesk 3ds Max**

Kuten Softimage XSI, myös Autodesk'in 3ds Max periytyy aikaisemmasta ohjelmistosta, jonka kehitys on lakkautettu. Alun perin Yost Groupin kehittämää ja Autodeskin vuonna 1990 julkaisemaa Autodesk 3d Studio:ta kehiteltiin aina vuoteen 1994 asti. Kuten Softimage, Autodesk päätti myös keskeyttää 3d Studion kehittämisen neljännen version jälkeen vuonna 1994. Syynä oli sen vanhentunut arkkitehtuuri sekä käyttäjien siirtyminen Windows NT - käyttöjärjestelmälle, 3d Studio oli vain DOS:lle. Vuonna 1996 julkaistiin ensimmäinen versio nykyisestä 3ds Max:sta, tuolloin se tunnettiin vielä nimellä 3d Studio MAX.

Tällä hetkellä tammikuussa 2007 Autodesk 3ds Max on yhdeksännessä versiossaan. Kuten Softimage XSI:n mukana, myös 3ds Max:n mukana tulee Mental Ray -renderöintimoottori, joskin integraatio ei aivan ole yhtä saumaton kuin XSI:ssä. Mental Ray:n lisäksi 3ds Max:ssa on myös sen oma alkuperäinen scanline-renderöijä (Mental Ray lisättiin 3ds Max:n versiossa 6).

3ds Max:ssa on myös XSI:n tapaan kaksi eri tapaa luoda render-tasoja. Nämä kaksi tapaa kulkevat 3ds Max:ssa nimillä scene states ja render elements. Render elements helppo ja nopea tapa, scene states hidas mutta mukautuvampi. (CGWiki 2006; Wikipedia 2007c.)

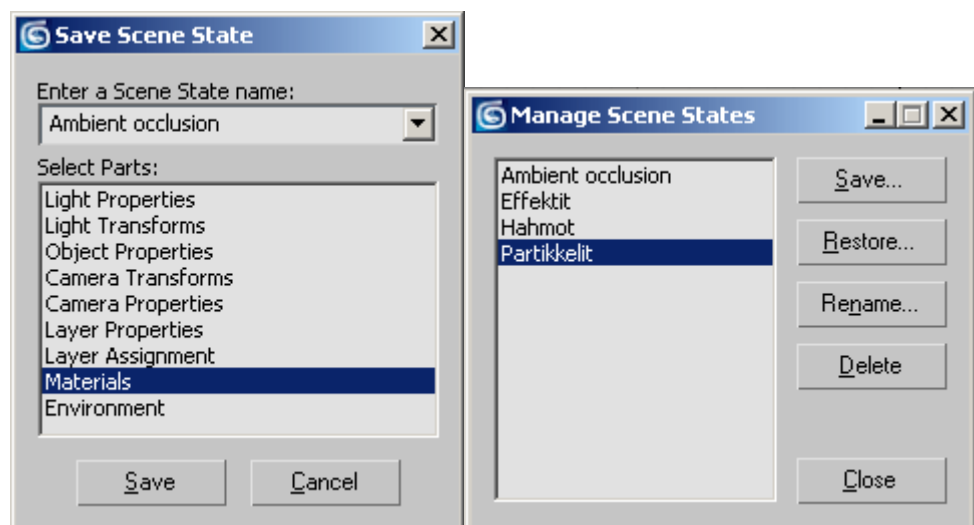
## Scene states

3ds Max:n scene states ominaisuus mahdollistaa nimensä mukaisesti useiden eri tilojen luonnin yhden scene:n sisälle. Näihin tiloihin ei tallennu mitään mallien geometrian muutoksia, vaan eri parametrien tiloja. Scene states -tiloihin pystyy tallentamaan seuraavat ominaisuudet:

- Light properties
- Light transforms
- Object properties
- Camera transforms
- Camera properties
- Layer properties
- Layer assignment
- Materials
- Environment.

Eri scene states -tilat pystyy 3ds Max:n batch render -ominaisuudella vaivattomasti renderöimään omiin tiedostoihin jälkikäsitteilyä varten.

Scene states vastaa siis hyvin pitkälti XSI:n render passes -ominaisuutta. XSI:ssä etuna ovat valmiit esiasetukset monille eri render-tasoille kuten diffuse, specular jne. 3ds Max:ssa taasen scene statesin etuna ovat että niihin pystyy tallentamaan kameroiden sekä valojen paikat. (Autodesk 2005.)



KUVA 19. Kuvakaappaus 3ds Max:n Scene States –valikoista. (Kemppinen 2007.)

## RPF-tiedostoformaatti

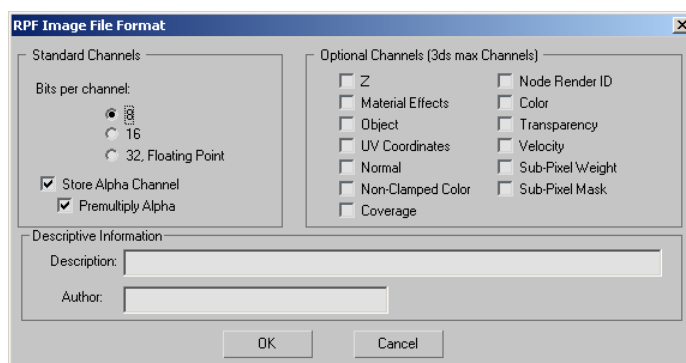
RPF eli rich pixel format on Autodesk:n kehittämä tiedostoformaatti 3d-ohjelmistojen ja jälkikäsittelyohjelmistojen väliseen materiaalin siirtoon. Rpf on erityisesti suunniteltu hyödyntämään render-tasoja sekä helpottamaan niiden hallintaa.

Ilman rpf-formaattia eri tasot yleensä renderöidään omiin tiedostoihinsa, yksi ruutu eli frame per tiedosto. Rpf-formaattiin kuitenkin voi tallentaa yhteen tiedostoon useimmat eri tasot omille kerroksilleen, layer-tasoille Adobe Photoshop psd-formaatin tavoin. Kuitenkin psd:stä poiketen rpf-tiedoston kerroksille tallentuu automaattisesti oikea blending mode -sekoitus, eri tasot yhdistyvät automaattisesti oikein.

Toisin kuin Photoshop psd-formaattiin tai muihin kerroksia tukeviin formaatteihin rpf-formaattiin ei pysty tallentamaan muuta kuin ennaltamääräytyt render-tasot ja elementtikerrokset. Ne ovat:

- Z
- Material effects
- Object
- UV coordinates
- Normal
- Non-clamped colors
- Coverage
- Node render ID
- Color
- Transparency
- Velocity
- Sub-pixel weight
- Sub-pixel mask

Tuki rpf-formaatille löytyy tällä hetkellä ainakin 3ds Max:sta, Lightwave 3d:stä sekä jälkikäsittelyohjelmasta Combustionista. (Creative Tools 2006, Autodesk 2005.)



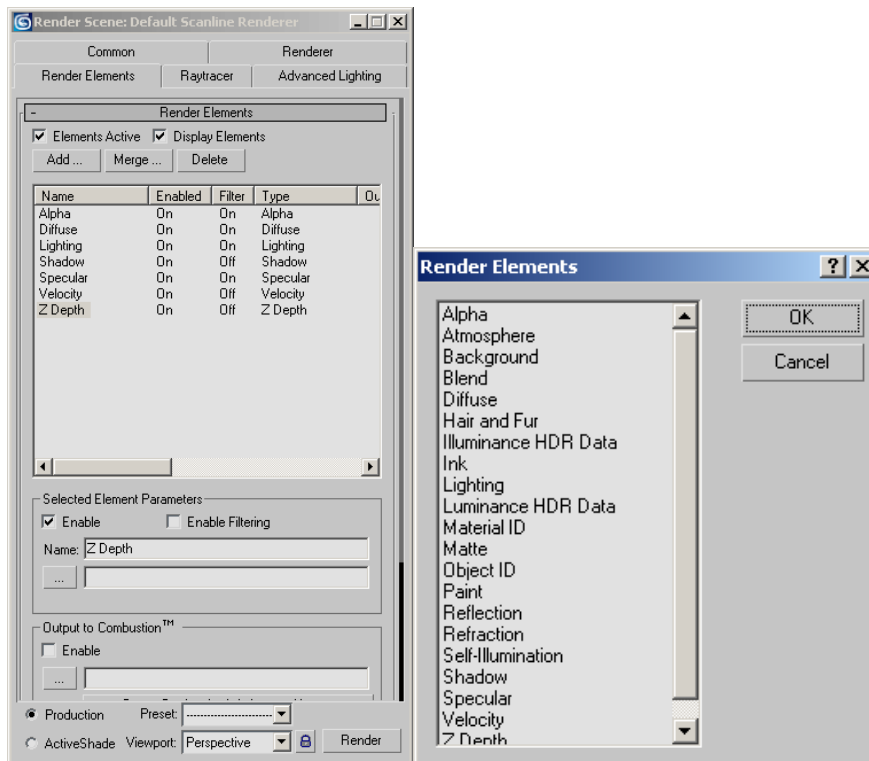
KUVA 20. Kuvakaappaus RPF-tiedostoformaatin asetuksista 3ds Max:sta. (Kempinen 2007.)

## Render elements

Render elements vastaa XSI:n render channels -ominaisuutta. Ne ovat valmiita esiasetuksia (presets) eri render-tasoista sekä elementeistä joita voidaan tallentaa omiin tiedostoihin. Renderointiaika ei elements-tasojä käyttäessä kasva, sillä niihin tallentuu vain tasot ja elementit jotka renderöityisi ilman niitäkin. (Autodesk 2005.)

Seuraavat render-tasot löytyvät esiasetuksina:

- Specular
- Shadow
- Self-Illumination
- Reflection
- Refraction
- Lightning
- Diffuse
- Alpha
- Atmosphere
- Background
- Blend
- Hair and fur
- Illuminance HDR Data
- Ink
- Luminance HDR Data
- Material ID
- Matte
- Object ID
- Paint
- Velocity
- Z Depth.



KUVA 21. Kuvakaappaukset Render Elements –valikoista. (Kempainen 2007.)

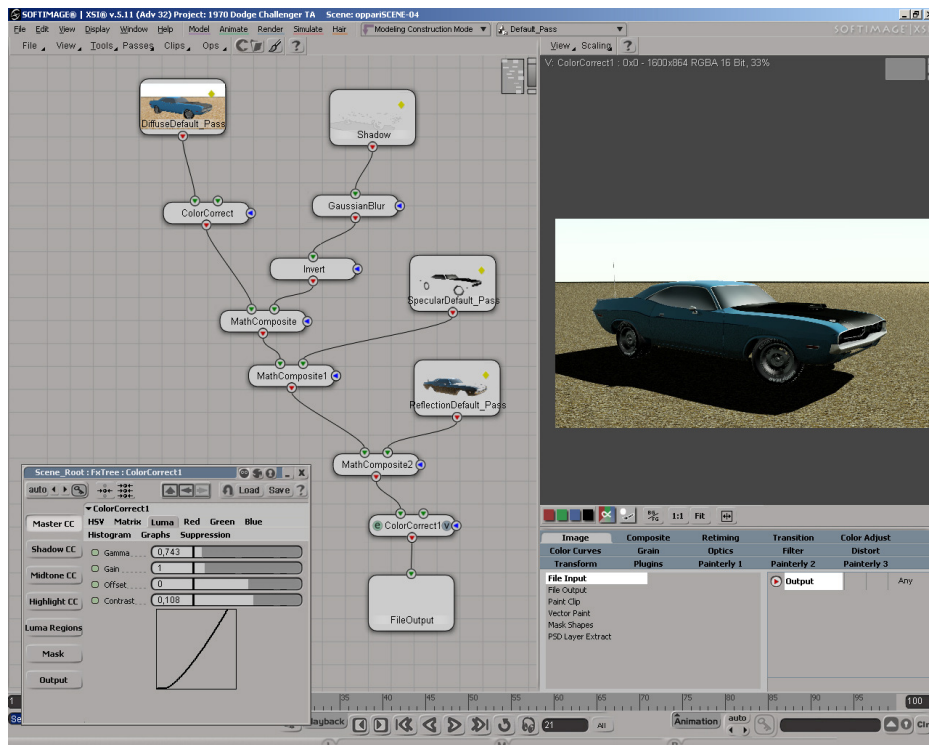
### 5.1.3 CTRL\_Buffers

Mental Raytä käyttäville ohjelmistoille on myös olemassa ilmainen kolmannen osapuolen plug-in, jonka avulla pystyy erottelemaan render-tasojia. CTRL Studio kehittämä CTRL\_Buffers.

## 5.2 Jälkikäsittelyohjelmistot

### 5.2.1 Softimage XSI & Illusion

Vaikka Softimage XSI tunnetaan lähinnä 3d-ohjelmistona, on siihen sisäänrakennettu myös erittäin kattavat jälkikäsittelytyökalut. Työkalut kulkevat XSI:ssä nimellä XSI Illusion, ne perustuvat Softimagen emoyhtiön Avid:in kehittämiin video-editointi- ja jälkikäsittelyohjelmistoihin. Vaikka Illusion on osa 3d-ohjelmistoa, on se täysverinen jälkikäsittelyohjelma, resoluutio rajoittamaton ja tukee 8-, 16- ja 32-bittistä liukuluku formaatteja.



KUVA 22. Softimage XSI kompositointitilassa. Vasemmalla kuvassa node-editorin puurakenne. (Kemppinen 2007.)

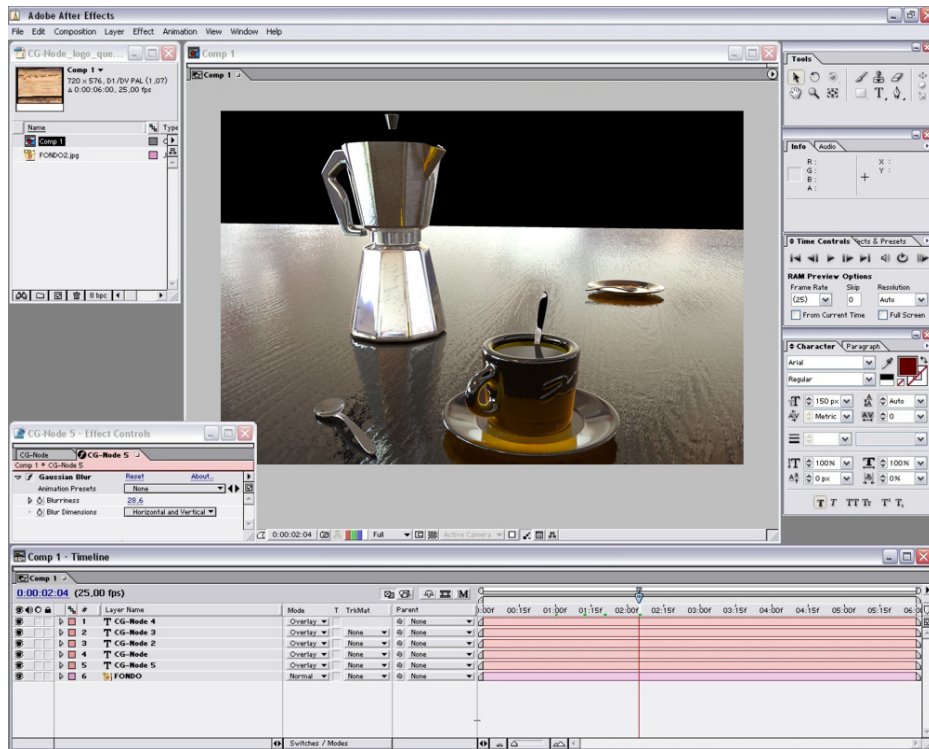
Illusionin työtapa perustuu lähdemateriaaliin liitettäviin eri operaattoreihin. Operaattorit liitetään toisiinsa ja lähdemateriaaliin

node-pohjaisella editorilla. Nodet ovat visuaalinen tapa esittää eri lähdemateriaalin ja operaattorien välistä yhteyttä. Toisin kuin esimerkiksi Photoshopin history-pohjainen työtapaa, node-työtapaa on ns. non-destructive eli mikään tehty muutos ei ole perumaton. Mikään operaattori ei tee pysyvää muutosta lähdemateriaaliin, vaan missä tahansa vaiheessa pystyy aikaisemmin luotuun operaattoriin palaamaan ja muuttamaan sen asetuksia tai kokonaan poistamaan sen.

Node-pohjainen työtapaa on nykyään hyvin yleinen eri jälkikäsitteilyohjelmistoissa. XSI Illusion lisäksi mm. Apple Shake, Eyeon Fusion, NUKE sekä Autodesk Combustion toimii node-editorilla. Jälkikäsitteilyohjelmistojen lisäksi node-editorit tekevät tuloaan myös muihinkin ohjelmiin. Esimerkiksi 3ds Max:in particle flow sekä XSI:n materiaalieditori ovat node-editoreita. (Softimage XSI Guides 2006.)

### **5.2.2 Adobe After Effects**

Ohjelmistojätti Adoben tuote jälkikäsitteilymarkkinoille on Adobe After Effects. After Effects eli AE on yksi kyseisen markkinoiden vanhimpia edustajia. Ensimmäinen versio näki päivänvalon vuonna 1993 CoSA yrityksen tuotteena. Vuonna 1994 Adobe:n haltuun siirtynyt AE kulkee tänä päivänä seitsemännessä versiossaan. XSI Illusionin tapaan After Effects on perustuksiltaan erittäin vakuuttava ohjelmisto. Tuki löytyy aina 32-bittisille HDR-kuville saakka, 2D-tasoa voi editoida 3D-avaruudessa, erilaisia filttareita on kymmenittäin ja kolmannen osapuolen plug-in –valikoimat ovat todella kattavat.



KUVA 23. Kuvakaappaus After Effects:stä. (Kempinen 2007.)

Työskentely AE:ssa poikkeaa huomattavasti XSI Illusionin node-editorista. AE:n työtapo toimii Adobe Photoshop:in tavoin tasoja eri layer-tasoja käyttäen ja muutokset tallentuvat historiapuuun. Muutenkin AE muistuttaa paljon Adobe Photoshop kuvankäsittelyohjelmaa, aikajanaa lukuun ottamatta. (Wikipedia 2006d)

## 6 CASE

### 6.1 Casen esittely

Opinnäytetyön case-osuudessa vertailen lyhyen 3d-animaation avulla render-tasojen käyttöä verrattuna ”perinteiseen tapaan” eli ilman tasoja renderöintiin ja jälkikäsittelyyn. Vertailukohtana toimivat renderöintiin ja toteutukseen kulunut aika, työtapo sekä työnjälki. Jälkikäsittelyn avulla halusin myös tuoda kuvaan uudenlaista särmää.

### 6.2 Työn lähtökohdat

Casen esimerkkinä toimii tekemäni 3d-scene, jossa amerikkalainen Dodge Challenger auto kiittää kohti ja lopuksi ohi kameran hyvin lyhyessä ajassa, tasan 30:ssä ruudussa. Auton malli on todella raskas sisältäen lähes miljoona polygonia. Animaatio ja malli ovat toteutettu täysin Softimage XSI ohjelmistolla. Resoluutio animaatioissa on 1600x864, mikä takaa noin 16:9 kuvasuhteen. Pienempi resoluutio olisi hyvinkin riittänyt animaatiota varten, mutta päätin asettaa sen kyseisen suuruiseksi, jotta aikaero eri työtapojen välillä kasvaisi ja jotta opinnäytetyöhön liitettävät kuvat eivät olisi liian pieniä tulostusta varten.

Valaistus toimii ”light rig” tekniikalla. Aurinkomainen valo syntyy yhdestä spotlight-valosta ja taivaan luoman sinertävän täytevalon tuottaa kymmenen ympyrän muotoon asetettua spotlight-valoa. Final Gathering –valaistuksen jätin ajansäästösyistä pois, vaikka se olisikin oman lisänsä ja render-tason caseen tuonut. Koska kyseessä on animaatio ja siinä nopeasti liikkuva esine, tässä tapauksessa ajoneuvo, tarkoitus oli lisätä kuvaan liike-epäterävyys. Kuvaan realistisuutta tuomaan ja myös kuvan mitään sanomatonta taustaa peittämään varten päätin myös käyttää syväterävyyttä.

Seuraavat render-tasot asetin renderöitymään omiksi tiedostoiksi:

- Beauty eli kaikki yhdessä
- Diffuse
- Motion
- Ambient



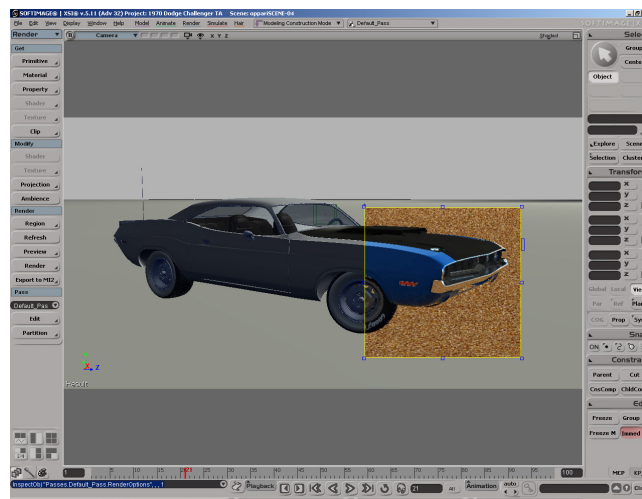
- Reflection
- Refraction
- Shadow
- Ambient occlusion.

Shadow- ja Ambient occlusion –tasoista tiputin anti-aliasing –asetuksia heikommaksi muihin tasoihin verrattuna. Tämä siksi, että odotin ambient occlusion –tason luoman lisän lopputulokseen olevan melko pieni. Sen heikompaa laatua on todella vaikea huomata, enemmänkin mahdotonta.

Mallien ja animaation lisäksi jälkikäsitteilyn ja kompositoinnin suoritin myös Softimage XSI:ssä, käyttäen FX Illusion –työkaluja. Tekstuureiden tekemisen ja pientä kompositointitestausta suoritin myös Adobe Photoshop:ssa.

### 6.3 Renderöinti

Yhden ruudun renderöiminen default-tasolta kesti keskimäärin noin 40-60 minuuttia, ja koska jokaisesta ruudusta piti sen lisäksi erikseen renderöidä ambient occlusion- ja shadow-taso (beauty piti sisällään diffuse-, ambient, reflection- sekä refraction-tason). Päätin käyttää tätä opinnäytetyön case-osuutta varten vain yhtä animaation ruutua esimerkkinä, tässä tapauksessa ruutua numero 21. Muuten renderöinti-ajoista olisi pitänyt puhua viikoissa, ei tunneissa tai minuuteissa.



KUVA 24. Kuvakaappaus mallista. (Kempainen 2007.)

Renderöintiajat:

Taso	Kesto
Beauty-taso. Eli default, shadows ja ambient occlusion tasot kaikki yhdessä. Perinteinen tapa renderöidä.	0:43:40.29
Beauty + liike-epäterävyys (XSI:n default-asetuksilla).	Reilusti yli 30h
Beauty + syvyysepäterävyys.	1:01:29.87
Default. Sisältää diffusen-, ambient-, motion reflection- sekä refraction-tason.	0:13:40.34
Shadows	0:00:24.60
Ambient Occlusion	0:18:35.55
Depth	0:00:47.01

### 6.3.1 Liike-epäterävyyden renderöinti

Liike-epäterävyyden eli motion blur –efektin saavuttaminen XSI:n Mental Ray –renderöintimoottoria käyttäen osoittautui case-työssä lähes mahdottomaksi. Samoilla anti-aliasing -asetuksilla kuin beauty-taso ja XSI:n perus motion blur –asetuksilla, ei liike-epäterävyys taso ollut renderöitynyt kuin 31 prosenttia hiukan vajaan 30 renderöintitunnin jälkeen. Tiputtamalla kokonaan raytrace-ominaisuuden pois päältä, renderöintiaika tippui radikaalisti reiluun kymmeneen minuuttiin, mutta koska ilman raytrace-ominaisuutta ei peilauksia, heijastumia tai edes varjoja synny, oli lopputulos myös radikaalisti ei-halutunlainen.



KUVA 25. Ilman raytrace –ominaisuutta renderöity liike-epäterävyys on surkean näköinen peilautuvuuden, heijastuksien ja varjojen puutteen takia. (Kempainen 2007.)

Päätin alentaa automallin polygonimäärää melkein puolella, hiukan yli puoleen miljoonaan. Radikaalisti alentamalla anti-aliasing –asetusta sekä motion blur –asetuksien laatua sekä optimoimalla hiukan muita render-asetuksia yritin uudestaan liike-epäterävyydystason renderöintiä. Vähän reilun kymmenen tunnin renderöimisen jälkeen oli renderöiminen edennyt 28 prosenttiin, eli yhden kuvan renderöimiseen edelleen olisi kestänyt arviolta noin 40 tuntia, mikä on mielestäni aivan liikaa jopa still-kuvan renderöimiseen, saati animaatioon.

Motion-tason avulla jälkikäsittelyssä saavutettava liike-epäterävyys alkoi vaikuttaa ainoalta mahdollisuudelta saada kuvaan liike-epäterävyys.

### 6.3.2 Syväterävyyden renderöinti

Todella raakojen liike-epäterävyys –tason renderöintiaikojen jälkeen pelkäsin ettei syväterävyyttä myöskään ole mahdollista toteuttaa renderöiden. Laskin taas anti-aliasing –asetukset beauty-tasoon verrattuna heikommaksi sekä itse syvysepäterävyyden asetukset melko heikoksi. Yllätyksekseni syväterävyys ei vaatinutkaan vastaavaa laskentaa kuin liike-epäterävyys vaan renderöityi melkein tasan tunnissa, noin 18 minuuttia hitaammin kuin ilman sitä, eli pelkkä beauty-taso.



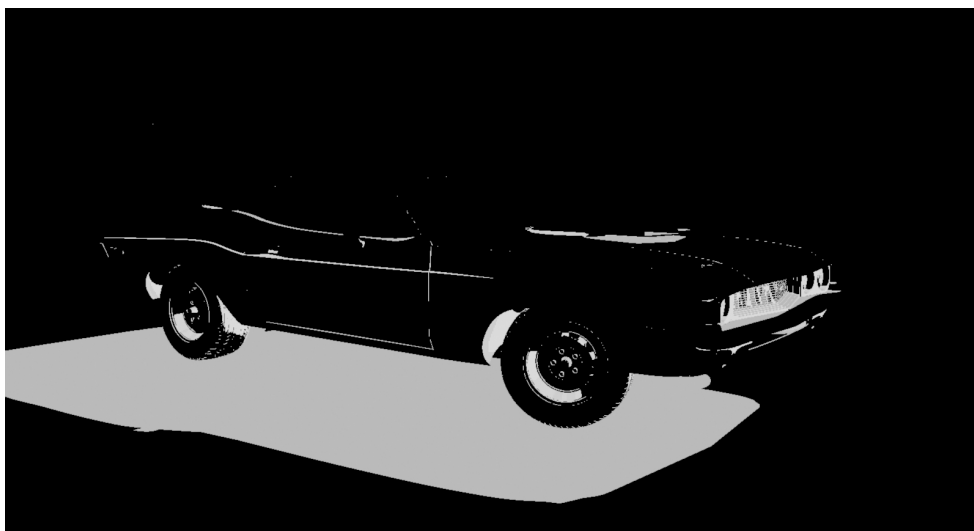
KUVA 26. Syvyyspäterävyys on melko rakeinen johtuen heikosta anti-aliasing sekä syvyyspäterävyys –asetuksista. (Kempainen 2007.)

Renderöinnin yhteydessä suoritettu syväterävyys vaati myös useita testirenderöintejä ennen kuin sain polttovälin kohdalleen eli auton etualan tarkaksi. Tosiasiassa sen luominen kesti huomattavasti kauemmin kuin vajaan tunnin.

### 6.3.3 Muut tasot

Renderöintiaikalistasta käy myös ilmi mielenkiintoinen fakta, että default-, shadows-, sekä ambient occlusion –tasot renderöityvät yhteensä yli kymmenen minuuttia nopeammin kuin beauty-taso, joka siis sisältää tismalleen samat elementit kuin edellä mainitut yhteensä. Tämä johtuu siitä, että erillisiä tasoja käyttäen pystyin asettamaan shadows- ja ambient occlusion tasoille pienemmät anti-aliasing –asetukset kuin default-tasolle niiden pienemmän visuaalisen vaikutuksen takia. Tasojen optimoinen toi siis vain yhdessä ruudussa kymmenen minuutin säästön.

Liike-epäterävyyden ja syvyyspäterävyyden todella massiivisten renderöintiaikojen vuoksi päätin olla kokonaan edes yrittämättä niiden renderöimistä samalla kertaa eli samalle tasolle.

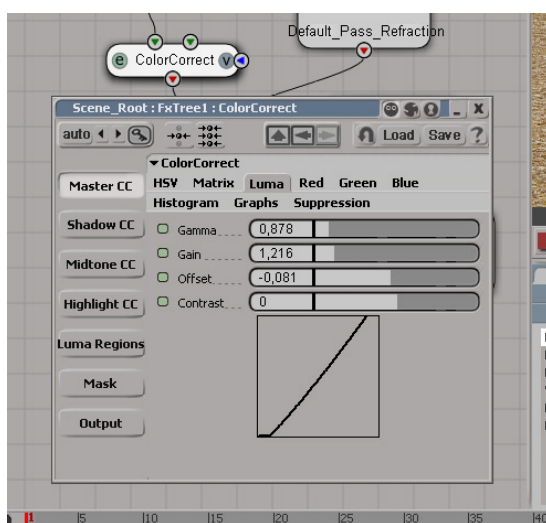


KUVA 27. Shadow-taso renderöityi vain vajaassa 25 sekunnissa optimoinnin avulla. (Kempinen 2007.)

## 6.4 Kuvan jälkikäsittely

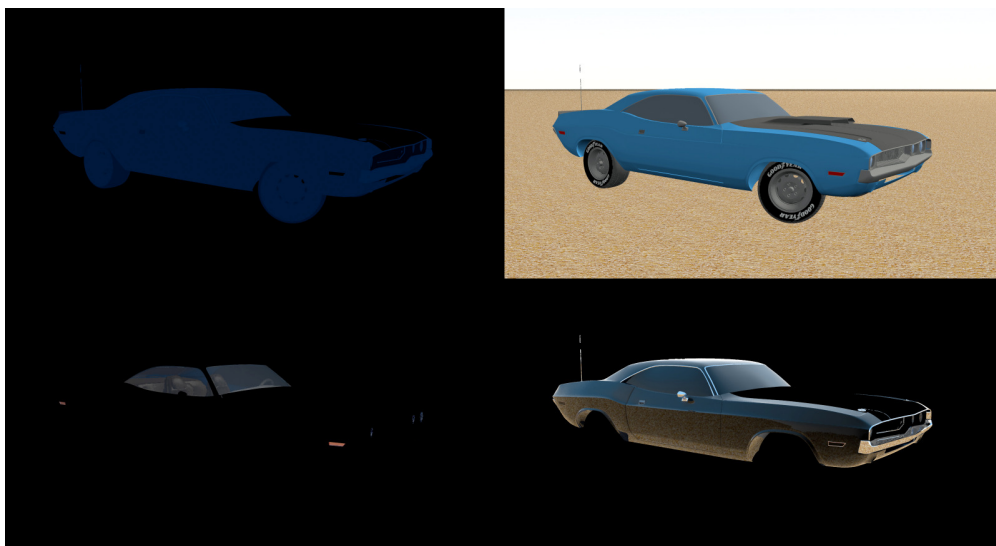
### 6.4.1 Perustasojen yhdistäminen

Jälkikäsittelyn aloitin yhdistämällä kuvan muodostavat perustasot, eli diffuse-, ambient-, reflection-, refraction, shadows- sekä ambient occlusion –tasot. Useat tasot vaativat värien korjausta halutunlaisen ulkonäön saavuttamiseksi. XSI:ssä Illusion jälkikäsittely ja kompositointi työkaluilla värienkorjailu onnistuu parhaiten ColorCorrect-operaattorilla. Muitakin operaattoreja värienkorjaukseen on, mutta ColorCorrect on monipuolisin.



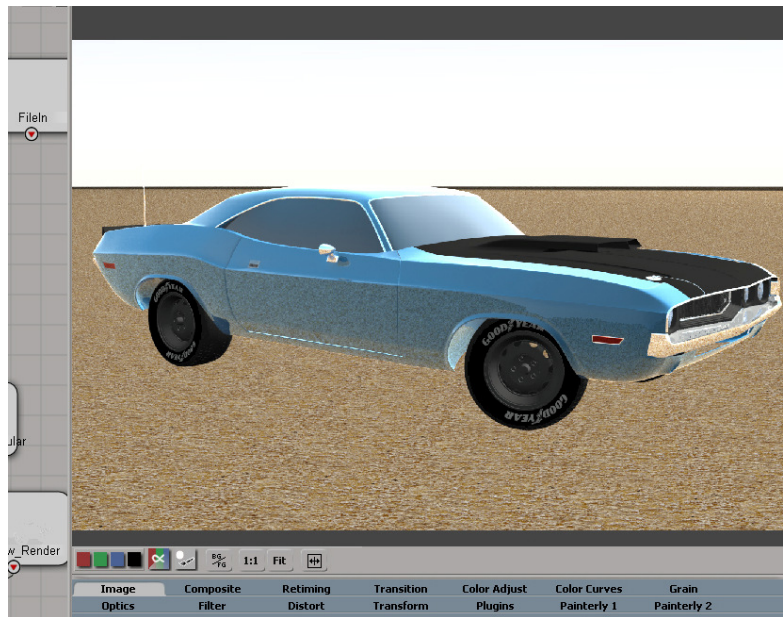
KUVA 28. ColorCorrect-operaattori sisältää useita välilehdellisiä värienkorjausparametreja. (Kempinen 2007.)

Värienkorjausta yleisempi kuvan ulkonäköön liittyvä operaatio oli MathComposite-operaattorissa suoritettava eri tasojen välinen sekoitussuhde. MathComposite-operaattorilla yhdistetään kaksi eri tasoa, valitaan niitä yhdistävä blending mode –sekoitus sekä suhde, kuinka paljon lisättävä taso vaikuttaa toiseen. Useimmiten lisättävän tason sekoitussuhdetta piti rankasti keventää.



KUVA 29. Kuvassa käytettyjä eri render-tasojä. Vasemmalta ylhäältä ambient, diffuse, refraction ja viimeisenä oikealla alhaalla reflection. (Kemppinen 2007.)

Aloitin tasojen yhdistämisen oikeaoppisesti tuomalla ensimmäisenä editoriin diffuse-tason. Diffuse-taso taso oli renderöitynyt hiukan liian kirkkailla väreillä, joten yhdistin sen ColorCorrect-operaattoriin, jossa laskin värien gamma-arvoa reilusti. Ensimmäisenä diffuse-tasoon yhdistin reflection eli heijastus-tason. Heijastukset olivat nekin myös aivan liian kirkkaita, joten laskin dramaattisesti sen sekoitussuhdetta diffuse-tasoon, mutta myös nostin ColorCorrect-operaattorilla sen kontrastia.



KUVA 30. Ilman ColorCorrect-operaattoria heijastukset olivat liian kirkkaita. (Kempinen 2007.)

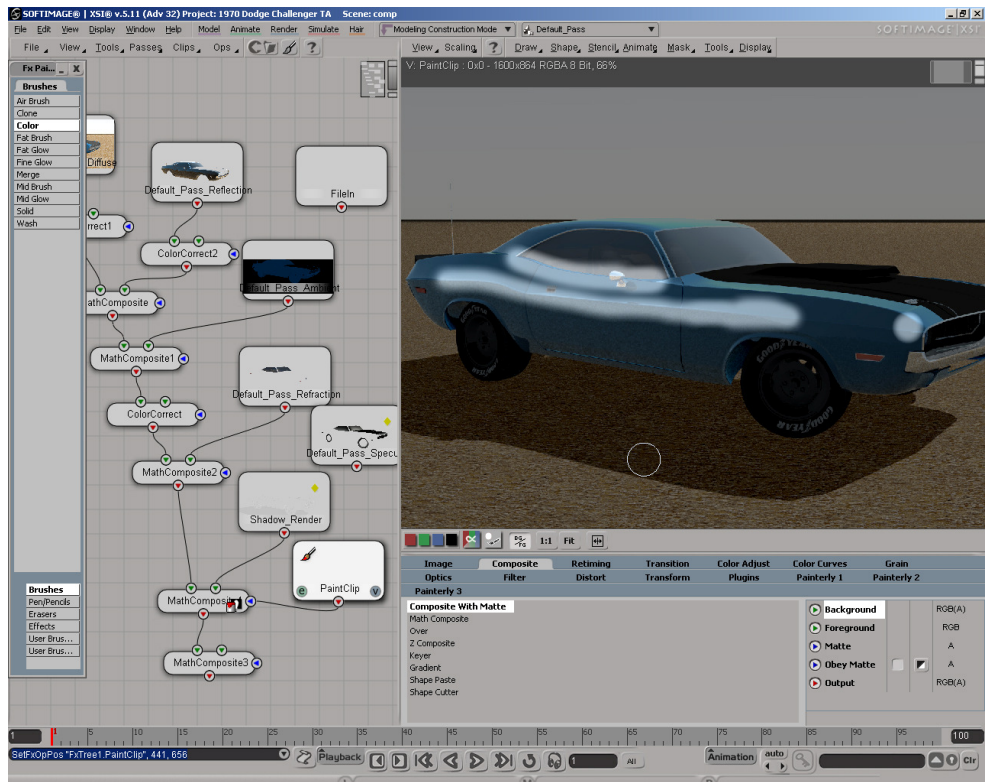
Seuraavaksi lisäsin kuvaan ambient-tasoa hyvin pienellä sekoitussuhteella luomaan täytevaloa auton pimeisiin kohtiin. Kuva oli edelleen liian vaalea, joten seuraavana yhdistin kaikki yhdistetyt tasot ColorCorrect-operaattorin ja tummensin niitä Gamma-arvoa laskemalla.

#### 6.4.2 Varjojen lisääminen

Tasoja yhdistäessä huomasin että shadow-taso, jonka olin renderöinyt hieman muita tasoja heikommalla anti-aliasing –asetuksilla, ei istunut muiden tasojen päälle sulavasti. Hiukan erilainen anti-aliasing eli reunojen pehmenys johti siihen, että varjot eivät aivan osuneet yhteen muiden tasojen kanssa ja niiden varjojen laiduille syntyi epämääräistä mössöä. Shadow-taso oli siis pakko renderöidä uudestaan muita tasoja vastaavilla anti-aliasing –asetuksilla. Uudelleen renderöinti ei paljoakaan hidastanut prosessia, sillä uusi paremmilla asetuksilla varustettu varjotasot renderöityi vain vajaan sekunnin hitaammin kuin optimoitu, eli 25.26 sekunnissa.

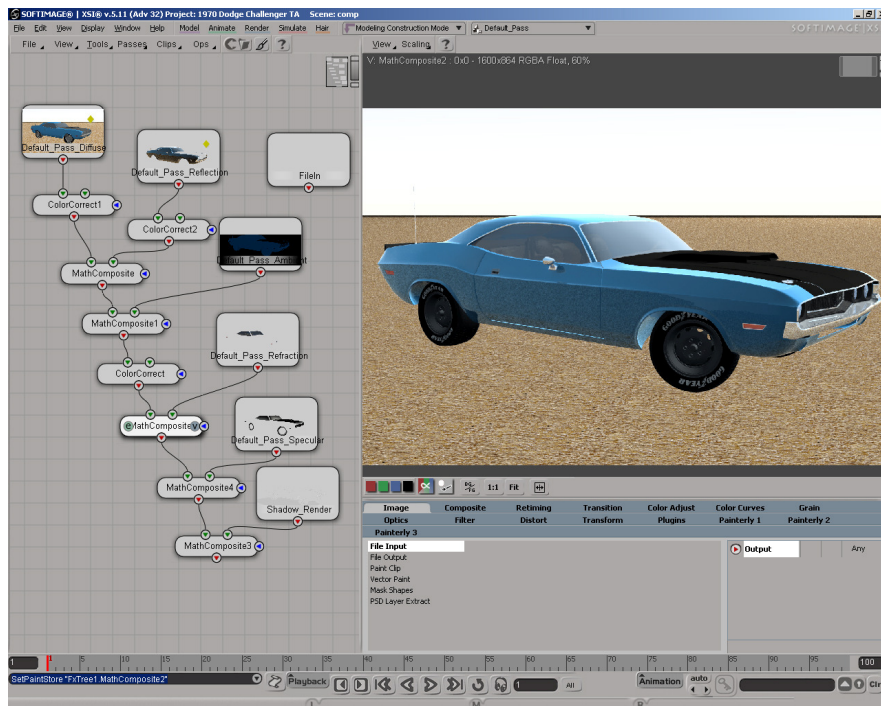
Varjotasolle oli myös renderöitynyt epämääräisiä laikkuja auton kylkeen sen varjoisalle puolelle, jonka pitäisi olla tasaisesti varjossa. Päätin säästyä vaivalta ja poistaa kyseiset epäkohdat pois kuvasta maskien avulla jälkikäsitellyssä enkä alkaa uudelleen renderöimällä

etsiä vian syytä. Tämä onnistui todella vaivattomasti käyttämällä PaintClip-operaattoria. PaintClip-operaattoriin pystyy piirtämään kuvia useilla eri brush-pensseleillä kuten Adobe Photoshop:ssa. Piirsin operaattorilla muutamalla vedolla kuvan, jossa peitin alueet, joilla ongelmia ilmeni. Tämän kuvan yhdistin varjotason ja muut tasot yhdistävään MathComposite-operaattorin mask input -kohtaan, jolloin ongelma alueet jäivät sekoittumatta kuvaan.



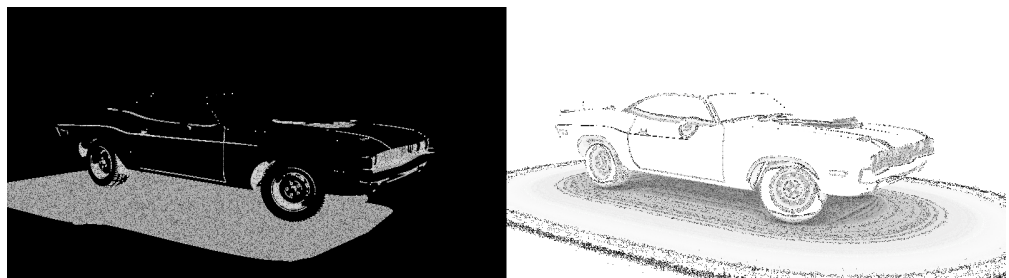
KUVA 31. PaintClip-operaattori käytössä. (Kempinen 2007.)





KUVA 32. Ennen varjoja kuva on litteän, kaksiulotteisen näköinen. (Kempainen 2007.)

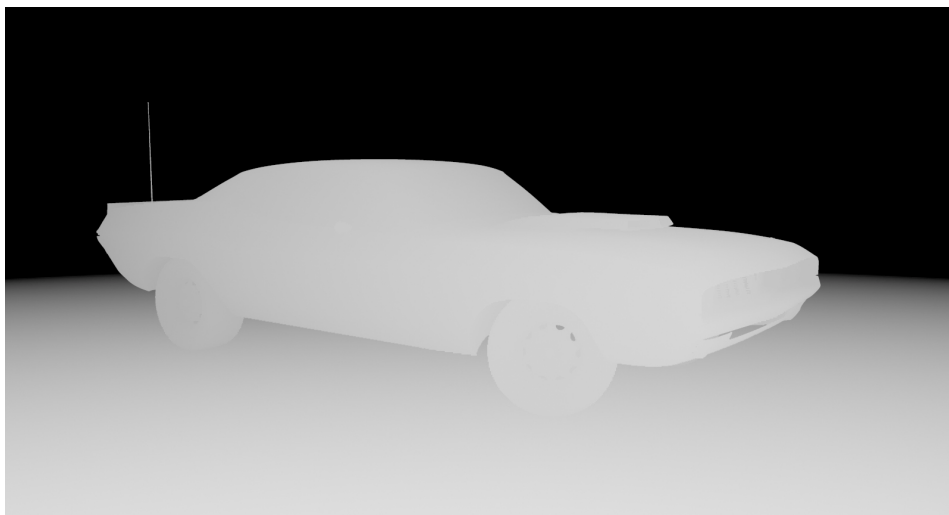
Normaalien varjojen jälkeen lisäsin täytevarjot eli ambient occlusion –tason. Taso oli renderöinnin jälkeen hyvin haalea ja mitäänsanomaton lisä kuvaan, joten tiputin sen gamma-arvoa todella rankasti ColorCorrect-operaattorilla, mikä lisäsi kuvan dramaattisuutta huomattavasti.



KUVA 33. Shadow- ja ambient occlusion –taso. (Kempainen 2007.)

### 6.4.3 Syväterävyyden lisääminen

Syväterävyyden toteuttaminen oli hyvin hidasta renderöinnin yhteydessä, yksi ruutu vei hiukan yli tunnin renderöidä ja asetukset olivat niin alhaiset, että jälki ei ollut kovin kehuttavaa.



KUVA 34. Syvyyskartta. Mitä kauempana kartasta piste on, sitä mustempuna se näkyy. (Kemppinen 2007.)

Jälkikäsitellyssä XSI:n kompositointi työkaluilla syväterävyyden luominen onnistui Depth of Field –operaattorilla. Kyseinen operaattori vaatii toimiakseen lähdekuvan sekä syvyyskartan eli depth-tason. Depth of Field –operaattorilla syväterävyyden luonti oli äärimmäisen nopeaa, operaattorin luominen vaati vain muutaman napin painallusta sekä oikeiden lähdekuvien yhdistämistä kyseiseen operaattoriin. Kun operaattori oli luotu, kesti vain muutamia sekunteja laskea syväepäterävyyden vaikutus kuvaan. Yhdellä syvyyskartalla pystyi myös asettamaan polttopisteen haluamalleen etäisyydelle, eli missä haluaa kuvan tarkimman alueen olevan. Tein muutamia testauksia eri asetuksilla kuvaan sopivan syväepäterävyyden löytämiseksi. Tässä kaikessa ei mennyt muutamia minuutteja pidempään.



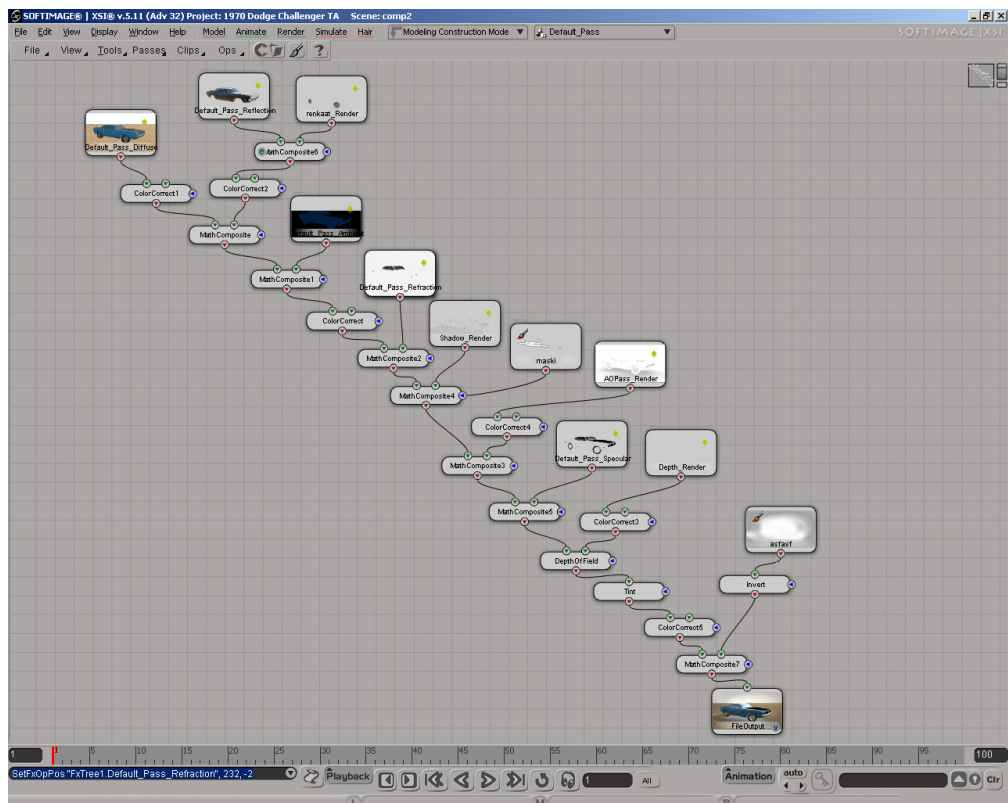
KUVA 35. Todella rankalla syväepäterävyysefekillä voi luoda pienoismallimaisen tunnelman. (Kemppinen 2007.)

## 6.4.4 Kuvan viimeistely

Kaikki tasot oli nyt yhdistetty kuvaan, ja jäljellä oli viimeistely. Ensimmäiseksi lisäsin kuvan jatkeeksi Tint-operaattorin. Tint lisää nimensä mukaisesti kuvaan haluttua sävyä. Lisäsin kuvaan keltaoranssia sävyä tuomaan lämpöä. ColorCorrect-operaattorilla lisäsin kuvan dramaattisuutta rankasti kasvattamalla kontrastia hyvin paljon.

Viimeisenä kuvaa muokkaavana elementtinä käytin jälleen PaintClip-operaattoria, johon piirsin kuvalle mustat reunat. Nämä tummenevat reunat lisäsin kuvaan tutulla MathComposite-operaattorilla. Kuvan tummenevat reunat lisäävät kuvan särmikkyyttä ja nostavat kuvan keskelle olevan auton huomion keskipisteeksi.

Jäljellä oli vain viimeinen operaattori, kuvan tiedostoon kirjoittaja FileOutput-operaattori. FileOutput:ssa valitaan mihin formaattiin kuva tai video tallennetaan ja jos kyseessä on animaatio eli kuvasarja niin mitkä ruudut tallennetaan. Koska kutistin oman työni yhteen ruutuun, tallensin sen jpeg-formaatissa.



KUVA 36. Kuvakaappaus lopullisesta kuvan muodostavasta operaattoreiden verkostosta. Vasemmalla ylhäällä ensimmäinen diffuse-taso ja oikealla alhaalla viimeinen FileOutput-operaattori. (Kempinen 2007.)

### **6.4.5 Liike-epäterävyys**

Renderöintivaiheessa suoritettava liike-epäterävyys osoittautui tuotantokelvottomaksi, renderöintiin kuluva aika karkasi reilusti yli mahdollisuuden rajojen. Liike-epäterävyyden toteuttamisen ainoaksi vaihtoehdoksi jäi siis jälkikäsitely.

XSI:ssä jälkikäsitelty liike-epäterävyys onnistuu Directional Blur –operaattorilla. Se toimii pitkälti Depth of Field –operaattorin tavoin, tarvitaan lähdekuva sekä motion-tason kuva, joka kertoo operaattorille liikkeen suunnan ja määrän. Operaattorin avulla liike-epäterävyyden laskeminen kuvaan kestää vain muutamia sekunteja, saman verran, kun lisäisi kuvaan normaalia Blur-efektiä.

Päätin kumminkin olla lisäämättä yhtään liike-epäterävyyttä kuvaan. Liike-epäterävyys ja syväepäterävyys yhdessä tekivät kuvasta todella sotkuisen. Liike-epäterävyys myös luonnollisesti sotki koko hienon automallin. Jos olisin renderöinyt koko 30 ruudun animaation, olisin käyttänyt liike-epäterävyyttä.

## **6.5 Johtopäätökset casesta**

Tasojen jälkikäsitelyn konfigurointi, etenkin operaattorien ja lähdemateriaalien yhdisteleminen, vei aikaa yhteensä reilun tunnin. Kokeneemmalta tekijältä olisi työaika varmasti kutistunut murto-osaan omaani verrattuna. Animaatiota varten yksi konfiguraatio riittäisi kaikkia sen ruutuja varten. Tämän jälkeen kaikki kuvan muodostavat elementit, syväepäterävyys sekä liike-epäterävyys ovat käyttäjän hallinnassa. Väriihin pystyy tekemään muutoksia, heijastuksia voi vahvistaa tai heikentää, vauhdin tuntua luovaa liike-epäterävyyttä voi lisätä tai heikentää.



KUVA 37. Jälkikäsittämätön versio suoraan renderöintimoottorista.  
(Kempainen 2007.)



KUVA 38. Lopullinen jälkikäsitelty versio kuvasta. (Kempainen 2007.)

Perinteiseen tapaan verrattuna, jossa kaikki tasot ja efektit renderöidään yhdellä kerralla, render-tasojen jälkikäsittely ja kompositointi tapa osoittautui ylivoimaiseksi. Liike-epäterävyyden luominen renderöidessä ei edes onnistunut, kun se jälkikäsittelynä olisi syntynyt hetkessä, jos sitä olisin käyttänyt. Näiden kahden tavan välille syntyi myös suuria renderöinti-aikeroja ja kyse oli vain animaation yhdestä ainoasta ruudusta. Animaatiota renderöidessä ero kasvaisi todella dramaattisesti.

## 7 YHTEENVETO

Vaatimukset animaation ja still-kuvien laadusta ei koskaan tule laskemaan, päinvastoin. Renderöintien visuaalinen laatu tulee nyt ja tulevaisuudessa olla täysin halutun kaltainen. Valitettavasti tietokoneiden tekninen suorituskyky ei aina pysy vaatimusten kaltaisella tasolla. Tietyt efektit ja laajat mallinnukset saattavat olla mahdottomia renderöidä sellaisinaan.

Render-tasot ja niiden jälkikäsittely ja kompositointi ovat kiistatta erittäin hyödyllinen osa työketjua. Jos on valmis panostamaan mallinnukseen ja animaatioon, ei ole syytä aliarvioida render-tasojen ja niiden jälkikäsittelyn luomaa lisää prosessin lopputulokseen. Tasot tuovat uuden ulottuvuuden jo renderöidyn kuvan lopullisen ulkonäön hallintaan. Jälkikäsittelyssä kuvaan pystytään lisäämään efektejä huomattavasti nopeammin kuin renderöidessä. Vaikka renderöitävän materiaalin määrä kasvaa ja kuvatiedostoja syntyy paljon, tasojen avulla renderöintiin kuluvaa aikaa voidaan dramaattisesti leikata.

On kuitenkin muistettava, milloin on järkevää käyttää tasoja ja milloin ei. Jos yhden ruudun renderöintiin kuluva aika ei ylitä muutamia minuutteja, kannattaa harkita, onko tarpeellista käyttää tasoja, kun renderöintitestauksilla pystyy saavuttamaan saman tuloksen samassa ajassa kuin tasoja käyttämällä.

## **LÄHTEET**

Wright, S. 2006. Digital Compositing for Film and Video. Burlington, Yhdysvallat: Focal Press.

Keränen, V., Lamberg, N., Penttinen, J. 2005. Digitaalinen media. Jyväskylä: Docendo Finland.

Birn, J. 2006. Digital Lighting and Rendering. 2. uudistettu painos. Berkeley, Yhdysvallat: New Riders.

## Sähköiset lähteet

Cowell, B. 2001. Multipass rendering using mental ray with softimage [verkkojulkaisu]. [viitattu 15.2.2007]. Saatavissa: <http://www.rethinkfx.com/tutorials/>

Hautamäki, T. 2002. Jälkikäsitteily [verkkojulkaisu]. [viitattu 2.3.2007]. Saatavissa: <http://koti.mbnet.fi/~vcd/jalkikasittely.html>

Rakennus, T. 2006. Visualisoinnin jälkikäsitteily [verkkolehti]. Tuoteuutiset. [viitattu 2.3.2007]. Saatavilla: <http://www.tuoteuutiset.fi>

Thomas, C. 2006. Mental Ray Ambient Occlusion Shader [verkkojulkaisu]. [viitattu 28.2.2007]. Saatavilla: <http://www.christopher-thomas.net>

2D/3D Workflow, Creative Tools [verkkojulkaisu]. [viitattu 2.3.2007]. Saatavilla: <http://www.creativetools.se/program/combustion/>

Softimage XSI Guides [sähköinen manuaali]. [viitattu 15.2.2007].

Manual/Vector Blur [online]. BlenderWiki. [viitattu 3.3.2007]. Saatavilla: <http://wiki.blender.org>

3ds Max History [online]. CG Society. [viitattu 26.1.2007]. Saatavilla: <http://wiki.cgsociety.org>

Softimage XSI [online]. Wikipedia, 2007a. [viitattu 26.1.2007]. Saatavilla: <http://en.wikipedia.org>

Digital compositing [online]. Wikipedia, 2007b. [viitattu 14.1.2007]. Saatavilla: <http://en.wikipedia.org>

3ds Max [online]. Wikipedia, 2007c. [viitattu 26.1.2007]. Saatavilla: <http://en.wikipedia.org>

After Effects [online]. Wikipedia, 2007d. [viitattu 30.3.2007]. Saatavilla: <http://en.wikipedia.org>

Autodesk 3ds Max 8 Reference [sähköinen manuaali]. [viitattu 15.2.2007].



## **Kuvalähteet**

Kuva 1. Saatavilla: [www.autodesk.com/lustre](http://www.autodesk.com/lustre) [viitattu 10.4.2007].

Kuvat 2 - 38. Ilkka Kemppinen, 2007.

## **LIITTEET**

Liite 1. CD-rom levy, pdf-versio opinnäytetyöstä.

